

УДК 519.31: 61.3

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ И ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ЮГА КУЗБАССА

С. П. Казаков, Г. К. Отрубейникова

THE FACTORIAL ANALYSIS IN PROBLEMS OF AN ESTIMATION AND DYNAMICS OF STUDENTS' HEALTH STATE OF THE SOUTH OF KUZBAS

S. P. Kazakov, G. K. Otrubejnikova

В работе рассматривается применение метода факторного анализа для выявления у студентов первого и четвертого курса сравнительных особенностей состояний здоровья, формирующихся под влиянием учебного процесса.

In work application of a method of the factorial analysis for revealing at students of the first and fourth courses of comparative features of the states of health formed under the influence of educational process is considered.

Ключевые слова: многомерный статистический анализ, метод главных компонент, факторный анализ, здоровье студентов, структура, сравнение, классификация, прогноз.

Keywords: multidimensional statistical analysis, principal components analysis, factorial analysis, health of students, structure, comparison, classification, forecast.

Идея факторного анализа в задачах многомерной статистики заключается в следующем. Каждый объект наблюдения количественно описывается p анализируемыми признаками $(x_1, x_2, \dots, x_p)$. Эти признаки могут быть описаны меньшим числом других «скрытых» факторов, являющихся комбинацией исходных, и взаимно некоррелированными $(u_1, u_2, \dots, u_k)$, $(k < p)$. Каждый из факторов логически интерпретируется.

Один из методов поиска факторов является метод главных компонент. Здесь вначале определяется первый фактор, который объясняет наибольшую часть дисперсии, затем независимый от него фактор, объясняющий наибольшую часть оставшейся дисперсии, и т. д. Формально метод главных компонент сводится к следующему алгоритму.

1. Матрица исходных данных X размерностью $m \times n$ (m – число наблюдений, n – число исходных факторов) преобразуется в матрицу Z центрированных и нормированных значений $z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}$,

$$\text{где } \bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}; \sigma_j^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2.$$

2. Преобразование дает возможность получить матрицу парных коэффициентов корреляции

$$R = Z^T Z / n : R_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(z_{ij} - \bar{z}_j)(z_{ik} - \bar{z}_k)}{\sigma_j \sigma_k}, j, k = \overline{1, m}.$$

3. Решением характеристического уравнения $|R - \lambda E| = 0$ получаем вектор действительных собственных чисел $\Lambda = \{\lambda_j, j = \overline{1, m}\}$ и нормированные собственные векторы $U = \{u_j, j = \overline{1, m}\}$.

4. Принимая полученные собственные векторы за оси в системе координат новых факторов, а λ_j за характеристики разброса (дисперсии) вдоль соот-

ветствующих полуосей преобразованного «эллипса рассеивания», отношение $\lambda_j / \sum_{j=1}^m \lambda_j$ определяет

вклад j -го фактора (главной компоненты) в общую дисперсию исходных факторов, а компоненты вектора u_j определяют долю значимости исходных факторов в соответствующей главной компоненте. Упорядочив собственные числа и векторы, например, в порядке уменьшения λ_j и установив «порог» (на уровне 5 – 10 %) обнаруживаем приемлемое количество значимых главных компонент r (или латентных факторов):

$$\sum_{j=1}^r \lambda_j > (1 - \alpha/100) \sum_{j=1}^m \lambda_j.$$

Умножением собственных векторов u_j на значения $\sqrt{\lambda_j}$ получаем матрицу факторных нагрузок $F = \{f_j, j = \overline{1, m}\}$.

Для достижения хорошей интерпретируемости результатов наиболее используемым является метод ортогонального вращения Varimax. Этот метод состоит в максимизации дисперсии квадратов факторных нагрузок для переменных, его цель – минимизировать количество переменных, имеющих высокие нагрузки на данный фактор так, что в итоге вокруг фактора группируются только те переменные, которые с ним связаны в большей степени, чем остальные. Сравнение факторных моделей разных выборок на одном наборе переменных проводилось с использованием коэффициента конгруэнтности:

$$CC_{pq} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ip} \cdot b_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ip}^2 \cdot \sum_{i=1}^n b_{iq}^2}},$$

где n – число переменных в двух моделях, p – число факторов в первой модели, q – число факторов во второй модели, a – факторная нагрузка в первой модели, b – факторная нагрузка во второй модели.

Исследование проводилось на базе НФИ КемГУ, в анкетировании приняли участие 100 студентов первого курса и 100 студентов четвертого курса. После анкетирования для построения моделей осо-

бенностей здоровья, формирующихся под влиянием учебного процесса, был выбран факторный анализ.

Построение факторной структуры особенностей психического здоровья для студентов первого курса. Здесь были выбраны первые четыре фактора, объясняющие 62 % общей дисперсии. В таблице 1 приводятся факторные веса после ротации.

Таблица 1

Факторная структура психического здоровья студентов 1-го курса

Переменные для анализа	Фактор			
	1	2	3	4
1. Основательная подготовка к экзаменам и зачетам	.746			
2. Самостоятельное выполнение учебных заданий	.727			
3. Учеба с полной отдачей	.722		-.399	
4. Критичность к себе и своей учебной деятельности	.705			.602
5. Не доведение до конца учебных заданий	-.698			
6. Осуществление учебных планов	.680			
7. Надежда в учебе на свои силы	.642			
8. Зависимость оценок от подготовленности и собственных усилий	.636			.322
9. Вера в осуществление учебных планов	.613			
10. Чувство страха в экзаменационную сессию		.855		
11. Тревога, связанная с учебой		.801		
12. Контроль беспокойства на экзаменах и зачетах		-.737		
13. Нетерпеливость в неудачах, связанных с учебой		.659		
14. Раздражение от неудач в учебе		.592	.309	
15. Раздражение от невозможности выполнить учебное задание		.505		
16. Неприятие критики	.347	.456		
17. Отсутствие усердия			.755	
18. Снижение интереса к учебе в конце дня			.621	
19. Откладывание учебных заданий	-.465		.510	
20. Основательная учеба только в период сессии			.435	
21. Чувство, что другие занимаются лучше	-.473			.566
22. Чувство одиночества				.549
23. Контроль эмоций			-.368	-.510
24. Главной причиной неудач в учебе является незнание или лень				.407
25. Независимость уч. деятельности оценки и похвалы окружающих				-.406

Первый фактор объединил такие переменные исходного массива, как основательная подготовка к зачетам и экзаменам (0,746), самостоятельное выполнение учебных заданий (0,727), учеба с полной отдачей (0,722), критичность к себе своей учебной деятельности (0,705), способность построения планов, касающихся учебы (0,613), осуществления их (0,680), надежда в учебе только на свои силы (0,642), осознание, что проблемы с учебой зависят от собственного незнания или лени (0,636). Данный фактор был назван «ответственность в отношении учебы». С этим фактором имеет отрицательный коэффициент корреляции переменная не доведение до конца учебных заданий (-0,698), что говорит о том, что такая позиция не свойственна ответственному отношению к

учебной деятельности. Ответственное отношение студентов к учебе, таким образом, проявляется в совокупности компонентов: когнитивные (знание учебных обязанностей, осознание необходимости их своевременного и качественного выполнения как предпосылки овладения профессиональной деятельностью, неприятие безответственного отношения к учебе); эмоциональные (эмоциональные реакции на успешность в учебе и трудности, неудачи; удовлетворение от выполнения своих учебных обязанностей, достигнутых результатов); поведенческие (самоконтроль, самооценка, наличие умений для выполнения учебных заданий в зависимости от их содержания и характера; умение организовать свою деятельность, планировать ее во времени, преодолевать

трудности, исправлять и предупреждать возможные ошибки). Максимальные нагрузки на второй фактор дали следующие переменные: чувство страха в период сессии (0,855), чувство тревоги, связанное с учебой (0,801), нетерпеливость, когда что-то не ладится в учебе (0,659), раздражения (0,592), беспокойства от неудач в учебе (0,505), неспособности воспринимать критику экзаменационных оценок и учебной деятельности студента (0,456). Фактор назван *«неадекватное использование своих индивидуально-психологических особенностей в учебной деятельности»*. Он связан с такими особенностями нервной системы учащихся как неустойчивость по отношению к посторонним раздражителям, активное неприятие отрицательных внешних оценок себя и своих действий, прослеживается значительная зависимость от внешних обстоятельств и оценок, что влияет на характер познавательной деятельности студента.

Третий фактор объединяет переменные отсутствия усердия в отношении учебы (0,755), снижение интереса к учебе в конце дня (0,621), откладывания заданий на потом (0,510) и основательной учебы только во время сессии (0,435). Фактор был назван *«синдром прокрастинации»*. Он имеет отрицательный коэффициент корреляции (-0,399) с переменной «учеба с полной отдачей». Данный фактор объединил понятия склонности к постоянному «откладыванию на потом» заданий по учебе, исполнении их в самый последний момент, отсутствия приобретения навыков адекватного планирования учебной деятельности, а также расстановки приоритетов и распределения своего времени, что и свойственно такому понятию, как синдром прокрастинации.

Четвертый фактор объединяет переменные чувства критичности к себе, своей учебной деятельности (0,602), чувства, что другие занимаются лучше (0,566), чувство одиночества (0,549), осознание, что проблемы с учебой зависят от незнания или лени (0,407). Данный фактор получил название *«повышенная критичность к своей учебной деятельности»*. В данном факторе сконцентрировались высокая требовательность к себе и своей учебной деятельности, некоторая неудовлетворенность уровнем собственных достижений, более критично отношение к собственному потенциалу и стремление к совершенству.

Построение факторной структуры особенностей психического здоровья для студентов четвертого курса. Для построения факторной модели также были выбраны первые четыре фактора, которые объясняют 62 % общей дисперсии. В таблице 2 представлены факторные веса после Varimax-вращения.

Первый фактор объединил такие переменные, как чувство критичности к себе и своей учебной деятельности (0,814), учеба с полной отдачей (0,787), осознание, что проблемы с учебой зависят от собственного незнания или лени (0,753), построение планов по выполнению учебных заданий и осуществление их (0,7), основательная подготовка к зачетам и экзаменам (0,633), самостоятельное выполнение учебных заданий (0,596). Фактор был назван *«ответственное отношение к учебе»*. Переменные откладывание заданий по учебе на потом имеют достаточно высокие отрицательные коэффициенты с первым фактором (-0,732, -0,807, -0,566 соответственно).

Второй фактор включил такие переменные, как самостоятельное выполнение заданий по учебе, тревожность, связанную с учебой и ситуацией экзаменов, надежда только на свои силы в учебе, способность построения планов, касающихся учебы, осуществления их. Фактор получил название *«продуктивность учебной деятельности»*.

Максимальные нагрузки третьего фактора представлены следующими переменными: раздражения, нетерпеливости, беспокойства от неудач в учебе, неспособности воспринимать критику экзаменационных оценок и учебной деятельности студента. Фактор был назван *«неадекватное использование своих индивидуально-психологических особенностей в учебной деятельности»*.

Четвертый фактор объединяет переменные откладывания заданий на потом (0,67), снижение интереса к учебе в конце дня (0,608), основательной учебы только во время сессии (0,493), отсутствия усердия в отношении учебы (0,507). Фактор был назван *«синдром прокрастинации»*. Как и в выборке первого курса, данное понятие включает склонность к постоянному «откладыванию на потом» заданий по учебе, исполнение их в самый последний момент, отсутствие приобретения навыков адекватного планирования учебной деятельности, расстановки приоритетов и распределения своего времени.

При сравнении факторных структур основания не отклонять гипотезу об однородности факторных структур – значения коэффициентов конгруэнтности по диагонали таблицы выше, чем 0,94. Таким образом, сравнение факторных структур особенностей психического, социального, физического состояний здоровья, формирующихся в процессе учебной деятельности, свидетельствует о том, что содержательная структура их смыслового пространства имеет качественные различия.

Таблица 2

Факторная структура психического здоровья студентов 4-го курса

Переменные для анализа	Фактор			
	1	2	3	4
1. Критичность к себе и своей учебной деятельности	.814			
2. Не доведение до конца учебных заданий	-.807			
3. Учеба с полной отдачей	.787			
4. Зависимость оценок от подготовленности и собственных усилий	.753			
5. Откладывание учебных заданий	-.732			.670
6. Осуществление учебных планов	.700			
7. Основательная подготовка к экзаменам и зачетам	.633	.429		
8. Самостоятельное выполнение учебных заданий	.596	.568		
9. Основательная учеба только в период сессии	-.566	-.343		.493
10. Главной причиной неудач в учебе является незнание или лень	.473			
11. Чувство страха в экзаменационную сессию		.772	.393	
12. Надежда в учебе на свои силы	.586	.613		
13. Снижение интереса к учебе в конце дня	-.406			.608
14. Тревога, связанная с учебой		.551	.440	
15. Чувство одиночества		.529		
16. Вера в осуществление учебных планов	.343	.483		.369
17. Раздражение от неудач в учебе			.815	
18. Контроль беспокойства на экзаменах и зачетах		-.425	-.524	
19. Неприятие критики			.498	
20. Контроль эмоций			-.462	.301
21. Независимость учебной деятельности от оценки и похвалы окружающих	.308		-.451	
22. Нетерпеливость в неудачах, связанных с учебой			.449	
23. Чувство, что другие занимаются лучше				-.718
24. Отсутствие усердия	-.406	-.449		.507
25. Раздражение от невозможности выполнить учебное задание			.420	-.449

В факторной структуре, отражающей особенности психического состояния здоровья, формирующихся под влиянием учебного процесса, в обоих выборках наиболее мощную ось главных компонент факторного пространства образует ответственность по отношению к учебе. В выборке четвертого курса также присутствует фактор «продуктивность учебной деятельности». Таким образом, в выборке четвертого курса складывается особая форма учебной деятельности. Она включает элементы анализа, исследования в общем контексте некоторой осознанной, либо осознаваемой профессиональной направленности, личностного самоопределения. Формируется полная структура самосознания, развивается личностная рефлексия, осознаются жизненные планы, перспективы, формируется уровень притязания.

В факторных структурах обоих выборок присутствует фактор «синдром прокрастинации». Склонность к постоянному откладыванию на потом учебных заданий, исполнение их в самый последний момент характерно для выборок обоих курсов.

Аналогичные построения и соответствующие выводы были сделаны при анализе социального и физического здоровья студентов НФИ КемГУ в период обучения. Было установлено следующее.

В факторной структуре, отражающей особенности социального состояния здоровья, формирующихся под влиянием учебного процесса, в обоих выборках наиболее мощную ось главных компонент факторного пространства образует недобросовестное отношение к посещаемости. В факторных структурах особенностей социального здоровья студентов 1-го и 4-го курсов присутствуют факторы «конфликтное поведение» и «конфликтное и несоциальное поведение» соответственно. Конфликтное поведение – это поведение студента с высоким уровнем эмоциональной возбудимости и высоким темпом реакции, проявляющий личностную активность в достижении значимых для него целей. При этом у студентов 4-го курса наблюдаются отличные особенности конфликтного поведения по сравнению со студентами 1-го курса: студенты 4-го курса

больше готовы поспорить с преподавателем, более активны и энергичны в достижении поставленных целей. В факторной модели особенностей социального состояния здоровья студентов 4-го курса, присутствует фактор, который был назван «*организованные учебная деятельность и досуг*».

В факторной структуре, отражающей особенности физического состояния здоровья, формирующихся под влиянием учебного процесса, в выборках наиболее мощную ось главных компонент факторного пространства образует *нарушение умственной работоспособности*, которое определяется низкой продуктивностью, устойчивостью внимания, низкой концентрацией внимания. В обеих факторных структурах присутствует фактор «*вредные привычки*», связанный с курением, употреблением алкоголя и наркотиков. В факторной модели выборки 1-го курса вторую ось главных компонент образует «*нарушение сна и аппетита в период сессии*», а в выборке 4-го курса аналогичная компонента «*проблемы сна и питания в период сессии*» является уже четвертой.

Литература

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности [Текст]: справ. изд. / С. А. Айвазян, В. М. Бухштабер, С. И. Енюков, Л. Д. Мешалкин; под ред. С. А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных [Текст]: справ. изд. / С. А. Айвазян, С. И. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
3. Кендалл, М. Многомерный статистический анализ [Текст]. / М. Кендалл, А. Стюарт. – М., 1976. – 727 с.
4. Ким, Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст]: научн. изд. [пер. с англ.]. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
5. Крыштановский, А. О. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. О. Крыштановский. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. – 281 с.