

Математические методы в гуманитарных и социальных исследованиях

О.В. Коломиец, В.Р. Орестова,
Ю.А. Долгов, А.А. Бастрон

Расчет адекватной математической модели позитивного социального самочувствия студентов

В статье раскрывается актуальность проблемы формирования позитивного социального самочувствия студентов. Рассматриваются компоненты субъектной жизненной позиции как факторы позитивного социального самочувствия студентов. Описаны направления, этапы и методы статистической обработки результатов исследования: составление и анализ корреляционной матрицы, выявление корреляционных плеяд, определение главных факторов каждой плеяды экспертным методом весовых коэффициентов важности. Представлены расчеты адекватной математической модели формирования позитивного социального самочувствия студентов посредством многомерного регрессионного анализа.

Ключевые слова: социальное самочувствие, позитивное социальное самочувствие, субъектная жизненная позиция, модифицированный индекс Г. Фехнера, корреляционная плеяда, многомерный регрессионный анализ, адекватная математическая модель.

Нарастание угроз в современном мире отражается на положении молодежи, затрагивая многие аспекты социального самочувствия молодого поколения. Для эффективного развития государства, страны, региона в жизненно важных областях и направлениях необходимо ориентироваться на социальное самочувствие студенческой молодежи как наиболее активной социальной группы¹.

Знание о социальном самочувствии студенческой молодежи позволяет выстраивать обоснованные долгосрочные прогнозы

изменений социального самочувствия в обществе, обеспечивает возможность предлагать обоснованную систему мер по стабилизации его уровня, формировать адекватное восприятие общественных изменений и конструктивно воздействовать на социальные процессы².

Определяя понятие «социальное самочувствие», Н.И. Лапин отмечает, что это субъективное восприятие людьми смыслов своей жизнедеятельности здесь и теперь, в контексте прошлого и ожидаемого будущего. Это ценностно-эмоциональное их отношение к своему социальному положению и уровню удовлетворения своих потребностей, интересов. Это совокупность оценок, которые люди дают себе, своим повседневным взаимодействиям друг с другом, с социальными институтами, территориальными сообществами и обществом в целом³.

Направление развития общества в перспективе в значительной мере будет зависеть не только от успешного хода социально-экономических преобразований в настоящем, но и от того, насколько подготовлена и настроена на активное участие в них молодежь. Для достижения позитивных общественных перемен необходимо «растить» молодежь с активной, субъектной жизненной позицией, которая отличается внутренней детерминацией жизнедеятельности.

Субъектная позиция, по мнению Н.В. Топилиной, дает возможность человеку осуществлять планирование своей жизни и деятельности, реализовывать жизненные замыслы, адекватно реагировать на условия внешней среды и вызовы внутреннего мира. Человеку с субъектной жизненной позицией свойственна активность, готовность к изменениям и трансформациям⁴. Человеку с субъектной жизненной позицией удастся осознать и представить смысл своей жизни в системе общественных жизненных целей, разработать поступательный план и программу не только на перспективу собственной жизни, но и на перспективу развития общества в целом.

В процессе исследования социального самочувствия и показателей субъектной жизненной позиции студентов были применены эмпирические методы: анкета «Социальное самочувствие» Н.Е. Симонович (в адаптации О.В. Коломиец), тестирование «Тест смысложизненных ориентаций» Л. Махолика и Д. Крамбо в адаптации Д.А. Леонтьева; «Тест определения самоэффективности» М. Шера и Дж. Маддукса (в переводе и модификации А.В. Бояринцевой), опросник «Шкала субъективного благополучия» в адаптации В.М. Соколовой, методика личностного семантического дифференциала (вариант, адаптированный в НИИ им. В.М. Бехтерева).

На этапе вторичной обработки результатов, полученных в ходе проведения психодиагностических методик, была осуществлена статистическая обработка балльных оценок по факторам:

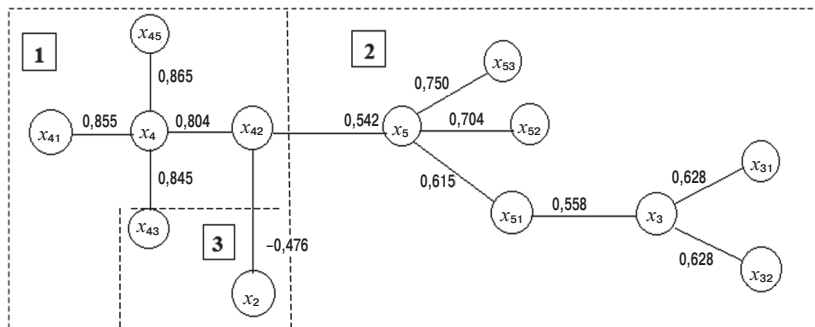
- Y – уровень социального самочувствия;
- X_2 – субъективное благополучие;
- X_{31} – самооффективность в предметной деятельности;
- X_{32} – самооффективность в сфере межличностного общения;
- X_3 – уровень самооффективности;
- X_{41} – цели в жизни;
- X_{42} – процесс жизни или интерес и эмоциональная насыщенность жизни;
- X_{43} – результативность жизни или удовлетворенность самореализацией;
- X_{44} – локус контроля – Я (Я – хозяин жизни);
- X_{45} – локус контроля (жизнь или управляемость жизни);
- X_4 – уровень осмысленности жизни;
- X_{51} – оценка (самоуважение, самокритика);
- X_{52} – активность;
- X_{53} – сила (волевые качества);
- X_5 – показатель развития качеств (оценка, сила, активность) личности.

Поскольку факторы измеряются в различной системе единиц, то с целью их совместного рассмотрения все факторы переведены в относительную систему, что позволило считать их соизмеримо однородными.

Статистическая обработка данных была организована по следующим направлениям:

1. Составление и анализ корреляционной матрицы (был использован модифицированный индекс Г. Фехнера)⁵.
2. Выявление корреляционных плеяд (по методу Г.В. Дружинина)⁶.
3. Определение главных факторов каждой плеяды экспертным методом весовых коэффициентов важности⁷.
4. С помощью применения многофакторного регрессионного анализа и метода наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов была рассчитана адекватная математическая модель формирования позитивного социального самочувствия посредством развития субъектной жизненной позиции студентов⁸.

По результатам расчетов вся совокупность факторов была условно разбита на три корреляционные плеяды по методу Г.В. Дружинина (рис. 1), а при совместном их анализе выявилась возмож-

Рис. 1. Корреляционные плеяды ($= 0,550$)

ность построения трех многомерных математических моделей и нескольких двумерных регрессионных уравнений.

Возможные уравнения:

$$Y = f(x_{42}, x_5, x_2); \quad x_4 = f(x_{41}) \quad \text{при } r = 0,835;$$

$$Y = f(x_4, x_5, x_2); \quad x_4 = f(x_{43}) \quad \text{при } r = 0,845;$$

$$Y = f(x_{43}, x_5, x_2); \quad x_{43} = f(x_{42}) \quad \text{при } r = 0,794;$$

$$x_5 = f(x_{53}) \quad \text{при } r = 0,750.$$

Для расчета модели формирования позитивного социального самочувствия был применен метод многомерного регрессионного анализа, а именно метод наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов (МНКО)⁹.

Для удобства работы следует произвести замену переменных и вместо эффектов факторов X_i и их взаимодействий различных порядков ввести единую переменную Z_k , $k = 0, \dots, m$. Следует отметить, что степень полинома $Y_k(Z)$ совпадает с номером столбца k рассматриваемых эффектов Z_k в матрице исходных данных. Тогда именно на полиномы $Y_k(Z)$ следует наложить условие ортогонализации

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^N \Psi_{kj}(Z) \Psi_{ij}(Z) = 0; & k, i = \overline{0, m}; \quad k > i; \\ \sum_{j=1}^N [\Psi_{kj}(Z)]^2 \neq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Решение системы уравнений (1) будет осуществляться следующим образом:

$$\begin{cases} \Psi_0(Z) \equiv 1; \\ \Psi_{kj}(Z) = Z_{kj} - \sum_{i=0}^{k-1} \xi_{ki} \Psi_{ij}(Z); \quad k = \overline{1, m}, \quad k > i, \end{cases} \quad (2)$$

где

$$\xi_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^N Z_{kj} \Psi_{ij}(Z)}{\sum_{j=1}^N [\Psi_{ij}(Z)]^2}; \quad k, i = \overline{0, m}; \quad k > i. \quad (3)$$

Коэффициент A_k находится по формуле

$$A_k = \frac{\sum_{j=1}^N Y_j \Psi_{kj}(Z)}{\sum_{j=1}^N [\Psi_{kj}(Z)]^2}; \quad k = \overline{0, m}. \quad (4)$$

Из полученной формулы видно, что все коэффициенты A_k определяются независимо друг от друга, так как рассматриваются на основе ортогональных полиномов различных порядков. Следовательно, вопрос о включении в уравнение каждого коэффициента A_k может решаться в индивидуальном порядке по критерию Стьюдента. Для этого предварительно рассчитывается среднеквадратическое отклонение очередного коэффициента A_k

$$S\{A_k\} = \sqrt{\frac{S^2(Y)}{\sum_{j=1}^N [\Psi_{kj}(Z)]^2}}, \quad (5)$$

где $S^2(Y)$ – средняя дисперсия выходной величины по неповторяющимся строкам. Величина $S\{A_k\}$ – подставляется в выражение для расчетного критерия Стьюдента. Значимость коэффициента определяется по формуле

$$t_k = \frac{|A_k|}{S\{A_k\}} \geq t_{\text{табл}}(q, v). \quad (6)$$

Обратный переход в декартовую систему координат осуществляется по формуле

$$b_k = A_k - \sum_{i=k+1}^m b_i \xi_{ik}, \quad \text{где } i, k = \overline{m, 0}; \quad k < i. \quad (7)$$

Таблица 1

Виртуальные ортогональные полиномы

J	$\Psi_0(Z)$	$\Psi_1(Z)$	$\Psi_2(Z)$	$\Psi_3(Z)$	γ_j	n_j	$\hat{Y}_j$	$(\gamma_j - \hat{Y}_j)^2$	$n_{1,j} (\gamma_{1,j} - \hat{Y}_j)^2$	x_2
1	1	-17,2	-0,784	-3,654	44,0	8	52,23	67,806	542,452	1,298
2	1	-0,7	-2,447	3,960	50,3	11	56,12	33,840	372,247	0,603
3	1	-10,2	4,488	1,309	54,6	7	52,53	4,294	30,064	0,081
4	1	0,2	3,249	8,165	57,4	10	53,37	16,256	162,568	0,304
5	1	-11,6	1,594	-1,718	60,7	8	54,06	44,097	352,78	0,815
6	1	12,6	-0,897	5,105	63,8	8	63,15	0,422	3,379	0,006
7	1	20,6	6,471	-3,451	70,4	4	74,61	17,683	70,734	0,237
8	1	6,3	-11,673	-9,756	75,8	4	71,01	22,951	91,807	0,323
$\Sigma(\cdot)^2$	8	1157,78	218,823	233,538	59,63	60	—	207,354	1626,033	3,670

Таблица 2

Вспомогательные коэффициенты ξ^{ki}

$k \backslash i$	0	1	2
1	137,2		
2	29,95	0,0038	
3	59,63	-0,1840	-1,0952

Таблица 3

Результаты расчетов

k	A_k	S_k	t_k		Вывод
0	59,63	1,8391	32,4238		Да
1	0,5960	0,1529	3,8983	2,3060	Да
2	-0,5293	0,3516	1,5055		Нет
3	-0,7815	0,3404	2,2958		Да

Из данных таблицы 4 методом наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией факторов (МНКО) получаем адекватную математическую модель

$$\hat{Y} = 59,63 + 0,5960 \Psi_1(x) - 0,7815 \Psi_3(x) \quad (8)$$

$$S_{ag}^2 = \frac{\Sigma(Y_j - \hat{Y}_j)^2}{n-d} = \frac{207,3545}{8-3} = 41,471; \quad F = \frac{S_{ag}^2}{S_p^2} = \frac{41,4710}{27,0577} = 1,5327 < F_T$$

(5; 5; 8) = 3,71. Модель адекватна!

Проверка модели по критерию χ^2 – Пирсона: $\chi_p^2 = 3,6702 < (5\%; v = 8 - 5 = 5) = 11,07$. Модель адекватна с вероятностью 95%.

Обратный переход в декартовы координаты:

$$b_3 = A_3 = -0,7815;$$

$$b_2 = A_2 - \xi_{32} b_3 = 0 - (-0,7815)(-1,0952) = -0,8559;$$

$$b_1 = A_1 - \xi_{31} b_3 - \xi_{21} b_2 = 0,5960 - (-0,1840) \times \\ \times (-0,7815) - 0,0038(-0,8559) = 0,4555;$$

$$b_0 = A_0 - \xi_{30} b_3 - \xi_{20} b_2 - \xi_{10} b_1 = 59,63 - 56,63 \times \\ \times (-0,7815) - 29,95(-0,8559) - 137,2 \times 0,4555 = 67,014.$$

$$\hat{Y} = 67,01 + 0,4555 X_4 - 0,8559 X_5 - 0,7815 X_2 \pm 10,40 \quad (9)$$

$$S_{ag}^2 = \frac{\Sigma(Y_j - \hat{Y}_j)^2}{n-d} = \frac{206,4147}{8-4} = 51,6037; \quad F = \frac{51,6037}{27,0577} = 1,9072 < F_T$$

(5; 4; 8) = 3,84. Модель адекватна.

Таким образом, на основании применения статистических методов была рассчитана модель социального самочувствия, которая представлена трехзвенным уравнением (9), и включает в себя показатели субъектной жизненной позиции, такие как уровень субъективного благополучия, уровень смысловых ориентаций и уровень субъектности личности.

Математическая модель, обоснованная эффективностью программы формирования позитивного социального самочувствия посредством развития субъектной жизненной позиции, является адекватной для расчета уровня социального самочувствия студентов, на основании показателей: уровня осмысленности жизни, уровня субъективного благополучия и уровня развития личностных качеств (самоуважения, самокритичности, активности, волевых качеств).

-
- ¹ *Симонович Н.Е.* Социальное самочувствие людей и технологии его исследования в современной России: Дис. ... д-ра психол. наук. М., 2003. С. 5, 2.
 - ² *Абаев Р.Д.* Взаимосвязь личностных свойств и социального самочувствия студенческой молодежи: Дис. ... канд. психол. наук. М., 2003. С. 119, 4.
 - ³ *Коломиец О.В., Орестова В.Р., Долгов Ю.А.* Реализация программы по формированию позитивного социального самочувствия посредством развития субъектных качеств личности студентов // Человеческий капитал: Науч.-практ. журн. 2016. № 12. С. 17–20.
 - ⁴ *Кандыбович С.Л., Коломиец О.В., Орестова В.Р.* Критерии и система оценивания эффективности программы формирования позитивного социального самочувствия личности в процессе развития субъектных качеств // Человеческий капитал: Науч.-практ. журн. 2016. № 12. С. 6.
 - ⁵ *Долгов Ю.А.* Модифицированный индекс Фехнера как мера тесноты линейной связи // Вестник Приднестровского университета: физ.-мат. и техн. науки. 2015. № 3. С. 92–98.
 - ⁶ *Дружинин Г.В.* Методы оценки и прогнозирования качества. М.: Радио и связь, 1982. 160 с.
 - ⁷ *Долгов Ю.А.* Статистическое моделирование. 2-е изд., доп. Тирасполь: ПГУ, 2010.
 - ⁸ *Долгов Ю.А.* Разработка методов получения математических моделей на основе экспериментальных данных. Отчет по НИР-№ ГР05.07.00227. Тирасполь: ПГУ, 2012. 347 с.
 - ⁹ *Долгов Ю.А.* Статистическое моделирование. С. 201–202.