

Романов Вадим Николаевич, Смирнова Екатерина Александровна

ПРИМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К АНАЛИЗУ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

В статье предложена методология исследования системы образования на языке топологии. В качестве примера рассмотрена система вузов и специальностей Санкт-Петербурга. Анализ позволил выявить интересные объективные связи и закономерности, относящиеся к системе образования. Топологический подход может быть использован и для других "мягких" систем.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/6/43.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 6 (73). С. 141-145. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

26. Петергоф – наукоград Российской Федерации / под ред. В. Н. Ивановой, Ю. Н. Гузова. СПб.: ИВЭСЭП; Знание, 2003. 52 с.
27. Половцев И. Н. О совершенствовании материально-технической базы Представительства Санкт-Петербургского государственного университета в Крыму // Полевые практики в системе высшего профессионального образования: IV международная конференция: тезисы докладов. Симферополь: ДИАИПИ, 2012. С. 240-242.
28. Положение о Дирекции по строительству комплекса Ленинградского университета в г. Петродворце // Архив УКСиР. Ф. 2. Оп. 1.
29. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10.05.2007 № 586-р // СЗРФ. 2007. № 21. Ст. 2531.
30. Трушковский В. Э., Половцев И. Н. Шаги ко второй жизни. Физический институт Императорского Петербургского университета // Вестник. Зодчий 21 век. 2012. Т. 43. № 2. С. 92-95.
31. Университетский городок. Новоселье физического факультета // Строительство и архитектура Ленинграда. 1971. № 12. С. 7-9.
32. Физический факультет Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова // Проектирование и строительство высших учебных заведений. М.: Высшая школа, 1976. Вып. 7. С. 31-32.
33. Хранилище национального репертуара [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский университет. 2007. № 5 (3753). URL: <http://www.spbumag.nw.ru/2007/05/5.shtml> (дата обращения: 01.04.2013).
34. Центральный государственный архив кинофотофондо документов Санкт-Петербурга (ЦГА КФФД СПб).
35. Что вы знаете о недвижимости университета? [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский университет. 2005. № 4 (3693). URL: <http://www.spbumag.nw.ru/2005/04/5.shtml> (дата обращения: 01.04.2013).
36. Явейн Н. И. Игры разума в дворцовых интерьерах // Вестник. Зодчий 21 век. 2008. № 3. С. 82-87.

УДК 515.1; 519.8

Физико-математические науки

В статье предложена методология исследования системы образования на языке топологии. В качестве примера рассмотрена система вузов и специальностей Санкт-Петербурга. Анализ позволил выявить интересные объективные связи и закономерности, относящиеся к системе образования. Топологический подход может быть использован и для других «мягких» систем.

Ключевые слова и фразы: топологический анализ; уровень связности; эксцентриситет; вектор препятствий; гомотопия.

Романов Вадим Николаевич, д.т.н., профессор

Смирнова Екатерина Александровна

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

vromanvpi@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К АНАЛИЗУ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ[©]

Качество системы образования зависит не только от качества отдельных составляющих, но и от принятой концептуальной модели образования, а также структуры взаимосвязей ее элементов. Когда мы говорим о системе образования как о системе, способствующей раскрытию высшего образа в человеке, то, прежде всего, хотим подчеркнуть ее системные свойства, такие как разнообразие возможностей выбора, а также целостность системы и связность ее составляющих. Поэтому представляет интерес исследование взаимосвязей в цепочке «вузы – специальности – дисциплины» объективными методами. Одним из таких методов является топологический анализ.

Методология анализа. Рассмотрим произвольную систему, представленную в виде множества пар элементов, связанных бинарным отношением R

$$S = \{(x, y) : x \in X, y \in Y, xRy\}. \quad (1)$$

Тип отношения может быть различным: соответствие, подобие, сходство, различие и т.п. Отношение R порождает множество многомерных связей между элементами. Оно задается матрицей инцидентий, состоящей из единиц и нулей: если для элементов $x \in X$ и $y \in Y$ отношение R выполняется, то в соответствующей строке матрицы ставится 1, а если не выполняется, – то 0. Для изучения структуры взаимосвязей элементов системы используем топологический анализ, или анализ связности, оперирующий понятиями комплекса, симплекса, q -связности и эксцентриситета [3, с. 314]. Этот анализ позволяет определить структуру связей (связность) подсистем в системе и является обобщением графических методов на многомерный случай. Анализировать можно как связи элементов множества X , так и связи элементов множества Y . Любой элемент множества X (или Y) со связями называется симплексом. Объединение симплексов образует комплекс. Для симплекса используем обозначение $x \equiv \sigma_x(Y, R)$ или $y \equiv \sigma_y(X, R)$, а для комплекса – $K_x(Y, R)$ или $K_y(X, R)$. Задача изучения структуры связей комплекса K сводится к построению так называемых классов q -эквивалентности. Для каждого

значения размерности $q = 0, 1, \dots, \dim K$ (где $\dim K$ – максимальная размерность комплекса) можно определить число различных классов эквивалентности Q_q . Эта операция называется q -анализом комплекса K , а вектор $Q = (Q_{\dim K}, \dots, Q_1, Q_0)$ – первым структурным вектором комплекса. Он показывает, как связан комплекс в каждой размерности. Симплекс называется q -мерным (q -связным), если он содержит не менее $q+1$ элементов, удовлетворяющих отношению R (число единиц в соответствующей симплексу строке матрицы инцидентий). Очевидно, что если симплекс q -связный, то он также $(q-1)$ -связный и т.д. 0-связный. С уменьшением уровня связности некоторые симплексы могут объединяться в одну компоненту. Для объединения двух симплексов необходимо, чтобы для уровня связности q они имели не менее $(q+1)$ общих связей непосредственно или через другие симплексы, что определяется числом единиц в одних и тех же столбцах матрицы инцидентий. (Здесь полезно использовать геометрическую аналогию, например, в трехмерном пространстве тетраэдр может быть связан с другими тетраэдрами гранями, ребрами или вершинами). Существование на уровне $q = n$ более чем одной компоненты означает, что существуют два n -мерных симплекса, которые не являются n -связными. Важную информацию о взаимосвязи элементов комплекса дает вектор препятствий $D = Q - I$, где I – единичный вектор. Компоненты вектора D являются мерой препятствия свободному обмену информацией между компонентами комплекса на каждом уровне размерности (связности). Если на каком-то уровне компонента вектора D равна 0, то препятствие отсутствует. Для оценки адаптивности (другой стороной которой являются своеобразие и обособленность) каждого симплекса в структуре комплекса используем понятие эксцентриситета. Эксцентриситет определяется выражением [2, с. 74]

$$\varepsilon(\sigma) = (q_{\max} - q_0) / (q_0 + 1), \quad (2)$$

где $q_{\max}$ – максимальная размерность (степень связности) симплекса σ ; q_0 – наибольшее значение уровня связности, при котором σ объединяется в одну компоненту с каким-либо другим симплексом. По нашему мнению, следует использовать для расчета эксцентриситета более наглядное соотношение

$$\varepsilon(\sigma) = q_{\max} - q_0. \quad (3)$$

Таблица 1. Результаты анализа связности для комплекса вузов

Уровень связности	Число компонент	Состав компонент
$q = 23 \dots 16$	$Q_{23} \dots Q_{16} = 1$	$\{x_1\}$
$q = 15 \dots 13$	$Q_{15} \dots Q_{13} = 2$	$\{x_1\}, \{x_{14}\}$
$q = 12 \dots 11$	$Q_{12} \dots Q_{11} = 2$	$\{x_1, x_{14}\}, \{x_9\}$
$q = 10$	$Q_{10} = 2$	$\{x_1, x_{14}, x_9\}, \{x_{15}\}$
$q = 9$	$Q_9 = 3$	$\{x_1, x_{14}, x_9\}, \{x_{15}\}, \{x_2\}$
$q = 8$	$Q_8 = 4$	$\{x_1, x_{14}, x_9\}, \{x_{15}\}, \{x_2\}, \{x_8\}$
$q = 7$	$Q_7 = 4$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}\}, \{x_2\}, \{x_8\}, \{x_6\}$
$q = 6$	$Q_6 = 7$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}\}, \{x_2\}, \{x_8\}, \{x_6\}, \{x_7\}, \{x_{10}\}, \{x_{21}\}$
$q = 5$	$Q_5 = 12$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_8\}, \{x_2\}, \{x_6\}, \{x_7\}, \{x_{10}\}, \{x_{21}\}, \{x_3\}, \{x_4\}, \{x_{18}\}, \{x_{20}\}, \{x_{26}\}, \{x_{16}\}$
$q = 4$	$Q_4 = 13$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_8, x_6, x_{18}, x_{20}, x_5, x_{16}\}, \{x_7\}, \{x_{10}\}, \{x_{21}\}, \{x_3\}, \{x_4\}, \{x_{26}\}, \{x_2\}, \{x_{17}\}, \{x_{19}\}, \{x_{22}\}, \{x_{28}\}, \{x_{31}\}$
$q = 3$	$Q_3 = 11$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_8, x_6, x_{18}, x_{20}, x_5, x_{10}, x_{16}, x_{17}, x_{19}, x_{31}\}, \{x_7\}, \{x_{21}\}, \{x_3, x_{26}\}, \{x_4\}, \{x_{13}\}, \{x_2\}, \{x_{22}\}, \{x_{28}\}, \{x_{24}\}, \{x_{38}\}$
$q = 2$	$Q_2 = 10$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_8, x_6, x_{18}, x_{20}, x_5, x_{10}, x_{16}, x_{17}, x_{19}, x_{31}, x_{24}, x_7, x_{21}, x_2, x_{28}, x_{24}, x_{37}, x_{38}\}, \{x_4\}, \{x_{22}\}, \{x_{12}\}, \{x_{13}\}, \{x_{23}\}, \{x_{29}\}, \{x_{32}\}, \{x_{35}\}, \{x_3, x_{26}\}$
$q = 1$	$Q_1 = 3$	$\{x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_8, x_6, x_{18}, x_{20}, x_5, x_{10}, x_{16}, x_{17}, x_{19}, x_{31}, x_{24}, x_7, x_{21}, x_2, x_{28}, x_{24}, x_{37}, x_{38}, x_{12}, x_{27}, x_{34}, x_3, x_{26}, x_{22}, x_{23}, x_{29}, x_{30}, x_{32}, x_{35}\}, \{x_{13}\}, \{x_4\}$
$q = 0$	$Q_0 = 1$	$\{\text{все } x\}$

Примечание. Каждая компонента заключена в отдельных фигурных скобках. Здесь и далее x_1 – СПб гос. университет, x_2 – Аграрный университет, x_3 – Архитектурно-строительный университет, x_4 – Балтийский технический университет «Военмех», x_5 – Высшая школа экономики, x_6 – Гидрометеорологический университет, x_7 – Горный университет, x_8 – Инженерно-экономический университет, x_9 – Ленинградский университет им. А. С. Пушкина, x_{10} – Лесотехнический университет им. С. М. Кирова, x_{11} – Медицинский университет им. И. И. Мечникова, x_{12} – Медицинский университет им. ак. И. П. Павлова, x_{13} – Морской технический университет, x_{14} – Педагогический университет им. А. И. Герцена, x_{15} – Политехнический университет, x_{16} – Российский государственный гуманитарный университет, x_{17} – Технологический институт, x_{18} – Технологический университет растительных полимеров, x_{19} – Университет аэрокосмического приборостроения, x_{20} – Университет водных коммуникаций, x_{21} – Университет гражданской авиации, x_{22} – Университет информационных технологий, механики и оптики, x_{23} – Университет кино и телевидения, x_{24} – Университет культуры и искусств, x_{25} – Университет Министерства финансов РФ, x_{26} – Университет путей сообщения, x_{27} – Университет сервиса и экономики, x_{28} – Университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, x_{29} – Университет технологии и дизайна, x_{30} – Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта, x_{31} – Университет экономики и финансов (ФИНЭК), x_{32} – Электротехнический университет «ЛЭТИ», x_{33} – Высшая школа народных искусств, x_{34} – Институт живописи, скульптуры и архитектуры им. И. Е. Репина, x_{35} – Институт машиностроения, x_{36} – Институт психологии и социальной работы, x_{37} – Институт экономики, финансов, права и технологий, x_{38} – Северо-Западный институт РАНХиГС.

Из (3) непосредственно видно, что большой эксцентриситет может быть обусловлен как большой размерностью симплекса, так и обособленностью от других симплексов. Чем больше разность в правой части (3), тем более своеобразен (обособлен) симплекс, а чем больше $q_{\max}$, тем более он адаптирован к изменениям в комплексе. Дальнейший анализ связан с определением циклов, границ и групп гомологий [4, с. 60].

Пример анализа. В качестве примера исследована структура связей «вузы – специальности» системы образования в Санкт-Петербурге (СПб). Выбор объекта обусловлен доступностью данных. Исходными данными для анализа являются сведения, содержащиеся в [1, с. 11], а также находящиеся в открытом доступе на сайтах вузов СПб. Массив данных сформирован так, чтобы наиболее полно представить вузы и специальности, сохраняя объем данных в разумных пределах, и содержит 38 государственных вузов и 60 специальностей (факультетов). Введем обозначения: X – множество вузов, Y – множество специальностей (факультетов). Определим на этих множествах отношение $R \subset X \times Y$: «вуз x_i имеет специальность y_j », где $x_i \in X$, $y_j \in Y$. Отношение R задается матрицей инцидентий, состоящей из нулей и единиц. Если $(x_i, y_j) \in R$, то в соответствующей ячейке матрицы ставится 1, а если $(x_i, y_j) \notin R$, то в ячейке ставится 0. (Матрица не приводится ввиду ее громоздкости). Сначала проанализируем комплекс вузов. Матрица инцидентий имеет 38 строк и 60 столбцов, где строками являются вузы-симплексы, а столбцами – специальности (вершины симплексов). Результаты анализа связности для комплекса вузов представлены в Табл. 1.

Определим первый структурный вектор комплекса вузов

$$Q_X = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 3 \ 4 \ 4 \ 7 \ 12 \ 13 \ 11 \ 10 \ 3 \ 1),$$

где первое значение соответствует максимальной размерности комплекса $q = 23$, а последнее – размерности $q = 0$. Вектор препятствий имеет вид

$$D_X = Q_X - I = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 3 \ 3 \ 6 \ 11 \ 12 \ 10 \ 9 \ 2 \ 0)$$

Подсчитаем эксцентриситет для каждого симплекса, используя соотношения (2), (3). Результаты приведены в Табл. 2.

Таблица 2. Значения эксцентриситета для симплексов-вузов по (2), (3)

Симплексы, x_i	Эксцентриситеты, ε_i	Максимальный уровень связности, $q_{\max}$	Уровень объединения, q_0
x_1	11/13 (11)	23	12
x_2	7/3 (7)	9	2
x_3	2/4 (2)	5	3
x_4	5	5	0
x_5	0	4	4
x_6	3/5 (3)	7	4
x_7, x_{21}	4/3 (4)	6	2
x_8	3/6 (3)	8	5
x_9	2/11 (2)	12	10
x_{10}	3/4 (3)	6	3
$x_{11}, x_{25}, x_{33}, x_{36}$	0	0	0
$x_{12}, x_{29}, x_{32}, x_{35}$	1/2 (1)	2	1
x_{13}	3	3	0
x_{14}	3/13 (3)	15	12
x_{15}	3/8 (3)	10	7
x_{17}, x_{19}, x_{31}	1/4 (1)	4	3
x_{16}, x_{18}, x_{20}	1/5 (1)	5	4
x_{22}	3/2 (3)	4	1
$x_{23}, x_{27}, x_{34}, x_{30}$	0	1	1
x_{24}	1/3 (1)	3	2
x_{26}	2/4 (2)	5	3
x_{28}	2/3 (2)	4	2
x_{37}	0	2	2
x_{38}	1/3 (1)	3	2

Примечание. В скобках указаны значения эксцентриситета, рассчитанные по (3). При совпадении указано одно значение.

Первый структурный вектор показывает, что комплекс вузов сильно связан при больших размерностях и при $q = 0$. При промежуточных размерностях он распадается на большое число несвязных компонент. В целом комплекс вузов довольно неоднороден, и его структура отличается разнообразием, особенно при малых размерностях (максимальное число несвязных компонент составляет 10...13). Вектор препятствий показывает, что при всех размерностях $q \leq 15$, кроме $q = 0$, имеется препятствие в обмене специальностями между компонентами комплекса. Наиболее характерными представителями комплекса вузов являются симплексы $x_1, x_{14}, x_9, x_{15}, x_2, x_8$. Симплекс x_1 обеспечивает половину размерности комплекса вузов. Симплекс x_{13} является обособленным; достаточно обособленными являются также симплексы x_4, x_7, x_{21} . Значения эксцентриситета

показывают, что наиболее адаптированным является симплекс x_1 (результат ожидаемый). Он наиболее разнороден по специальностям и на его положении в комплексе мало сказывается изменение состава специальностей. Симплексы, у которых эксцентриситет равен нулю, наоборот, слабо адаптированы в комплексе и наиболее чувствительны к изменению состава специальностей.

Таблица 3. Результаты анализа связности для комплекса специальностей

Уровень связности	Число компонент	Состав компонент
$q = 26 \dots 15$	$Q_{26 \dots 15} = 1$	$\{y_{23}\}$
$q = 14 \dots 13$	$Q_{14 \dots 13} = 3$	$\{y_{23}\}, \{y_3\}, \{y_{32}\}$
$q = 12$	$Q_{12} = 3$	$\{y_{23}, y_{24}\}, \{y_3\}, \{y_{32}\}$
$q = 11$	$Q_{11} = 4$	$\{y_{23}, y_{24}\}, \{y_3\}, \{y_{32}\}, \{y_9\}$
$q = 10 \dots 9$	$Q_{10 \dots 9} = 1$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9\}$
$q = 8$	$Q_8 = 2$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9\}, \{y_{13}\}$
$q = 7$	$Q_7 = 3$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}\}, \{y_7\}, \{y_{28}\}$
$q = 6$	$Q_6 = 5$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}\}, \{y_7\}, \{y_{28}\}, \{y_{17}\}, \{y_{19}\}$
$q = 5$	$Q_5 = 4$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}, y_{17}, y_{19}\}, \{y_7\}, \{y_{28}\}, \{y_{22}\}$
$q = 4$	$Q_4 = 2$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}, y_{17}, y_{19}, y_7, y_{28}, y_{22}, y_{20}\}, \{y_{15}\}$
$q = 3$	$Q_3 = 5$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}, y_{17}, y_{19}, y_7, y_{28}, y_{22}, y_{20}, y_4\}, \{y_{15}\}, \{y_{36}\}, \{y_{10}\}, \{y_{50}\}$
$q = 2$	$Q_2 = 2$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}, y_{17}, y_{19}, y_7, y_{28}, y_{22}, y_{20}, y_4, y_{15}, y_{36}, y_5, y_{14}, y_{21}, y_{50}, y_{56}\}, \{y_{10}\}$
$q = 1$	$Q_1 = 2$	$\{y_{23}, y_{24}, y_3, y_{32}, y_9, y_{13}, y_{17}, y_{19}, y_7, y_{28}, y_{22}, y_{20}, y_4, y_{15}, y_{36}, y_5, y_{14}, y_{21}, y_{50}, y_{56}, y_{10}, y_1, y_6, y_8, y_{11}, y_{12}, y_{25}, y_{26}, y_{33}, y_{34}, y_{39}, y_{41}, y_{43}, y_{18}\}, \{y_{59}\}$
$q = 0$	$Q_0 = 1$	$\{все y\}$

Примечание. Здесь и далее y_1 – биология, y_2 – востоковедение, y_3 – менеджмент, y_4 – география и экология, y_5 – геология, y_6 – журналистика, y_7 – искусство, y_8 – история, y_9 – математика и механика, y_{10} – медицина, y_{11} – международные отношения, y_{12} – политология, y_{13} – прикладная математика и процессы управления, y_{14} – коммуникация, y_{15} – психология, y_{16} – свободные искусства и науки, y_{17} – социология, y_{18} – стоматология, y_{19} – физика, y_{20} – филологические специальности, y_{21} – философия, y_{22} – химия, y_{23} – экономика, y_{24} – юриспруденция, y_{25} – почвоведение и агроэкология, y_{26} – агротехнология и растениеводство, y_{27} – зооинженерия, y_{28} – инженерные специальности, y_{29} – сельскохозяйственное строительство, y_{30} – энергетика, y_{31} – землеустройство, y_{32} – управление, y_{33} – архитектура, y_{34} – строительные специальности, y_{35} – жилищно-коммунальное хозяйство, y_{36} – автомобильно-дорожные специальности, y_{37} – ракетно-космическая техника, y_{38} – оружие и системы вооружения, y_{39} – механотроника и управление, y_{40} – информационные и управляющие системы, y_{41} – энергетическое машиностроение, y_{42} – метеорология, y_{43} – гидрология, y_{44} – океанология, y_{45} – геологоразведочные специальности, y_{46} – горные специальности, y_{47} – горно-электромеханические специальности, y_{48} – химико-металлургические специальности, y_{49} – нефтегазовое дело, y_{50} – физическая культура, y_{51} – фундаментальные основы информационных технологий, y_{52} – лесохозяйственные специальности, y_{53} – кораблестроение и океанотехника, y_{54} – корабельная энергетика и автоматика, y_{55} – морское приборостроение, y_{56} – информационные системы, y_{57} – командные специальности, y_{58} – летная эксплуатация, y_{59} – авиаперевозки и аэропорты, y_{60} – творческие экранные профессии.

Таблица 4. Значения эксцентриситета для симплексов-специальностей по (2), (3)

Симплексы, y_j	Эксцентриситеты, ϵ_j	Максимальный уровень связности, $q_{\max}$	Уровень объединения, q
$y_1, y_6, y_8, y_{11}, y_{12}, y_{25}, y_{26}, y_{33}, y_{34}, y_{41}, y_{43}, y_{18}$	0	1	1
$y_2, y_{16}, y_{27}, y_{29}, y_{30}, y_{31}, y_{35}, y_{37}, y_{38}, y_{39}, y_{40}, y_{42}, y_{44}, y_{45}, y_{46}, y_{47}, y_{48}, y_{49}, y_{51}, y_{52}, y_{53}, y_{54}, y_{55}, y_{57}, y_{58}, y_{60}$	0	0	0
y_3, y_{32}	4/11 (4)	14	10
y_4	0	3	3
$y_5, y_{14}, y_{21}, y_{56}$	0	2	2
y_7, y_{28}	3/5 (3)	7	4
y_9	1/11 (1)	11	10
y_{10}	1 (2)	3	1
y_{13}	1/8 (1)	8	7
y_{15}	2/3 (2)	4	2
y_{17}, y_{19}	1/6 (1)	6	5
y_{20}	0	4	4
y_{22}	1/5 (1)	5	4
y_{23}	14/13 (14)	26	12
y_{24}	0	12	12
y_{50}, y_{36}	1/3 (1)	3	2
y_{59}	1	1	0

Примечание. В скобках указаны значения эксцентриситета, рассчитанные по (3). При совпадении указано одно значение.

Проанализируем теперь комплекс специальностей. Матрица инцидентий для него получается транспонированием матрицы для вузов. Она состоит из 60 строк и 38 столбцов, где строками являются специальности-симплексы, столбцами – вузы (вершины симплексов). Результаты анализа связности для комплекса специальностей даны в Табл. 3. Определим первый структурный вектор комплекса специальностей

$$Q_Y = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 3 \ 3 \ 3 \ 4 \ 1 \ 1 \ 2 \ 3 \ 5 \ 4 \ 2 \ 5 \ 2 \ 2 \ 1),$$

где первое значение соответствует максимальной размерности $q = 26$, а последнее – размерности $q = 0$. Вектор препятствий имеет вид

$$D_Y = Q_Y - I = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 2 \ 2 \ 2 \ 3 \ 0 \ 0 \ 1 \ 2 \ 4 \ 3 \ 1 \ 4 \ 1 \ 1 \ 0).$$

Подсчитаем эксцентриситеты для симплексов-специальностей. Результаты представлены в Табл. 4.

Первый структурный вектор показывает, что комплекс специальностей сильно связан при больших размерностях, а также при значениях $q = 10 \dots 9$ и $q = 0$, а при остальных размерностях распадается на несколько несвязных компонент. В целом комплекс специальностей более однороден, чем комплекс вузов, и его структура отличается меньшим разнообразием (максимальное число несвязных компонент составляет $3 \dots 5$ против $10 \dots 13$ для комплекса вузов). Вектор препятствий показывает, что при всех размерностях $q \leq 14$, кроме $q = 10$, $q = 9$ и $q = 0$, имеется препятствие в обмене вузами между компонентами комплекса. Наиболее характерными представителями комплекса специальностей являются симплексы y_{23} , y_3 , y_{32} . Симплекс y_{23} (экономика) обеспечивает половину размерности комплекса. Значения эксцентриситета показывают, что наиболее адаптированными являются симплексы (специальности) y_{23} , y_3 , y_{32} . Они имеются в большинстве вузов, и на их положении в комплексе мало сказывается изменение состава вузов. Наибольший эксцентриситет имеет y_{23} , затем следуют y_3 , y_{32} . (Причины такой «асимметрии» ясны, но их обсуждение выходит за рамки статьи). Большинство симплексов (специальностей) имеют эксцентриситет, равный нулю, что говорит об отсутствии своеобразия. Они слабо адаптированы в комплексе и наиболее чувствительны к изменению состава вузов. Анализ групп гомологий комплекса вузов и комплекса специальностей показывает, что для обоих комплексов группа H_0 является свободной абелевой группой с одной образующей, остальные группы тривиальны. 0-мерное число Бетти для комплекса вузов $b_0 = 1$, все остальные $b_i = 0$ (где $i = 1, 2, \dots, 23$); для комплекса специальностей аналогично $b_0 = 1$, а все остальные $b_i = 0$ (где $i = 1, 2, \dots, 26$). Рассмотренная методология анализа может быть применена и к другим «мягким» системам любого уровня: социальным, поведенческим, экономическим.

Список литературы

1. Вузы Санкт-Петербурга 2012/2013. СПб.: Издательский дом «Инкери», 2012. 192 с.
2. Касти Дж. Большие системы. М.: Мир, 1982. 216 с.
3. Куратовский К. Топология: в 2-х т. М.: Мир, 1966. Т. 1. 594 с.
4. Хилтон П., Уайли С. Теория гомологий. М.: Мир, 1966. 450 с.

УДК 02.41.21

Философские науки

В статье дается социально-философский анализ феномена безработицы, для чего автором исследуется влияние научно-технической революции и глобализации на тенденции распределения занятости между видами труда и регионами мирового хозяйствования. Автор приходит к выводу о том, что масштабные преобразования форм общественного производства не ведут к снижению безработицы, так как не устраняют ее социальных оснований.

Ключевые слова и фразы: безработица; занятость; труд и капитал; противоречие капитала; общественное противоречие; глобальная социальная структура; глобализация.

Рыжков Денис Леонидович, к. филос. н.

Московский государственный горный университет
ryzhkovdl@mail.ru

ПРИРОДА БЕЗРАБОТИЦЫ И ПРОТИВОРЕЧИЕ КАПИТАЛА[©]

Социально-философский анализ безработицы включает в себя два аспекта исследования. Во-первых, потребность человеческого существа в самовыражении реализуется посредством исполнения каких-либо функций, которые в условиях социальной организации для большинства людей воплощаются в трудовой деятельности, когда человек опредмечивает свой труд, производя материальный или духовный продукт. Труд