
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОЛОГИИ И МЕТОДИКИ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



DOI: 10.19181/4m.2021.53.1

EDN: HYNUSK

А. В. Ким, Д. В. Мальцева, Т. Е. Щеглова
(Москва)

БЛОКМОДЕЛИНГ ДЛЯ АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНЫХ СТРУКТУР: ПРИМЕР ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА ПЕТЕРБУРГСКИХ СОЦИОЛОГОВ¹

Статья показывает возможности применения техники блокмоделинга как метода кластеризации сетевых данных в социологических исследованиях на примере анализа структуры сообщества петербургских социологов [6]. Кратко описаны методология блокмоделинга, данные и результаты оригинального исследования. С помощью алгоритма блокмоделинга программы CONCOR коллегами были выделены три кластера – «Вест-Энд»,

Арюна Витальевна Ким – аспирантка факультета социальных наук, стажер-исследователь Международной лаборатории прикладного сетевого анализа, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия. Email: avkim@hse.ru

Дарья Васильевна Мальцева – заместитель заведующего Международной лаборатории прикладного сетевого анализа, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия. Email: dmaltseva@hse.ru

Тамара Евгеньевна Щеглова – стажер-исследователь Международной лаборатории прикладного сетевого анализа, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия. Email: tshcheglova@hse.ru

¹ Статья подготовлена в ходе проведения исследования в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ. Выражаем огромную благодарность нашим коллегам, научным руководителям Международной лаборатории прикладного сетевого анализа Анушке Ферлигой и Владимиру Батагелю за ценные советы и рекомендации, которые они давали нам в ходе работы над этой статьей.

«Ист-Энд» и «Норд-Энд», которые различались принадлежностью к организациям, публикационными стратегиями и ориентирами ученых на западное и отечественное научные сообщества. В статье описана процедура использованного нами алгоритма блокмоделинга, основанного на непрямом подходе и иерархической кластеризации. С помощью этого метода удалось обнаружить структуру сообщества, аналогичную найденной в оригинальном исследовании, но также глубже взглянуть на выделенные группы, отнеся их структуры к типу «ядро – периферия» в сложной форме. Пересечение полученных разными методами кластеров позволяет верифицировать результаты анализа, проведенного двумя авторскими коллективами. Работа может служить ориентиром для исследователей из различных областей, занимающихся задачами выделения связанных подгрупп, поскольку описанный алгоритм блокмоделинга универсален и не зависит от специфики предмета.

Ключевые слова: блокмоделинг; социальная структура; анализ социальных сетей; сетевой анализ; сообщество социологов; ядро – периферия

Введение

В рамках методологического направления анализа социальных сетей (сетевого анализа) разрабатываются различные подходы к поиску сплоченных подгрупп, или сообществ, в социальных структурах. Большинство методов для нахождения сообществ основываются на разделении сети на подгруппы таким образом, чтобы между узлами внутри подгрупп было как можно больше связей, а между узлами в разных подгруппах – как можно меньше [1]. Метод блокмоделинга (*blockmodeling*), предназначенный специально для кластеризации сетевых данных, основан на концепции ролевых структур и выделении определенных позиций в сети. В отличие от других методов определения подгрупп в сетях, он позволяет кластеризовать узлы, имеющие схожие модели отношений с другими узлами, и интерпретировать структуру отношений между полученными кластерами [2]. За 40 лет развития

блокмоделлинг был разработан ряд моделей, техник, принципов определения эквивалентности узлов и способов оценки результатов, что привело к распространению возможностей применения метода к различным типам сетевых данных [1].

Использование блокмоделлинга в отечественной практике социальных исследований является довольно редким [3; 4]. Ставя себе задачу по знакомству русскоязычной аудитории социальных ученых с методом блокмоделлинга, мы рассмотрели его методологические основания в рамках отдельной статьи [5]. Опираясь на приведенное описание метода как на базис, настоящая статья иллюстрирует возможности практического использования метода блокмоделлинга в социологических исследованиях. Мы приводим пример реализации блокмоделлинга посредством вторичного анализа социологических данных, собранных в рамках проекта «Институциональная динамика, экономическая адаптация и точки интеллектуального роста в локальном академическом сообществе: Петербургская социология после 1985 года» [6]¹. В качестве основного мы используем непрямой подход к блокмоделлингу, базирующийся на структурной эквивалентности и иерархической кластеризации, и подробно описываем процедуру его реализации.

Первый раздел статьи кратко знакомит читателя с результатами оригинального исследования структуры сообщества петербургских социологов. Второй раздел посвящен методологии блокмоделлинга для анализа социальных структур, после чего приведены возможные типы сетевых структур. Затем мы переходим к описанию данных, использованных в исследовании, что позволяет нам сформулировать гипотезы о структуре изучаемого сообщества. Далее приводятся результаты проведенного анализа. Статья заканчивается общими выводами.

¹ Выражаем благодарность М.М. Соколову и М.А. Сафоновой за предоставление данных их исследовательского проекта для проведения представленного в статье анализа.

Изучение структуры сообщества петербургских социологов

Результаты исследования, ставшие основной для иллюстрации возможностей методологии блокмоделинга, были получены исследовательской группой в рамках проекта 2010 г. «Институциональная динамика, экономическая адаптация и точки интеллектуального роста в локальном академическом сообществе: Петербургская социология после 1985 года» [6]. Т.Ю. Бочаров и его коллеги-соавторы занимались историко-социологическим анализом локального профессионального сообщества социологов. Были собраны данные о карьерной траектории членов сообщества, их публикационной активности, цитатном поведении, социальных сетях, политических установках, источниках доходов, профессиональных авторитетах и пространствах внимания.

Анализ компонент на основе индивидуальных характеристик и атрибутов участников опроса позволил авторам картировать изучаемое сообщество в виде трех групп, характеристики которых собраны в табл. 1.

Поскольку институциональная аффилиация авторов предопределяет, *«где индивид публикуется или к кому он обращается на конференциях и семинарах»* [7, с. 50], и ввиду принадлежности авторов к различным организациям эти группы авторов были определены как «Вест-Энд», «Ист-Энд» и «Норд-Энд» [6]. Названия групп передают метафору зонирования, пространственной ориентации и визуализации. Их можно охарактеризовать следующим образом.

«Вест-Энд» – группа социологов, ориентированная на публикации в интернациональных изданиях, знакомство с зарубежными исследователями и не погруженная в контексты советской социологии.

«Ист-Энд» – группа социологов, ориентированная на публикации в российских изданиях и погруженная в контексты советской

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА
ПЕТЕРБУРГСКИХ СОЦИОЛОГОВ [8]

Атрибуты участников групп	«Вест-Энд»	«Ист-Энд»	«Норд-Энд»
	Европейский университет в С.-Петербурге, Центр независимых социологических исследований (ЦНСИ), факультет социологии НИУ ВШЭ	Факультет социологии СПбГУ, НИИ комплексных социальных исследований (НИИКСИ)	Социологический институт РАН (СИ РАН – филиал ФНИСЦ РАН), РГПУ им. А.И. Герцена
Средний год рождения	1970	1958	1953
Пол	2/3 – женщины	49% – женщины	40% – женщины
Количество социологов	100 (19%)	338 (63%)	99 (18%)

социологии, использующая традиционные российские каналы коммуникации.

«Норд-Энд» – группа социологов, погруженная в контексты советской социологии, использующая традиционные российские каналы коммуникации и не ориентированная на публикации в интернациональных изданиях.

Методологическая новизна проделанной коллегами работы состоит в том, что авторы также использовали один из алгоритмов блокмоделинга (заложенный в программу CONCOR) для выделения групп социологов [4]. Применяя его к части выборки (254 узла, связи между которыми определены по различным совместным действиям), исследование также показало наличие трех групп структурно эквивалентных узлов, соотносимых с направлениями,

выделенными по всей выборке. Одна из групп («Ист-Энд») оказалась неоднородной и содержала две подгруппы.

В связи с тем, что результаты проведенного в указанной работе анализа позволяли сделать предположение о структуре сети академического сообщества петербургских социологов, а также с тем, что для анализа данных в проекте был использован один из вариантов блокмоделинга, этот эмпирический пример был выбран и для вторичного анализа в данной работе для представления возможностей описанного нами подхода к блокмоделингу [5].

Блокмоделинг для анализа социальных структур

Метод блокмоделинга разработан в рамках теоретико-методологического направления сетевого анализа (СА)¹, который относится к системному уровню анализа и рассматривает эмпирически обозримые отношения в виде сети, состоящей из узлов, связанных (не)направленными связями различной интенсивности. Блокмоделинг – это *класс методов*, которые решают задачу по кластеризации узлов в сетях – выделению групп со схожими структурными позициями и определению отношений между ними – и выявляют внутреннюю структуру сети.

Несмотря на то, что вопрос о «теоретичности» сетевого анализа не раз ставился представителями и критиками этого направления [11; 12], используемые в блокмоделинге термины *роли*, *статуса* и *позиции* и внимание к их анализу позволяют говорить

¹ СА сформировался в 1970-е гг. в США, объединив наработки социальной психологии, социометрии, социологии, экономики, политологии, социальной географии, математики (теории графов), антропологии и количественных статистических исследований [9]. С 2000-х гг. стал разрабатываться в естественных науках, что способствовало становлению наук о сетях (Network science). Поле активно развивается и в среднем увеличивается вдвое за 3 года [10].

о его связи с классическими социальными теориями середины XX в. Первые подходы к теоретизированию ролей как образцов поведения можно найти в работах В. Парето и М. Вебера; явную проработку и формулировку термин приобретает в работах Дж.Г. Мида и Р. Линтона в 1940-х гг. Позже термин стал активно использоваться в работах антропологов, социологов и психологов, его наиболее систематичное использование характерно для работ Т. Парсонса и Э.Ф. Наделя [13; 14]. Сделанный нами разбор теорий двух последних авторов и более поздних работ [15; 16] показал, что блокмоделинг дает дополнительные аналитические возможности структурному функционализму и СА, позволяя представить теоретически обоснованные связи между ролями и статусными позициями в форме блокмоделей на основе анализа эмпирических данных.

Инструментом для вычисления и визуализации сети и получившихся групп в блокмоделинге являются *матрицы* – двусторонние таблицы, состоящие из строк и столбцов, пересечения которых называют ячейками. Все ненулевые ячейки по строкам показывают узлы, *от которых* направлена связь, а по столбцам – *к которым* направлена связь. Метод нацелен на выделение кластеров узлов в сети на основании их сходства по структурным характеристикам (их эквивалентности) и определение отношений между ними – *«группировку вершин в кластеры и определение отношений между кластерами»* [17, р. 395]. Получаемые кластеры узлов принято называть *позициями*. В СА это понятие приравнено к модели отношений, и акторы со схожими паттернами связей являются *реляционно эквивалентными*, составляют *эквивалентные классы* или занимают *эквивалентные позиции* в сети [18, р. 322]. Наборы отношений внутри позиций и между ними называют *блоками*; блок включает ячейки, которые относятся к пересечению одного или двух кластеров [18, р. 331]. Блоки, расположенные по диагонали, отражают связи внутри позиции, а блоки вне диагонали – отношения между ними. Анализируя блоки матрицы, можно описать

структуру сети. На основе матрицы и разделения сети на классы строится *блокмодель*; она приписывает узлы сети к классам и определяет разрешенные типы отношений внутри и между ними. Техника по поиску блокмодели, описывающей структуру сети, называется *блокомоделингом*.

Основой для формирования блокмоделинга стали первые работы о нахождении структурного баланса [19; 20]. Согласно понятию *структурной эквивалентности* [21], единицы эквивалентны, если они соединены с остальной частью сети одинаковыми способами; акторы, имеющие идентичный набор связей (с теми же акторами), структурно эквивалентны. Позже было показано, что обобщением структурной эквивалентности является понятие *регулярной эквивалентности* [22], где два актора регулярно эквивалентны, если эквивалентным образом соединены с эквивалентными другими. Большинство из предложенных методов блокмоделинга можно отнести к двум подходам – непрямому, где сетевые данные сначала конвертируются в меры сходства (различия) и после этого кластеризуются, и прямому, который не требует преобразования и предварительной обработки сетевых данных для кластеризации.

Поскольку на практике акторы в сетях связаны с «почти» теми же акторами и «почти структурно эквивалентны» [23], первые предложенные методы выявления групп в сетях основывались на выявлении *степеней*, в которой пары акторов являются структурно эквивалентными [24; 25]. Позднее эти алгоритмы были названы «непрямыми методами» (*indirect*) [26], поскольку при их реализации сетевые данные конвертируются в меры сходства/различия и после этого кластеризуются. Позднее был сформулирован «прямой» (*direct*) подход к блокмоделингу [27]. Было доказано, что каждому типу эквивалентности соответствуют несколько возможных «идеальных» типов блоков. В случае структурной эквивалентности внедиагональные блоки могут иметь значения только «0» или «1», а диагональные – «1» везде, кроме диагонали (только «0»),

или «0» везде, кроме диагонали (только «1»). Для обозначения такого типа блоков используются термины *полные* и *нулевые* блоки (а также *полные с нулями* и *нулевые с единицами по диагонали*). Регулярная эквивалентность позволяет только нулевые блоки и блоки с «1» в каждом ряду или колонке блока (*блоки с покрытием единицами*, *1-covered blocks*). При реализации прямого подхода состоящая из любого сочетания этих блоков *идеальная* блокмодель сравнивается с эмпирической блокмоделью с таким же количеством блоков. При появлении в нулевом блоке единиц или в полном – нулей появляются два типа несоответствий. Сумма несоответствий обозначается термином *критериальной функции*, которая позволяет сравнивать разные решения и выбирать эмпирическую блокмодель с наименьшим количеством несоответствий, максимально приближенную к идеальной. Обобщение подхода привело к появлению обобщенного блокмоделинга (*generalized blockmodeling*) [2; 26]. Превращая определенные типы эквивалентности в набор разрешенных типов блоков, этот метод приводит к расширению возможных типов эквивалентности и блокмоделей.

При практическом использовании блокмоделинга нужно определиться с типом эквивалентности, закладываемым в модель, из которого следует, какой подход – прямой или непрямой – будет использован. Дальнейшие шаги подразумевают расчет степени эквивалентности узлов, репрезентацию, оценку и уточнение результатов. Для двух подходов технология различается.

При прямом подходе [18, р. 333] определяются количество позиций в сети, типы разрешенных блоков и, по возможности, места их расположения в изображении матрицы. Следующий шаг выполняется итерационно: исходя из предзаданной модели, все узлы случайным образом приписываются к классам. Критериальная функция показывает различия между эмпирической и идеальной матрицами, и на основе этого алгоритм перемещения меняет позиции узлов до оптимального решения, когда значение ошибки становится минимальным. В результате складывается

блокмодель как разделенная на определенное количество кластеров сеть и финальное изображение матрицы.

При непрямом подходе [18, р. 323–331] сначала рассчитываются меры сходства/различия между всеми парами узлов в сети, на основе чего осуществляется их кластеризация.

Метод блокмоделинга, заложенный в компьютерной программе CONCOR и используемый для анализа данных в оригинальном исследовании, относится к одной из первых реализаций непрямого подхода к блокмоделингу. Согласно применяемому в нем алгоритму, положение актора является вектором его связей (присутствующих и отсутствующих) и два актора структурно эквивалентны, если корреляция их положений равна 1. Алгоритм основан на итеративном использовании корреляций положений для определения позиций акторов и блоков сети (откуда и следует его название – акроним от слов “CONvergence of iterated CORrelations”) (см. подробнее: [5]).

Описываемый нами методологический подход, предложенный в работах Батагея, Дореана, Ферлигой и других исследователей, является более поздней реализацией непрямого подхода к блокмоделингу и основан на применении метода иерархической кластеризации для группировки структурно эквивалентных узлов сети. Этот метод подразумевает, что наиболее схожие пары узлов (имеющие много общих соседей) группируются в небольшие кластеры, которые затем формируют большие кластеры до тех пор, пока все узлы не оказываются объединены. Результат визуализируется в виде *дендрограммы*, где длина горизонтальных ветвей обозначает различие между двумя узлами или кластерами на момент, когда они объединены. На основе визуального анализа дендрограммы производится выделение кластеров и сеть делится на позиции. Полученные кластеры визуализируются в виде матрицы, отражающей построенную блокмодель. Анализ данных и визуализация матриц выполнены в программе для анализа

и визуализации больших сетей Рајек [18]¹. Чтобы применение методологии было понятным и репродуцируемым, мы останавливаемся на основных шагах сделанного анализа, однако для более детального прояснения процедуры рекомендуем обращаться к работам по блокмоделлингу в Рајек [2; 18, р. 315–352].

Отметим, что выбор непрямого подхода для анализа в случае данного исследования опосредован достаточно большим объемом анализируемых данных: существующие версии алгоритмов блокмоделлинга могут обрабатывать сети размером не более нескольких сотен узлов и непрямой подход в этом смысле лучше подходит для анализа сетей большего размера. Вместе с тем использование данного подхода ограничивается возможными типами эквивалентности и подразумевает использование только структурной эквивалентности как основания для группировки узлов друг с другом (которая содержательно подходила под задачи нашего анализа).

Возможные типы сетевых структур

Блокмоделлинг позволяет выделять различные типы структур, отображающие определенные свойства сообществ. Существует пять основных типов структур: сплоченные подгруппы, ядро – периферия, централизованные, иерархические, транзитивные [28]. Данные типы структур являются теоретическим конструктом, так как эмпирические сетевые данные могут состоять из вариаций различных структурных паттернов.

Исследования структур академических и профессиональных сообществ [29; 30] дают основания предполагать существование структуры типа «ядро – периферия» в изучаемом типе сообщества, где ядро характеризуется сплоченными связями своих представителей, а периферия – их слабыми связями друг с другом и ядром [31].

¹ Рајек предлагает несколько оснований для расчета мер сходства и различия [27] и позволяет строить блокмодели, основанные на разных типах эквивалентности.

В терминологии блокмоделинга ядро – это диагональный блок, который является полным [28]. Данный тип структуры подразумевает различные модификации и усложнения. В структуре могут выделяться несколько ядер, члены которых взаимодействуют только с членами своего собственного ядра. Если члены ядра взаимодействуют с членами других ядер, ядро называется *связующим*; данную роль могут также исполнять связующие (*bridging*) акторы [29]. Если в структуре сети выделяются и простое, и связующее ядро, такую связь блоков называют «консолидированным центром». Структура с консолидированным центром создает более согласованную форму для обмена информацией между специализированными ядрами [29].

Данные типы сетевых структур и их комбинации могут быть выделены с помощью применения процедуры блокмоделинга.

Данные исследования

Для иллюстрации применения используемого нами подхода к блокмоделингу взяты сетевые данные о взаимодействиях в сообществе петербургских социологов, собранные в рамках оригинального исследования для выборки из 253 респондентов [4]¹. Данные описывают профессиональные связи попавших в выборку представителей академической среды, основанные на совместной работе, участии в мероприятиях, подготовке публикаций и развитии научной карьеры в целом (всего 6 типов отношений)².

¹ Формализованный опрос социологов Санкт-Петербурга, 2010 г., выборка 254 человека. Данные являются собственностью авторов оригинального исследования и не опубликованы в открытом доступе; используемые нами для анализа сетевые данные получены по специальному запросу к коллегам. Инструментарий (анкета) исследования также предоставлен его авторами.

² В анкете выделено 6 возможных типов отношений между представителями академической среды, для которых респонденту нужно было назвать 1–5 коллег из числа петербургских социологов, которые: 1) в течение последних 5 лет

От авторов оригинального проекта были получены сетевые данные в формате SAV (SPSS), где для каждого респондента было указано от 1 до 5 упомянутых им человек по каждому из 6 типов отношений: содействие академической карьере респондентов; проектная коллаборация; предложение должности в социологической организации; приглашение к публикации; полученное или сделанное респондентом приглашение выступить на профессиональной встрече. Для каждого автора были указаны аффилиации, в том числе отмечена основная (Социологический факультет СПбГУ, СИ РАН – филиал ФНИСЦ РАН, НИИКСИ, НИУ ВШЭ (СПб), ЦНСИ, РГПУ им. А.И. Герцена плюс категория «другое»). Была получена также информация о принадлежности 234 респондентов к трем выделенным коллегами группам «Вест-Энд», «Ист-Энд» и «Норд-Энд».

Полученные данные о респондентах и отношениях между ними были переведены в формат NET для анализа в программе Pajek. Аффилиационная принадлежность респондентов была переведена в формат CLU, который используется в программе Pajek для приписывания атрибутов узлам сети. Файлы NET и CLU являются текстовыми файлами с соответствующими расширениями.

Основой нашего анализа стала сеть, состоящая из 253 узлов с 957 связями. В зависимости от количества типов отношений, соединяющих респондента и упоминаемого им актора, вес каждой связи варьировался от 1 (563 связи) до 6 (5 связей). Оригинальная сеть была нормализована (максимальное значение приравнивается

работали с ним в ходе исследовательских проектов; 2) предлагали ему занять преподавательскую, исследовательскую или административную позицию в какой-либо социологической организации; 3) предлагали ему подготовить статью для готовящегося сборника или опубликовать статью в социологическом журнале; 4) приглашали его на какое-либо публичное социологическое мероприятие (конференцию, семинар, школу, круглый стол); 5) были приглашены им на какое-либо публичное социологическое мероприятие; 6) в наибольшей степени помогли развитию научной карьеры респондента.

к 1, а остальные меняются относительно этого [16]), веса связей были перекодированы по 4 пороговым значениям таким образом: 0,2 (563 связи), 0,4 (215), 0,7 (152) и 1 (27). Атрибутами узлов являются их организационные аффилиации. Информация о принадлежности респондентов к трем группам позволяла проводить сравнение результатов с предыдущим анализом [4].

Гипотезы исследования

Первое предположение основывалось на предыдущем анализе [4] и касалось количества кластеров в сети. Мы предполагали выявить 3 базовых кластера – «Вест-Энд», «Ист-Энд» и «Норд-Энд», характеризующихся определенной институциональной аффилиацией входящих в них акторов, но при этом допускали возможность того, что некоторые кластеры будут включать в себя несколько подгрупп.

Второе предположение состояло в том, что в структуре изучаемого сообщества должны были проявиться блоки типа «ядро – периферия», поскольку структурой именно такого типа часто характеризуются академические и профессиональные сообщества [29; 30]. Эти предположения были проверены в ходе анализа данных предложенным методом блокомоделинга.

Результаты анализа

Заложенное в алгоритм непрямого блокомоделинга понятие структурной эквивалентности объединяет в блоки акторов, взаимодействующих с другими схожим образом. Дендрограмма, полученная в результате иерархической кластеризации (рис. 1), предполагает разные варианты выбора порогового значения для выделения кластеров.

В общем виде сеть может быть разделена на 2 кластера (кластер справа и оставшая часть слева); понижение порога приводит

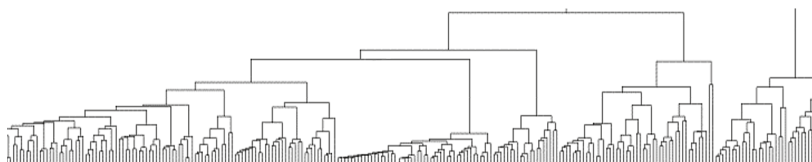


Рис. 1. Дендрограмма сети

к выделению трех кластеров (два кластера справа и остальная часть слева). Построенные матрицы, состоящие из 6 и 10 кластеров (рис. 2), демонстрируют разные уровни детализации взгляда на макроструктуру взаимодействий. В обеих структурах явно прослеживаются черты трех групп, границы которых выделены черным цветом.

Матрица симметрична, интенсивность веса связей показана цветом точек: чем точка темнее, тем более выраженным является вес связи. Разделение на блоки обозначено тонкими линиями, а на группы – толстыми черными линиями.

Группа 1 (внизу права) является связной, но при этом самой малочисленной – включает 36 узлов. Группа 2 (в центре) включает подгруппы связанных друг с другом акторов, а также блоки акторов, слабо связанных друг с другом и остальными участниками сети; она включает 114 узлов. Группа 3 (вверху слева) включает небольшие группы, состоящие из нескольких узлов, в нее входит 103 узла. Анализ аффилиаций акторов, вошедших в три группы, позволяет интерпретировать полученную структуру (табл. 2).

Значительная часть акторов из первой группы (22 актора) аффилированы с НИУ ВШЭ и ЦНСИ – организациями, входящими в группу «Вест-Энда». Во второй группе 68 акторов относятся к СПбГУ и 14 – к НИИКСИ, входящим в группу «Ист-Энда». Третья группа включает 24 актора, аффилированных с СИ РАН – филиалом ФНИСЦ РАН, и 13 акторов, аффилированных с РГПУ им. А.И. Герцена, – организациями «Норд-Энда». Сюда входят акторы из СПбГУ (26 человек), НИУ ВШЭ (15), ЦНСИ (9) и других организаций (29).

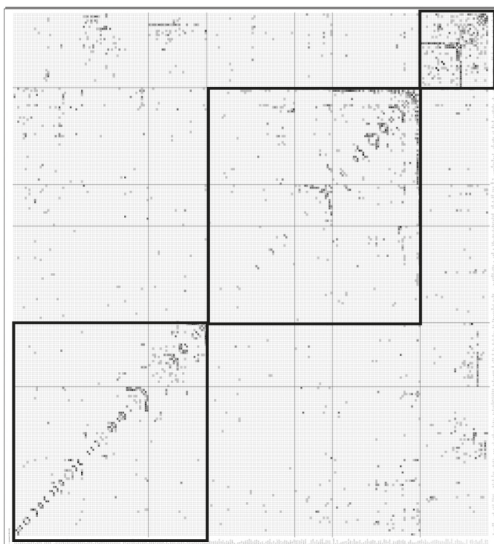
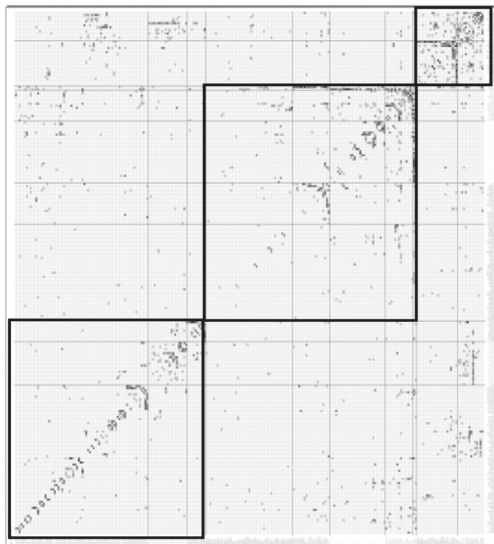


Рис. 2. Общая блок-модель с 6 (слева) и 10 (справа) кластерами

Таблица 2

АФФИЛИАЦИИ АКТОРОВ, ПО ГРУППАМ

Группа	1		2		3	
Всего акторов	36		114		103	
	кол-во (чел.)	доля (%)	кол-во (чел.)	доля (%)	кол-во (чел.)	доля (%)
НИУ ВШЭ	13	36	5	4	15	15
ЦНСИ	9	25	2	2	9	9
СПбГУ	4	11	68	60	26	25
СИ РАН – филиал ФНИСЦ РАН	5	14	8	7	24	23
РГПУ им. А.И. Гер- цена	1	3	2	2	13	13
НИИКСИ	0	0	14	12	7	7
Другое	3	8	19	17	29	28
Нет данных	4	11	6	5	10	10

Примечание. Часть акторов имеют несколько аффилиаций, поэтому сумма по аффилиациям в группе не равна количеству входящих в группу акторов; доли внутри каждой группы подсчитаны от общего числа аффилиаций в группе.

По результатам сетевого анализа [4] к группе «Вест-Энд» было отнесено 55 акторов, к группе «Ист-Энд» – 145 (две подгруппы – из 72 и 73 акторов) и «Норд-Энд» – 54 актора. Используя имеющуюся информацию о принадлежности 234 респондентов к трем группам, мы выявили, что выделенная нами первая группа пересекается с группой «Вест-Энд», вторая группа – с «Ист-Энд» и третья группа – с «Норд-Энд». Сведения о количестве акторов, по которым имеется информация по группе в исследовании М.А. Сафоновой, акторов в обозначенных нами группах и пересекающихся акторов представлены на рис. 3. Мы предполагаем, что пересечение полученных разными методами кластеров узлов в сети позволяет верифицировать результаты анализа, проведенного двумя авторскими коллективами, а также дает основания

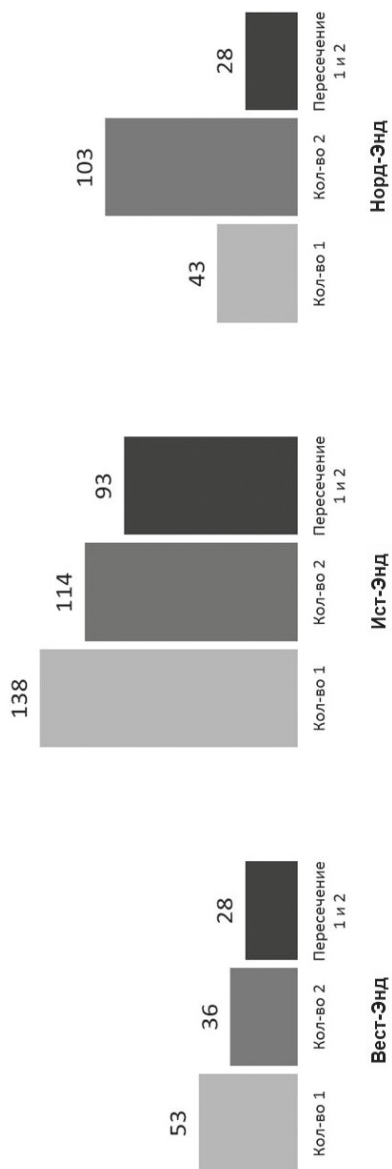


Рис. 3. Количество акторов в кластерах в исследованиях М.А. Сафоновой (Кол-во 1) и в данном исследовании (Кол-во 2) и пересечение акторов между кластерами

использовать авторскую терминологию для наименования трех выделенных кластеров.

Анализ межгрупповых взаимодействий показывает наличие некоторых связей между группами. Заметна связь между группами «Вест-Энд» и «Норд-Энд» (фиксируется в матрицах в блоках слева внизу). Выделенная структура не может быть отнесена к простой структуре «ядро – периферия», однако визуализации показывают, что такая структура может быть найдена с помощью применения техники блокмоделлинга внутри выделенных групп.

Структура отношений в группе «Вест-Энд» (36 акторов) показана на рис. 4: слева – матрица из общей блокмодели с 6 кластерами, справа – оптимизированная блокмодель с 4 кластерами [18]¹.

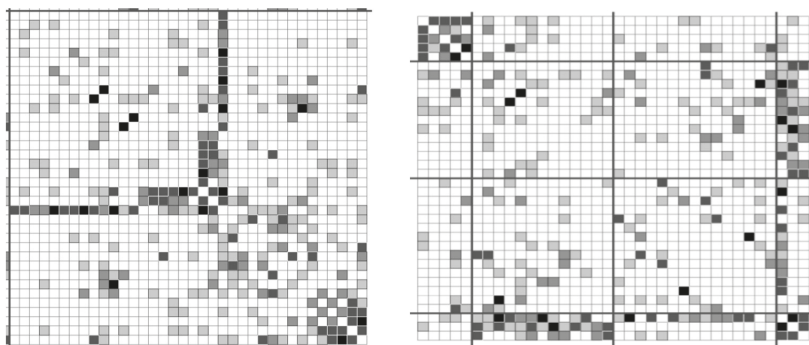


Рис. 4. «Вест-Энд»: оригинальная (слева) и оптимизированная (справа) блокмодели

В оптимизированной блокмодели можно обозначить два ядра, где первое (блок слева вверху) является простым (члены ядра

¹ Алгоритм оптимизации блокмодели относится к прямому подходу блокмоделлинга, он подбирает заполненность блоков исходя из типа эквивалентности и заданного количества кластеров. Этот подход был выбран в связи с его большей объяснительной способностью.

активно взаимодействуют только с членами своего ядра), а второе (блок справа внизу) является связующим (члены блока связаны с членами других блоков). Также выделяются два периферийных блока, члены которых в равной степени (неактивно) связаны между собой и с членами других блоков, однако имеют довольно сильные связи со связующим ядром. Посмотрев внимательно, можно заметить, что в связующем ядре присутствует актер, который соединяет членов ядра и группы периферии. Структуру этого кластера можно определить как структуру типа «ядро – периферия» с консолидированным центром, так как наличие связующего ядра (и актора) делает кластер более связным.

Структура отношений в группе «Ист-Энд» (114 акторов) показана на рис. 5: слева – матрица из общей блокмодели с 6 кластерами, справа – блокмодель с 6 кластерами.

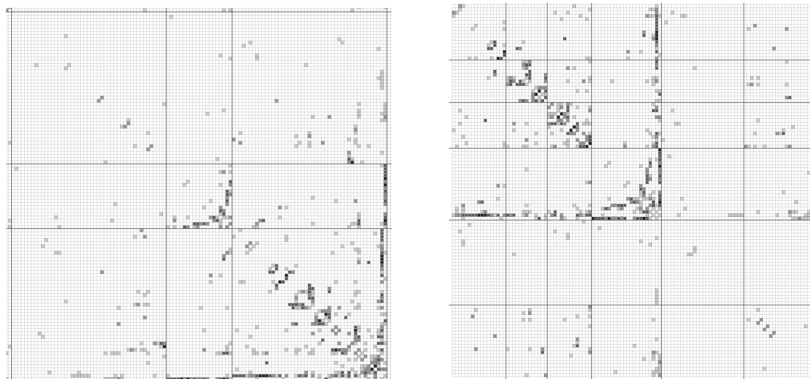


Рис. 5. «Ист-Энд»: оригинальная блокмодель (слева) и блокмодель с 6 кластерами (справа)

Матрица из общей блокмодели позволяла говорить о структуре «ядро – периферия», состоящей из простого и связующего ядер и периферии. Блокмодель с шестью кластерами, построенная только по этой группе, демонстрирует более сложную структуру группы.

Второй и третий кластеры сверху являются ядрами со сплоченными связями внутри; в первом и четвертом кластерах отношения внутри менее сплочены. Члены четырех кластеров связаны с одним связующим актором из четвертого кластера. Два кластера снизу являются периферийными: их члены почти не склонны к взаимодействиям с членами своих и других блоков. Однако самый нижний блок чуть больше взаимодействует с кластерами в верхней части блокмодели. Данный кластер можно охарактеризовать как кластер, имеющий консолидированную структуру, отношения в которой локализуются в первых четырех блоках.

Блокмодель, построенная по членам активной части «Ист-Энда» (66 акторов из кластеров 1–4), показана на рис. 6.

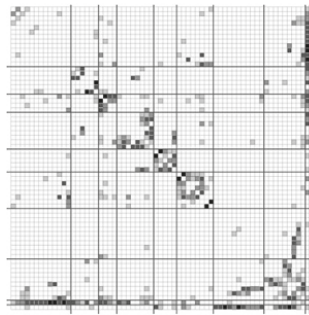


Рис. 6. Блокмодель активной части «Ист-Энда» (66 акторов) с 10 кластерами

Структура включает четыре типа блоков: простые ядра, связующие ядра, связующие акторы и периферия. Выделенные кластеры либо связаны внутри, либо относятся к периферийным. Большинство связей между кластерами достигаются за счет связующих акторов: ядро и следующая за ним периферия (справа внизу) связаны с одним актором, а остальные ядра и периферия (слева вверху) – с другим.

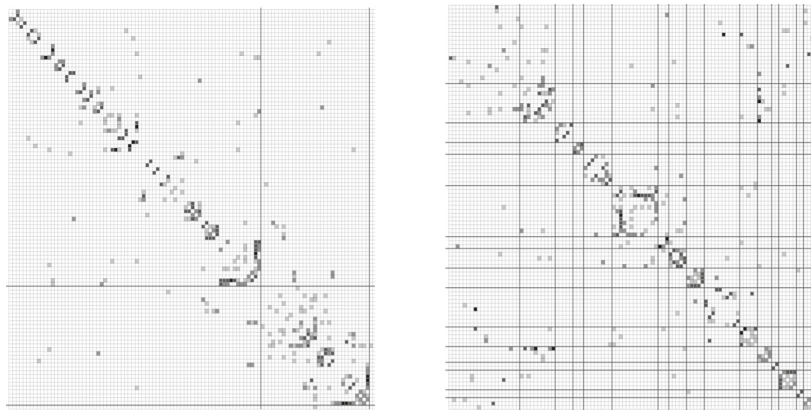


Рис. 7. «Норд-Энд»: оригинальная блокмодель (слева) и блокмодель с 16 кластерами (справа)

Структура отношений в группе «Норд-Энд» (103 актора) показана на рис. 7: слева – матрица из общей блокмодели, справа – блокмодель с 16 кластерами.

Оригинальная блокмодель поделила эту группу на два не связанных кластера, состоящих из небольших групп акторов; при отдельном анализе группы было принято решение остановиться на большом количестве кластеров. Получившаяся структура состоит из 15 простых ядер и периферийного блока, находящегося в правом верхнем углу. Взаимодействия между кластерами являются единичными; формируемую структуру можно отнести к сплоченным подгруппам.

Сравнение структур трех групп – «Вест-Энд», «Ист-Энд» и «Норд-Энд» – позволяет сделать вывод, что в каждой из них присутствуют элементы структурного типа «ядро – периферия», однако у каждой группы есть свои особенности. Группа «Вест-Энд» является самой малочисленной, но наиболее связанной, имеет консолидированный центр. Группа «Ист-Энд» делится на два больших кластера: обобщенный консолидированный центр, в который

входят группы простых и связующих ядер, и периферия. В первой и второй группах большое значение для связи ядер и периферии имеют связующие акторы. Группа «Норд-Энд» состоит из простых замкнутых ядер (сплоченных подгрупп) и небольшой периферии; группа является наименее связной.

Из соображений сохранения персональных данных мы не включали в результаты анализа фамилии респондентов, однако изучение атрибутов связующих акторов показывает, что они занимают высокие структурные позиции в организациях. Очевидно, такие акторы обладают большим социальным ресурсом и могут значительно повлиять на карьеры респондентов, чем акторы, находящиеся на схожих с респондентами позициях.

Заключение

В работе представлено описание метода кластеризации сетевых данных – блокмоделлинга. Методологические основания блокмоделлинга представлены в рамках отдельной статьи [5]. Рассмотренный в данной статье эмпирический пример реализации методологии блокмоделлинга был нацелен на то, чтобы его применение на практике стало понятным и репродуцируемым в работах других исследователей.

Применяя описываемый нами подход к блокмоделлингу для анализа структуры сообщества петербургских социологов, мы смогли обнаружить структуру, аналогичную найденной в оригинальном исследовании с помощью алгоритма, заложенного в компьютерную программу CONCOR. Мы подтвердили наличие трех групп в сообществе социологов, которые так же, как и в оригинальном исследовании, могут быть определены как «Вест-Энд», «Ист-Энд» и «Норд-Энд» по своим организационным аффилиациям. Группа «Вест-Энд» является самой малочисленной и наиболее связной. Группы «Ист-Энд» и «Норд-Энд» примерно одинаковы по размеру; «Ист-Энд» более связна, она характеризуется более

крупными кластерами; «Норд-Энд» включает кластеры, состоящие из нескольких узлов, и наименее связна. Анализ межгрупповых взаимодействий показывает наличие связей между «Вест-Эндом» и «Норд-Эндом». Однако по сравнению с методом, заложенным в программу CONCOR, использованный нами алгоритм блокомоделинга позволяет более подробно изучить структуру полученных кластеров и определить, что она может быть отнесена к типу «ядро – периферия» в сложной форме, включающей простые ядра, связующие ядра и периферию («Вест-Энд» и «Ист-Энд») и простые ядра и периферию («Норд-Энд»). В группах «Вест-Энд» и «Ист-Энд» большое значение для связи ядер и периферии имеют связующие акторы, занимающие значимые структурные позиции в организациях.

С методологической точки зрения такая ситуация означает, что описанный в данной работе алгоритм сетевой кластеризации имеет преимущества перед алгоритмом, заложенным в программу CONCOR: помимо подтверждения прошлого результата и выделения трех групп в сообществе социологов он позволяет выявить глубинную структуру этих групп и определить связи между имеющимися в них кластерами. С содержательной точки зрения выделение разными алгоритмами трех групп, схожих по своим характеристикам, может говорить о неоднородности рассматриваемого сообщества петербургских социологов и наличии в нем нескольких групп с разнонаправленными интересами. Выделение внутри этих групп кластеров типа «ядро – периферия» говорит о том, что и внутри этих кластеров наблюдается некоторая неоднородность: члены «ядер» привлекают больше внимания, чем участники групп «периферии». Обращает на себя внимание наличие связующих ядер и акторов, выполняющих консолидирующую функцию в своих подгруппах. Анализ организационной принадлежности этих акторов позволяет сделать предположение об их большем социальном капитале, что, вероятно, оказывает влияние на возможность их влияния на карьерные траектории других членов сообщества.

Проведенный анализ подтверждает важность общих методических рекомендаций для реализации блокмоделлинга: при построении блокмоделей нужно иметь предварительное знание о сети, пробовать различные варианты эквивалентности и блокмоделей (в том числе по количеству кластеров) и использовать данные внешнего происхождения (атрибуты акторов) для валидации результатов и идентификации ролей. Одно из ограничений представленного анализа идет от размера рассматриваемой сети: в связи с вычислительными затратами и прямой, и непрямой подходы к блокмоделлингу могут анализировать сети с ограниченным количеством узлов; при этом для сетей размером в несколько сотен узлов более эффективным является использование непрямого подхода. Несмотря на то, что использование структурной эквивалентности было полностью оправдано для анализа сети петербургских социологов, важно иметь в виду, что непрямой подход характеризуется созданием менее точных моделей, чем прямой.

Выделение сплоченных подгрупп акторов и объектов различной природы является важным направлением современного анализа данных. Блокмоделлинг, предназначенный для кластеризации сетевых данных, позволяет не только выявлять кластеры плотно связанных друг с другом единиц анализа, но и определять отношения между ними. Блокмоделлинг позволяет погружаться в социальные структуры с разной глубиной, определяя общий структурный тип сообществ и выделяя кластеры внутри каждой группы. Это важно для определения внутренней организации сообществ и групп, выявления взаимосвязанных социальных позиций и ролей и определения социального капитала акторов. Все это дает методу блокмоделлинга эвристический потенциал для анализа внутренней структуры сообществ и групп акторов при изучении социальных процессов в различных областях социальных наук, например – при изучении социальных движений и коллективных действий, сообществ в социальных сетях, коллаборации между учеными и т.д. Поскольку интерес к выделению связанных подгрупп выходит

за пределы социальных наук и находится в таких областях, как статистика, компьютерные наука, физика и биология, мы надеемся, что работа может быть интересна широкому кругу исследователей, занимающихся разработкой теоретических и методологических концептов в своих областях анализа, исследователям, интересующимся сетевым анализом и сетевой наукой, и практикам, применяющим разнообразные методы анализа данных для изучения различных социальных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Doreian P., Batagelj V., Ferligoj A.* Advances in network clustering and blockmodeling. Hoboken, NJ: Wiley, 2020. 432 p. ISBN: 978-1-119-22470-9
2. *Batagelj V. et al.* Generalized Blockmodeling with Pajek / V. Batagelj, A. Mrvar, A. Ferligoj, P. Doreian // *Metodoloski Zvezki*. 2004. No. 1 (2). P. 455–467. DOI: 10.51936/ofaw1880
3. *Matveeva N., Ferligoj A.* Scientific collaboration in Russian universities before and after the excellence initiative Project 5-100 // *Scientometrics*. 2020. No. 124 (3). P. 2383–2407. DOI: 10.1007/s11192-020-03602-6
4. *Сафонова М.А.* Сетевая история петербургской социологии // *Журнал социологии и социальной антропологии*. 2010. Т. 13. № 3. С. 83–110.
5. *Щеглова Т.Е., Мальцева Д.В., Ким А.В.* Блокмоделлинг для анализа социальных структур: методологические основания // *Социология: методология, методы, математическое моделирование (Социология: 4М)*. 2021. № 52. С. 7–35. DOI: 10.19181/4m.2021.52.1
6. *Бочаров Т.Ю. и др.* Проект «Институциональная динамика, экономическая адаптация и точки интеллектуального роста в локальном академическом сообществе: Петербургская социология после 1985 года» / Т.Ю. Бочаров, К.С. Губа, М.А. Сафонова, М.М. Соколов // *Журнал социологии и социальной антропологии*. 2010. Т. 3. № 52. С. 66–82.
7. *Губа К.С.* Российский индекс цитирования: некоторые препятствия на пути к успеху // *Антропологический форум*. 2009. № 9. С. 47–59.
8. *Соколов М.М. и др.* Интеллектуальный ландшафт и социальная структура локального академического сообщества (случай петербургской социологии) / М.М. Соколов, М.А. Сафонова, К.С. Губа, Д.В. Димке. М.: ИД ВШЭ, 2012. 48 с. (Серия WP6: Гуманитарные исследования. Препринт WP6/2012/01 (Ч. 1)).
9. *Freeman L.* The development of social network analysis. A study in the sociology of science. Vancouver: Empirical Press, 2004. 218 p.

10. *Maltseva D., Batagelj V.* Social network analysis as a field of invasions: bibliographic approach to study SNA development // *Scientometrics*. 2019. No. 121 (2). P. 1085–1128. DOI: 10.1007/s11192-019-03193-x
11. *Emirbayer M., Goodwin J.* Network Analysis, Culture, and the Problem of Agency // *American Journal of Sociology*. 1994. No. 99 (6). P. 1411–1454. DOI: 10.1086/230450
12. *Erikson E.* Formalist and Relationalist Theory in Social Network Analysis // *Sociological Theory*. 2013. No. 31 (3). P. 219–242. DOI: 10.1177/0735275113501998
13. *Парсонс Т.* О социальных системах. М.: Академический проект, 2002. 832 с. ISBN: 5-8291-0242-0
14. *Nadel S.F.* The Theory of social structure. London: Cohen and West, 1957. 178 p. DOI: 10.4324/9781315018003
15. *White H., Boorman S., Breiger R.* Social Structure from Multiple Networks. I. Blockmodels of Roles and Positions // *American Journal of Sociology*. 1976. No. 81 (4). P. 730–780. DOI: 10.1086/226141
16. *Cornwell B.* If Parsons had Pajek: the relevance of midcentury structural-functionalism to dynamic network analysis // *Journal of social structure*. 2016. No. 17 (1). P. 1–19. DOI: 10.21307/joss-2019-010
17. *Wasserman S., Faust K.* Social network analysis: Methods and applications. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994. 857 p. DOI: 10.1017/CBO9780511815478
18. *Nooy W. de, Mrvar A., Batagelj V.* Exploratory social network analysis with Pajek. Revised and expanded edition for updated software. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2018. 442 p.
19. *Cartwright D., Harary F.* Structural balance: a generalization of Heider's theory // *Psychological Review*. 1956. No. 63 (5). P. 277–293. DOI:10.1037/H0046049
20. *Davis J.* Clustering and Structural Balance in Graphs // *Human Relations*. 1967. No. 20 (2). P. 181–187. DOI: 10.1177/001872676702000206
21. *Lorrain F., White H.* Structural Equivalence of Individuals in Social Networks // *The Journal of Mathematical Sociology*. 1971. No. 1 (1). P. 49–80. DOI: 10.1080/0022250X.1971.9989788
22. *White D.R., Reitz K.P.* Graph and Semigroup Homomorphisms on Networks of Relations // *Social Networks*. 1983. No. 5 (2). P. 193–234. DOI:10.1016/0378-8733(83)90025-4
23. *Ferligoj A., Doreian P., Batagelj V.* Positions and roles // *The SAGE handbook of social network analysis*. London: SAGE Publications Ltd, 2014. P. 434–446. DOI: 10.4135/9781446294413.n29
24. *Breiger R., Boorman S., Arabie P.* An Algorithm for Clustering Relational Data with Applications to Social Network Analysis and Comparison with Multidimensional Scaling // *Journal of Mathematical Psychology*. 1975. No. 12 (3). P. 328–383. DOI:10.1016/0022-2496(75)90028-0

25. *Burt R.* Positions in Networks // *Social Forces*. 1976. No. 55 (1). P. 93–122. DOI:10.1093/SF/55.1.93

26. *Doreian P., Batagelj V., Ferligoj A.* Generalized blockmodeling. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2005. 402 p. DOI: 10.1017/CBO9780511584176

27. *Batagelj V., Ferligoj A., Doreian P.* Direct and indirect methods for structural equivalence // *Social Networks*. 1992. No. 14 (1–2). P. 63–90.

28. *Faust K., Wasserman S.* Blockmodels: Interpretation and evaluation // *Social networks*. 1992. No. 14 (1–2). P. 5–61. DOI: 10.1016/0378-8733(92)90013-W

29. *Kronegger L., Ferligoj A., Doreian P.* On the Dynamics of National Scientific Systems // *Quality & Quantity*. 2011. No. 45 (5). P. 989–1015. DOI: 10.1007/s11135-011-9484-3

30. *Рыков Ю.Г.* Сетевое неравенство и структура онлайн-сообществ // *Журнал социологии и социальной антропологии*. 2015. Т. 18, № 4. С. 144–156.

31. *Borgatti S., Everett M.* Models of Corerperiphery Structures // *Social Networks*. 1999. No. 21. P. 375–395. DOI: 10.1016/S0378-8733(99)00019-2

Kim Aryuna V.,

Research assistant at the International Laboratory for Applied Network Research, HSE University, Moscow, Russia, avkim@hse.ru

Maltseva Daria V.,

Deputy head at the International Laboratory for Applied Network Research, HSE University, Moscow, Russia, dmalceva@hse.ru

Shcheglova Tamara E.,

Research assistant at the International Laboratory for Applied Network Research, HSE University, Moscow, Russia, tshcheglova@hse.ru

Blockmodeling for analysis of social structures: studying the structure of St.Petersburg community of sociologists

The article shows the possibilities of using the blockmodeling technique as a method of clustering network data in sociological research by conducting the secondary analysis of data related to structure of the community of St. Petersburg sociologists. The methodology of blockmodeling, data and results of the original research are briefly described. Using the blockmodeling algorithm of the CONCOR program, colleagues initially identified three clusters – “West End”, “East End” and “North End”, which differed in affiliation to organizations, publication strategies and orientation of scientists to the Western and domestic scientific community. The article describes the procedure of the blockmodeling algorithm used for secondary analysis, based on an indirect approach and hierarchical clustering. Using this method, we discovered a community structure similar to that found in the original study, but also, we had the possibility to take a deeper look at the selected groups, referring their structures to the “core-periphery” type in a complex form. The intersection of clusters obtained by different methods makes it possible to cross-validate the results of the analysis carried out by two independent research teams. The work can serve as a guide for researchers from other fields dealing with the problems of identifying related subgroups, since the described blockmodeling algorithm is universal and does not depend on the specifics of the subject.

Keywords: blockmodeling, social structure, social network analysis, network analysis, sociological community, core-periphery

References

1. Doreian P., Batagelj V., Ferligoj A. *Advances in network clustering and blockmodeling*. Hoboken, NJ: Wiley, 2020. 432 p. ISBN: 978-1-119-22470-9
2. Batagelj V., Mrvar A., Ferligoj A., Doreian P. Generalized Blockmodeling with Pajek, *Metodoloski Zvezki*, 2004, 1 (2), 455–467. DOI: 10.51936/ofaw1880
3. Matveeva N., Ferligoj A. Scientific collaboration in Russian universities before and after the excellence initiative Project 5-100, *Scientometrics*, 2020, 124 (3), 2383–2407. DOI: 10.1007/s11192-020-03602-6
4. Safonova M. V. Network history of St. Petersburg sociology (in Russian), *Zhurnal sotsiologii i sotsialnoy antropologii (The journal of sociology and social anthropology)*, 2010, 3 (10), 83–110.
5. Shcheglova T.E., Maltseva D.V., Kim A.V. Blockmodeling for analysis of social structures: theoretical and methodological foundations (in Russian), *Sotsiologiya 4M (Sociology: methodology, methods, mathematical modeling)*, 2021, 52, 7-35. DOI: 10.19181/4m.2021.52.1
6. Bocharov T.Y., Guba K.S., Safonova M.A., Sokolov M.M. Project “Institutional dynamics, economic adaptation and points of intellectual growth in the local academic community: St. Petersburg sociology after 1985” (in Russian), *Zhurnal sotsiologii i sotsialnoy antropologii (The journal of sociology and social anthropology)*, 2010, 3 (52), 66–82.
7. Guba K. S. Russian citation index: Some Obstacles to Success (in Russian), *Antropologicheskij forum [Anthropological Forum]*, 2009, 9, 47-591.
8. Sokolov M.M., Safonova M.A., Guba K.S., Dimke D.V. *The intellectual landscape and the social structure of the local academic community (the case of St. Petersburg sociology)*. M.: HSE Publishing House, 2012. 48 p. (WP6 Series: Humanitarian Studies. Preprint WP6/2012/01 (Part 1)).
9. Freeman L. *The development of social network analysis. A study in the sociology of science*. Vancouver: Empirical Press, 2004. 218 p.
10. Maltseva D., Batagelj V. Social network analysis as a field of invasions: bibliographic approach to study SNA development, *Scientometrics*, 2019, 121 (2), 1085–1128. DOI: 10.1007/s11192-019-03193-x
11. Emirbayer M., Goodwin J. Network Analysis, Culture, and the Problem of Agency, *American Journal of Sociology*, 1994, 99 (6), 1411–1454. DOI: 10.1086/230450

12. Erikson E. Formalist and Relationalist Theory in Social Network Analysis, *Sociological Theory*, 2013, 31 (3), 219–242. DOI: 10.1177/0735275113501998
13. Parsons T. *About social systems* (in Russian). Moscow: Akademicheskij proekt, 2002.
14. Nadel S.F. *The theory of social structure*. London: Cohen and West, 1957. 178 p. DOI: 10.4324/9781315018003
15. White H., Boorman S., Breiger R. Social Structure from Multiple Networks. I. Blockmodels of Roles and Positions, *American Journal of Sociology*, 1976, 81 (4), 730–780. DOI: 10.1086/226141
16. Cornwell B. If Parsons had Pajek: the relevance of midcentury structural-functionalism to dynamic network analysis, *Journal of social structure*, 2016, 17 (1), 1–19. DOI: 10.21307/joss-2019-010
17. Wasserman S., Faust K. *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994. 857 p. DOI: 10.1017/CBO9780511815478
18. Nooy W. de, Mrvar A., Batagelj V. *Exploratory social network analysis with Pajek. Revised and expanded edition for updated software*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2018. 442 p.
19. Cartwright D., Harary F. Structural balance: a generalization of Heider's theory, *Psychological Review*, 1956, 63 (5), 277–293. DOI:10.1037/H0046049
20. Davis J. Clustering and Structural Balance in Graphs, *Human Relations*, 1967, 20 (2), 181–187. DOI: 10.1177/001872676702000206
21. Lorrain F., White H. Structural Equivalence of Individuals in Social Networks, *The Journal of Mathematical Sociology*, 1971, 1 (1), 49–80. DOI: 10.1080/0022250X.1971.9989788
22. White D.R., Reitz K.P. Graph and Semigroup Homomorphisms on Networks of Relations, *Social Networks*, 1983, 5 (2), 193–234. DOI:10.1016/0378-8733(83)90025-4
23. Ferligoj A., Doreian P., Batagelj V. Positions and roles, in: *The SAGE handbook of social network analysis*. London: SAGE Publications Ltd, 2014. P. 434–446. DOI: 10.4135/9781446294413.n29
24. Breiger R., Boorman S., Arabie P. An Algorithm for Clustering Relational Data with Applications to Social Network Analysis and Comparison with Multidimensional Scaling, *Journal of Mathematical Psychology*, 1975, 12 (3), 328–383. DOI:10.1016/0022-2496(75)90028-0

25. Burt R. Positions in Networks, *Social Forces*, 1976, 55 (1), 93–122. DOI:10.1093/SF/55.1.93
26. Doreian P., Batagelj V., Ferligoj A. *Generalized blockmodeling*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2005. 402 p. DOI: 10.1017/CBO9780511584176
27. Batagelj V., Ferligoj A., Doreian P. Direct and indirect methods for structural equivalence, *Social Networks*, 1992, 14 (1–2), 63–90. DOI: 10.1016/0378-8733(92)90014-X
28. Faust K., Wasserman S. Blockmodels: Interpretation and evaluation, *Social networks*, 1992, 14 (1–2), 5–61. DOI: 10.1016/0378-8733(92)90013-W
29. Kronegger L., Ferligoj A., Doreian P. On the Dynamics of National Scientific Systems, *Quality & Quantity*, 2011, 45 (5), 989–1015. DOI: 10.1007/s11135-011-9484-3
30. Rykov Y. G. Network inequality and the structure of online communities (in Russian), *Zhurnal sotsiologii i sotsialnoy antropologii (The journal of sociology and social anthropology)*. 2015, Vol. 18. No. 4: 144–156.
31. Borgatti S., Everett M. Models of Corerperiphery Structures, *Social Networks*, 1999, 21, 375–395. DOI: 10.1016/S0378-8733(99)00019-2