

Формирование учебных групп в университете с помощью анализа социальных сетей

А. С. Пронин, Е. В. Веретенник, А. В. Семенов

Статья поступила
в редакцию
в октябре 2013 г.

Пронин Александр Сергеевич

старший преподаватель кафедры менеджмента НИУ ВШЭ — Санкт-Петербург. E-mail: aspronin@hse.ru

Веретенник Елена Вадимовна

аспирант, преподаватель кафедры менеджмента НИУ ВШЭ — Санкт-Петербург. E-mail: veretennik@hse.ru

Семенов Александр Владимирович

независимый исследователь. E-mail: semenoffalex@gmail.com

Адрес: 198099, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, 17.

Работе присуждено 2-е место на Конкурсе научных работ молодых ученых 2013 г.

Аннотация. Представлен и протестирован способ реорганизации студенческих учебных групп с помощью анализа социальных сетей (Social Network Analysis, SNA). Задача, сформулированная администрацией факультета менеджмента НИУ ВШЭ (Санкт-Петербург), состояла в том, чтобы сформировать на основе имеющихся четырех учебных групп 2-го курса бакалавриата три новые. Главным условием выступало сохранение сложившихся дружеских и деловых отношений между студентами. Технические требования состояли в обеспечении равного размера новых групп (26 студентов)

и эквивалентного уровня академической успеваемости (измерялась по среднему баллу студентов за семестр). Представлен алгоритм решения задачи с использованием инструментов SNA, включающий две возможные стратегии для групп с разной структурой взаимодействия: это стратегия «слабого звена» (выбрать наименее целостную учебную группу, разделить ее и дополнить выделенными кластерами остальные три группы) и стратегия «плавильного котла» (реформировать все четыре группы курса в абсолютно новые кластеры на основании оценок учебного взаимодействия). При сравнении полученных за последующие 1,5 года рейтинговых оценок успеваемости выявлен рост среднего балла студентов в группах, сформированных с учетом межличностных оценок и взаимодействия. Предлагаемый метод группировки может использоваться для изменения структуры учебных групп и курсов в ситуациях естественного сокращения численности студентов, а также при формировании проектных команд в рамках исследовательских курсов или научных лабораторий.

Ключевые слова: анализ социальных сетей, учебные группы, академическая успеваемость, эффект сообучения, метод кластеризации Ньюмана.



Необходимость реформировать студенческие учебные группы, с которой сталкиваются администрации факультетов и профессорско-преподавательский состав, может быть обусловлена следующими причинами:

- естественным сокращением численности студентов в результате отчисления или перевода;
- техническими требованиями (вступление в силу нового положения, устанавливающего минимальный размер группы);
- форматом образовательной технологии (актуально для курсов, предусматривающих работу в исследовательских проектах, для участия в которых студентов нужно разделить на рабочие команды).

Традиционным организационным решением в таких ситуациях является группировка студентов по признакам географической близости (иногородний/местный — на макроуровне, вид и наименование учебного заведения среднего образования — на микроуровне), гендерной принадлежности (равное количество юношей и девушек в группе), по списку (в соответствии с порядковым номером студента в рабочей ведомости), а также по уровню владения английским языком. В данной работе представлен результат эксперимента по использованию нового критерия группировки — сложившихся за время обучения дружеских и прочих связей между студентами.

Основываясь на положениях закона Хоманса, мы предполагаем, что за период обучения у студентов складываются деловые и дружеские связи, представляющие собой доверительные отношения и сети регулярных обменов. «Если собрать вместе группу людей и заставить их взаимодействовать, например заниматься одной и той же работой в одном месте или жить в одной и той же деревне или на одной улице, то она станет согласованной группой. Они разовьют групповую культуру, которой не было до этого, и ее стандарты поведения закрепятся во взаимодействии людей» [Коллинз, 2009. С. 146]. Значимость дружественной и социально комфортной обстановки для группового обучения (в особенности для его результативности) неоднократно подчеркивали исследователи как профессионального образования [Jehn, Shah, 1997; Shah, Jehn, 1993; Shea, Guzzo, 1987], так и более ранних этапов обучения [Wentzel, Caldwell, 1997; Baldwin, Bedell, Johnson, 1997; van Duijn et al., 2003; Fletcher, Tienda, 2009; Mayer, Puller, 2008]. Группы с более крепкими дружескими связями обладают определенными преимуществами: в них выше, чем в менее сплоченных группах, потенциал кооперации, они в большей степени сосредоточены на групповых задачах, в таких группах быстрее распространяется информация [Shah, Jehn, 1993;

Shah, Dirks, Chervany, 2006]. Следовательно, ключевым критерием качества при перераспределении студентов в новые группы можно считать сохранение социальной структуры отношений. Наиболее подходящим методом для решения такой задачи является анализ социальных сетей (Social Network Analysis, SNA).

Данная методология успешно используется при изучении социального взаимодействия в политических и социальных науках, компьютерных технологиях, образовании. Возможности SNA в образовательном контексте подтверждаются как зарубежными [Lomi et al., 2011; Martinez, 2003; Moody, 2001], так и российскими исследованиями [Валеева, Польдин, Юдкевич, 2013; Иванюшина, Александров, 2013; Титкова, Иванюшина, Александров, 2013]. Одно из направлений применения SNA — формирование или перераспределение малых групп в университетах и других организациях, где руководство сталкивается с необходимостью соблюдения не только технических (будь то одинаковая численность групп или их единообразие, например гендерное или возрастное), но и социальных требований: обеспечения такой структуры групп и таких условий взаимодействия в них, которые способствуют достижению определенных результатов.

При формировании студенческих групп важно учитывать сложившиеся дружеские отношения [Pijl et al., 2011]. Э. Ньюкомб и К. Бэгвелл [Newcomb, Bagwell, 1998] показали, что у студентов, имеющих друзей в своей учебной группе, больше возможностей приобрести необходимые социальные навыки, продвинуться в эмоциональном и умственном развитии. Г. Лэдд [Ladd, 1990] считает дружественную обстановку в группе источником партнерских отношений и взаимовыручки, которые помогают студентам справляться с вызовами учебной среды. Установление дружеских отношений между членами учебной группы — признак социальной сопричастности (social participation). Таким образом, дружеские отношения в студенческой среде оказываются значимым фактором профессионального становления: к примеру, оригинальный Образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавра 080200.62 «Менеджмент» диктует требования к обязательному развитию таких компетенций, как коммуникативные навыки и умение работать в команде¹.

¹ ОК-13 «Способен налаживать и поддерживать социальные взаимоотношения в мультикультурной среде современного общества»; ПК-5 «Способен использовать знания о работе с коллективами людей и отдельными работниками в управленческой деятельности»; ПК-11 «Способен к анализу и проектированию межличностных, групповых и организационных коммуникаций» (Образовательный стандарт государственного образовательного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Государственный университет — Высшая школа экономики», в отношении которого установлена категория «на-



Воздействие дружеских связей в студенческой среде на успеваемость не является однозначным. Так, Д. Лайл [Lyle, 2007] установил, что в военном училище особенности отношений внутри учебных групп не оказывают никакого влияния на индивидуальные академические результаты. С. Томас [Thomas, 2000] выяснил, что есть определенные пределы численности друзей, в которых дружеские связи в студенческой группе оказывают положительное влияние на средний балл студента: от 7 до 17 человек. А если друзей у студента больше, то эффект дружеских отношений с точки зрения успеваемости становится негативным.

Эмпирически подтвержденное положительное влияние дружеских отношений в учебных коллективах на академическую успешность и негативные эффекты отсутствия сплоченности в группе позволяют предположить, что при разделении студентов по группам сложившиеся дружеские и учебные взаимодействия должны выступать ключевым критерием распределения. При этом, ввиду неоднозначности влияния дружеских связей на эффективность обучения, требуется обратить особое внимание на контроль академической успеваемости в новых учебных группах.

Целью проведенного исследования являлось переформирование студенческих учебных групп. Задача состояла в сокращении количества учебных групп с учетом данных сетевого анализа структуры их неформальных связей, проведенного в мае — сентябре 2012 г. для факультета менеджмента НИУ ВШЭ — Санкт-Петербург (далее факультет).

В конце 2011/2012 учебного года на втором курсе бакалавриата численность студентов направления 080200.62 «Менеджмент» сократилась почти на 20% (с 96 до 78 студентов), так что существование четырех учебных групп оказалось неоправданным с точки зрения администрирования. В этот же период вступило в силу внутриуниверситетское положение, устанавливающее минимальный размер учебной группы — 25 человек².

Таким образом, задача, сформулированная администрацией факультета, состояла в следующем: сформировать на основе имеющихся четырех учебных групп 2-го курса бакалавриата три новые. Главным условием для осуществления перегруппировки выступало сохранение сложившихся дружеских и деловых отношений между студентами. Технические требования состояли в том, чтобы новые группы были одинаковыми по размеру (26 студентов) и эквивалентными по уровню академической успеваемости, измеряемой средним баллом рейтинга успеваемости студентов за семестр.

циональный исследовательский университет» по направлению подготовки 080200.62 «Менеджмент». Уровень подготовки: бакалавр <http://spb.hse.ru/umuspb/structure%20standards-hse>).

² <http://spb.hse.ru/umuspb/structure%20standards-hse>

Учесть интересы и пожелания каждого студента относительно партнеров по учебной группе практически невозможно: для этого необходимо учитывать слишком большой набор социальных параметров, и используемые методы накладывают свои ограничения. Поэтому наиболее реалистичным решением следует признать разработку нескольких вариантов перегруппировки студентов (в виде пофамильных списков групп), так чтобы итоговый выбор осуществлял заказчик — администрация факультета.

Следует обратить внимание на немаловажную особенность сетевого анализа: для студентов невозможность учесть все многообразие их предпочтений при формировании новых групп частично компенсируется их непосредственным участием в тех изменениях, которые неизбежно сопутствуют процессу перегруппировки. За счет прозрачности процедуры исследования, последующей открытой презентации результатов и обоснованного выбора администрацией факультета в качестве основания для перегруппировки анализа реальных многомерных социальных связей студентов возможные негативные последствия сокращения числа учебных групп (например, дискомфорт от изменения привычной социальной среды, изменения в графике учебного процесса) удастся свести к минимуму.

Методология исследования
Характеристика студенческих групп

Объектом перегруппировки выступают четыре студенческие группы 2-го курса направления подготовки бакалавров «Менеджмент». Минимальный размер группы составил 18 человек, максимальный — 22. Итоговый объем выборки — 69 человек (88,5% общего числа студентов, обучавшихся на курсе).

Сбор данных

Для сбора первичных данных и для последующего сетевого анализа был использован один из наиболее известных и популярных методов социометрии — взаимная номинация (reciprocal nomination method) [Jiang, Cillessen, 2005]. В соответствии с целями исследования использовались вопросы, косвенно характеризующие разные виды отношений между студентами. На основании полученных ответов можно судить о структуре дружеских связей и существующих подгрупп студентов [Hymel et al., 2002].

Социометрическая анкета включала вопросы для определения следующих видов связей и отношений: коммуникация, доверие, обмен информацией, обращение за советом и повышение успеваемости.

1. С кем из группы вы общаетесь чаще всего?
2. Кому в группе вы доверяете больше всего?
3. К кому на курсе вы обычно обращаетесь за информацией, связанной с учебной?



4. К кому на курсе вы обычно обращаетесь за помощью, обдумывая новую или сложную проблему, связанную с учебной?
5. Вы бы учились лучше, если бы смогли чаще общаться с этими людьми на курсе: ...

Первые два вопроса предполагали выбор только среди членов учебной группы — до четырех имен: они предназначены для выявления наиболее сильных взаимосвязей студентов внутри группы. В 3-м, 4-м и 5-м вопросах можно было указывать до пяти человек со всего факультета: задача этих вопросов на начальном этапе исследования состояла в измерении силы связей между группами [Rijl et al., 2011].

Респонденты могли выбирать среди всех студентов, включая тех, кто отсутствовал в момент анкетирования. Процедура анкетирования проводилась в конце одного из лекционных занятий и заняла не более 10 минут. Студенты были проинформированы об абсолютной анонимности результатов опроса, которая впоследствии была соблюдена на всех этапах анализа данных, а также о том, что они получают возможность ознакомиться с обобщенными и обезличенными результатами, в том числе в виде научных публикаций.

На рис. 1 представлен алгоритм процедуры, которая использовалась при реорганизации учебных групп.

Данный алгоритм предполагал два принципиально разных подхода, которые мы условно назвали стратегиями «слабого звена» и «плавильного котла». Изначально для решения поставленной задачи предполагалось использовать первую из них.

Ключевая идея стратегии «слабого звена» — осуществить выбор наименее целостной учебной группы, состоящей из слабо связанных друг с другом кластеров, разделить ее и дополнить выделенными кластерами три оставшиеся группы.

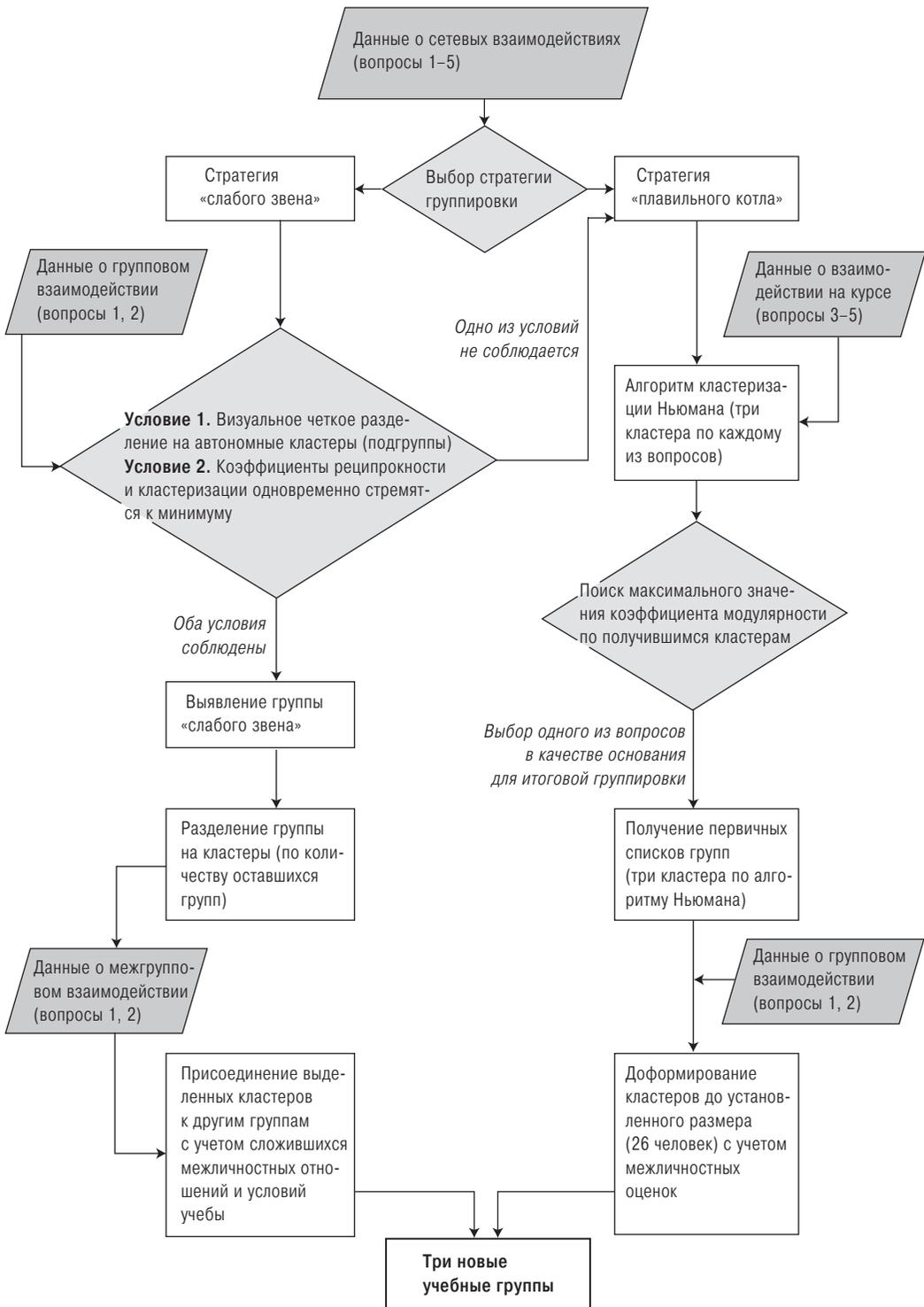
Поиск наименее сплоченной группы производится с помощью следующих методов:

- сетевой анализ структуры связей и взаимодействий — оценка входящей (in-degree centrality) и исходящей центральности (out-degree centrality). Коэффициент входящей центральности показывает количество выборов, которые направлены на определенного участника группы, а коэффициент исходящей центральности — количество выборов, которые осуществляет сам участник;
- расчет коэффициента реципрокности (reciprocity) анализируемых связей, который характеризует долю взаимных выборов при ответах на вопросы анкеты, и поиск его мини-

**Стратегии
перегруппировки**

**Стратегия
«слабого звена»**

Рис. 1. Алгоритм реорганизации студенческих учебных групп





мального значения. Коэффициент реципрокности принимает значения $0 \leq r \leq 1$, где минимальному уровню соответствует группа, в которой отсутствуют взаимные выборы, т. е. наименее сплоченная, а максимальному — группа, в которой абсолютно все выборы между студентами взаимны;

- расчет коэффициента кластеризации (clustering coefficient) [Holland, Leinhardt, 1971], который показывает тенденцию графа быть разделенным на подгруппы (кластеры), и поиск его минимального значения. Коэффициент кластеризации сети измеряется по формуле

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \frac{E_i}{k_i(k_i - 1)},$$

где N — количество вершин; i — вершина со степенью $\text{deg}(i) = k$; E — количество ребер между k соседей вершины i .

Коэффициент кластеризации принимает значения $0 \leq C \leq 1$. Чем ближе значение коэффициента кластеризации к 1, тем более вероятно, что данная сеть стремится стать кликой (clique), т. е. подграфом, все вершины которого связаны между собой. В общем виде коэффициент кластеризации показывает вероятность, с которой два студента, активно взаимодействующие с третьим, будут также взаимодействовать между собой. Чем ближе значение коэффициента к 0, тем более вероятно, что в существующей сети нет кластеров и вершины практически не связаны, т. е. группа не является сплоченной и взаимодействие в ней отсутствует.

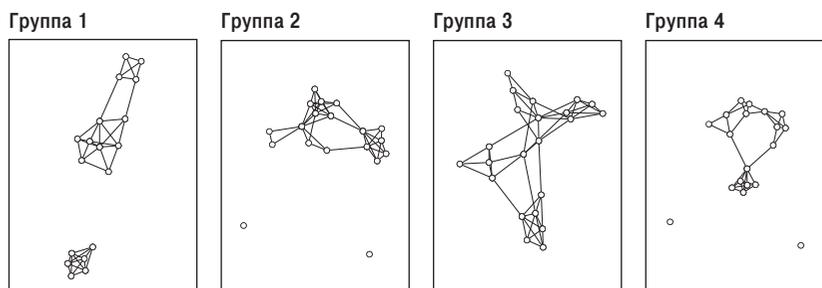
Все расчеты сетевых статистик и визуализации в рамках данной работы производятся в программе ORA (версия 2.2.8)³.

Коэффициенты рассчитываются на основании ответов студентов на вопросы № 1–2, посвященные внутригрупповой коммуникации и доверию. Учебная группа, состоящая из наименее связанных друг с другом кластеров, разделяется на части, которые используются для дополнения оставшихся трех групп до установленного размера. Далее на основании оценок межличностных отношений на курсе в целом (вопросы № 3–5), предполагалось присоединить обособленные кластеры «слабого звена» к тем группам, с которыми у студентов из каждого кластера наблюдается максимальное количество взаимных выборов. После чего планировалось сформировать несколько вариантов дополнения исходных трех учебных групп до установленного размера в 26 человек.

Одно из главных достоинств стратегии «слабого звена» — сохранение целостности максимального количества групп. Такую

³ <http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/ora/software.php>

Рис. 2. Графы, отражающие структуру коммуникации в исходных группах



стратегию можно использовать не только для реформирования учебных групп из-за естественного выбывания студентов, но и для реорганизации групп для посещения факультативов или занятий, требующих обязательного разделения на подгруппы (иностранные языки, компьютерные технологии и т. п.). Следует иметь в виду, что при такой стратегии возникает риск сохранения автономии выделенных кластеров после присоединения к другим группам, в результате чего может снизиться уровень сплоченности нового учебного коллектива.

Чтобы определить группу, которую можно разделить, мы построили визуализации каждой из четырех исходных групп: каждой вершине графа соответствует один из студентов группы, а каждому ребру — выбор студента в отношении коллег. Примеры структур коммуникации в группе (вопрос анкеты № 1) представлены на рис. 2.

Графическое изображение структуры отношений позволяет судить об уровне сплоченности учебных групп: в каждой группе выявлены 3–4 подгруппы разной степени сплоченности, в двух группах также присутствуют и полностью изолированные студенты. Группа 1 отличается от остальных наличием в ее составе изолированного кластера студентов. Можно предположить, что именно она является на курсе «слабым звеном» — а значит, именно ее целесообразно расформировать для дополнения групп 2, 3 и 4. Для проверки этой гипотезы был произведен расчет коэффициентов реципрокности и кластеризации для каждой из четырех групп (табл. 1) на основании ответов студентов на вопросы № 1–2 (столбцы в таблице закодированы соответственно номеру вопроса X_1 или X_2 , где X — номер группы).

Из табл. 1 видно, что в группе 1 одно из самых высоких значений коэффициента взаимности по данным вопроса № 1 — 0,58, а значит, 58% всех выборов в этой группе являются взаимными и группа является более сплоченной, чем, например, группа 3, у которой соответствующий показатель равен 42%. Следо-



Таблица 1. **Сетевые показатели внутригруппового взаимодействия**

	1_1	1_2	2_1	2_2	3_1	3_2	4_1	4_2
Количество выборов	63	48	60	46	74	58	58	49
Коэффициент реципрокности	0,58	0,33	0,50	0,53	0,42	0,35	0,61	0,53
Коэффициент кластеризации	0,64	0,35	0,49	0,30	0,45	0,35	0,52	0,39

вательно, гипотеза о том, что группу 1 целесообразно разделить на три части, возникшая в результате визуализации ее структуры, не подтверждается. Максимального значения коэффициент реципрокности достигает у группы 4 (61%). Коэффициент, характеризующий доверие в группе (вопрос № 2), по всем группам ниже коэффициента взаимности.

Коэффициент кластеризации в группе 1 принимает максимальное значение среди исходных групп курса — 0,64, что свидетельствует о наличии тенденции к созданию клики, т. е. о высоком уровне внутригруппового взаимодействия. Наименьший коэффициент кластеризации в группе 2 (вопрос № 2).

Таким образом, однозначно определить «слабое звено» среди исходных групп не удалось, поэтому данная стратегия является неприменимой.

Стратегия «плавильного котла» предполагает реформирование всех четырех групп курса в абсолютно новые кластеры на основании оценок межгруппового учебного взаимодействия (вопросы № 3–5 анкеты).

Стратегия «плавильного котла»

Для определения структуры отношений в некотором сообществе используется множество видов кластеризации на графах [Brandes et al., 2008; Fortunato, Barthelemy, 2007; Gaertler, Görke, Wagner, 2007; Muff, Rao, Caffisch, 2005]. Одним из наиболее универсальных вариантов является алгоритм выявления сообществ в сетях, разработанный М. Гирван и М. Ньюманом [Girwan, Newman, 2002]. В общем виде алгоритм Ньюмана выглядит следующим образом:

- 1) расчет значения показателя промежуточной центральности (betweenness) для всех ребер графа. Коэффициент центральности ребра сети рассчитывается как количество кратчайших путей между всеми парами вершин данной сети, которые проходят через него. Он показывает силу влияния вершин на различные информационные потоки: чем выше значение данного показателя, тем более значимо влияние;
- 2) удаление ребра с самым высоким значением промежуточной центральности;

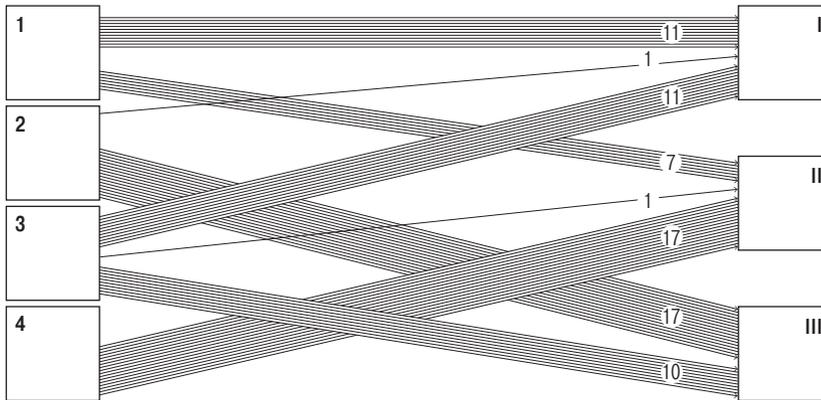
- 3) перерасчет показателя центральности для всех ребер полученного графа;
- 4) повторение пункта 2 до тех пор, пока не будет достигнуто оптимальное разбиение графа. Критерием оптимальности является коэффициент модулярности (modularity) графа [Newman, 2006]. Чем выше коэффициент модулярности, тем четче выражен уровень кластеризации сообщества, а в случае студенческих групп — качество постоянных компаний на курсе.

Для кластеризации используется какая-то одна сеть, поэтому среди вопросов анкеты необходимо выбрать наиболее значимый. При выборе мы опирались на коэффициент модулярности, полученный при кластеризации ответов на каждый из вопросов на межгрупповое взаимодействие (вопросы анкеты № 3, 4 и 5). Данный показатель в последние годы все активнее применяется для определения качества кластеризации графов [Brandes et al., 2008; Ziv, Middendorf, Wiggins, 2005]. В сетях с высокой модулярностью значительно больше взаимных связей между участниками одного кластера, чем между участниками, принадлежащими к разным кластерам, т.е. полученные кластеры являются наиболее ярко выраженными. Высокая модулярность в учебной группе свидетельствует о соблюдении основного условия перегруппировки — о максимальном уровне сплоченности в полученных группах. В нашем случае показатель модулярности сети, построенной на основе ответов на вопрос № 4 («К кому на курсе вы обычно обращаетесь за помощью, обдумывая новую или сложную проблему, связанную с учебной?»), оказался максимальным из трех, а это значит, что новые учебные группы, образованные с использованием алгоритма Ньюмана по данным вопроса № 4, обладают более четко выраженной структурой, чем группы, созданные по данным вопросов № 3 и № 5. Таким образом, в качестве основы для следующего этапа формирования групп были выбраны результаты кластеризации по вопросу № 4.

В результате кластеризации из имеющихся четырех групп размером 18, 19, 22 и 19 студентов были получены три новые группы в составе 32, 24 и 17 человек. Студентов в полученных кластерах больше, чем участников опроса, поскольку в сетевом анализе учитываются не только отвечавшие респонденты, но также и те, кто отсутствовал, но кого респонденты называли, отвечая на тот или иной вопрос. Таким образом, для того чтобы студент, который не отвечал на вопросы анкеты, попал в один из новых кластеров, достаточно было одного выбора в его пользу, сделанного участниками опроса. Если студент не участвовал в опросе и его никто не указывал в своих ответах, то он исключался из анализа. Поскольку алгоритм не позволяет контролировать размер получаемых групп, итоговая численность групп была вручную выровнена с учетом данных о межличностном взаимо-



Рис. 3. Количество студентов, перешедших из старых групп в новые

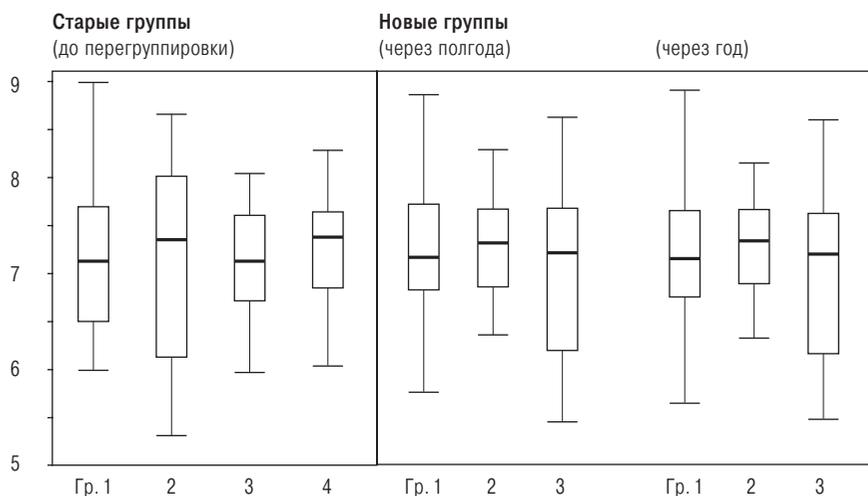


действию, полученных с помощью вопросов № 1–2, в частности за счет студентов, которые по тем или иным причинам не были задействованы в процедуре сбора данных.

Размер кластеров, полученных по алгоритму Ньюмана, не соответствует заданной численности новых групп — 26 человек. В связи с этим возникает необходимость дополнительно перераспределить студентов. Визуализация сети, полученная по результатам ответа на вопрос № 4, представляет собой схему взаимоотношений студентов всего потока. На этой схеме можно отметить кластеры, или студенческие группы, существующие вне формальных рамок (списков) групп. В ситуации, когда в кластере было больше студентов, чем необходимо, мы обращались к анализу связей студентов, занимавших «пограничное» положение, т. е. располагавшихся на границах двух или более кластеров. Этим студентов переносили из группы в группу с учетом их привязанностей, чтобы сохранить структуру отношений. Таким образом, состав кластеров мог меняться, но при перемещении студента из одного в другой чаще всего с ним перемещались и те, кого он выбрал при анкетировании.

Итоговые размеры групп по результатам анализа соответствуют заданным условиям (26 студентов), но в последующем их численность была изменена по ряду причин. В частности, на итоговое распределение по группам повлияло прохождение студентами дополнительной сессии в конце сентября — начале октября, а также немногочисленные заявления с просьбой перейти из одной группы в другую (четыре на весь курс). Количество студентов, перешедших из старых групп в новые на основании сетевого анализа с учетом описанных выше корректировок, представлено на рис. 3.

Рис. 4. Средний балл в учебных группах до и после перегруппировки



Достоинством данной стратегии является возможность максимально учесть выбор студентов, за счет чего преодолеваются недостатки административного деления на группы. Однако из-за специфики анкеты и особенностей процедуры проведения социометрического теста невозможно было учесть в полной мере пожелания студентов всего курса. Так, из анализа были исключены выборы студентов другого направления, обучавшихся на том же курсе, поскольку впоследствии они не были задействованы в перегруппировке. Другой недостаток стратегии состоит в том, что происходит существенное изменение состава групп, последствия которого для образовательного процесса трудно предсказать. Тем не менее достоинства данного подхода перевешивают его недостатки, и для перегруппировки студентов был выбран именно он.

Оценка эффектов перегруппировки

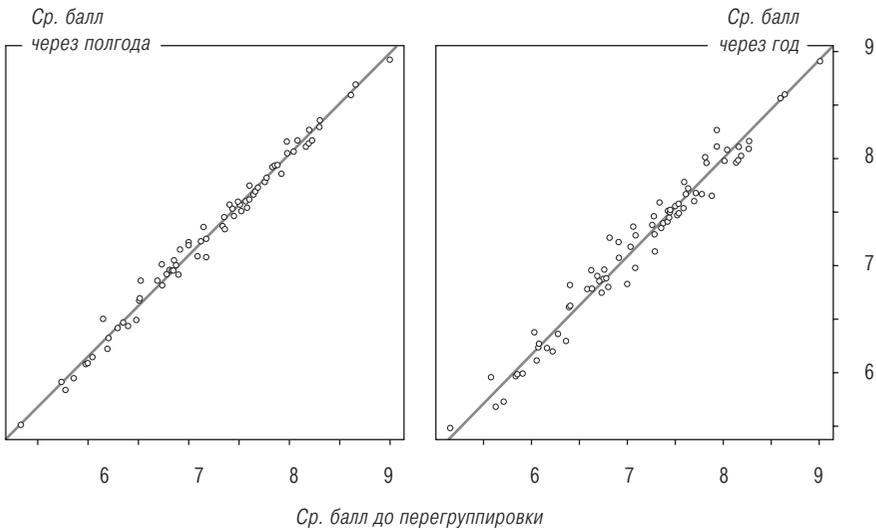
Одним из требований к результатам перегруппировки студенческих групп было сохранение исходного уровня успеваемости в новых группах. Мы проконтролировали средние баллы успеваемости в группах по прошествии двух отчетных периодов: полгода и год. На рис. 4 представлено сравнение средних баллов в группах до и после реорганизации.

Как видно из рис. 4, средний показатель успеваемости всех групп после перегруппировки остался практически неизменным — на уровне 7,25 балла.

Помимо этого мы проанализировали средние баллы каждого студента до и после реорганизации. Рисунок 5 показыва-



Рис. 5. **Взаимосвязь между средними баллами студентов до и после перегруппировки**



ет, что между средними баллами до и после перегруппировки существует линейная взаимосвязь (коэффициент корреляции 0,99 и 0,98 соответственно). Следовательно, значимых изменений в успеваемости студентов в результате реформирования групп не произошло. Больше чем у половины студентов (57%) повысился средний балл по кумулятивному рейтингу после перегруппировки, что, на наш взгляд, также может служить косвенным подтверждением эффективности представленного нами подхода.

В качестве дополнительного критерия оценки эффективности предложенного нами метода перегруппировки мы использовали сравнение изменений среднего балла в наших группах с аналогичным показателем на другом факультете социально-экономической направленности, который также был реорганизован, но без учета структуры неформальных связей. Доля студентов, повысивших свой средний балл спустя полгода после перегруппировки, на факультете, который произвел ее без учета неформальных связей, оказалась меньше, а прирост среднего балла в наших группах спустя год был выше. Однако у нас нет оснований утверждать, что эти различия связаны с типом перегруппировки, так как изначально сбор данных не предполагал строго контролируемых условий и деления на экспериментальную и контрольную группы. Полученные результаты сравнений можно объяснить, в частности, различиями учебных программ. Поэтому мы вынуждены были отказаться от дальнейшего анализа данных, полученных в рамках решения данной задачи, и сравнений с другими факультетами и группами.

Заключение В данной статье представлен подход к изменению структуры студенческих групп с использованием методологии анализа социальных сетей на примере случая из реальной практики университета. Полученные оценки его эффективности позволяют предположить, что в группах, полученных с помощью описанного метода перегруппировки, при улучшении успеваемости происходит повышение среднего уровня усвоения материала.

К сожалению, проведенное исследование не позволяет подтвердить или опровергнуть данное предположение статистически, так как в нем не было разделения студентов на контрольную и тестируемую группы. В качестве одного из вариантов решения данной проблемы можно использовать более продвинутые версии регрессионного анализа, позволяющие учитывать эффекты «пола» и «потолка». Таким образом можно учесть тот факт, что студентам, имеющим очень высокие или очень низкие оценки, сложнее их повысить/понизить, чем середнячкам, так как они уже находятся у максимума/минимума шкалы. Наиболее обоснованным подходом к выявлению эффекта перегруппировки является проведение эксперимента в рамках одного факультета и одного курса с созданием контрольной группы и соблюдением прочих условий экспериментальных и квазиэкспериментальных планов. Тем не менее предварительные результаты оценки качества и эффекта перегруппировки представляются нам более чем удовлетворительными.

Другим направлением дальнейших исследований может быть оценка степени организованности и сплоченности групп выпускников, созданных на основе анализа социальных сетей, по сравнению с контрольной группой, которая была сформирована традиционным административным способом. Сообщества выпускников — один из основных источников положительной динамики социального капитала университета в целом и факультета в частности, они могут непосредственно формировать общественное мнение о качестве образовательных услуг, предоставляемых высшим учебным заведением (например, для своих работодателей и коллег). Вопрос, актуальный для отделов по взаимодействию с выпускниками: будут ли значения таких метрик, как показатель трудоустройства в первый год после окончания обучения, активность участия в научных и культурных мероприятиях университета, выше за счет установившихся за три года обучения дружеских отношений, учтенных при сетевом распределении групп.

Литература

1. Валева Д. Р., Польшин О. В., Юдкевич М. М. Связи дружбы и помощи при обучении в университете // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 70–84.
2. Иванюшина В. А., Александров Д. А. Антишкольная культура и социальные сети школьников // Вопросы образования. 2013. № 2. С. 233–251.
3. Коллинз Р. Четыре социологические традиции. М.: Территория будущего, 2009.



4. Титкова В. В., Иванюшина В. А., Александров Д. А. Популярность школьников и образовательная среда школы // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 145–167.
5. Hymel S., Vaillancourt T., McDougall P., Renshaw P. D. (2002) Peer Acceptance and Rejection in Childhood / P. Smith, C. Hart (eds) Blackwell Handbook of Childhood Social development. London: Blackwell. P. 265–284.
6. Baldwin T. T., Bedell M. D., Johnson J. L. (1997) The Social Fabric of a Team-Based MBA Program: Network Effects on Student Satisfaction and Performance // Academy of Management Journal. Vol. 40. No 6. P. 1369–1397.
7. Brandes U., Delling D., Gaertler M., Gorke R., Hoefer M., Nikoloski Z., Wagner D. (2008) On Modularity Clustering // Knowledge and Data Engineering. IEEE Transactions. Vol. 20. No 2. P. 172–188.
8. Duijn M. A. J. van, Zeggelink E. P. H., Huisman M., Stokman F. N., Wasseur F. W. (2003) Evolution of Sociology Freshmen into a Friendship Network // The Journal of Mathematical Sociology. Vol. 27. No 2–3. P. 153–191.
9. Fletcher J. M., Tienda M. (2009) High School Classmates and College Success // Sociology of Education. Vol. 82. No 4. P. 287–314.
10. Fortunato S., Barthelemy M. (2007) Resolution Limit in Community Detection // Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 104. No 1. P. 36–41.
11. Gaertler M., Görke R., Wagner D. (2007) Significance-Driven Graph Clustering / Proceedings of the 3rd International Conference on Algorithmic Aspects in Information and Management (Portland, OR, USA, June 6–8, 2007). P. 11–26.
12. Girvan M., Newman M. E. J. (2002) Community Structure in Social and Biological Networks // Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 99. No 12. P. 7821–7826.
13. Holland P. W., Leinhardt S. (1971) Transitivity in Structural Models of Small Groups // Comparative Group Studies. Vol. 2. No 2. P. 107–124.
14. Jehn K. A., Shah P. P. (1997) Interpersonal Relationships and Task Performance: An Examination of Mediation Processes in Friendship and Acquaintance Groups // Journal of Personality and Social Psychology. Vol. 72. No 4. P. 775–790.
15. Jiang X. L., Cillessen A. H. N. (2005) Stability of Continuous Measures of Sociometric Status: A Meta-Analysis // Developmental Review. Vol. 25. No 1. P. 1–25.
16. Jimoyiannis A. (2013) Social Network Analysis of Students' Participation and Presence in a Community of Educational Blogging // Interactive Technology and Smart Education. Vol. 10. No 1. P. 15–30.
17. Ladd G. W. (1990) Having Friends, Keeping Friends, Making Friends, and Being Liked by Peers in the Classroom: Predictors of Children's Early School Adjustment? // Child Development. Vol. 61. No 4. P. 1081–1100.
18. Lomi A., Snijders T. A. B., Steglich C. E. G., Torló V. J. (2011) Why Are Some More Peer than Others? Evidence from a Longitudinal Study of Social Networks and Individual Academic Performance // Social Science Research. Vol. 40. No 6. P. 1506–1520.
19. Lyle D. S. (2007) Estimating and Interpreting Peer and Role Model Effects from Randomly Assigned Social Groups at West Point // Review of Economics and Statistics. Vol. 89. No 2. P. 289–299.
20. Martinez A. (2003) Combining Qualitative Evaluation and Social Network Analysis for the Study of Classroom Social Interactions // Computers & Education. Vol. 41. No 4. P. 353–368.



21. Mayer A., Puller S. L. (2008) The Old Boy (and Girl) Network: Social Network Formation on University Campuses // *Journal of Public Economics*. Vol. 92. No 1–2. P. 329–347.
22. Moody J. (2001) Race, School Integration, and Friendship Segregation in America // *American Journal of Sociology*. Vol. 107. No 3. P. 679–716.
23. Muff S., Rao F., Caffisch A. (2005) Local Modularity Measure for Network Clusterizations // *Physical Review*. Vol. 72. No 5. Article ID 056107.
24. Newcomb A. F., Bagwell C. L. (1998) The Developmental Significance of Children's Friendship Relations / W. M. Bukowski, A. F. Newcomb, W. W. Hartup (eds) *The Company They Keep: Friendship in Childhood and Adolescence*. New York: Cambridge University. P. 289–321.
25. Newman M. E. J. (2006) Modularity and Community Structure in Networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 103. No 23. P. 8577–8582.
26. Pijl S. J., Koster M., Hannik A., Stratingh A. (2011) Friends in the Classroom: A Comparison between Two Methods for the Assessment of Students' Friendship Networks // *Social Psychology of Education*. Vol. 14. No 4. P. 475–488.
27. Shah P. P., Jehn K. A. (1993) Do Friends Perform Better than Acquaintances? The Interaction of Friendship, Conflict, and Task // *Group Decision and Negotiation*. Vol. 2. No 2. P. 149–165.
28. Shah P. P., Dirks K. T., Chervany N. (2006) The Multiple Pathways of High Performing Groups: The Interaction of Social Networks and Group Processes // *Journal of Organizational Behavior*. Vol. 27. No 3. P. 299–317.
29. Shea G. P., Guzzo R. A. (1987) Group Effectiveness — What Really Matters // *Sloan Management Review*. Vol. 28. No 3. P. 25–31.
30. Thomas S. L. (2000) Ties that Bind: A Social Network Approach to Understanding Student Integration and Persistence // *Journal of Higher Education*. Vol. 71. No 5. P. 591–615.
31. Wentzel K. R., Caldwell K. (1997) Friendships, Peer Acceptance, and Group Membership: Relations to Academic Achievement in Middle School // *Child Development*. Vol. 68. No 6. P. 1198–1210.
32. Ziv E., Middendorf M., Wiggins C. H. (2005) Information-Theoretic Approach to Network Modularity // *Physical Review*. Vol. 71. No 4. Article ID 46117.

Grouping University Students Using Social Network Analysis

Alexander Pronin

Senior Teacher, Faculty of Management, National Research University — Higher School of Economics (Saint Petersburg). E-mail: aspronin@hse.ru

Authors

Elena Veretennik

Ph.D. Student, Teacher, Faculty of Management, National Research University — Higher School of Economics (Saint Petersburg). E-mail: veretennik@hse.ru

Alexander Semyonov

Independent Researcher, 2nd Place in a Competition of Young Scientists' Research Papers of 2013. E-mail: semenoffalex@gmail.com

Address: 17, Promyshlennaya str., Saint Petersburg, 198099, Russian Federation.

2nd Place in a Competition of Young Scientists' Research Papers of 2013.

We have developed and tested a way to reorganize student groups using the Social Network Analysis (SNA) methodology. The problem defined by the administrators of the Faculty of Management at the National Research University — Higher School of Economics (Saint Petersburg) consisted in reorganizing four existing groups of second-year Bachelor's students into three new groups. The fundamental requirement was to keep the friendly and collaborative relationships that had developed between students. Technical requirements included ensuring equal sizes of the new groups (26 students) and equivalent levels of academic performance (measured by the average semester grade). We present a solution algorithm which is based on SNA tools and includes two possible strategies for groups with different interaction patterns: 1) the "weak link" strategy (selecting the most fragmented student group that can be easily divided into loosely connected subgroups, breaking it down and distributing the clusters among the other three groups); and 2) the "melting pot" strategy (reorganizing all the four groups into entirely new clusters based on the degree of student interaction). A comparison of performance ranking scores achieved during the following 18 months revealed a growth of the average grade in groups reorganized with regard to interpersonal assessment and interaction. The suggested grouping method may be used to rearrange student groups or courses in situations where some students get dismissed or transferred, or with a view to create project teams for research classes or scientific labs.

Abstract

Social Network Analysis, student groups, academic performance, collaborative learning effects, Girvan-Newman algorithm.

Key words

- Baldwin T. T., Bedell M. D., Johnson J. L. (1997) The Social Fabric of a Team-Based MBA Program: Network Effects on Student Satisfaction and Performance. *Academy of Management Journal*, vol. 40, no 6, pp. 1369–1397.
- Brandes U., Delling D., Gaertler M., Gorke R., Hoefer M., Nikoloski Z., Wagner D. (2008) On Modularity Clustering. *Knowledge and Data Engineering. IEEE Transactions*, vol. 20, no 2, pp. 172–188.
- Collins R. (2009) *Chetyre sotsiologicheskiye traditsii* [Four Sociological Traditions]. Moscow: Territoriya budushchego.

References

- Duijn M. A. J. van, Zeggelink E. P. H., Huisman M., Stokman F. N., Wasseur F. W. (2003) Evolution of Sociology Freshmen into a Friendship Network. *The Journal of Mathematical Sociology*, vol. 27, no 2–3, pp. 153–191.
- Fletcher J. M., Tienda M. (2009) High School Classmates and College Success. *Sociology of Education*, vol. 82, no 4, pp. 287–314.
- Fortunato S., Barthelemy M. (2007) Resolution Limit in Community Detection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, no 1, pp. 36–41.
- Gaertler M., Görke R., Wagner D. (2007) Significance-Driven Graph Clustering. *Proceedings of the 3rd International Conference on Algorithmic Aspects in Information and Management (Portland, OR, USA, June 6–8, 2007)*, pp. 11–26.
- Girvan M., Newman M. E. J. (2002) Community Structure in Social and Biological Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 99, no 12, pp. 7821–7826.
- Holland P. W., Leinhardt S. (1971) Transitivity in Structural Models of Small Groups. *Comparative Group Studies*, vol. 2, no 2, pp. 107–124.
- Hymel S., Vaillancourt T., McDougall P., Renshaw P. D. (2002) Peer Acceptance and Rejection in Childhood. *Blackwell Handbook of Childhood Social Development* (eds P. Smith, C. Hart), London: Blackwell, pp. 265–284.
- Ivanyushina V., Alexandrov D. (2013) Antishkolnaya kultura i sotsialnye seti shkolnikov [Anti-School Culture and Social Networks at School]. *Voprosy obrazovaniya*, no 2, pp. 233–251.
- Jehn K. A., Shah P. P. (1997) Interpersonal Relationships and Task Performance: An Examination of Mediation Processes in Friendship and Acquaintance Groups. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 72, no 4, pp. 775–790.
- Jiang X. L., Cillessen A. H. N. (2005) Stability of Continuous Measures of Sociometric Status: A Meta-Analysis. *Developmental Review*, vol. 25, no 1, pp. 1–25.
- Jimoyiannis A. (2013) Social Network Analysis of Students' Participation and Presence in a Community of Educational Blogging. *Interactive Technology and Smart Education*, vol. 10, no 1, pp. 15–30.
- Ladd G. W. (1990) Having Friends, Keeping Friends, Making Friends, and Being Liked by Peers in the Classroom: Predictors of Children's Early School Adjustment? *Child Development*, vol. 61, no 4, pp. 1081–1100.
- Lomi A., Snijders T. A. B., Steglich C. E. G., Torló V. J. (2011) Why Are Some More Peer than Others? Evidence from a Longitudinal Study of Social Networks and Individual Academic Performance. *Social Science Research*, vol. 40, no 6, pp. 1506–1520.
- Lyle D. S. (2007) Estimating and Interpreting Peer and Role Model Effects from Randomly Assigned Social Groups at West Point. *Review of Economics and Statistics*, vol. 89, no 2, pp. 289–299.
- Martinez A. (2003) Combining Qualitative Evaluation and Social Network Analysis for the Study of Classroom Social Interactions. *Computers & Education*, vol. 41, no 4, pp. 353–368.
- Mayer A., Puller S. L. (2008) The Old Boy (and Girl) Network: Social Network Formation on University Campuses. *Journal of Public Economics*, vol. 92, no 1–2, pp. 329–347.
- Moody J. (2001) Race, School Integration, and Friendship Segregation in America. *American Journal of Sociology*, vol. 107, no 3, pp. 679–716.
- Muff S., Rao F., Caffisch A. (2005) Local Modularity Measure for Network Clusterizations. *Physical Review*, vol. 72, no 5, Article ID 056107.
- Newcomb A. F., Bagwell C. L. (1998) The Developmental Significance of Children's Friendship Relations. *The Company They Keep: Friendship in Child-*

- hood and Adolescence* (eds W. M. Bukowski, A. F. Newcomb, W. W. Hartup), New York: Cambridge University, pp. 289–321.
- Newman M. E. J. (2006) Modularity and Community Structure in Networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 103, no 23, pp. 8577–8582.
- Pijl S. J., Koster M., Hannik A., Stratingh A. (2011) Friends in the Classroom: A Comparison between Two Methods for the Assessment of Students' Friendship Networks. *Social Psychology of Education*, vol. 14, no 4, pp. 475–488.
- Shah P. P., Jehn K. A. (1993) Do Friends Perform Better than Acquaintances? The Interaction of Friendship, Conflict, and Task. *Group Decision and Negotiation*, vol. 2, no 2, pp. 149–165.
- Shah P. P., Dirks K. T., Chervany N. (2006) The Multiple Pathways of High Performing Groups: The Interaction of Social Networks and Group Processes. *Journal of Organizational Behavior*, vol. 27, no 3, pp. 299–317.
- Shea G. P., Guzzo R. A. (1987) Group Effectiveness — What Really Matters. *Sloan Management Review*, vol. 28, no 3, pp. 25–31.
- Thomas S. L. (2000) Ties that Bind: A Social Network Approach to Understanding Student Integration and Persistence. *Journal of Higher Education*, vol. 71, no 5, pp. 591–615.
- Titkova V., Ivanyushina V., Alexandrov D. (2013) Populyarnost shkolnikov i obrazovatel'naya sreda shkoly [Student Popularity and School Learning Environment]. *Voprosy obrazovaniya*, no 4, pp. 145–167.
- Valeyeva D., Poldin O., Yudkevich M. (2013) Svyazi druzhby i pomoshchi pri obuchenii v universitete [Friendship and Support among University Students]. *Voprosy obrazovaniya*, no 4, pp. 70–84.
- Wentzel K. R., Caldwell K. (1997) Friendships, Peer Acceptance, and Group Membership: Relations to Academic Achievement in Middle School. *Child Development*, vol. 68, no 6, pp. 1198–1210.
- Ziv E., Middendorf M., Wiggins C. H. (2005) Information-Theoretic Approach to Network Modularity. *Physical Review*, vol. 71, no 4, Article ID 46117.