

Коэволюция социальных сетей и академических достижений студентов

С. В. Докука, Д. Р. Валеева, М. М. Юдкевич

Статья поступила
в редакцию
в мае 2015 г.

Докука София Владимировна

кандидат социологических наук, младший научный сотрудник Института институциональных исследований НИУ ВШЭ. E-mail: sdokuka@hse.ru

Валеева Диляра Рашитовна

младший научный сотрудник Института институциональных исследований НИУ ВШЭ. E-mail: dvaleeva@hse.ru

Юдкевич Мария Марковна

кандидат экономических наук, проректор, директор Института институциональных исследований НИУ ВШЭ. E-mail: yudkevich@hse.ru

Адрес: Москва, 101000, ул. Мясницкая, 24.

Аннотация. При изучении эффектов сообучения оценивается влияние, которое социальное окружение оказывает на индивидуальные достижения учащихся. Как правило, в качестве социального окружения рассматривается случайным образом сформированная группа. Однако социальное окружение складывается в результате осознанного выбора, который совершает индивид, причем этот выбор является не статичным, а динамическим. Студенты могут изначально отбирать себе в друзья учащихся с таким же уровнем достиже-

ний, как у них самих, а со временем может проявиться влияние, которое студенты, поддерживающие тесные отношения, оказывают на достижения друг друга. В данной работе авторы с помощью стохастического акторно-ориентированного моделирования разделили процессы социальной селекции и социального влияния, оцениваемого на основании академических достижений. Анализ динамики дружеских связей и академических достижений студентов в течение первого года обучения позволил установить, что уровень достижений однокурсников не является для студентов критерием выбора друзей, но со временем проявляется влияние академических достижений друзей на индивидуальные достижения студента. Авторы объясняют полученные результаты социальной сегрегацией студентов по уровню успеваемости.

Ключевые слова: высшее образование, социальные сети, дружеские связи, динамические статистические модели, стохастическое акторно-ориентированное моделирование, академические достижения, эффекты сообучения.

DOI: 10.17323/1814-9545-2015-3-44-65

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 г. и при финансовой поддержке Правительства РФ в рамках реализации «дорожной карты» Программы 1/100 НИУ ВШЭ

Академическая успеваемость — это тот вид достижений учащихся, который чаще других попадает в фокус эмпирических исследований образования. В число факторов, которые традиционно рассматриваются как предикторы академической успеваемости школьников и студентов, входят социоэкономический статус се-

мы [Sirin, 2005; White, 1980], время, потраченное на самостоятельное обучение и подготовку к занятиям [Gijsselaers, Schmidt, 1995; VandeWater, 1996], время, потраченное на дополнительную рабочую занятость [Pike, Kuh, Massa-McKinley, 2008; Perozzi, Rainey, Wahlquist, 2003], университетская среда [Lampton, 1993]. После известного Доклада Колмана [Coleman et al., 1966], в котором было показано, что социальное окружение учащихся влияет на их индивидуальные достижения, окружение учащихся также стало рассматриваться в качестве одной из детерминант академической успеваемости.

В литературе такое влияние известно как эффекты сообучения. Во многих эмпирических работах было установлено, что с ростом достижений однокурсников или одноклассников учащегося его собственные учебные результаты также растут [Sacerdote, 2000; Lyle, 2009; Arcidiacono et al., 2012; Lin, 2010]. Чтобы избежать эффекта эндогенности, возникающего при выборе окружения, в этих работах, как правило, изучаются выборки, в которых группы сверстников были сформированы случайным образом.

Однако, даже если студенты были распределены на группы в случайном порядке, внутри этих групп они склонны выбирать себе социальное окружение, которое впоследствии будет оказывать на них более значимое влияние, чем остальные члены случайно назначенной группы. То есть они создают в рамках административно сформированных групп круг более близкого общения, который может выстраиваться на основе общих интересов, географической близости места проживания и иных факторов [McPherson, Smith-Lovin, Cook, 2001]. Таким образом, значимое окружение — это результат осознанного выбора индивида [Lomi et al., 2011], а не воля случая.

В исследованиях эффектов сообучения положение учащегося в социальной сети класса рассматривается как статическое и не подверженное изменениям. Однако социальные сети с течением времени существенно меняются, особенно если речь идет о сетях студентов-первокурсников. К примеру, студент может разорвать отношения с однокурсником, который получает низкие оценки, и стремиться формировать новые связи с успевающими учащимися.

Таким образом, эффекты сообучения необходимо рассматривать в динамике, причем учитывать нужно изменение как академических достижений учащихся, так и их социальных связей. Это взаимная динамика двух разных процессов, тщательный отбор потенциально значимого окружения, изменение микроструктур в ответ на внешние и внутренние значимые события. Проследивание микроизменений, которые выстраиваются в макроизменение сети и поведения, долгое время было недоступно ввиду отсутствия подходящего инструментария. С разработкой новых методов анализа, таких как стохастическое акторно-ориентиро-

ванное моделирование [Snijders, Bunt, Steglich, 2010], мы получили возможность проследить взаимную динамику социальных связей и академических достижений студентов.

Используя данные о сетях дружеских связей студентов одного из российских университетов, в этой работе мы отвечаем на следующие вопросы.

1. Какова роль образовательных достижений в процессе выбора учащимися друзей среди однокурсников?
2. Как друзья влияют на академические достижения друг друга во время обучения?

Мы демонстрируем наличие эффектов сообучения (со временем успеваемость студентов становится схожей с успеваемостью их социального окружения), а также показываем, как происходит выбор значимых сверстников (оказывается, сходство по уровню академических достижений не является значимым предиктором формирования дружеских связей).

Статья организована следующим образом. В первой части представлен обзор основных работ, посвященных влиянию социального окружения на достижения учащихся. Во второй части описана выборка исследования и приведена дескриптивная статистика. В третьей части рассматривается используемый для анализа инструментарий. В четвертой части представлены результаты исследования, в пятой подведены итоги работы.

1. Обзор исследований влияния социального окружения на достижения учащихся

Влияние социального окружения учащегося на его индивидуальные достижения может быть оценено при помощи специальных эконометрических методов [Manski, 1993; Bramoullé, Djebbari, Fortin, 2009], которые позволяют избежать эндогенности, возникающей при одновременной оценке достижений индивида и достижений его окружения.

В многочисленных эмпирических исследованиях было показано, что социальное окружение учащихся влияет на их академические результаты, причем влияние наиболее успешных сверстников гораздо сильнее. Б. Сейсердот установил, что средний балл студента выше, если его сосед по общежитию входит в топ 25% студентов с высокими академическими достижениями [Sacerdote, 2000]. Студенты с высокими оценками влияют на достижения своих сверстников, в то время как со стороны академически менее успешных студентов такого влияния не наблюдается. Д. Циммерман и С. Кэррелл с соавторами также обнаружили нелинейные эффекты: студенты с невысоким уровнем достижений в большей степени были подвержены влиянию студентов, демонстрирующих высокие результаты [Zimmerman, 2003; Carrell, Fullerton, West, 2008].

В то же время некоторые исследователи сообщают, что выявленные ими эффекты сообучения оказались слабыми или таковых не обнаружено вовсе [Arcidiacono, Nicholson, 2005; Foster, 2006; Brunello, DePaola, Scoppa, 2010; Epple, Romano, 1998]. Такая несогласованность в результатах может быть обусловлена тем, что в разных исследованиях рассматриваются различные типы социального окружения. Это, к примеру, учащиеся одной школы [Angrist, Lang, 2004], студенты одного года обучения [Cargell, Fullerton, West, 2008; Androushchak, Poldin, Yudkevich, 2013], одноклассники или одногруппники [Lavy, Sand, 2012; Lyle, 2007; Валеева, Польшин, Юдкевич, 2013].

Разграничение между случайно назначенным окружением и социально значимыми акторами из случайно назначенного окружения важно, так как значимые люди способны оказывать более сильное влияние на достижения индивидов [Lomi et al., 2011]. Решения относительно состава собственного круга тесного общения учащийся принимает сам, при этом он опирается на внешние характеристики своего окружения и в то же время руководствуется не очевидной для него структурой социальной сети, в которой находится. В качестве внешних характеристик, на основании которых учащиеся склонны формировать близкие связи, могут выступать принадлежность к одному полу [Goodreau, Kitts, Morris, 2009; Shrum, Cheek, MacD, 1988], принадлежность к одной расе или этнической группе [Quillian, Campbell, 2003; Moody, 2001], схожесть по психологическим характеристикам [Selfhout et al., 2010].

Склонность учащихся формировать связи на основании сходства по уровню способностей или академических достижений изучена менее подробно, так как многие исследователи признают, что схожесть по полу, расе, социоэкономическому положению гораздо важнее для выбора друзей, чем академические достижения [Mayer, Puller, 2008]. Тем не менее есть данные, свидетельствующие о том, что дружба с большей вероятностью возникает между учащимися со схожим уровнем академических достижений [Tuma, Hallinan, 1979; Валеева, Польшин, Юдкевич, 2013]. В качестве скрытых структурных характеристик, которые способствуют предпочтительному выбору определенного социального окружения, могут выступать склонность индивидов формировать связи с друзьями своих друзей [Davis, Leinhardt, 1967], склонность отвечать взаимностью на направленные на них связи [Gouldner, 1960].

Отбор значимого окружения происходит не только на основании внешних характеристик сверстников и внутренних параметров социальной сети, но и с учетом потенциальной полезности этого окружения [Currarini, Jackson, Pin, 2009]. Учащиеся склонны устанавливать связи с теми сверстниками, которые могут помочь в решении домашних заданий, предоставить доступ к необходимой информации, способны оказать поддержку при тестировании или подготовке к экзаменам — т. е. полезны во всех

тех видах деятельности, на основании которых оценивается успешность учащихся [Валеева, Польдин, Юдкевич, 2013].

Поскольку круг близкого общения отбирается на основании внешних характеристик окружения, внутренней структуры социальной сети и потенциальной полезности, исследование статической картины социального окружения учащихся и их академических достижений может порождать эндогенность между отбором окружения и демонстрацией достижений. Чтобы изучить влияние того окружения, которое каждый учащийся осознанно отбирает сам, необходим динамический анализ социальных сетей и академических достижений студентов. Дополнительно, чтобы определить причинно-следственные связи между этими двумя феноменами, необходимо разделить два процесса, которые происходят в социальных сетях, — *социальную селекцию* и *социальное влияние* [Snijders, Bunt, Steglich, 2010].

Схожесть уровня академических достижений студентов, между которыми сложились дружеские связи, может быть результатом того, что учащиеся изначально выбирают себе в друзья сверстников с таким же, как у них, уровнем способностей (социальная селекция), а может быть и следствием выравнивания со временем их успеваемости ввиду того, что друзья склонны перенимать поведение друг друга (социальное влияние). Процессы социальной селекции и социального влияния не взаимоисключающие и могут протекать одновременно. В одномоментных срезах невозможно зафиксировать ни ход селекции сверстников на основании уровня их достижений, ни влияние студентов на достижения друг друга. На динамических данных при помощи недавно разработанных методов анализа динамических сетей [Snijders, Bunt, Steglich, 2010] мы можем проанализировать коэволюцию этих процессов.

Протекание социальной селекции и социального влияния изучено в деталях на примере распространения вредных привычек [Mercken et al., 2010] и отклоняющегося поведения [Snijders, Baerveldt, 2003; Baerveldt, Völker, VanRossem, 2008]. Эти типы поведения вызывают особый интерес исследователей, так как быстро передаются по социальным сетям, приводя к «заражению» окружения. К примеру, Л. Меркен с соавторами установила, что учащиеся со схожим отношением к курению склонны формировать связи между собой, а друзья быстрее перенимают друг у друга эту вредную привычку [Mercken et al., 2010]. К. Берфельдт с соавторами показал, как с течением времени распространяется социальное влияние в школьных классах и как происходит «заражение» противоправным поведением (мелкое воровство, хулиганство, вандализм) [Baerveldt, Völker, VanRossem, 2008].

В то же время закономерности передачи академических достижений учащихся по социальным сетям исследованы недостаточно. На выборке школьников из нескольких американских

школ было показано, что учащиеся стремятся формировать связи с одноклассниками со схожей успеваемостью. При изменении уровня успеваемости школьника трансформируется и круг его общения — он начинает дружить с теми, у кого такие же оценки, как у него [Flashman, 2011]. На выборке студентов одного курса, обучающихся в итальянском университете на программе MBA, А. Ломи с коллегами показал, что студенты с низким уровнем академических достижений склонны со временем выбирать в друзья студентов также с невысокими достижениями. Со временем уровни академических достижений учащихся и их друзей и помощников по учебе становятся схожими [Lomi et al., 2011].

Тот факт, что работ по изучению процессов социальной селекции на основании академических достижений и социального влияния на учебные результаты относительно немного, отчасти объясняется самим характером академических достижений как объекта исследования: поведение, которое обуславливает академические достижения, передается по социальным сетям не так быстро, как другие типы поведения. К примеру, курение в большей степени социально обусловленный вид поведения. Если на основании этой привычки может происходить как социальная селекция (формирование дружбы с теми учащимися, которые курят), так и социальное влияние («заражение» этой привычкой друзей курящего), то демонстрация высоких академических достижений как вид поведения и ее социальная передача сильно зависят от изучаемой среды. Так, существуют определенные типы выборов, в которых демонстрация высоких достижений не является важным фактором, на основании которого формируются социальные связи, и даже выборы, где высокие достижения служат негативным сигналом для окружения при формировании связей [Staff, Kreager, 2008; Lusher, 2011].

В данной работе мы исследуем формирование и передачу эффектов сообучения по социальным сетям дружбы. Чтобы проследить, как учащиеся выбирают себе друзей на основании их достижений и как достижения передаются по социальным сетям, мы используем стохастические акторно-ориентированные модели [Snijders, Bunt, Steglich, 2010], которые позволяют разделять процессы социальной селекции и социального влияния.

Выборку исследования составили студенты первого курса одного из селективных российских университетов. Мы рассматриваем социальные отношения и академические достижения студентов на первом году обучения, когда они еще не знакомы близко друг с другом, а их достижения и социальные связи подвержены изменениям: учащиеся продолжают отбирать себе друзей и только начинают формировать свое представление об уровне успеваемости и способностях друг друга. Особенность выборки состоит в том, что ввиду селективности рассматриваемого университета и факультета обучения для студентов

важно демонстрировать высокие академические достижения как преподавателям, так и своим однокурсникам. Оценки в данном университете выставляются публично. Студенты знают о промежуточных и итоговых баллах друг друга по каждому курсу, в конце каждого модуля на сайте университета вывешивается рейтинг студентов, основанный на их академических достижениях. Небольшой доле студентов, которые находятся в топе рейтинга, университет предоставляет дополнительную финансовую помощь, тем самым поощряя их достижения и стимулируя остальных студентов показывать более высокие результаты. Таким образом, в рассматриваемой выборке студентов оценки выступают в качестве сигналов, в соответствии с которыми студенты могут менять свои связи, тем самым улучшая как свое положение в социальной сети, так и собственные академические достижения.

2. Источники эмпирических данных и описательная статистика

Эмпирической основой исследования послужили данные о социальных связях и характеристиках студентов факультета экономики, которые обучались в 2013/2014 учебном году на первом курсе одного из российских университетов. Они были получены из двух источников: из анкетного опроса студентов и административной базы данных университета.

Для получения информации о социальных взаимодействиях студентов в течение первого года обучения было проведено три анкетных опроса с интервалом в три месяца (первый — в октябре 2013 г., второй — в феврале 2014 г., третий — в июне 2014 г.). Опрос проводился после занятий. В анкете студентов просили указать однокурсников, с которыми они связаны узлами дружбы: *«Напишите, пожалуйста, имена и фамилии своих однокурсников, с которыми Вы общаетесь больше всего»*. Число однокурсников, которых могли указать студенты, не ограничивалось. С помощью дополнительного вопроса в анкете фиксировалось наличие знакомства студентов между собой до поступления в университет.

Из административной базы данных университета были получены сведения о группе, в которой обучается каждый студент, и о его успеваемости. На курсе, который рассматривается в этой работе, пять учебных групп в среднем по 26 студентов. Лекции обычно читаются для всех групп на курсе вместе, семинары проходят для каждой группы по отдельности.

Учебный год состоит из четырех модулей, которые длятся в среднем по три месяца. Информация об итоговых оценках студентов по каждому курсу и их средний балл за каждый модуль общедоступны. Рейтинги студентов вывешиваются на доске объявлений в здании университета и доступны на веб-сайте вуза. Таким образом, студенты имеют возможность получить информацию об успеваемости своих однокурсников. Студенты, кото-

Таблица 1. **Описательная статистика сети дружбы**

Параметр сети	Первая волна	Вторая волна	Третья волна
Число студентов	117	117	117
Число дружеских связей между студентами	715	662	557
Плотность сети	0,053	0,049	0,041
Взаимность сети	0,63	0,60	0,51
Транзитивность сети	0,42	0,37	0,35
Коэффициент Жаккарда	—	0,35	0,32

рые находятся на первых местах рейтинга, получают повышенную стипендию.

Для оценки академических достижений студентов была рассчитана относительная успеваемость. Для этого мы вычислили средний балл студента за каждый модуль как среднее арифметическое его оценок по всем предметам с учетом коэффициента каждого предмета. Каждый студент получает оценки по 6–10 предметам, в зависимости от модуля. Коэффициент, соответствующий каждому предмету, устанавливается администрацией университета, он характеризует учебную нагрузку, которую получает студент при прохождении данного курса, и сложность курса. Этот коэффициент учитывается при расчете рейтингов студентов (курсы с высокими коэффициентами более значимы при рейтинговании). Средние баллы сопоставлялись с максимально возможным баллом, который студент мог бы получить при наивысших оценках по всем предметам. Таким образом оценивалась относительная успеваемость студента, которая может принимать значения от 0 до 100% (0% — если студент не получил оценок вообще, 100% — если студент получил максимальные баллы по всем предметам). Полученные показатели были сведены в порядковую шкалу с помощью шкалы перевода из рейтинговой системы оценки знаний в 4-балльную. Учащиеся, относительная успеваемость которых составила от 0 до 39%, кодировались как 1 (неудовлетворительно), 40–59% — 2 (удовлетворительно), 60–79% — 3 (хорошо), 80–100% — 4 (отлично). Данные об успеваемости за конкретный промежуток времени собирались одновременно со сбором анкетных данных (в октябре 2013 г., в феврале и в июне 2014 г.).

В выборку вошли данные о 117 студентах (90% курса) — респондентах, участвовавших как минимум в двух волнах опроса. В первом опросе участвовали 89% учащихся, во втором — 79%, в третьем — 76%. Потерянные данные о социальных связях были получены с помощью процедуры восполнения пропущенных дан-

Таблица 2. **Описательная статистика показателей успеваемости**

Параметр	Первая волна	Вторая волна	Третья волна
Среднее	2,47	2,39	2,79
Стандартное отклонение	0,67	0,78	0,73
Минимум	1	1	1
Максимум	4	4	4

ных в пакете *RSiena* [Ripley et al., 2015] в среде *R project* [Team R, 2012]. Мужчины составили 31% выборки, женщины — 69%.

В табл. 1–3 представлена описательная статистика для социальной сети дружбы, а также описательная статистика показателя успеваемости учащихся. Для оценки степени изменения связей в сети рассчитан коэффициент Джаккарда.

Для изучения процессов социальной селекции на основании академических достижений и социального влияния на учебные результаты студентов были протестированы следующие не противоречащие друг другу гипотезы.

ГИПОТЕЗА 1 В социальной сети дружбы наблюдается социальная селекция. Учащиеся склонны выбирать себе друзей со схожей успеваемостью.

ГИПОТЕЗА 2 В социальной сети дружбы наблюдается социальное влияние. Студенты склонны влиять на своих друзей, и со временем успеваемость друзей становится схожей.

3. Метод анализа эмпирических данных

Стандартные методы анализа, такие как регрессионные модели, для изучения взаимной динамики социальных сетей и поведения не подходят. Причина, по которой использование традиционных методов анализа может приводить к ошибкам, кроется во взаимной эндогенности рассматриваемых переменных — таких как связи и поведение в социальных сетях. Данные о социальных сетях изначально взаимозависимы, а базовое предположение линейных методов заключается в независимости наблюдений [Robins, 2013].

В последние годы были разработаны методы, которые позволяют анализировать такого рода данные, разделяя процессы изменения сетей и поведения. Один из таких методов — стохастическое акторно-ориентированное моделирование (*Stochastic Actor-Oriented Models, SAOM*) [Snijders, Bunt, Steglich, 2010], которое мы используем в данной работе. Этот метод широко применяется при анализе социальных сетей учащихся (преимущественно школьников). Небольшой размер группы учащихся и ее

относительно высокая стабильность в периоды наблюдений позволяют собирать достаточные для анализа данные.

Модель SAOM, как и иные агентные модели, основывается на представлении о социальном индивидуализме, в соответствии с которым акторы изменяют свои связи и характеристики (поведение) осознанно с целью оптимизации положения в социальной системе, определяемого через целевую функцию. В SAOM изменения в сетях рассматриваются как марковские процессы, в которых текущее состояние сети зависит только от предыдущего состояния. При этом эволюция сети является непрерывным процессом, поэтому структурные макроизменения представляют собой совокупность микроизменений. Данный метод позволяет фиксировать как структурные изменения в социальной сети (возникновение дружбы между студентами со схожими характеристиками), так и смену поведения участников сети (со временем друзья перенимают характеристики друг друга), и оценивать степень влияния этих изменений на эволюцию всей социальной сети. Метод SAOM позволяет разделять процессы социальной селекции и социального влияния и оценивать их вклад в создание социальной сети.

В оцениваемую модель, как правило, включаются два типа эффектов: эндогенные и экзогенные [Ibid.]. В качестве эндогенных выступают сетевые эффекты, такие как степень центральности (тенденция акторов к образованию новых связей с течением времени), взаимность (склонность акторов со временем образовывать взаимные связи), транзитивность (тенденция акторов замыкаться в триадные связи), 3-циклы (тенденция к формированию циклических структур), посредничество (склонность акторов занимать позицию посредников в сети).

В качестве экзогенных выступают эффекты, связанные с индивидуальными характеристиками акторов. Это могут быть эффекты гомофилии (склонность акторов формировать связи со схожими акторами), популярности (склонность акторов с определенными характеристиками быть более популярными), активности (склонность акторов с определенными характеристиками быть более активными).

При изучении коэволюции социальной сети и успеваемости могут быть оценены эффекты социального влияния (тенденция акторов перенимать успеваемость тех, с кем они связаны), влияние популярности на успеваемость (склонность популярных акторов получать более высокие оценки с течением времени) и влияние активности на успеваемость (склонность активных акторов получать более высокие оценки с течением времени).

Коэффициенты этих эффектов интерпретируются так же, как и коэффициенты логистической регрессии. В данной работе для обозначения участников сети мы пользуемся термином «актор», для разграничения направления связи мы используем термины

Таблица 3. **Эффекты динамики социальных сетей**

Название эффекта	Интерпретация	Иллюстрация
КОНТРОЛЬНЫЕ СЕТЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ		
Плотность сети	Склонность акторов к формированию связей	
Взаимность	Склонность акторов к образованию взаимных связей	
ТРИАДНЫЕ ЭФФЕКТЫ		
Транзитивность	Склонность акторов устанавливать связи с теми, с кем устанавливают связи их друзья	
3-циклы	Склонность акторов к образованию циклических структур	
Посредничество	Склонность акторов занимать позиции посредников	
СВЯЗИ В ДРУГИХ СЕТЯХ		
Знакомство до поступления (связь в экзогенной сети)	Склонность акторов, знакомых до поступления в учебное заведение, завязывать связи дружбы	
ЭФФЕКТЫ ПО АТРИБУТАМ (пол и успеваемость)		
Сходство по успеваемости/по полу	Склонность акторов со схожими характеристиками устанавливать связи между собой	
Экзогенные атрибуты (успеваемость) альтера	Склонность акторов с высокой успеваемостью быть более популярными	
Экзогенные атрибуты (успеваемость) эго	Склонность акторов с высокой успеваемостью быть более активными	
ЭФФЕКТЫ ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ		
Линейный и квадратичный эффекты	Изменение показателя успеваемости в динамике	
Ассимиляция успеваемости	Склонность акторов перенимать успеваемость тех, с кем они связаны	
Популярность студентов с высоким средним баллом	Склонность популярных акторов демонстрировать более высокую успеваемость	
Активность студентов с высоким средним баллом	Склонность активных акторов демонстрировать более высокую успеваемость	

- ★ Успеваемость актора не имеет значения
- ✕ Актор с низкой успеваемостью
- Актор с высокой успеваемостью

«эго» (актор, который направляет связь) и «альтер» (актор, который принимает связь). Эффекты динамики социальных сетей, которые мы включаем в модели, представлены в табл. 3.

Оценка параметров в этой работе произведена методом моментов [Snijders, Steglich, Schweinberger, 2007] в пакете *RSiena* в статистической среде *R* [Team R, 2012].

Чтобы проверить выдвинутые гипотезы, рассмотрим эволюцию сети дружбы. Для анализа роли социальной селекции мы оцениваем значимость сходства по успеваемости между акторами. С целью выявления социального влияния в модель включен эффект ассимиляции успеваемости друзей. Дополнительно в модель введены контрольные переменные, фиксирующие склонность популярных и активных акторов с течением времени получать более высокие оценки. Мы также контролируем склонность учащихся, получающих высокие оценки, становиться популярнее и активнее в социальной сети.

В модель коэволюции сети дружбы и успеваемости учащихся (табл. 4) включены две группы контрольных переменных. Во-первых, это эндогенные сетевые эффекты, описывающие структурные изменения: плотность, взаимность, транзитивность, 3-циклы и посредничество. По умолчанию в модель также введены параметры изменения, отражающие значимость изменений, произошедших в сетях и поведении акторов за наблюдаемые периоды. Во-вторых, это экзогенные эффекты: знакомство студентов до поступления, принадлежность студентов к одной учебной группе и пол. В табл. 4 представлены нестандартизированные коэффициенты.

Из табл. 4 видно, что в сети дружбы параметр, характеризующий сходство студентов по успеваемости, незначим. Следовательно, при выборе друзей студенты не руководствуются их успеваемостью. При этом акторы с высокими показателями успеваемости со временем склонны становиться более активными и популярными в сети дружбы. В то же время эффект ассимиляции успеваемости оказывается положительным и значимым, что свидетельствует о наличии социального влияния в сети дружбы студентов.

Таким образом, гипотеза 1 отвергается, а гипотеза 2 подтверждается. Учащиеся не склонны ориентироваться на успеваемость, выбирая друзей, но с течением времени успеваемость друзей становится схожей.

Из контрольных эффектов положительны и значимы параметры изменений, отражающие степень изменения для сетей и поведения. Параметр изменения сети для второго периода наблюдений ниже, чем для первого, что говорит о большей стабильности связей в период между второй и третьей волной наблюдений. Параметр изменений, характеризующий эволюцию

4. Результаты моделирования

Таблица 4. Модель коэволюции сети дружбы и успеваемости учащихся

Параметр	Значение (Ст. ошибка)	t-статистика
Параметр изменения 1	17,12*** (1,55)	0,01
Параметр изменения 2	16,38*** (1,22)	-0,05
Контрольные сетевые эффекты		
Плотность	-2,14*** (0,12)	0,05
Взаимность	1,70*** (0,10)	-0,00
ТРИАДНЫЕ ЭФФЕКТЫ		
Транзитивность	0,28*** (0,02)	-0,01
3-циклы	-0,25*** (0,05)	0,07
Посредничество	-0,10*** (0,02)	-0,05
СВЯЗИ В ДРУГИХ СЕТЯХ		
Знакомство до поступления	0,96*** (0,15)	-0,05
Обучение в одной группе	0,70*** (0,06)	-0,02
ЭФФЕКТЫ ПО ПОЛУ		
Пол альтера (1 — мужчина)	0,09 (0,07)	-0,05
Пол эго (1 — мужчина)	0,19*** (0,06)	0,10
Сходство по полу	0,24*** (0,06)	-0,01
ЭФФЕКТЫ ПО УСПЕВАЕМОСТИ		
Успеваемость альтера	0,16*** (0,05)	-0,00
Успеваемость эго	0,13*** (0,05)	0,03
Сходство по успеваемости	0,25 (0,19)	0,01
ЭФФЕКТЫ ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ		
Параметр изменения 1	0,54*** (0,13)	-0,00
Параметр изменения 2	1,12*** (0,20)	-0,07
Линейный эффект успеваемости	1,09 (0,63)	-0,01
Квадратичный эффект успеваемости	0,42 (0,39)	-0,03
Ассимиляция успеваемости	7,61* (3,37)	0,03
Популярность студентов с высоким средним баллом	0,05*** (0,10)	0,02
Активность студентов с высоким средним баллом	-0,14 (0,14)	0,01

*** p -value < 0,001; ** p -value < 0,01; * p -value < 0,05.

Таблица 5. **Степень социального влияния в сети дружбы**

Эго, средняя оценка	Альтер, средняя оценка			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Неудовлетворительно	1,22	-1,31	-3,85	-6,39
Удовлетворительно	-1,04	1,49	-1,04	-3,58
Хорошо	-2,46	0,08	2,61	0,08
Отлично	-3,03	-0,50	2,04	4,58

успеваемости, наоборот, для первого периода наблюдений ниже, чем для второго, т. е. успеваемость сильнее изменяется в период между вторым и третьим наблюдениями.

Среди структурных эффектов значимыми для формирования сети оказываются плотность, взаимность и транзитивность. Это значит, что акторы не стремятся к формированию связей, когда же связь присутствует, то велика вероятность, что она будет взаимной и транзитивной. Совокупность положительного значения эффекта транзитивности и негативного значения 3-циклов говорит о наличии локальной иерархии в сети дружбы. Совокупность положительного значения эффекта транзитивности и негативного значения посредничества свидетельствует о возникновении локальных кластеров внутри социальной сети.

Из экзогенных эффектов значимым предиктором формирования дружеских связей является принадлежность студентов к одной учебной группе. Учащиеся также с большей вероятностью образуют связи с представителями своего пола, при этом мужчины оказываются активнее в процессе формирования сети: они чаще называют большее число друзей. Студенты склонны дружить с однокурсниками, которых они знали до поступления в университет. По условиям акторно-ориентированных моделей с течением времени каждый актор изменяет свои связи и/или поведение для оптимизации положения в системе, которое описывается целевой функцией. Используя формулу целевой функции, оценим вклад в целевую функцию при создании связей между студентами с разными показателями успеваемости. Процедура позволяет оценить степень социального влияния успеваемости альтера на успеваемость эго. Детально процедуры расчета таблиц социального влияния описаны в работах [Ripley et al., 2015; Lomi et al., 2011].

Полученные значения параметров для сети дружбы представлены в табл. 5. Они интерпретируются как коэффициенты логистической регрессии. Значение параметра социального влияния

показывает степень влияния социального окружения на успеваемость студента.

Анализ влияния окружения на эволюцию успеваемости показывает, что если друзья студента учатся на «хорошо» и «отлично», со временем его оценки будут становиться выше. Высокие значения по диагонали таблицы означают, что студенты обычно получают такие же оценки, как и их друзья. При этом вероятность того, что студенты, которые учатся на «отлично» и общаются с плохо успевающими студентами, станут с течением времени учиться хуже, выше, чем вероятность того, что студенты, получающие оценки «неудовлетворительно» и общающиеся с теми, кто получает «отлично», улучшат свои достижения.

5. Заключение Данная работа посвящена изучению динамики социальных сетей дружбы и академических достижений студентов одного из российских университетов. Были выдвинуты непротиворечивые предположения о том, что учащиеся склонны выбирать себе друзей со схожей успеваемостью (гипотеза о социальной селекции на основании достижений) и что студенты склонны влиять на своих друзей и со временем успеваемость взаимодействующих студентов становится схожей (гипотеза о социальном влиянии по признаку достижений).

В социальной сети дружбы был зафиксирован механизм социального влияния. Более детальный анализ позволил выявить особенности социального влияния среди студентов с разным уровнем академических достижений. Студенты, социальное окружение которых составляют те, кто учится на «хорошо» и «отлично», склонны с течением времени улучшать свои учебные достижения. Таким образом, изначальное формирование дружеской связи со студентом, обладающим высокими способностями и получающим высокие оценки, может иметь положительный эффект для друзей этого студента. В то же время изначальное формирование связи со студентом с невысокими способностями может впоследствии иметь негативный эффект для его сверстников. Исключение составляют студенты с оценками «неудовлетворительно», успеваемость которых со временем снижается в любом случае. Результаты подтверждают наличие эффектов сообучения со стороны друзей, причем они в большей степени выражены для студентов, которые выбирают себе в друзья однокурсников с высокими достижениями.

Студенты с высокими оценками становятся популярнее и активнее в сети дружбы с течением времени. Эти данные позволяют утверждать, что в исследованной выборке студенты с высокими достижениями находятся в социальном центре, они влияют на своих сверстников, повышая их успеваемость. Наличие такого эффекта означает, что студенты с высокими достижениями

не исключаются из круга общения курса, напротив, они способны помогать своему окружению, способствовать наращиванию общего уровня знаний курса. Именно эти студенты являются акторами, посредством которых информация будет передана их окружению наилучшим образом и будет произведено наиболее эффективное социальное влияние.

В этой работе мы показываем, что достижения друзей — значимый фактор формирования и эволюции индивидуальной академической успеваемости студентов. Разделение процессов социальной селекции и социального влияния вносит вклад в исследования роли социальных сетей в формировании эффектов обучения.

1. Валеева Д. Р., Польшин О. В., Юдкевич М. М. Связи дружбы и помощи при обучении в университете // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 70–84.
2. Androushchak G., Poldin O., Yudkevich M. (2013) Role of Peers in Student Academic Achievement in Exogenously Formed University Groups // Educational Studies. Vol. 39. No 5. P. 568–581.
3. Angrist J. D., Lang K. (2004) Does School Integration Generate Peer Effects? Evidence from Boston's Metco Program // American Economic Review. Vol. 94. No 5. P. 1613–1634.
4. Arcidiacono P., Foster G., Goodpaster N., Kinsler J. (2012) Estimating Spillovers Using Panel Data, with an Application to the Classroom // Quantitative Economics. Vol. 3. No 3. P. 421–470.
5. Arcidiacono P., Nicholson S. (2005) Peer Effects in Medical School // Journal of Public Economics. Vol. 89. No 2. P. 327–350.
6. Baerveldt C., Völker B., Van Rossem R. (2008) Revisiting Selection and Influence: An Inquiry into the Friendship Networks of High School Students and their Association with Delinquency // Canadian Journal of Criminology and Criminal Justice / La Revue Canadienne de Criminologie et de Justice Pénale. Vol. 50. No 5. P. 559–587.
7. Bramoullé Y., Djebbari H., Fortin B. (2009) Identification of Peer Effects through Social Networks // Journal of Econometrics. Vol. 150. No 1. P. 41–55.
8. Brunello G., De Paola M., Scoppa V. (2010) Peer Effects in Higher Education: Does the Field of Study Matter? // Economic Inquiry. Vol. 48. No 3. P. 621–634.
9. Carrell S. E., Fullerton R. L., West J. E. (2008) Does your Cohort Matter? Measuring Peer Effects in College Achievement. National Bureau of Economic Research Working Paper No 14032.
10. Coleman J. S. et al. (1966) Equality of Educational Opportunity. Washington, DC: U. S. Office of Education. P. 1066–5684.
11. Currarini S., Jackson M. O., Pin P. (2009) An Economic Model of Friendship: Homophily, Minorities, and Segregation // Econometrica. Vol. 77. No 4. P. 1003–1045.
12. Davis J. A., Leinhardt S. (1967) The Structure of Positive Interpersonal Relations in Small Groups. Chicago: National Opinion Research Center.
13. Epple D., Romano R. E. (1998) Competition between Private and Public Schools, Vouchers, and Peer-Group Effects // American Economic Review. Vol. 88. No 1. P. 33–62.
14. Flashman J. (2011) Academic Achievement and its Impact on Friend Dynamics // Sociology of Education. Vol. 85. No 1. P. 61–80.

Литература

15. Foster G. (2006) It's not your Peers, and it's not your Friends: Some Progress toward Understanding the Educational Peer Effect Mechanism// *Journal of Public Economics*. Vol. 90. No 8. P. 1455–1475.
16. Gijsselaers W. H., Schmidt H. G. (1995) Effects of Quantity of Instruction on Time Spent on Learning and Achievement// *Educational Research and Evaluation*. Vol. 1. No 2. P. 183–201.
17. Goodreau S. M., Kitts J. A., Morris M. (2009) Birds of a Feather, or Friend of a Friend? Using Exponential Random Graph Models to Investigate Adolescent Social Networks// *Demography*. Vol. 46. No 1. P. 103–125.
18. Gouldner A. W. (1960) The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement// *American Sociological Review*. Vol. 25. No 2. P. 161–178.
19. Lamport M. A. (1993) Student-Faculty Informal Interaction and the Effect on College Student Outcomes: A Review of the Literature// *Adolescence*. Vol. 28. No 112. P. 971–990.
20. Lavy V., Sand E. (2012) The Friends Factor: How Students' Social Networks Affect their Academic Achievement and Well-Being?// *National Bureau of Economic Research Working Paper No 18430*.
21. Lin X. (2010) Identifying Peer Effects in Student Academic Achievement by Spatial Autoregressive Models with Group Unobservables// *Journal of Labor Economics*. Vol. 28. No 4. P. 825–860.
22. Lomi A., Snijders T. A., Steglich C. E., 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.
23. Lusher D. (2011) Masculinity, Educational Achievement and Social Status: A Social Network Analysis// *Gender and Education*. Vol. 23. No 6. P. 655–675.
24. Lyle D. S. (2007) Estimating and Interpreting Peer and Role Model Effects from Randomly Assigned Social Groups at West Point// *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 89. No 2. P. 289–299.
25. Lyle D. S. (2009) The Effects of Peer Group Heterogeneity on the Production of Human Capital at West Point// *American Economic Journal: Applied Economics*. Vol. 1. No 4. P. 69–84.
26. Manski C. F. (1993) Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem// *The Review of Economic Studies*. Vol. 60. No 3. P. 531–542.
27. 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. P. 329–347.
28. McPherson M., Smith-Lovin L., Cook J. M. (2001) Birds of a Feather: Homophily in Social Networks// *Annual Review of Sociology*. Vol. 27. P. 415–444.
29. Mercken L., Snijders T. A., Steglich C., Vartiainen E., De Vries H. (2010) Dynamics of Adolescent Friendship Networks and Smoking Behavior// *Social Networks*. Vol. 32. No 1. P. 72–81.
30. Moody J. (2001) Race, School Integration, and Friendship Segregation in America// *American Journal of Sociology*. Vol. 107. No 3. P. 679–716.
31. Quillian L., Campbell M. E. (2003) Beyond Black and White: The Present and Future of Multiracial Friendship Segregation// *American Sociological Review*. Vol. 68. No 4. P. 540–566.
32. Perozzi B., Rainey A., Wahlquist Z. (2003) A Review of the Effects of Student Employment on Academic Achievement// *ACUI Bulletin*. Vol. 71. No 5. P. 1–6.
33. Pike G. R., Kuh G. D., Massa-McKinley R. C. (2008) First-Year Students' Employment, Engagement, and Academic Achievement: Untangling the Relationship between Work and Grades// *Journal of Student Affairs Research and Practice*. Vol. 45. No 4. P. 1012–1034.

34. Ripley R. M., Snijders T. A., Boda Z., Voros A., Preciado P. (2015) Manual for RSIENA. Oxford: University of Oxford, Department of Statistics, Nuffield College.
35. Robins G. (2013) A Tutorial on Methods for the Modeling and Analysis of Social Network Data // *Journal of Mathematical Psychology*. Vol. 57. No 6. P. 261–274.
36. Sacerdote B. (2000) Peer Effects with Random Assignment: Results for Dartmouth Roommates. National Bureau of Economic Research Working Paper No 7469.
37. Selfhout M., Burk W., Branje S., Denissen J., Van Aken M., Meeus W. (2010) Emerging Late Adolescent Friendship Networks and Big Five Personality Traits: A Social Network Approach // *Journal of Personality*. Vol. 78. No 2. P. 509–538.
38. Shrum W., Cheek N. H., Jr., Mac D. S. (1988) Friendship in School: Gender and Racial Homophily // *Sociology of Education*. Vol. 61. No 4. P. 227–239.
39. Sirin S. R. (2005) Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research // *Review of Educational Research*. Vol. 75. No 3. P. 417–453.
40. Snijders T. A. B., Baerveldt C. (2003) A Multilevel Network Study of the Effects of Delinquent Behavior on Friendship Evolution // *Journal of Mathematical Sociology*. Vol. 27. No 2–3. P. 123–151.
41. Snijders T. A. B., Bunt G. G., Steglich C. E. G. (2010) Introduction to Stochastic Actor-Based Models for Network Dynamics // *Social Networks*. Vol. 32. No 1. P. 44–60.
42. Snijders T., Steglich C., Schweinberger M. (2007) Modeling the Coevolution of Networks and Behavior / K. Van Montfort, J. Oud, A. Satorra (eds) *Longitudinal Models in the Behavioral and Related Sciences*. London: Lawrence Erlbaum. P. 41–71.
43. Staff J., Kreager D. A. (2008) Too Cool for School? Violence, Peer Status and High School Dropout // *Social Forces*. Vol. 87. No 1. P. 445–471.
44. Team R (2012) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
45. Tuma N. B., Hallinan M. T. (1979) The Effects of Sex, Race, and Achievement on Schoolchildren's Friendships // *Social Forces*. Vol. 57. No 4. P. 1265–1285.
46. Van de Water G. (1996) The Effect of Part-Time Work on Academic Performance and Progress: An Examination of the Washington State Work-Study Program. *Student Employment: Linking College and the Workplace*. Columbia: University of South Carolina. P. 57–67.
47. White K. R. (1980) Socio-Economic Status and Academic Achievement // *Evaluation in Education*. No 4. P. 79–81.
48. Zimmerman D. J. (2003) Peer Effects in Academic Outcomes: Evidence from a Natural Experiment // *Review of Economics and Statistics*. Vol. 85. No 1. P. 9–23.

Co-Evolution of Social Networks and Student Performance

Authors **Sofia Dokuka**

Candidate of Sciences in Sociology, Junior Research Fellow, Center for Institutional Studies, International Research Laboratory for Institutional Analysis of Economic Reforms, National Research University—Higher School of Economics. E-mail: sdokuka@hse.ru

Diliara Valeeva

Junior Research Fellow, Center for Institutional Studies, International Research Laboratory for Institutional Analysis of Economic Reforms, National Research University—Higher School of Economics. E-mail: dvaleeva@hse.ru

Maria Yudkevich

Candidate of Sciences in Economic Theory, Vice Rector; Director, Center for Institutional Studies, National Research University—Higher School of Economics. E-mail: yudkevich@hse.ru

Address: 20 Myasnitskaya str., 101000, Moscow, Russian Federation.

Abstract Peer-effects describe the influence of social environment on individual academic achievements. Social environment is usually considered as a randomly formed group. However, it forms and develops as a result of an individual conscious dynamic choice. Students may initially choose friends among peers with similar level of academic performance, and the influence of close friends on each other's achievements may reveal itself over time. Using stochastic actor-based models, we demarcated the boundaries between social selection and social influence evaluated through academic performance. Having analyzed the dynamics of friendship ties and academic achievements throughout the first year at university, we discovered that students were not guided by the level of academic performance when choosing friends among peers but academic achievements of the latter affected their own performance over time. This could be explained by social segregation of students based on their academic outcomes.

Keywords higher education, social networks, friendship ties, dynamic statistical models, stochastic actor-based models, academic achievement, academic performance, academic outcomes, effects of co-learning.

- References**
- Androushchak G., Poldin O., Yudkevich M. (2013) Role of Peers in Student Academic Achievement in Exogenously Formed University Groups. *Educational Studies*, vol. 39, no 5, pp. 568–581.
 - Angrist J. D., Lang K. (2004) Does School Integration Generate Peer Effects? Evidence from Boston's Metco Program. *American Economic Review*, vol. 94, no 5, pp. 1613–1634.
 - Arcidiacono P., Foster G., Goodpaster N., Kinsler J. (2012) Estimating Spillovers Using Panel Data, with an Application to the Classroom. *Quantitative Economics*, vol. 3, no 3, pp. 421–470.
 - Arcidiacono P., Nicholson S. (2005) Peer Effects in Medical School. *Journal of Public Economics*, vol. 89, no 2, pp. 327–350.
 - Baerveldt C., Völker B., van Rossem R. (2008) Revisiting Selection and Influence: An Inquiry into the Friendship Networks of High School Students and their Association with Delinquency. *Canadian Journal of Criminology and*

- Criminal Justice/La Revue Canadienne de Criminologie et de Justice Pénale*, vol. 50, no 5, pp. 559–587.
- Bramoullé Y., Djebbari H., Fortin B. (2009) Identification of Peer Effects through Social Networks. *Journal of Econometrics*, vol. 150, no 1, pp. 41–55.
- Brunello G., De Paola M., Scoppa V. (2010) Peer Effects in Higher Education: Does the Field of Study Matter? *Economic Inquiry*, vol. 48, no 3, pp. 621–634.
- Carrell S. E., Fullerton R. L., West J. E. (2008) *Does your Cohort Matter? Measuring Peer Effects in College Achievement*. National Bureau of Economic Research Working Paper No 14032.
- Coleman J. S. et al. (1966) *Equality of Educational Opportunity*. Washington, DC: U. S. Office of Education.
- Currarini S., Jackson M. O., Pin P. (2009) An Economic Model of Friendship: Homophily, Minorities, and Segregation. *Econometrica*, vol. 77, no 4, pp. 1003–1045.
- Davis J. A., Leinhardt S. (1967) *The Structure of Positive Interpersonal Relations in Small Groups*. Chicago: National Opinion Research Center.
- Epple D., Romano R. E. (1998) Competition between Private and Public Schools, Vouchers, and Peer-Group Effects. *American Economic Review*, vol. 88, no 1, pp. 33–62.
- Flashman J. (2011) Academic Achievement and its Impact on Friend Dynamics. *Sociology of Education*, vol. 85, no 1, pp. 61–80.
- Foster G. (2006) It's not your Peers, and it's not your Friends: Some Progress toward Understanding the Educational Peer Effect Mechanism. *Journal of Public Economics*, vol. 90, no 8, pp. 1455–1475.
- Gijselaers W. H., Schmidt H. G. (1995) Effects of Quantity of Instruction on Time Spent on Learning and Achievement. *Educational Research and Evaluation*, vol. 1, no 2, pp. 183–201.
- Goodreau S. M., Kitts J. A., Morris M. (2009) Birds of a Feather, or Friend of a Friend? Using Exponential Random Graph Models to Investigate Adolescent Social Networks. *Demography*, vol. 46, no 1, pp. 103–125.
- Gouldner A. W. (1960) The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement. *American Sociological Review*, vol. 25, no 2, pp. 161–178.
- Lampton M. A. (1993) Student-Faculty Informal Interaction and the Effect on College Student Outcomes: A Review of the Literature. *Adolescence*, vol. 28, no 112, pp. 971–990.
- Lavy V., Sand E. (2012) *The Friends Factor: How Students' Social Networks Affect their Academic Achievement and Well-Being?* National Bureau of Economic Research Working Paper No 18430.
- Lin X. (2010) Identifying Peer Effects in Student Academic Achievement by Spatial Autoregressive Models with Group Unobservables. *Journal of Labor Economics*, vol. 28, no 4, pp. 825–860.
- Lomi A., Snijders T. A., Steglich C. E., 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.
- Lusher D. (2011) Masculinity, Educational Achievement and Social Status: A Social Network Analysis. *Gender and Education*, vol. 23, no 6, pp. 655–675.
- Lyle D. S. (2007) Estimating and Interpreting Peer and Role Model Effects from Randomly Assigned Social Groups at West Point. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 89, no 2, pp. 289–299.
- Lyle D. S. (2009) The Effects of Peer Group Heterogeneity on the Production of Human Capital at West Point. *American Economic Journal: Applied Economics*, vol. 1, no 4, pp. 69–84.

- Manski C. F. (1993) Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem. *The Review of Economic Studies*, vol. 60, no 3, pp. 531–542.
- 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, pp. 329–347.
- McPherson M., Smith-Lovin L., Cook J. M. (2001) Birds of a Feather: Homophily in Social Networks. *Annual Review of Sociology*, vol. 27, pp. 415–444.
- Mercken L., Snijders T. A., Steglich C., Vartiainen E., de Vries H. (2010) Dynamics of Adolescent Friendship Networks and Smoking Behavior. *Social Networks*, vol. 32, no 1, pp. 72–81.
- Moody J. (2001) Race, School Integration, and Friendship Segregation in America. *American Journal of Sociology*, vol. 107, no 3, pp. 679–716.
- Quillian L., Campbell M. E. (2003) Beyond Black and White: The Present and Future of Multiracial Friendship Segregation. *American Sociological Review*, vol. 68, no 4, pp. 540–566.
- Perozzi B., Rainey A., Wahlquist Z. (2003) A Review of the Effects of Student Employment on Academic Achievement. *ACUI Bulletin*, vol. 71, no 5, pp. 1–6.
- Pike G. R., Kuh G. D., Massa-McKinley R. C. (2008) First-Year Students' Employment, Engagement, and Academic Achievement: Untangling the Relationship between Work and Grades. *Journal of Student Affairs Research and Practice*, vol. 45, no 4, pp. 1012–1034.
- Ripley R. M., Snijders T. A., Boda Z., Voros A., Preciado P. (2015) *Manual for RSIENA*. Oxford: University of Oxford, Department of Statistics, Nuffield College.
- Robins G. (2013) A Tutorial on Methods for the Modeling and Analysis of Social Network Data. *Journal of Mathematical Psychology*, vol. 57, no 6, pp. 261–274.
- Sacerdote B. (2000) *Peer Effects with Random Assignment: Results for Dartmouth Roommates*. National Bureau of Economic Research Working Paper No 7469.
- Selfhout M., Burk W., Branje S., Denissen J., Van Aken M., Meeus W. (2010) Emerging Late Adolescent Friendship Networks and Big Five Personality Traits: A Social Network Approach. *Journal of Personality*, vol. 78, no 2, pp. 509–538.
- Shrum W., Cheek N. H., Mac D. S. (1988) Friendship in School: Gender and Racial Homophily. *Sociology of Education*, vol. 61, no 4, pp. 227–239.
- Sirin S. R. (2005) Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Review of Educational Research*, vol. 75, no 3, pp. 417–453.
- Snijders T. A. B., Baerveldt C. (2003) A Multilevel Network Study of the Effects of Delinquent Behavior on Friendship Evolution. *Journal of Mathematical Sociology*, vol. 27, no 2–3, pp. 123–151.
- Snijders T. A. B., Bunt G. G., Steglich C. E. G. (2010) Introduction to Stochastic Actor-Based Models for Network Dynamics. *Social Networks*, vol. 32, no 1, pp. 44–60.
- Snijders T., Steglich C., Schweinberger M. (2007) Modeling the Coevolution of Networks and Behavior. *Longitudinal Models in the Behavioral and Related Sciences* (eds K. Van Montfort, J. Oud, A. Satorra), London: Lawrence Erlbaum, pp. 41–71.
- Staff J., Kreager D. A. (2008) Too Cool for School? Violence, Peer Status and High School Dropout. *Social Forces*, vol. 87, no 1, pp. 445–471.
- Team R (2012) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

- Tuma N. B., Hallinan M. T. (1979) The Effects of Sex, Race, and Achievement on Schoolchildren's Friendships. *Social Forces*, vol. 57, no 4, pp. 1265–1285.
- Valeeva D., Poldin O., Yudkevich M. (2013) Svyazi druzhby i pomoshchi pri obuchenii v universitete [Friendly Relationships and Relationships of Assistance at a University]. *Voprosy obrazovaniya/Educational Studies. Moscow*, no 4, pp. 70–84.
- Van de Water G. (1996) The Effect of Part-Time Work on Academic Performance and Progress: An Examination of the Washington State Work-Study Program. *Student Employment: Linking College and the Workplace*, Columbia: University of South Carolina, pp. 57–67.
- White K. R. (1980) Socio-Economic Status and Academic Achievement. *Evaluation in Education*, no 4, pp. 79–81.
- Zimmerman D. J. (2003) Peer Effects in Academic Outcomes: Evidence from a Natural Experiment. *Review of Economics and Statistics*, vol. 85, no 1, pp. 9–23.