



Динамика научного сотрудничества в национальной научной системе

Anus̃ka Ferligoj¹ - Luka Kronegger¹ -
Franc Mali¹ - Tom A. B. Snijders^{2,3} -
Patrick Doreian^{1,4}

Получено: 27 января 2015 г. / Опубликовано онлайн: 7 апреля 2015 г.
© Akade'miai Kiado', Будапешт, Венгрия 2015

Аннотация В данной статье рассматриваются структуры сотрудничества и динамика сети соавторства всех словенских исследователей. Цель работы - выявить ключевые факторы, определяющие сотрудничество, и основные различия в поведении коллабораторов в разных научных областях и дисциплинах. В работе сочетаются два подхода к моделированию сетевой динамики: модель малого мира и механизм преимущественной привязанности, известный также как процесс кумулятивного преимущества. Стохастико-акторное моделирование динамики сети соавторства использует данные о полной продольной сети соавторства для всего словенского научного сообщества за период с 1996 по 2010 год. Мы подтвердили наличие кластеризации во всех областях и дисциплинах. Предпочтительная привязанность является гораздо более сложным явлением, чем единый глобальный механизм. Существуют два четких различия в сотрудничестве внутри научных областей и дисциплин. Первая заключается в том, что в некоторых областях наблюдается внутреннее национальное насыщение, препятствующее дальнейшему сотрудничеству. Вторая связана с дифференцированным влиянием сотрудничества с учеными из-за рубежа на сотрудничество внутри страны. В естественных, технических, медицинских и биотехнических науках это способствует развитию сотрудничества

✉ Лука Кронеггер
luka.kronegger@fdv.uni-lj.si

Anus̃ka Ferligoj
anuska.ferligoj@fdv.uni-lj.si

Franc Mali
franc.mali@fdv.uni-lj.si

Tom A. B. Snijders
t.a.b.snijders@rug.nl

Патрик Дорейан

¹Факультет социальных наук, Люблянский университет, Любляна, Словения

² Университет Гронингена, Гронинген, Нидерланды

³Оксфордский университет, Оксфорд, Великобритания

⁴Факультет социологии, Питтсбургский университет, Питтсбург, штат Пенсильвания, США

в словенском научном сообществе, в то время как в области социальных и гуманитарных наук это препятствует внутреннему сотрудничеству.

Ключевые слова Научное сотрудничество - Соавторские сети - Сетевая динамика - Библиометрия - Малый мир - Преференциальная привязанность - Стохастическо-акторная модель - SIENA - Кластерный анализ

Введение

Научное сотрудничество в современной науке представляется одним из ключевых факторов повышения продуктивности и качества публикаций. Зиман (1994, с. 218) пишет: "...традиционный парадигмальный индивидуализм науки быстро трансформируется в то, что можно назвать транснациональным коллективизмом". В последние десятилетия структурные изменения, происходящие в науке, стимулируют научное сотрудничество. Специализация на индивидуальном уровне и развитие сложного и дорогостоящего исследовательского оборудования способствуют развитию коллаборации. Развитие информационно-коммуникационных технологий и расширение возможностей мобильности исследователей также положительно влияют на научную коллаборацию. Другим очень важным фактором такого сотрудничества является политика финансирования научных исследований. Например, с момента создания в 1984 году рамочных программ ЕС (ПП) значительно возросло внутриевропейское сотрудничество. Кроме того, инициатива FP Horizon 2020 в области исследований и инноваций активно поощряет научное сотрудничество.

Научное сотрудничество систематически изучается с 1960-х годов. Для изучения научного сотрудничества использовались различные качественные и количественные подходы, включая интервью, наблюдения, опросы, библиометрический анализ, анализ социальных сетей и моделирование (например, Shrum and Mullins 1988; Shrum et al. 2007). Наиболее распространенным подходом является библиометрический анализ сетей научного соавторства, поскольку эти данные можно легко и точно извлечь из баз данных публикаций (Pike 2010), хотя и после значительной очистки.

Сети соавторства и сети цитирования являются очень полезными инструментами для изучения сотрудничества в науке. И те, и другие оказывают положительное влияние на научную продуктивность. В более ранних библиометрических подходах ряд исследований был посвящен соавторству в социальных или естественных науках, но лишь немногие из них включали сравнение между различными научными дисциплинами (De Stefano et al. 2011). Научные дисциплины по-прежнему представляют собой важнейшую институциональную и организационную структуру, в рамках которой осуществляется научная деятельность. Они рассматриваются как отдельные интеллектуальные и социальные организационные контексты, имеющие свои нормы и ценности, формирующие дисциплинарные культуры, которые со временем эволюционировали, создавая все более сложную научную область (Kronegger et al. 2014). Существует несколько международных, национальных и неформальных классификаций научных дисциплин. Поскольку мы анализировали соавторские сети словенской научной системы, мы начали с классификации научных областей и научных дисциплин, используемой Словенским исследовательским агентством (далее - ARRS), основным органом, определяющим

политику в словенской науке. Она представлена в табл. 1 вместе с количеством научных дисциплин, отнесенных к каждой научной области. Седьмая научная область (Междисциплинарные исследования) так и не получила полного признания в качестве отдельной области в контексте политики в области исследований и разработок (НИР) в Словении, поскольку политика в области НИР оставалась консервативной по отношению к междисциплинарным исследованиям, несмотря на то, что она имела

Таблица 1 Семь научных областей в системе классификации Словенского исследовательского агентства с указанием количества научных дисциплин

ID	Научная область	Количество дисциплин
1	Естественные науки и математика	9
2	Инженерные науки и технологии	19
3	Медицинские науки	9
4	Биотехнические науки	6
5	Общественные науки	11
6	Гуманитарные науки	12
7	Междисциплинарные исследования	2

резко возросла во всем мире. В результате мы не учитывали его при анализе динамики сети соавторства.

Согласно анализу стилей сотрудничества исследователей, принадлежащих к различным научным дисциплинам и областям, соавторство представляет собой важный дифференцирующий показатель между ними. Различия в процентном соотношении публикаций в соавторстве между семью научными областями Словении представлены на рис. 1. Наблюдается значительный разрыв между средними уровнями соавторства в естественных, технических, медицинских и биотехнических науках и средними уровнями соавторства в гуманитарных и социальных науках. В то время как шесть траекторий демонстрируют устойчивый рост в течение 1996-2010 годов, траектория междисциплинарных исследований отличается значительной нестабильностью. В течение всего периода наименьшая доля публикаций в соавторстве наблюдалась в гуманитарных и социальных науках. Однако тенденция развития социальных наук показывает, что они постепенно приближаются к естественным, техническим, медицинским и биотехническим наукам.

Словенские исследователи изучали научное сотрудничество с помощью качественного подхода, анализа опросов и библиометрического анализа сетей соавторства, используя лонгитюдные данные по словенской научной системе, чтобы исследовать и объяснить их динамику в четырех научных дисциплинах (Ferligoj and Kronegger 2009; Mali et al. 2010; Kronegger et al.

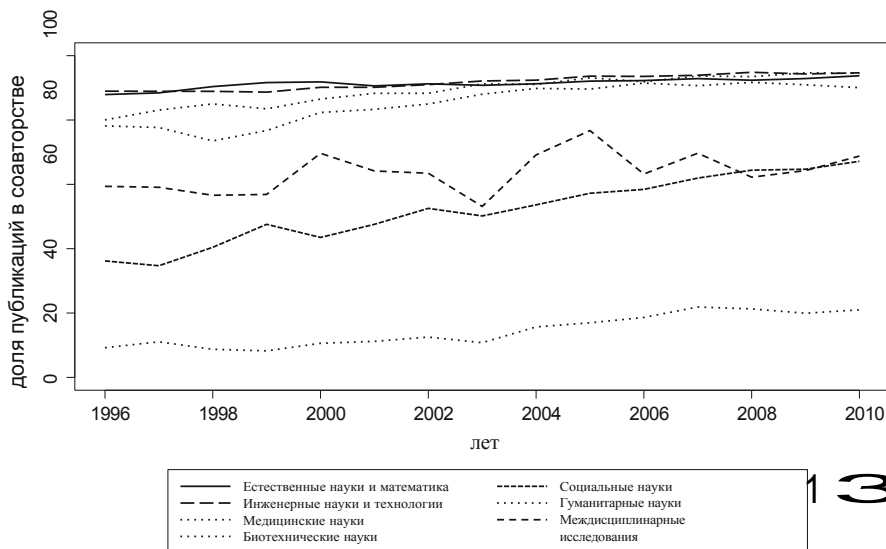


Рис. 1 Доля публикаций в соавторстве в шести научных областях в Словении с 1996 по 2010 гг.

2011, 2012; Groboljs̃ek et al. 2014; Iglic̃ et al. 2015). Выбор четырех дисциплин был обоснован следующим образом: (1) математика - старая дисциплина, где исследования проводятся преимущественно в офисах; (2) физика - старая дисциплина, где исследования проводятся преимущественно в исследовательских группах внутри лабораторий; (3) социология - старая дисциплина, где исследования также проводятся преимущественно в офисах; и (4) биотехнология - новая лабораторная дисциплина. Библиометрический анализ сетей соавторства за период с 1986 по 2005 год выявил: (1) высокую долю публикаций с одним автором в социологии и математике при более низком, но несколько возрастающем уровне публикаций с соавторами; (2) высокий и относительно устойчивый уровень сотрудничества физиков и биотехнологов в рамках своих дисциплин и/или с зарубежными авторами. Высокая степень научного сотрудничества в лабораторных науках связана с более формальным разделением труда. Для биотехнологов Словении характерно сотрудничество с исследователями из других дисциплин внутри страны, хотя и с гораздо большими колебаниями, чем в других дисциплинах (Kronegger et al. 2012).

Веб-опрос исследователей из четырех научных дисциплин был разработан для того, чтобы понять, какие стимулы, восприятие и личные стратегии помогают учитывать совместную работу с точки зрения отдельных ученых (Iglic̃ et al. 2015). Результаты анализа показали, что различия между дисциплинами в доле активного рабочего времени исследователей, затрачиваемого на совместную работу, были значительно меньше, если оценивать их с помощью интервью по сравнению с результатами, полученными на основе данных о соавторстве. Исследователи в области социальных наук не обязательно сотрудничают меньше, поскольку авторство в социальных и естественных науках присваивается по-разному. Дисциплины различаются по характеру партнеров по сотрудничеству. Физики и математики из фундаментальных наук имеют гораздо более широкие и масштабные сети сотрудничества, чем социологи или биотехнологи из прикладных наук. Разветвленные сети сотрудничества биотехнологов, по-видимому, более ограничены и ориентированы на местных партнеров.

Дисциплины различаются и по общему стилю сотрудничества - от очень неформального до формального. Для первых это связано с устоявшимся разделением труда в рамках организационной структуры с четко определенными ролями. В последних дисциплинах такие формальные механизмы распространены гораздо меньше. Неформальное сотрудничество происходит вне явного организационного разделения труда. Крайней формой является сотрудничество исследователей по собственному желанию (см. Shrum et al. 2007). В работе Iglic̃ et al. (2015) также выделены основные факторы сотрудничества на двух уровнях: внешние факторы, связанные с политикой проведения исследований, и внутренние факторы, влияющие на мотивацию ученых в отношении совместимости, культурной близости, ака-демического совершенства, положения и статуса. Ученые более склонны к сотрудничеству, если у них больше возможностей получить деньги на исследования, если они легко преодолевают статусные различия между старшими и младшими коллегами и имеют высокий уровень согласия по поводу того, что такое качественное исследование. Кроме того, они чаще сотрудничают, если имеют положительный опыт предыдущих совместных работ, когда они ощущают выгоду от сотрудничества, включая хорошие результаты исследований и более быстрое индивидуальное продвижение по службе. Кроме того, при выборе партнеров по исследованиям они обращают внимание на профессиональную взаимодополняемость.

Для еще более детального анализа практики сотрудничества было проведено качественное исследование

Среди ключевых представителей четырех научных дисциплин и лиц, ответственных за разработку политики в области научных исследований, был проведен опрос с целью выяснения их мнения о важности научного сотрудничества (Groboljšek et al. 2014). Несмотря на важность политических механизмов, направленных на стимулирование научного сотрудничества, опрошенные ученые и политики считают, что долгосрочное и успешное сотрудничество является результатом усилий исследователей и их индивидуального участия, но только там, где политические механизмы создают подходящие условия.

которые поощряют международную мобильность, междисциплинарное и межинститутское/межотраслевое сотрудничество.

Кронеггер и др. (2012) объединили два подхода к моделированию динамики соавторских сетей. Они использовали модель малого мира (Watts and Strogatz 1998) и механизм преимущественной привязанности, известный также как процесс кумулятивного преимущества (Price 1963, 1965; Garfield and Merton 1979). Одно из измерений малого мира измерялось уровнем кластеризации, а предпочтительная привязанность операционализировалась через сотрудничество исследователей в рамках одной или нескольких дисциплин. В работе использовалось стохастически-акторное моделирование (SAOM) динамики сети соавторства, реализованное в программе SIENA (Snijders 2005; Snijders et al. 2010). Хотя наличие кластеризации было подтверждено во всех четырех научных дисциплинах, предпочтительная привязанность оказалась более сложной, чем один глобальный механизм. Принцип преимущественной привязанности лишь частично подтвердился в сети соавторства физиков: у исследователей было меньше возможностей установить новые связи с другими физиками в словенском научном сообществе. Это может быть следствием насыщенности сети, когда научная работа организована в формализованной среде вокруг дорогого и сложного технического исследовательского оборудования (например, в лабораториях). Сеть соавторства математиков имеет другие характеристики: те ученые, которые сотрудничали с учеными, не входящими в словенское сообщество, и имели большее количество статей, опубликованных в журналах с импакт-фактором, имели больше возможностей для установления новых связей в словенском математическом сообществе. Что касается соавторских сетей социологов, то сотрудничество с иностранными учеными имело негативные последствия для сотрудничества внутри национального научного сообщества. В то же время количество статей с импакт-фактором оказывало положительное влияние на формирование новых соавторских связей внутри дисциплины. Динамика соавторских сетей биотехнологов не соответствовала принципу преимущественной привязанности.

Здесь, основываясь на моделировании динамики соавторских сетей в четырех научных дисциплинах (Kronegger et al. 2012), мы задаем SAOM в более подходящем виде и используем библиометрические данные более высокого качества для полных продольных соавторских сетей для *всех* научных областей и большинства научных дисциплин за 1996–2010 гг. в словенской системе науки.

Теоретические аргументы и гипотезы

Начиная с ранних работ Прайса (1963, 1965) и Гарфилда и Мертон (1979), социологи выдвинули несколько теорий, касающихся научного сотрудничества. Здесь мы сосредоточимся на теории кумулятивного преимущества в науке, называемой эффектом Мэтью (Merton 1968, 1973; Price 1976), и теории структуры малого мира (de Sola and Kochen 1978), а также на их применении к моделированию динамики соавторских сетей. В целом, следуя литературным данным, мы предлагаем следующие механизмы влияния на научное соавторство: (а) встраиваемость в сеть: соавторы соавторов стремятся стать соавторами соавторов; (б) преимущественная привязанность: авторы предпочтительно ищут соавторов, у которых уже много соавторов; (в) институциональная встроенность (принадлежность к одной исследовательской группе и одной научной дисциплине, возрастное сходство также может подпадать под эту категорию, поскольку означает

принадлежность к общей когорте ученых, которые взаимодействуют друг с другом больше, чем представители разных когорт) и (г) контрольные переменные, в частности возраст, степень доктора наук и пол.

Опираясь на исследование Kronegger et al. (2012), рассмотренное в предыдущем разделе, в котором рассматривались только четыре дисциплины, мы изучаем, подтверждаются ли полученные ранее результаты в более общем виде, когда рассматриваются *целые* области и *все* дисциплины. Мы проверяем три гипотезы, касающиеся феномена "малого мира", преимущественной привязанности и влияния агентств и институционального контекста.

Формальное определение модели малого мира было дано Уоттсом и Строгатцем (1998), которые разработали алгоритм построения сетей со следующими свойствами: (1) наличие коротких путей между любыми двумя вершинами (и, следовательно, меньшая средняя длина кратчайших путей) и (2) наличие кластеризации (небольших плотных участков сети). В дальнейшем эти свойства были использованы для выявления структуры "малого мира" в соавторских сетях (например, Newman 2000, 2001; Moody 2004; Perc 2010; C. avus,og˘lu and Tu˘rker 2013, 2014). В этой связи Перц (Perc, 2010) рассмотрел всю словенскую систему науки за 1965–2010 гг. Он обратил внимание на наибольшую компоненту, коэффициент кластеризации и среднее расстояние между учеными, что согласуется с моделью малого мира. Он также показал, что сеть в Словении растет экспоненциально. Здесь гипотеза, касающаяся уровня кластеризации, второго свойства модели "малого мира", такова:

H1: Сети соавторства в словенском научном сообществе имеют высокий уровень кластеризации, обусловленный процессами транзитивного замыкания, когда соавторы соавторов становятся или остаются соавторами.

Идея кумулятивного преимущества подразумевает, что выдающиеся ученые получают гораздо большее вознаграждение, чем другие в своей области. Саид и др. (2008) отмечают, что одним из факторов, влияющих на соавторские связи, являются отношения "наставник - ученик": молодые исследователи чаще всего формируют новые соавторские связи с более старшими, состоявшимися учеными, как правило, своими наставниками. Формальная модель кумулятивного преимущества в терминах преимущественной привязанности как движущего механизма соавторства была рассмотрена в работе Baraba'si и Albert (1999), которые изучили общее свойство многих крупных сетей, степени вершин которых имеют бесмасштабное распределение по закону мощности. Было установлено, что эта особенность является следствием двух общих механизмов: (1) сети постоянно расширяются за счет добавления новых вершин и (2) новые вершины преимущественно присоединяются к вершинам, которые уже хорошо связаны между собой. На основе этих свойств была построена модель, воспроизводящая наблюдаемые стационарные бесшкальные распределения. Модель получила широкое признание, а также подверглась критике (например, Wagner and Ley- desdorff 2005; Abbasi et al. 2012). В работе Li et al. (2006) дана общая оценка безмасштабных распределений, включая случаи, когда такие распределения не отражают особенностей сети. Они также заложили основы для плодотворного применения безмасштабных сетей. Следствия безмасштабных распределений были использованы для определения структуры сетей научного соавторства (например, Baraba'si 2002; Moody 2004; Perc 2010; Kronegger et al. 2011). Мы рассмотрим эти аргументы подробнее, задавшись вопросом, будут ли авторы, уже имеющие хорошие связи, о чем свидетельствует их текущее количество соавторств, привлекать еще больше соавторов с течением времени.

Как уже отмечалось, концепция преимущественной привязанности сводит возникновение соавторства к единственному механизму. Однако феномен сотрудничества гораздо сложнее. Это побудило Кронеггера и др. (2012 г.) проверить

наличие преференциальной привязанности в словенских сетях соавторства с течением времени в четырех научных дисциплинах. Используя SAOM, они операционализировали преференциальную привязанность, отделив сотрудничество исследователей внутри научной дисциплины от их сотрудничества с учеными из-за рубежа. Они показали, что некоторые черты принципа преимущественной привязанности подтверждаются, но *по-разному* в трех рассмотренных научных дисциплинах, а в биотехнологии *не подтверждаются вовсе*. Здесь мы проверяем следующую гипотезу, касающуюся механизмов преимущественной привязанности, используя более качественные данные:

H2: Новые соавторские сотрудничества словенских исследователей более вероятны для авторов, имеющих большее количество текущих соавторских работ, и для выдающихся исследователей. В отношении соавторства это справедливо как для сотрудничества внутри Словении, так и с исследователями за рубежом.

Гипотеза о том, что индивидуальный и организационный контексты определяют формирование научных соавторских сетей, была подтверждена Кронеггером и др. (2012). Они показали, что на четыре дисциплины по-разному влияют организация местных институтов и дисциплинарные издательские культуры. Здесь, основываясь на их анализе, мы проверяем ту же гипотезу для *всех* научных областей и большинства научных дисциплин в словенской научной системе.

H3: Индивидуальный и организационный контексты в Словении определяют формирование сетей научного соавторства.

Спецификация модели

Три гипотезы были проверены с помощью акторно-ориентированной модели (Snijders 2001, 2005; Snijders et al. 2007, 2010), используемой для продольных сетевых данных с моделью, определяемой как непрерывный марковский процесс. Поскольку наши данные представляют собой ненаправленные сети, требуется модификация моделей Snijders (2001, 2005). Для получения ненаправленной сети предполагается, что в случайные моменты времени случайно выбранный актор ("я") выбирает другого актора ("альтер") для предложения новой связи или отказа от существующей связи; если предлагается новая связь, альтер может принять решение о принятии или отклонении этого предложения (см. Snijders 2008). Выбор "я" alter является мультиномиальным выбором, а решение alter о принятии - бинарным выбором. Вероятностные модели для этих выборов основаны на линейном предикторе, аналогичном обобщенным линейным моделям. Коэффициенты, приведенные в табл. 4, являются оцененными параметрами этих линейных предикторов.

Учитывая первую гипотезу, мы включили в модель компонент кластеризации, чтобы отразить идею присутствия в сети небольших плотных частей. Поскольку кластеризация может рассматриваться как следствие транзитивной замкнутости, мы добавили в модель эффект транзитивности в триплетах. Соавторы соавторов будут иметь большую вероятность стать прямыми соавторами, а если они уже являются прямыми соавторами, то вероятность того, что они ими останутся, будет выше по сравнению с парами авторов, не являющихся соавторами соавторов. Кроме того, поскольку соавторство также может быть обусловлено ведомственной и институциональной принадлежностью, при анализе областей мы опирались на работу в одной организационной исследовательской группе и на работу в одной научной дисциплине.

Что касается H_2 , то существует несколько вариантов фиксации преимущественной привязанности. В первую очередь проверяется, оказывает ли текущая степень (количество соавторств) положительное влияние на количество новых соавторств. Поскольку сеть сотрудничества является симметричной, то различия между участниками по обе стороны связи отсутствуют. Поэтому индивидуальные переменные включаются без эго-альтернативной дифференциации. Поскольку степень отражает только сотрудничество внутри национальных сетей (научные области или научные дисциплины на национальном уровне), мы также включили в модель сотрудничество за пределами национальной сети коллаборации.

Поскольку эта переменная имеет значительный перекося, мы использовали ее логарифм. Научное мастерство измерялось с помощью дихотомической переменной, где 1 означает, что исследователь имеет хотя бы одну публикацию, опубликованную в ведущих международных научных журналах по классификации журналов Словенского исследовательского агентства (см. <https://www.arrs.gov.si/en/akti/prav-sof-ocen-sprem-razisk-dej-sept-11.asp>). Организационный контекст для H_3 был операционализирован переменными "работа в одной исследовательской группе" и "работа в

одной научной дисциплины". Индивидуальный контекст рассматривался по уровню научного мастерства. Для изучения того, как молодые исследователи формируют новые соавторские связи с более старыми состоявшимися учеными, мы включили в модель "научный возраст" (определяемый как год первой публикации автора) и "возрастное сходство". В качестве контролирующих переменных мы включили пол и наличие докторской степени.

Данные

Анализу подверглись библиографические данные всех словенских исследователей, научных областей и дисциплин, к которым они принадлежали в период 1996–2010 гг. В первые 5 лет после обретения Словенией независимости государственные институты приложили немало усилий для становления новой страны и нового законодательства, в том числе и в области науки. Начиная с 1996 г. можно наблюдать некоторую стабильность научной системы. Это видно из рис. 1, на котором показано процентное соотношение публикаций в соавторстве в шести научных областях. Для получения более детальной временной картины мы проанализировали сети соавторства, начиная с 5 лет после обретения Словенией независимости. Данные были разбиты на три пятилетних интервала:

- Период 1, 1996–2000 годы: период гармонизации со стандартами Европейского Союза (ЕС) и ОЭСР;
- Период 2, 2001–2005 годы: в 2004 году Словения стала членом ЕС. В том же году было создано Словенское исследовательское агентство, политика которого оказала большое положительное влияние на процедуры оценки НИОКР; и
- Период 3, 2006–2010 годы: более стабильный период.

Набор данных был получен из Информационной системы текущих исследований (SICRIS), включающей информацию обо всех действующих и бывших исследователях, зарегистрированных в Словенском исследовательском агентстве, а также из кооперативной онлайн-библиографической системы и услуг (COBISS), которая представляет собой официально поддерживаемую базу данных всех публикаций, имеющихся в словенских библиотеках. Из этой системы мы собрали полные научные библиографии всех словенских исследователей, которым Словенское исследовательское агентство когда-либо присваивало идентификационный номер исследователя (ARRS ID). Это требование отбора исследователей в конкретной научной области или дисциплине отличается от исследования Кронеггера и др. (2012), в котором рассматривались только исследователи четырех научных дисциплин, включенных в 2008 году в базу данных SICRIS.¹ В результате мы получили гораздо более крупные сети, например, для физики в 1996–2000 гг. в предыдущей работе рассматривалось 183 исследователя, тогда как здесь мы имеем 288 физиков. По математике в предыдущем исследовании было 96 исследователей, а в данном анализе - 146. По биотехнологии было 50 исследователей, а сейчас - 106, а по социологии - 129 против 88 в предыдущем исследовании.

Общее число исследователей с идентификатором ARRS, опубликовавших свои работы за период 1996–2010 годов, составило 15 424. Эти исследователи сотрудничали еще с 48 191 автором, не зарегистрированным в ARRS. В совокупности они опубликовали 170 118 работ, которые, согласно критериям оценки ARRS, считаются научными результатами. Данные о принадлежности к той или

иной дисциплине были предоставлены самими исследователями при подаче заявки на получение идентификационного номера.

¹ В связи с этим некоторые старые, в основном известные исследователи, а также некоторые другие исследователи отсутствуют.

Как уже отмечалось выше, национальная научная система Словении состоит из 72 научных дисциплин, классифицированных по 7 областям исследований. 14 дисциплин (в скобках указаны их идентификационные номера) были исключены по следующим причинам:

- Физика с технологическим уклоном (30), Коммуникационные технологии (31), Ландшафтный дизайн (45) и этнические исследования (57) были исключены из-за слишком малого числа исследователей.
- Антропология (62), Культурология (65), Литературоведение (66), Музыковедение (67), Философия (69), и Теология (70) были исключены также по причине малого количества исследователей (все менее 30) и малого количества совместных публикаций (средние степени менее 1), а также высокой текучести соавторства (авторы через год исчезают и заменяются новыми авторами). Это измерялось коэффициентами Жаккара между последовательными периодами.
- Закон (51) был исключен из-за отклоняющейся структуры данных: в каждой волне было несколько работ с очень большим числом авторов, в отличие от обычного для этой дисциплины числа авторов.
- Историография (60) была исключена из-за высокой доли отсутствующих значений в переменных для свойств агента.
- Исследовательская программа NCKS (72), наряду с Междисциплинарными исследованиями (73), была исключена, так как в ней отсутствует устоявшаяся структура области (Междисциплинарные исследования).

Анализ проводился для шести научных областей и 58 научных дисциплин из 72. В табл. 2 приведены сводные результаты по всем научным областям, а в табл. 3 – соответствующие результаты по всем дисциплинам. Для каждого временного периода мы приводим численность исследователей, средние ученые степени и число исследователей, имевших хотя бы одного соавтора в своих публикациях в период 1996–2010 гг. (т.е. имеющих связи) в рамках своей научной области или научной дисциплины. Во всех научных областях и в большинстве научных дисциплин число исследователей росло на протяжении всех трех рассматриваемых периодов времени. Только в 13 дисциплинах не наблюдалось строгого увеличения числа исследователей. Более значительные колебания численности исследователей за три временных периода наблюдались в следующих дисциплинах: Электроприборы; Технологическое машиностроение; Текстиль и кожа; Метрология; Горное дело и геотехнологии; Ветеринария.

В последнем столбце последней панели таблиц 2 и 3 представлена доля исследователей, не имеющих ни одной публикации в соавторстве в течение наблюдаемого периода времени в каждой научной области или дисциплине. При подгонке моделей к этим данным возможны два варианта трактовки этих изолятов в соавторских сетях: можно включить в модель новый параметр "изоляты" или исключить его. Поскольку оба подхода дают одинаковые результаты, изоляты были исключены из дальнейшего анализа.² Процент исключенных исследователей значительно различается по научным областям, где исключенные исследователи были авторами-одиночками или исследователями, которые писали публикации в основном с зарубежными авторами.³ Как и ожидалось, в естественных, технических, медицинских и биотехнических науках доля таких исследователей была невелика

(от 7 до 11 %). В социальных науках доля таких исследователей значительно выше (22 %), причем наибольший процент (53 %) приходится на гуманитарные науки, где больше публикаций, написанных в одиночку. Эта тенденция прослеживается и в средней панели табл. 2 и 3 (средние степени).

Аналогичная тенденция прослеживается и в научных дисциплинах (см. табл. 3), где разброс между долями исключенных исследователей по научным дисциплинам внутри каждой из них составляет

² Полученные сети были меньше, а анализ SIENA - эффективнее.

³ Существует небольшой процент публикаций, написанных в соавторстве, из разных научных областей (см. Kronegger et al. 2014) или вне системы ARRS на территории Словении.

Таблица 2 Основные характеристики в сетях исследовательских полей

Поле		Период			Средняя степень			Исследователи		
Нет.	Название	1	2	3	1	2	3	Вс е	Подключе но	% Исключе но
1	Естественные науки и математика	1538	1795	2089	2.80	3.80	5.13	2585	2294	11
	2Инженерные науки и технологии	2355	2649	2994	2.47	3.25	4.44	4040	3762	7
	3Медицинские науки	1470	1636	1720	4.53	5.77	6.62	2144	1978	8
	4Биотехнические науки	769	797	919	3.03	4.44	5.99	1192	1108	7
	5Социальные науки	1309	1648	1830	1.76	2.34	3.23	2193	1718	22
6	Гуманитарные науки	996	1226	1350	0.39	0.60	1.30	1556	736	53

научных областей больше. В области естественных наук есть четыре дисциплины (из девяти), доля которых превышает 30% (Математика, Геология, Компьютерные интенсивные методы и приложения, Контроль и охрана окружающей среды).⁴ В инженерных науках и технологиях, а также в медицинских науках разброс меньше. Единственным исключением является физика с технологическим уклоном, где число исследователей крайне мало. Как отмечалось выше, доля исключенных исследователей выше в дисциплинах, относящихся к социальным и гуманитарным наукам.

Научные дисциплины, перечисленные в нижней части табл. 3 и отмеченные знаком EXC, были исключены из дальнейшего анализа. Все соавторские связи бинаризировались: если два исследователя имели хотя бы одну совместную публикацию, то присваивалось значение 1, в противном случае использовалось значение 0.

Использовались две контрольные переменные - пол (мужчина = 1) и наличие степени кандидата наук (наличие степени кандидата наук = 1).

Результаты

Механизм предпочтения, описанный Барабаси и Альбертом (1999), сосредоточен на формировании соавторских связей при появлении новых узлов в сети. Однако ученые, сотрудничающие в один момент времени, могут сохранить или разорвать свои соавторские связи в более позднее время. Следовательно, мы учитывали возможность создания, поддержания или удаления связей, поскольку это является характерной чертой сетей соавторства. Это послужило основной причиной использования стохастической акторно-ориентированной модели (SAOM; /citealtsnijders2001, snijders2008) - модели микроуровня, предполагающей возможность создания и удаления связей в сети с набором акторов, который может быть постоянным или изменяющимся. Вероятности создания и удаления связей зависят от так называемых эффектов (объясняющих переменных, которые могут зависеть от сети или задаваться экзогенно), а их коэффициенты являются параметрами. Набор эффектов, выбранный в качестве спецификации модели, вытекает из гипотез, сформулированных в предыдущем разделе.⁵ Уровень

кластеризации составлял

⁴ В других системах классификации некоторые из этих дисциплин не относятся к естественным наукам.

⁵ Аналогичная формализация стохастически-акторной модели для моделирования соавторских сетей была использована в работе Kronegger et al. ([2012](#)).

Таблица 3 Основные характеристики в сетях исследовательских дисциплин

Диск. нет.	Статус Исследователи	поля и название дисциплины						ПериодСредняя степень		
		1	2	3	1	2	3	Вс е	Подключено	% Исключено
приложения	11 Математика	146	186	241	0.56	1.08	1.94	269	178	34
	21 Физика	288	341	421	2.92	3.90	5.63	478	417	13
	31 Биология	251	313	395	1.02	1.67	2.68	450	328	27
	41 Химия	406	427	477	2.88	3.24	3.48	624	553	11
	51 Биохимия и молекулярная биология	158	216	265	1.89	2.43	2.64	318	221	31
	61 Геология	196	236	270	1.69	2.16	2.22	321	193	40
	71 Компьютерные интенсивные методы и	29	50	60	0.12	0.66	1.10	67	38	43
	81 Контроль и забота об окружающей среде	50	77	90	0.25	0.59	0.89	122	62	49
	91 Аптека	187	206	228	1.93	2.56	3.85	326	275	16
	102 Гражданское строительство	216	215	245	1.52	1.98	2.75	334	295	12
	112 Химическое машиностроение	135	143	160	1.40	1.80	2.19	225	184	18
	122 Энергетическое машиностроение	183	218	241	1.68	2.15	2.94	310	263	15
	132 Материаловедение и технология материалов	213	251	279	2.43	3.48	4.45	368	313	15
	142 Механика	51	58	57	0.54	0.80	1.04	85	48	44
	152 Системы и кибернетика	212	222	257	2.48	2.83	3.26	331	275	17
	162 Вычислительная техника и информатика	366	411	485	1.54	1.95	2.72	645	509	21
	172 Телекоммуникации	127	133	159	1.16	1.98	3.12	232	182	22
	182 Электронные компоненты и технологии	99	102	111	1.72	1.47	2.37	163	128	21
	192 Производственные технологии и системы	186	193	232	1.22	1.68	2.85	322	246	24
	202 Механическое проектирование	109	154	172	1.05	2.02	2.26	232	194	16
	212 Электрические устройства	60	79	70	1.69	2.64	3.61	109	82	25
	222 Технологический инжиниринг	80	75	81	1.98	1.72	2.07	109	92	16
	232 Текстиль и кожа	86	109	99	1.33	2.63	3.07	149	133	11
	242 Метрология	66	85	76	1.20	1.24	1.33	113	84	26

Продолжение таблицы 3

Диск. нет.	Статус Исследователи	поля и название дисциплины						ПериодСредняя степень		
		1	2	3	1	2	3	Все	Подключено	% Исключено
25	2 Горное дело и геотехнологии	34	30	26	1.02	1.38	1.51	45	36	20
26	2 Геодезия	33	47	56	1.15	1.87	4.92	61	55	10
28	2 Дорожные системы	49	60	73	0.91	1.30	1.95	86	72	16
29	2 Гидрология	38	45	59	1.41	2.84	4.31	64	53	17
32	3 Микробиология и иммунология	199	231	234	4.49	4.83	5.1	288	263	9
33	3 Стоматология	52	52	55	1.49	2.00	2.65	74	62	16
34	3 Нейробиология	276	308	306	1.54	2.18	2.84	386	331	14
35	3 Онкология	216	238	245	4.32	5.24	5.02	299	262	12
36	3 Репродукция человека	157	171	149	3.61	5.25	4.82	204	182	11
37	3 Сердечно-сосудистая система	216	222	239	3.24	3.45	3.79	291	256	12
38	3 Метаболические и гормональные нарушения	71	82	89	0.60	0.90	1.50	107	74	31
39	3 Общественное здоровье (охрана труда)	180	193	234	0.82	0.94	1.70	301	215	29
40	3 Психиатрия	28	44	46	1.25	1.85	3.66	53	47	11
41	4 Лесное хозяйство, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	132	122	136	1.99	3.03	3.65	181	162	10
42	4 Животноводство	119	127	130	2.88	5.10	4.45	176	164	7
43	4 Производство установок	224	235	280	2.38	3.66	4.76	355	320	10
44	4 Ветеринарная медицина	157	141	143	4.68	5.32	5.65	203	191	6
46	4 Биотехнология	106	130	173	1.37	2.05	4.62	211	185	12
47	5 Образовательные исследования	270	334	343	1.30	1.54	2.08	427	295	31
48	5 Экономика	308	393	420	1.11	2.12	2.79	521	405	22
49	5 Социология	129	163	179	2.48	2.79	2.66	210	149	29
50	5 Административные и организационные науки	84	109	140	0.34	0.43	0.93	163	92	44
52	5 Политология	92	116	132	0.61	1.93	1.96	150	105	30
53	5 Криминология и социальная работа	46	58	67	0.92	1.30	3.76	74	65	12

Продолжение таблицы 3

Диск. нет.	Статус Исследователи	Номер Исследователи	поля и название дисциплины						ПериодСредняя степень		
			1	2	3	1	2	3	Все	Подключено	% Исключено
54		5 Урбанизм	40	42	51	0.34	0.55	0.86	65	42	35
55		5 Психология	80	97	123	0.51	1.10	2.16	134	88	34
56		5 Спорт	17	22	34	0.83	0.83	3.00	36	30	17
58		5 Архитектура и дизайн	51	56	63	0.24	0.31	1.34	85	51	40
59		5 Информатика и библиотечное дело	24	32	34	0.08	0.42	1.00	48	26	46
61		6 Археология	51	69	70	0.68	1.22	1.70	79	66	16
63		6 Этнология	54	66	61	0.05	0.67	0.79	78	27	65
64		6 Лингвистика	186	238	276	0.21	0.43	0.83	308	141	54
68		6 История искусств	46	61	72	0.05	0.15	1.65	79	34	57
71		6 География	78	94	106	1.21	1.08	2.60	124	96	23
30	EXC	2 Физика, основанная на технологиях	1	1	5	0.00	0.00	0.00	5	0	100
31	EXC	2 Коммуникационные технологии	6	10	23	0.00	0.17	2.43	23	17	26
45	EXC	4 Ландшафтный дизайн	25	24	26	1.66	0.46	0.63	35	21	40
51	EXC	5 Закон	145	182	181	2.45	2.40	2.19	211	139	34
57	EXC	5 Этнические исследования	2	4	7	0.00	0.00	0.29	7	2	71
60	EXC	6 Историография	173	200	222	0.20	0.64	2.18	266	103	61
62	EXC	6 Антропология	67	76	79	0.12	0.14	0.14	97	20	79
65	EXC	6 Культурология	54	68	77	0.09	0.07	0.21	85	21	75
66	EXC	6 Литературные науки	102	119	120	0.09	0.10	0.09	139	29	79
67	EXC	6 Музыковедение	24	27	34	0.11	0.05	0.00	38	6	84
69	EXC	6 Философия	76	87	85	0.08	0.12	0.14	103	25	76
70	EXC	6 Теология	21	31	36	0.00	0.34	0.39	41	12	71
72	EXC	7 Программа исследований НЦКС	7	4	4	0.00	0.00	0.00	8	0	100
73	EXC	7 Междисциплинарные исследования	13	18	36	0.11	0.16	0.47	38	10	74

операционализируется параметром "переходные триады", отражающим тенденцию акторов к формированию связей путем замыкания треугольников, а также параметрами "работа в одной исследовательской организационной группе" и "работа в одной научной дисциплине". Последние два параметра представляют собой более точную операционализацию институционального признака уровня кластеризации, чем та, которая использовалась в исследовании Kronegger et al. (2012). Предпочтительная привязанность операционализировалась пятью эффектами: степенью соавторства внутри соавторской сети, степенью соавторства в отношении сотрудничества с исследователями вне соавторской сети, научным мастерством, научным возрастом и сходством возраста. В качестве контрольных параметров в модель также были включены пол (мужской = 1) и наличие ученой степени (наличие ученой степени PhD = 1). Сеть определялась в трех последовательных наблюдениях, соответствующих периодам, указанным в разд. 4, а "ничья" определялась, если два исследователя выступали вместе в качестве авторов хотя бы в одной публикации.

Научные направления

В табл. 4 представлены расчетные параметры для шести научных областей, обозначенных как Nat (естественные науки и математика), Eng (инженерные науки и технологии), Med (медицинские науки), Bio (биотехнические науки), Soc (социальные науки) и Hum (гуманитарные науки). Также приведены стандартные ошибки этих оценок. Заштрихованные оценки - единственные, которые не являются статистически значимыми. Аналогичная таблица для всех рассматриваемых научных дисциплин приведена в "Приложении" (табл. 6). Первые три параметра в таблицах являются стандартными, так как представляют собой технические требования стохастико-акторной модели: параметр скорости для первого перехода, параметр скорости для второго перехода и параметр плотности. Два параметра скорости оценивают среднюю частоту появления предложений о сотрудничестве, которые затем могут быть приняты или отклонены предполагаемым партнером в рамках соавторских сетей. Во всех научных областях среднее число предложений о сотрудничестве для второго перехода выше, чем для первого. Однако это не относится ко всем рассмотренным научным дисциплинам (см. табл. 6): В 12 из 49 рассматриваемых дисциплин средние показатели по второму переходу снизились по сравнению с первым.

Используя SAOM, можно также получить оценку стоимости добавления еще одной связи в личную сеть каждого исследователя, что является важной характеристикой, редко рассматриваемой учеными, изучающими преимущественную привязанность. Эта стоимость задается третьим базовым параметром (степенью).⁶ Оценки параметров эффекта степени отрицательны для всех шести научных областей и всех научных дисциплин. Это вполне логично, поскольку формирование связей связано с затратами времени, сил и ресурсов. Исследователи могут работать в соавторстве только с ограниченным числом разных авторов, поскольку каждая новая связь - это дополнительное бремя времени и затрат.

Следующие три параметра в табл. 4 касаются уровня кластеризации как измерения процесса small-world. Среди них четвертый параметр модели - эффект транзитивных триад - является положительным и значимым, показывая, что ученые склонны формировать новые соавторские связи с соавторами своих соавторов внутри научного поля. Он положителен и значим для всех областей и всех

дисциплин. Пятый и шестой параметры , показывающие влияние принадлежности к той же научной группе и к той же дисциплине, что и

⁶ В работе Abbasi et al. (2012) получен интересный результат, показывающий, что центральность между степенями имеет прогностическую ценность в отношении формирования соавторских связей в эволюционной перспективе. В простой форме предпочтительная привязанность использует центрированность по степени для отражения одного из аспектов мотивации исследователя к поиску новых коллаборативных связей. Для людей, не интересующихся сетевым анализом, маловероятно, что они знают о своих значениях между степенями в сети. По этой причине мы не стали включать показатель связности в качестве предиктора. Тем не менее эта идея заслуживает внимания в будущих исследованиях.

Таблица 4 Расчетные параметры для шести научных областей (оценки, выделенные курсивом, не являются статистически значимыми; в скобках указаны стандартные ошибки)

	1 Nat		2 Eng		3 Мед		4 Био		5 Сок		6 Hum	
Ставка 1	27.255	(0.986)	23.832	(0.731)	50.476	(1.574)	33.287	(1.539)	41.012	(5.188)	25.861	(4.052)
Тариф 2	32.837	(1.539)	33.080	(0.895)	60.107	(1.510)	35.844	(1.090)	44.005	(1.758)	28.612	(9.312)
Степень (плотность)	-2.509	(0.031)	-2.649	(0.027)	-2.137	(0.016)	-1.919	(0.034)	-2.463	(0.029)	-2.534	(0.303)
Переходные триады	0.377	(0.008)	0.544	(0.010)	0.309	(0.008)	0.314	(0.011)	0.383	(0.012)	1.097	(0.108)
Одна и та же исследовательская группа	1.131	(0.048)	1.483	(0.042)	0.979	(0.025)	0.668	(0.042)	0.980	(0.034)	0.922	(0.181)
Та же дисциплина	0.698	(0.016)	0.848	(0.019)	0.413	(0.015)	0.709	(0.023)	0.723	(0.018)	0.900	(0.066)
Степень изменения	-0.014	(0.002)	-0.040	(0.003)	-0.012	(0.002)	-0.022	(0.004)	-0.033	(0.003)	-0.085	(0.087)
Степень	0.150	(0.012)	0.150	(0.013)	0.140	(0.010)	0.110	(0.017)	-0.049	(0.019)	-0.121	(0.082)
Excellence	-0.168	(0.032)	-0.016	(0.026)	-0.019	(0.023)	-0.059	(0.033)	0.459	(0.028)	0.447	(0.195)
Год первой публикации	0.010	(0.001)	0.007	(0.001)	0.018	(0.001)	0.015	(0.001)	0.006	(0.002)	0.004	(0.005)
Первая публикация. сходство	0.091	(0.056)	-0.081	(0.087)	0.037	(0.059)	0.121	(0.090)	0.058	(0.071)	-0.011	(0.220)
Доктор философии (да)	0.780	(0.043)	0.769	(0.043)	0.576	(0.019)	0.463	(0.034)	0.638	(0.051)	0.179	(0.133)
Пол (мужской)	0.016	(0.027)	0.146	(0.029)	0.165	(0.020)	0.130	(0.028)	-0.186	(0.028)	0.149	(0.094)

тенденция к образованию новых соавторских связей также положительно и значима в пяти научных областях. Это справедливо для *всех* научных дисциплин, *кроме двух*.⁷ Эти оценки являются неопровержимым подтверждением высокого уровня кластеризации соавторских сетей в словенском научном сообществе.⁸ Первая гипотеза подтверждается со всей очевидностью.

Следующие три параметра в табл. 4 касаются преимущественной привязанности в шести научных областях Словении. Как уже говорилось в предыдущем разделе, речь идет о предпочтении создавать новые связи с известными исследователями, которые уже имеют большое число соавторов. В нашу модель мы включили следующие показатели для измерения индивидуальной преимущественной привязанности: (1) степень alters в сети соавторства, указывающая на количество соавторов в пределах национальных границ области, реализованная как эндогенный эффект степени; (2) логарифм степени alter, полученной от исследователей за пределами области, и (3) публикационная успешность alter (операционализированная как наличие хотя бы одной статьи в 25 % лучших журналов в данной области). Параметр числа соавторов в сети научной области отрицателен и статистически значим во всех научных областях (в гуманитарных науках он отрицателен, но не значим). Это свидетельствует о том, что *исследователи не склонны устанавливать новые связи с теми исследователями, которые больше сотрудничают в рамках национального поля*. Это частично противоречит второй гипотезе.

Значительно большее разнообразие наблюдается в изменении числа соавторов вне научной области. Значимые положительные значения имеют такие параметры, как "Естественные науки и математика", "Инженерные науки и технологии", "Медицинские науки" и "Биотехнические науки". Положительная оценка параметра означает, что исследователи с большей вероятностью будут создавать новые связи с теми исследователями в своей области, которые сотрудничают с большим количеством авторов из других областей или в основном с зарубежными авторами. Это является частичным подтверждением второй гипотезы. Однако для социальных и гуманитарных наук знак этого параметра отрицателен (значим для социальных наук и не значим для гуманитарных): среди этих исследователей сотрудничество с другими исследователями (вне области или за пределами Словении) отрицательно влияет на формирование связей с учеными, работающими в области социальных и гуманитарных наук. Это является еще одним частичным противоречием H_2 . Однако высокий уровень публикаций оказывает положительное и значимое влияние на формирование новых связей в области социальных и гуманитарных наук: исследователи чаще создают новые соавторские связи с теми учеными, которые публикуются в научных журналах с самым высоким рейтингом. Мы отмечаем, что исследователи из этих двух областей реже публикуются в лучших научных журналах, что свидетельствует о том, что для создания соавторских связей большее значение имеет качество публикаций. Единственный отрицательный и значимый параметр, связанный с публикационной компетентностью, относится к естественным наукам и математике. Для остальных трех областей этот параметр отрицателен, но не значим.

Таким образом, в отношении преимущественной привязанности социальные и гуманитарные науки противоречат H_2 , в то время как в остальных областях науки этот параметр подтверждается при рассмотрении параметра "публикации вне области".⁹ Параметр "степень альтерации" значим и *отрицателен для всех областей*, что полностью противоречит H_2 . Что касается публикационного превосходства, то здесь результаты неоднозначны. Он не влияет на соавторство в

технических, медицинских и биологических науках. В естественных науках оно оказывает отрицательное влияние. Для этих четырех областей данный аспект

⁷ Он отрицателен (но не значим) только в отраслях "Психиатрия" и "Текстиль и кожа".

⁸ Аналогичные результаты для уровня кластеризации по четырем выбранным научным дисциплинам в Словении были также получены Кронеггером и др. (2012).

⁹ В первую очередь это сотрудничество с зарубежными исследователями, поскольку в Словении очень мало совместных работ в различных областях.

гипотеза о преимущественной привязанности не подтверждается.¹⁰ Однако в социальных и гуманитарных науках влияние превосходства на формирование связей является положительным.

Мы также проверили, образуются ли у молодых исследователей новые соавторские связи с более старшими, состоявшимися учеными (как правило, их наставниками). Коэффициент для (научного) возраста, определяемый как год первой публикации авторов, положителен и значим для всех областей, кроме гуманитарных. Наиболее выраженный эффект наблюдается в естественных науках и математике. Сходство по возрасту не является значимым во всех научных областях. Этот результат *не соответствует* стандартной гипотезе, утверждающей, что молодые исследователи формируют новые соавторские связи с научно выдающимися учеными старшего поколения.

Далее мы рассмотрим влияние контролирующих переменных. Как и ожидалось, наличие степени кандидата наук положительно влияет на формирование связей во всех научных областях. Исследователи чаще устанавливают связи с коллегами-мужчинами в технических, медицинских и биотехнических науках. Единственный отрицательный эффект наблюдается в социальных науках: исследователи чаще устанавливают новые связи с женщинами-исследователями в этой области. В естественных и гуманитарных науках этот эффект незначителен. Несомненно, это отражает демографические различия: доля женщин-исследователей наиболее высока в социальных науках.

Общее резюме результатов подгонки стохастическо-акторной модели несложно. Во всех шести научных областях словенские исследователи формируют новые соавторские связи в соответствии с кластеризацией внутри соавторских сетей: соавторы соавторов будут стремиться стать соавторами соавторов. Механизм преимущественной привязанности является более сложным, чем утверждают сторонники единого глобального автономного механизма. Во-первых, для формирования связей имеет значение расстояние между сотрудничающими исследователями. Высокая степень соавторства внутри области отрицательно влияет на формирование новых связей во всех научных областях, но высокая степень сотрудничества вне области обнаруживает разрыв между социальными и гуманитарными науками и остальными четырьмя областями. Более высокая степень внешнего сотрудничества отрицательно влияет на формирование новых связей, а высокая публикационная активность положительно влияет на формирование новых связей в социальных и гуманитарных науках, однако в других четырех областях наблюдается обратный эффект.

Научные дисциплины

Вышеизложенные результаты справедливы для научных областей. Следующий очевидный вопрос - справедливы ли эти результаты для научных дисциплин, входящих в эти области. Для этого мы оценили модели SAOM для этих дисциплин. Полностью эти результаты представлены в "[Приложении](#)". При этом мы еще раз обратили внимание на классификацию дисциплин. Зачастую некоторые научные дисциплины были отнесены к научным областям по историческим причинам, а в большинстве других международных систем они классифицируются по-другому. Например, в словенской системе классификации география отнесена к гуманитарным наукам (см. Kronegger et al. 2014). Вместо использования этой системы мы предпочли кластеризовать перечисленные выше 59 дисциплин в соответствии с полученными расчетными параметрами указанной стохастико-

акторной модели, используя уровень кластеризации (транзитивные триады и принадлежность к одной исследовательской группе) и преимущественную привязанность (степень альтера внутри дисциплины, степень альтера вне дисциплины и публикационная успешность альтера).

¹⁰ Эти результаты не вполне согласуются с результатами, полученными Кронеггером и др. (2012) для четырех научных областей.

Разница может быть объяснена тем, что в данном исследовании использовались более крупные научные группы с более качественными данными и более проработанной спецификацией модели.

Сделать это было непросто, поскольку из-за различий в объеме дисциплин оцененные параметры не могут быть напрямую сопоставимы между собой. Хотя отправной точкой является набор этих оцененных параметров, мы преобразовали их для измерения важности оцененных параметров с помощью метода, предложенного в работе Indlekofer and Brandes (2013). Обозначим важность оцениваемого параметра j через I_j , эти меры ограничены как $0 \leq I_j \leq 1$. Эти значения не учитывают знак оцениваемых параметров для дисциплин. Для дисциплин с отрицательными оценочными параметрами знак меры значимости умножался на -1. Перед получением евклидовых расстояний для каждой пары дисциплин эти меры стандартизировались. Для кластеризации использовалась процедура иерархической кластеризации Wards (Ward 1963).¹¹ Полученная дендрограмма представлена на рис. 2.

Было выделено пять кластеров. Верхний кластер состоит из четырех дисциплин из технические и естественные науки. Компьютерные интенсивные методы относятся к первой области, указанной в табл. 1, а остальные три - ко второй. Мы обозначили этот кластер как ENG, NAT в табл. 5. Второй кластер содержит дисциплины из технических и медицинских областей. Все дисциплины, кроме одной¹² Все дисциплины, за исключением одной, относятся ко второй и третьей научным областям. В табл. 5 он обозначен как ENG, MED. Третий кластер состоит исключительно из дисциплин, относящихся к социальным и гуманитарным наукам. Он обозначен как HUM, SOC. Все эти три кластера достаточно однородны. Четвертый кластер менее однороден. В основном он состоит из дисциплин, которые можно рассматривать как естественные и технические науки. За одним исключением (социология), эти дисциплины относятся к первым четырем областям, определенным Словенским исследовательским агентством в табл. 6. В табл. 5 этот кластер обозначен как NAT, ENG, MED, BIO. Последний кластер можно рассматривать только как остаточный кластер с дисциплинами из всех шести областей, указанных в табл. 2.¹³ Он обозначен как RESID.

Общий итог по пяти кластерам представлен в табл. 5. Средние значения коэффициентов важности для каждого полученного кластера и каждого параметра легко суммируются. Во-первых, для всех кластеров положительными являются общие коэффициенты для транзитивных триад и принадлежности к одной исследовательской группе. Первый из этих результатов свидетельствует о наличии феномена кластеризации "малого мира", а второй - о влиянии институционального признака принадлежности к одной исследовательской группе. Во-вторых, общие коэффициенты для степени альтернирования отрицательны, что противоречит первичной операционализации предпочтительной привязанности, для всех кластеров. В-третьих, общие коэффициенты для всех кластеров, кроме HUM,SOC, положительны для степени альтер, не относящейся к национальным дисциплинарным линиям. Это подтверждает один из аспектов идеи о преимущественной привязанности. Наконец, эти общие коэффициенты для научного мастерства альтернов отрицательны для всех кластеров, кроме HUM,SOC. Отметим, что суммарные коэффициенты для остаточного кластера следуют всем этим закономерностям, но с наименьшими значениями. Эти результаты согласуются с результатами, представленными ранее, и далее не обобщаются.

¹¹ Были рассмотрены и альтернативные преобразования. В одном из них перед применением

данного метода кластеризации мы присваивали положительным и статистически значимым параметрам значение 1, отрицательным и статистически значимым - значение -1, а незначимым - 0. Несмотря на проблемы, связанные с использованием "значимости", которая может зависеть от объема выборки, полученное разбиение оказалось сопоставимым.

¹² Исключение составляют криминология и социальная работа.

¹³ На протяжении всего анализа седьмое так называемое поле игнорировалось.

Для третьего кластера (HUM, SOC) в его дисциплинах наблюдается та же картина оценочных коэффициентов для степени альтер и научного превосходства, что и для кластера в целом. Для степени, не относящейся к дисциплине, имеется только одно исключение из кластерной закономерности. В четвертом кластере (NAT, ENG, MED, BIO) все дисциплины, входящие в него, имеют одинаковый знак параметра для степени alter. То же самое относится и к степени вне ученика, но только с одним исключением из 22 дисциплин. Что касается научного мастерства, то две дисциплины имеют неправильный знак, а еще три - значения расчетных коэффициентов очень близки к 0. В подавляющем большинстве случаев для первых четырех кластеров дисциплин характер знаков коэффициентов кластеров повторяется и для всех входящих в них дисциплин. Общее резюме, касающееся содержательных гипотез, не зависит от нескольких дисциплин: явления проявляются на дисциплинарном уровне.

Учитывая гетерогенную природу кластера RESID, мы не можем ожидать такого же уровня согласованности. Однако даже в этом случае наблюдается полная согласованность дисциплин в отношении транзитивных триад. В отношении принадлежности к одной и той же исследовательской группе имеется только три несоответствия (из 22 дисциплин), причем отрицательные значения имеют пограничный характер. Для степени альтерации из 22 дисциплин имеется только четыре исключения. Но и здесь наблюдается значительная согласованность дисциплин с общей закономерностью. Однако с научным мастерством дело обстоит иначе, поскольку половина расчетных коэффициентов имеет неправильный знак на дисциплинарном уровне. Мы подчеркиваем, что явления кластеризации малого мира и преимущественной привязанности сохраняются на дисциплинарном уровне даже в остаточном кластере.

Обсуждение и выводы

Первая гипотеза о наличии кластеризации как аспекта структуры малого мира получила убедительное подтверждение. Доказательства второй гипотезы, касающейся преимущественной привязанности как движущего механизма соавторства, оказались весьма неоднозначными. Однако в целом наши результаты противоречат гипотезе о едином механизме предпочтительной привязанности для формирования коллаборативных связей. Текущее число соавторств внутри области или дисциплины *отрицательно* влияет на формирование новых связей во всех научных областях и почти во всех научных дисциплинах. Наши результаты показывают, что дистанция между сотрудничающими исследователями также имеет значение. В этом отношении социальные и гуманитарные науки отличаются от остальных четырех областей. Более высокая степень сотрудничества за пределами Словении отрицательно влияет на формирование новых связей в социальных и гуманитарных науках, но положительно - в других областях. Высокая степень сотрудничества за пределами национального дисциплинарного поля, представляющая собой пересмотренное понятие предпочтительной привязанности, положительно влияет на формирование связей в естественных, технических, медицинских и биотехнических науках. Очевидно, что механизмы преференциальной привязанности более тонкие, чем можно резюмировать, утверждая, что исследователи, которые в настоящее время имеют большое число соавторов, увидят увеличение числа своих коллабораторов, по крайней мере, для

динамики развития науки в небольших национальных научных системах.

Еще одно отличие социальных и гуманитарных наук от других четырех областей заключается в том, что п у б л и к а ц и о н н а я успешность положительно влияет на формирование коллаборативных связей в социальных и гуманитарных науках, но отрицательно - в других областях. Однако стандартная гипотеза о том, что молодые исследователи

формирование новых соавторских связей с выдающимися в научном отношении учеными старшего возраста не подтвердилось. Исследователи из всех областей, кроме гуманитарных, чаще устанавливали новые связи с более молодыми коллегами. Третья гипотеза подтвердилась, и полученные данные свидетельствуют о том, что на научные области и дисциплины влияют организация местных институтов и издательская культура. В целом большинство результатов, полученных Кронеггером и др. (2012), подтвердились, а различия объясняются использованием более качественных данных, содержащих большее число ученых, учетом большого числа дисциплин и применением более сложной и реалистичной спецификации SAOM. Мы отмечаем, что наши выводы, касающиеся влияния феноменов малого мира, преимущественной привязанности, институциональных механизмов, справедливы как для всех дисциплин, так и для широких областей.

Различия между двумя основными пулами научного знания (т.е. между естественными и техническими науками и социальными и гуманитарными науками) в соответствии с механизмом преференциальной привязки являются также результатом контекстуальных факторов (исследовательской политики), действующих в Словении. В прежние социалистические времена из-за идеологического давления на социальные и гуманитарные науки эти дисциплины были менее интернационализированы и в гораздо меньшей степени ориентированы на публикации в высокорейтинговых международных журналах. После кардинальных изменений, начавшихся в начале 1990-х годов, словенская политика в области НИОКР постепенно начала вводить критерии (международного) превосходства в процедуры оценки НИОКР. В первые годы после обретения Словенией независимости государственные институты разработали множество инициатив, в том числе и законодательных, направленных на становление новой страны, включая те, которые касались науки. Представляется, что адаптация к более жестким критериям оценки НИОКР оказала различное влияние на социальные и гуманитарные науки по сравнению с другими областями. Отчасти это позволяет объяснить некоторые различия между двумя группами областей. Тем не менее, те ученые-обществоведы и гуманитарии, которые уже ведут отличную публикационную активность, могут быть весьма заинтересованы в научном сотрудничестве со своими коллегами по дисциплине. В целом результаты проведенного нами библиометрического анализа показали, что различия в формировании соавторских связей в разных областях науки нельзя объяснить только внутренними (эпистемологическими) факторами, но и внешними (политика в области НИОКР). Ни один подход, будь то социологический, социально-сетевой или основанный на представлениях, почерпнутых из физики, не может быть полезен сам по себе. Для учета такого сложного явления, как научное сотрудничество, особенно для национальных научных систем, необходимо использовать несколько подходов. Хотя наука может рассматриваться как общее явление, она также обусловлена локальными институциональными контекстами.

Благодарности Данное исследование было поддержано Словенским исследовательским агентством (10-ECRP-044).

Приложение

См. таблицу 6

Таблица 6 Расчетные параметры для научных дисциплин в соответствии с коэффициентами важности

Номера дисциплины и области, название дисциплины	Ставка (период 1)	Ставка (период 2)	Степень (плотность)	Переходные триады	То же самое res.Group	Степень изменения
1 1 Математика	3.201 (0.511)	6.090 (0.809)	-1.211 (0.123)	1.148 (0.113)	0.464 (0.113)	-0.103 (0.032)
2 1 Физика	11.721 (0.667)	14.200 (0.713)	-1.425 (0.052)	0.427 (0.013)	1.075 (0.079)	-0.059 (0.007)
3 1 Биология	6.500 (0.772)	9.657 (0.839)	-1.762 (0.082)	0.957 (0.052)	1.654 (0.153)	-0.102 (0.017)
4 1 Химия	12.108 (0.757)	12.323 (0.621)	-1.974 (0.048)	0.437 (0.017)	1.376 (0.086)	-0.034 (0.006)
5 1 Биохимия и молекулярная биология	13.190 (1.803)	12.454 (1.720)	-1.667 (0.125)	0.381 (0.035)	1.077 (0.230)	-0.035 (0.012)
6 1 Геология	13.893 (1.502)	19.155 (2.144)	-1.243 (0.081)	0.553 (0.039)	0.858 (0.116)	-0.064 (0.015)
7 1 Компьютерные интенсивные методы и приложения	1.219 (0.660)	3.585 (1.564)	-0.499 (0.823)	1.850 (0.803)	3.188 (2.460)	-0.760 (0.513)
8 1 Контроль и забота об окружающей среде	4.169 (1.839)	3.231 (0.976)	-0.543 (0.439)	0.991 (0.280)	1.075 (0.290)	-0.387 (0.155)
9 1 Аптека	11.171 (1.061)	15.770 (1.513)	-1.715 (0.083)	0.359 (0.030)	0.631 (0.068)	0.012 (0.010)
10 2 Гражданское строительство	8.518 (1.157)	8.754 (0.697)	-1.579 (0.120)	0.781 (0.046)	1.317 (0.169)	-0.075 (0.022)
11 2 Химическое машиностроение	3.838 (0.495)	5.295 (0.619)	-2.001 (0.166)	0.628 (0.060)	1.406 (0.242)	-0.052 (0.025)
12 2 Энергетическое машиностроение	8.586 (1.065)	7.965 (0.819)	-1.588 (0.099)	0.824 (0.044)	1.373 (0.131)	-0.119 (0.026)
13 2 Материаловедение и технологии	11.333 (1.117)	14.937 (1.412)	-1.500 (0.055)	0.459 (0.024)	1.291 (0.115)	-0.037 (0.007)
14 2 Механика	1.246 (0.516)	1.161 (0.514)	-0.033 (0.730)	2.471 (0.700)	1.809 (1.017)	-0.787 (0.413)
15 2 Системы и кибернетика	10.551 (1.036)	9.098 (0.753)	-1.574 (0.107)	0.497 (0.027)	1.189 (0.146)	-0.048 (0.012)
16 2 Вычислительная техника и информатика	8.499 (0.682)	10.154 (0.731)	-1.882 (0.085)	0.619 (0.031)	1.482 (0.099)	-0.069 (0.015)
17 2 Телекоммуникации	6.751 (0.884)	8.515 (0.944)	-2.019 (0.161)	0.513 (0.041)	1.210 (0.152)	0.020 (0.019)
18 2 Электронные компоненты и технологии	6.665 (2.008)	8.440 (1.382)	-1.656 (0.308)	0.913 (0.079)	0.961 (0.244)	-0.084 (0.045)
19 2 Производственные технологии и системы	3.975 (0.544)	6.796 (0.997)	-2.131 (0.163)	0.639 (0.056)	1.856 (0.250)	-0.009 (0.022)
20 2 Механическая конструкция	3.094 (0.600)	5.748 (0.879)	-1.700 (0.217)	0.716 (0.065)	1.453 (0.212)	-0.112 (0.038)
21 2 Электрические устройства	8.898 (1.695)	5.601 (0.819)	-0.527 (0.195)	0.488 (0.049)	0.839 (0.223)	-0.121 (0.033)
22 2 Технологический инжиниринг	4.244 (0.720)	4.042 (0.916)	-1.200 (0.195)	0.680 (0.100)	0.749 (0.238)	-0.079 (0.047)
23 2 Текстиль и кожа	5.110 (0.686)	11.438 (1.423)	-0.963 (0.128)	0.470 (0.049)	0.185 (0.185)	-0.034 (0.019)
24 2 Метрология	2.657 (0.682)	4.861 (1.084)	-1.079 (0.405)	0.857 (0.185)	2.173 (0.343)	-0.384 (0.126)
25 2 Горное дело и геотехнологии	4.781 (1.167)	3.185 (0.928)	-1.627 (0.472)	0.421 (0.268)	0.788 (0.362)	0.149 (0.145)

26 2 Геодезия	3.336 (0.662)	7.654 (1.446)	-1.286 (0.259)	0.525 (0.107)	1.303 (0.200)	-0.014 (0.062)
---------------	---------------	---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Продолжение таблицы 6

Номера дисциплины и области, название дисциплины	Ставка (период 1)	Ставка (период 2)	Степень (плотность)	Переходные триады	То же самое res.Group	Степень изменения
28 2 Дорожные системы	4.739 (1.328)	3.687 (1.060)	-1.555 (0.372)	0.789 (0.173)	1.722 (0.461)	-0.073 (0.089)
29 2 Гидрология	4.607 (1.190)	5.646 (1.209)	0.667 (0.353)	0.709 (0.088)	0.663 (0.243)	-0.412 (0.078)
32 3 Микробиология и иммунология	20.241 (1.536)	23.168 (1.552)	-1.200 (0.060)	0.397 (0.014)	1.037 (0.063)	-0.068 (0.007)
33 3 Стоматология	6.737 (1.478)	8.132 (1.717)	-0.725 (0.254)	0.969 (0.116)	0.456 (0.197)	-0.197 (0.056)
34 3 Нейробиология	11.406 (0.964)	13.465 (1.203)	-1.728 (0.069)	0.691 (0.042)	1.133 (0.091)	-0.042 (0.014)
35 3 Онкология	23.331 (2.586)	24.035 (1.725)	-1.248 (0.057)	0.396 (0.013)	0.654 (0.055)	-0.062 (0.007)
36 3 Репродукция человека	14.774 (1.085)	17.311 (1.338)	-1.088 (0.064)	0.290 (0.014)	0.576 (0.066)	-0.049 (0.007)
37 3 Сердечно-сосудистая система	13.024 (1.389)	18.142 (2.130)	-1.620 (0.060)	0.335 (0.020)	1.087 (0.089)	-0.012 (0.009)
38 3 Метаболические и гормональные нарушения	3.777 (0.930)	6.110 (1.099)	-1.211 (0.176)	0.898 (0.190)	1.329 (0.223)	-0.073 (0.059)
39 3 Общественное здоровье (охрана труда)	5.637 (0.876)	7.832 (1.182)	-2.067 (0.149)	0.841 (0.097)	1.020 (0.149)	0.006 (0.037)
40 3 Психиатрия	4.388 (1.246)	12.998 (3.059)	-0.559 (0.188)	0.445 (0.080)	-0.102 (0.218)	-0.065 (0.038)
41 4 Лесное хозяйство, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	13.200 (1.828)	14.883 (1.564)	-0.996 (0.105)	0.468 (0.037)	0.622 (0.088)	-0.092 (0.019)
42 4 Животноводство	20.036 (3.021)	19.432 (1.999)	-0.993 (0.089)	0.229 (0.020)	0.697 (0.075)	-0.037 (0.010)
43 4 Производство продукции завода	16.794 (1.787)	20.117 (1.434)	-1.170 (0.057)	0.424 (0.024)	0.666 (0.067)	-0.052 (0.008)
44 4 Ветеринарная медицина	25.465 (2.222)	20.160 (1.517)	-1.034 (0.073)	0.326 (0.021)	0.673 (0.080)	-0.041 (0.008)
46 4 Биотехнология	4.231 (0.557)	12.263 (1.849)	-1.300 (0.176)	0.633 (0.073)	1.154 (0.219)	-0.093 (0.021)
47 5 Образовательные исследования	9.839 (0.792)	15.250 (1.523)	-1.633 (0.056)	0.542 (0.035)	0.775 (0.083)	-0.039 (0.013)
48 5 Экономика	16.970 (3.400)	17.196 (1.843)	-1.785 (0.059)	0.688 (0.040)	0.641 (0.062)	-0.031 (0.012)
49 5 Социология	19.922 (4.944)	16.426 (2.422)	-1.329 (0.090)	0.365 (0.022)	1.252 (0.121)	-0.054 (0.013)
50 5 Административные и организационные науки	2.764 (0.681)	3.227 (0.739)	-1.257 (0.283)	1.280 (0.272)	0.613 (0.281)	-0.203 (0.116)
52 5 Политология	9.408 (2.802)	7.002 (1.241)	-1.492 (0.166)	0.669 (0.069)	1.084 (0.146)	-0.102 (0.036)
53 5 Криминология и социальная работа	8.520 (2.818)	14.018 (3.325)	-1.065 (0.300)	1.027 (0.129)	0.757 (0.209)	-0.177 (0.067)
54 5 Урбанизм	3.680 (1.454)	5.830 (2.416)	-1.094 (0.362)	0.789 (0.348)	-0.011 (0.434)	-0.048 (0.138)
55 5 Психология	4.922 (1.060)	9.051 (1.499)	-1.375 (0.150)	0.489 (0.091)	0.827 (0.142)	-0.023 (0.041)
56 5 Спорт	1.910 (1.017)	4.487 (1.692)	-0.838 (0.562)	0.540 (0.338)	0.219 (0.468)	-0.045 (0.200)

58 5 Архитектура и дизайн

1.872 (0.833) 5.089 (1.794) -1.184 (0.473) 2.433 (0.731) -0.004 (0.503) -0.293 (0.184)

Продолжение таблицы 6

Номера дисциплины и области, название дисциплины	Ставка (период 1)	Ставка (период 2)	Степень (плотность)	Переходные триады	То же самое res.Group	Степень изменения
59 5 Информатика и библиотечное дело	3.617 (3.137)	2.887 (1.320)	1.994 (1.514)	0.302 (0.752)	0.968 (0.489)	-0.983 (0.574)
61 6 Археология	5.564 (1.568)	5.993 (1.196)	-1.901 (0.214)	0.563 (0.173)	0.876 (0.169)	0.149 (0.066)
63 6 Этнология	5.759 (1.700)	5.159 (2.304)	-1.619 (0.715)	1.240 (0.322)	1.385 (0.479)	-0.264 (0.193)
64 6 Лингвистика	3.757 (0.794)	5.557 (1.282)	-1.484 (0.185)	1.950 (0.249)	0.378 (0.144)	-0.138 (0.069)
68 6 История искусств	0.938 (0.463)	3.310 (1.308)	-1.158 (0.561)	1.647 (0.675)	1.646 (0.583)	-0.200 (0.200)
71 6 География	7.115 (1.400)	9.400 (1.523)	-1.729 (0.158)	0.639 (0.087)	0.940 (0.132)	0.008 (0.041)
Номера дисциплины и области, название дисциплины	DegOut	ExcelBeh	FirstPub	Первая публикация.	PhD1	ПолМужской
1 1 Математика	-0.043 (0.056)	-0.026 (0.187)	-0.001 (0.006)	0.269 (0.250)	0.252 (0.298)	-0.070 (0.168)
2 1 Физика	0.156 (0.032)	0.018 (0.119)	0.015 (0.002)	0.087 (0.112)	0.493 (0.131)	0.093 (0.091)
3 1 Биология	0.223 (0.057)	-0.042 (0.115)	0.021 (0.005)	0.234 (0.249)	1.017 (0.153)	0.178 (0.087)
4 1 Химия	0.164 (0.028)	-0.044 (0.095)	0.012 (0.002)	-0.172 (0.099)	0.962 (0.101)	0.237 (0.062)
5 1 Биохимия и молекулярная биология	0.252 (0.085)	-0.338 (0.182)	0.013 (0.006)	-1.130 (0.287)	0.579 (0.181)	0.156 (0.102)
6 1 Геология	0.104 (0.033)	-0.167 (0.080)	0.023 (0.003)	-0.027 (0.187)	0.580 (0.089)	0.213 (0.077)
7 1 Компьютерные интенсивные методы и приложения	0.557 (0.464)	-1.802 (1.358)	-0.071 (0.074)	-0.730 (1.884)	2.339 (2.311)	-0.866 (1.116)
8 1 Контроль и забота об окружающей среде	0.229 (0.207)	1.517 (0.453)	0.069 (0.027)	-0.747 (1.093)	0.940 (0.525)	-0.102 (0.454)
9 1 Аптека	0.015 (0.050)	-0.256 (0.108)	0.001 (0.004)	-0.093 (0.221)	0.747 (0.144)	-0.142 (0.080)
10 2 Гражданское строительство	0.120 (0.041)	0.000 (0.109)	0.017 (0.006)	0.189 (0.238)	0.559 (0.149)	0.129 (0.123)
11 2 Химическое машиностроение	0.176 (0.097)	-0.266 (0.204)	-0.010 (0.008)	-0.767 (0.329)	1.656 (0.286)	-0.087 (0.171)
12 2 Энергетическое машиностроение	-0.012 (0.054)	-0.373 (0.131)	0.011 (0.005)	-0.525 (0.228)	0.580 (0.126)	0.106 (0.204)
13 2 Материаловедение и технологии	0.108 (0.042)	-0.571 (0.103)	0.017 (0.004)	-0.408 (0.147)	0.993 (0.101)	0.040 (0.084)
14 2 Механика	0.479 (0.400)	0.031 (0.781)	-0.057 (0.050)	-0.118 (1.235)	-0.635 (1.780)	-0.464 (1.126)
15 2 Системы и кибернетика	0.048 (0.049)	-0.531 (0.097)	0.017 (0.005)	-0.730 (0.225)	0.713 (0.191)	0.140 (0.147)
16 2 Вычислительная техника и информатика	0.011 (0.041)	0.074 (0.088)	-0.001 (0.005)	-0.307 (0.171)	0.681 (0.105)	-0.068 (0.106)
17 2 Телекоммуникации	0.071 (0.073)	-0.946 (0.149)	-0.004 (0.008)	-0.135 (0.315)	0.904 (0.161)	0.652 (0.344)

18 2 Электронные компоненты и технологии

0.090 (0.116) -0.280 (0.281) 0.010 (0.008) -0.668 (0.475) 0.966 (0.281) -1.011 (0.317)

Продолжение таблицы 6

Номера дисциплины и области, название дисциплины	DegOut	ExcelBeh	FirstPub	Первая публикация.	PhD1	ПолМужской
19 2 Производственные технологии и системы	0.229 (0.079)	-0.336 (0.157)	0.007 (0.007)	-0.142 (0.247)	0.924 (0.229)	1.341 (0.306)
20 2 Механическая конструкция	0.001 (0.088)	-0.117 (0.215)	-0.013 (0.007)	-0.196 (0.311)	0.845 (0.252)	-0.567 (0.656)
21 2 Электрические устройства	0.176 (0.083)	0.250 (0.250)	0.011 (0.008)	-1.072 (0.517)	0.079 (0.273)	4.531 (0.005)
22 2 Технологический инжиниринг	0.226 (0.111)	-0.404 (0.284)	-0.010 (0.012)	-0.054 (0.512)	0.830 (0.354)	-0.616 (0.390)
23 2 Текстиль и кожа	-0.127 (0.072)	0.242 (0.165)	-0.015 (0.006)	0.756 (0.272)	0.155 (0.191)	0.079 (0.155)
24 2 Метрология	0.768 (0.208)	-0.554 (0.365)	0.040 (0.024)	-1.859 (0.697)	0.978 (0.479)	-0.419 (0.827)
25 2 Горное дело и геотехнологии	0.322 (0.176)	-0.423 (0.402)	0.054 (0.028)	0.034 (0.989)	0.992 (0.388)	0.944 (0.995)
26 2 Геодезия	0.508 (0.168)	-0.638 (0.292)	-0.004 (0.011)	1.105 (0.492)	0.397 (0.213)	0.393 (0.240)
28 2 Дорожные системы	0.263 (0.117)	-0.126 (0.275)	0.102 (0.036)	-2.191 (1.075)	0.942 (0.379)	0.003 (0.307)
29 2 Гидрология	0.147 (0.121)	0.076 (0.311)	-0.043 (0.016)	-2.203 (0.712)	0.805 (0.308)	0.379 (0.326)
32 3 Микробиология и иммунология	0.193 (0.034)	-0.088 (0.083)	0.018 (0.004)	-0.302 (0.160)	0.484 (0.074)	0.093 (0.063)
33 3 Стоматология	0.328 (0.139)	-0.341 (0.245)	0.010 (0.016)	-0.089 (0.442)	0.529 (0.292)	0.058 (0.226)
34 3 Нейробиология	0.322 (0.037)	-0.325 (0.091)	0.018 (0.004)	-0.010 (0.181)	0.495 (0.083)	0.090 (0.072)
35 3 Онкология	0.082 (0.034)	0.052 (0.094)	0.008 (0.004)	0.190 (0.178)	0.450 (0.062)	0.118 (0.053)
36 3 Репродукция человека	0.170 (0.043)	-0.246 (0.089)	0.001 (0.004)	-0.145 (0.177)	0.401 (0.081)	0.010 (0.078)
37 3 Сердечно-сосудистая система	0.039 (0.044)	0.037 (0.104)	0.017 (0.004)	-0.247 (0.178)	0.541 (0.092)	0.307 (0.067)
38 3 Метаболические и гормональные нарушения	-0.058 (0.110)	-0.172 (0.272)	0.016 (0.016)	-0.554 (0.451)	0.330 (0.241)	0.404 (0.238)
39 3 Общественное здоровье (охрана труда)	0.034 (0.062)	-0.208 (0.151)	0.005 (0.008)	-0.017 (0.282)	0.801 (0.127)	-0.150 (0.126)
40 3 Психиатрия	0.089 (0.114)	-0.130 (0.251)	-0.009 (0.009)	-0.098 (0.262)	0.147 (0.219)	0.037 (0.187)
41 4 Лесное хозяйство, деревообрабатывающая и бумажная промышленность	0.116 (0.049)	0.409 (0.102)	0.002 (0.004)	-0.368 (0.200)	0.254 (0.122)	0.465 (0.119)
42 4 Животноводство	0.146 (0.039)	-0.390 (0.086)	0.009 (0.004)	0.080 (0.148)	0.212 (0.106)	0.053 (0.087)
43 4 Производство продукции завода	0.094 (0.031)	-0.010 (0.070)	0.012 (0.003)	0.053 (0.159)	0.382 (0.083)	0.362 (0.067)
44 4 Ветеринарная медицина	0.010 (0.035)	0.001 (0.079)	0.007 (0.004)	0.173 (0.152)	0.676 (0.106)	-0.033 (0.059)
46 4 Биотехнология	0.088 (0.096)	-0.312 (0.224)	0.029 (0.009)	0.337 (0.345)	2.156 (0.468)	0.577 (0.132)
47 5 Образовательные исследования	-0.001 (0.033)	0.134 (0.067)	0.012 (0.004)	-0.213 (0.167)	0.327 (0.104)	-0.062 (0.072)

48 5 Экономика

-0.054 (0.032)

0.217 (0.064)

0.006 (0.003)

-0.026 (0.132)

0.338 (0.085)

-0.100 (0.067)

Продолжение таблицы 6

Номера дисциплины и области, название дисциплины	DegOut	ExcelBeh	FirstPub	Первая публикация.	PhD1	ПолМужской
49 5 Социология	0.193 (0.059)	0.345 (0.121)	0.031 (0.005)	-0.242 (0.199)	0.416 (0.162)	-0.234 (0.098)
50 5 Административные и организационные науки	-0.075 (0.117)	0.176 (0.291)	0.022 (0.012)	1.121 (0.682)	0.798 (0.402)	0.061 (0.231)
52 5 Политология	-0.313 (0.077)	0.442 (0.149)	-0.011 (0.009)	0.575 (0.302)	0.893 (0.232)	-0.571 (0.175)
53 5 Криминология и социальная работа	0.169 (0.108)	0.098 (0.183)	0.001 (0.007)	0.039 (0.289)	0.365 (0.316)	0.006 (0.228)
54 5 Урбанизм	0.528 (0.239)	-0.004 (0.425)	0.013 (0.021)	0.963 (0.858)	0.009 (0.453)	-0.047 (0.316)
55 5 Психология	0.045 (0.092)	0.038 (0.177)	-0.008 (0.007)	0.198 (0.271)	0.560 (0.272)	-0.110 (0.160)
56 5 Спорт	0.369 (0.328)	0.298 (0.890)	0.009 (0.022)	-0.012 (0.704)	-0.483 (0.686)	-0.043 (0.506)
58 5 Архитектура и дизайн	0.391 (0.167)	0.294 (0.477)	-0.038 (0.027)	-1.079 (1.044)	1.649 (0.654)	0.295 (0.460)
59 5 Информатика и библиотечное дело	1.189 (0.562)	0.600 (0.733)	0.017 (0.032)	-1.692 (1.389)	-2.084 (1.262)	0.072 (0.722)
61 6 Археология	-0.026 (0.095)	-0.289 (0.225)	-0.004 (0.007)	0.343 (0.334)	0.251 (0.236)	0.223 (0.190)
63 6 Этнология	0.126 (0.252)	2.278 (0.680)	0.030 (0.027)	0.978 (0.703)	-0.698 (0.466)	0.486 (0.609)
64 6 Лингвистика	-0.105 (0.071)	-0.041 (0.172)	-0.006 (0.005)	0.432 (0.283)	0.251 (0.332)	0.199 (0.175)
68 6 История искусств	-0.311 (0.246)	0.739 (0.669)	0.009 (0.019)	-2.428 (1.298)	0.602 (0.655)	0.552 (0.572)
71 6 География	-0.172 (0.070)	0.566 (0.186)	0.006 (0.005)	0.083 (0.297)	0.434 (0.234)	0.117 (0.169)

Ссылки

- Abbasi, A., Hossain, L., & Leydesdorff, L. (2012). Центрированность связи как фактор преимущественной привязанности в эволюции сетей научного сотрудничества. *Journal of Informetrics*, 6(3), 403–412.
- Barabási, A. L. (2002). *Linked: Новая наука о сетях* (1-е изд.). New York: Basic Books.
- Barabási, A. L., & Albert, R. (1999). Возникновение масштабирования в случайных сетях. *Science*, 286, 509–512.
- Cavusoglu, A., & Turker, I. (2013). Сеть научного сотрудничества Турции. *Хаос, решения и Фракталы*, 57, 9–18. doi:[10.1016/j.chaos.2013.07.022](https://doi.org/10.1016/j.chaos.2013.07.022).
- Cavusoglu, A., & Turker, I. (2014). Patterns of collaboration in four scientific disciplines of the Turkish collaboration network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 413, 220–229. doi:[10.1016/j.physa.2014.06.069](https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.06.069).
- de Sola Pool, I., & Kochen, M. (1978). Контакты и влияние. *Social Networks*, 1(1), 5–51.
- De Stefano, D., Giordano, G., & Vitale, M. (2011). Проблемы анализа сетей соавторства. *Quality & Quantity*, 45(5), 1091–1107. doi:[10.1007/s11135-011-9493-2](https://doi.org/10.1007/s11135-011-9493-2).
- Ferligoj, A., & Kronegger, L. (2009). Кластеризация атрибутивных и/или реляционных данных. *Metodoloski Zvezki (Advances in Methodology and Statistics)*, 6(2), 135–153.
- Garfield, E., & Merton, R. K. (1979). *Индексирование цитирования: Теория и применение в науке, технике и гуманитарных науках*. New York: Wiley.
- Groboljšek, B., Ferligoj, A., Mali, F., Kronegger, L., & Iglic, H. (2014). Роль и значение научного сотрудничества для новых развивающихся наук: The case of Slovenia. *Teorija in praksa*, 51(5), 864–883.
- Iglic, H., Kronegger, L., Ferligoj, A., & Doreian, P. (2015). Формы и источники научного сотрудничества: Доказательства по четырем научным дисциплинам. Submitted.
- Indlekofer, N., & Brandes, U. (2013). Относительная важность эффектов в стохастических акторно-ориентированных моделях. *Network Science*, 1(3), 278–304.
- Kronegger, L., Ferligoj, A., & Doreian, P. (2011). О динамике национальных научных систем. *Quality & Quantity*, 45(5), 989–1015. doi:[10.1007/s11135-011-9484-3](https://doi.org/10.1007/s11135-011-9484-3).
- Kronegger, L., Mali, F., Ferligoj, A., & Doreian, P. (2012). Структуры сотрудничества в словенских научных сообществах. *Scientometrics*, 90(2), 631–647. doi:[10.1007/s11192-011-0493-8](https://doi.org/10.1007/s11192-011-0493-8).
- Kronegger, L., Mali, F., Ferligoj, A., & Doreian, P. (2014). Классификация научных дисциплин в Словении: A study of the evolution of collaboration structures. *Journal of the Association for Information Science and Technology*. doi:[10.1002/asi.23171](https://doi.org/10.1002/asi.23171)
- Li, L., Alderson, D., Doyle, J. C., & Willinger, W. (2006). К теории безмасштабных графов: Определение, свойства и следствия. *Internet Mathematics*, 2(4), 431–523.
- Mali, F., Kronegger, L., & Ferligoj, A. (2010). Тенденции соавторства и модели сотрудничества в словенском социологическом сообществе. *Corvinus Journal of Sociology and Social Policy (CJSSP)*, 1(2), 29–50.
- Мертон, Р. К. (1968). Эффект Мэтью в науке. *Science*, 159, 56–63.
- Мертон, Р. К. (1973). *Социология науки*. Чикаго: Издательство Чикагского университета.
- Moody, J. (2004). Структура сети сотрудничества в области социальных наук: Дисциплинарная сплоченность с 1963 по 1999 год. *Американское социологическое обозрение*, 69(2), 213–238.
- Newman, M. E. J. (2000). Маленькие миры: структура социальных сетей. *Condmat*/0111070.
- Newman, M. E. J. (2001). Структура сетей научного сотрудничества. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(2), 404–409. doi:[10.1073/pnas.021544898](https://doi.org/10.1073/pnas.021544898).
- Perc, M. (2010). Рост и структура сети научного сотрудничества Словении. *Journal of Informetrics*, 4, 475–482. [arXiv:1004.4824](https://arxiv.org/abs/1004.4824).
- Пайк, Т. В. (2010). Сети сотрудничества и научное влияние среди поведенческих экологов. *Behavioral Ecology*, 21(2), 431–435. doi:[10.1093/beheco/arp194](https://doi.org/10.1093/beheco/arp194).
- Прайс, Д. С. (1963). *Маленькая наука, большая наука и не только*. Нью-Йорк: Columbia University Press.
- Price, D. S. (1965). Сети научных статей. *Science*, 149, 510–515.
- Price, D. S. (1976). Общая теория библиометрических и других процессов кумулятивного преимущества. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5), 292–306. doi:[10.1002/asi.4630270505](https://doi.org/10.1002/asi.4630270505).
- Said, Y. H., Wegman, E. J., Sharabati, W. K., & Rigsby, J. (2008). Социальные сети отношений автор-соавтор. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(4), 2177–2184. doi:[10.1016/j.csda.2007.07.021](https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.07.021).
- Shrum, W., & Mullins, N. (1988). Сетевой анализ в изучении науки и техники. In A. van Ran (Ed.), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology* (pp. 107–133). Amsterdam: Elsevier.
- Shrum, W., Genuth, J., & Chompalo, I. (2007). *Структуры научных коллабораций*. Cambridge: The MIT Press.

- Snijders, T. A. (2001). Статистическая оценка динамики социальных сетей. В книге "Социологическая методология-2001" (с. 361-395), авторы М. Собел и М. Беккер (ред.). Oxford: Basil Blackwell.
- Snijders, T. A. (2005). Модели для продольных сетевых данных. In P. Carrington, J. Scott, & S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (pp. 215-247). Cambridge: Cambridge University Press.
- Snijders, T. A. (2008). Анализ динамики ненаправленных социальных сетей. Draft paper. http://www.stats.ox.ac.uk/snijders/siena/TwoSided_s.
- Snijders, T. A., Steglich, C., & Schweinberger, M. (2007). Моделирование коэволюции сетей и поведения. В книге K. van Montfort, H. Oud, & A. Satorra (Eds.), *Longitudinal models in the behavioral and related sciences* (pp. 41-71). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Snijders, T. A., van de Bunt, G. G., & Steglich, C. (2010). Введение в стохастические акторно-ориентированные модели сетевой динамики. *Social Networks*, 32(1), 44-60.
- Wagner, C., & Leydesdorff, L. (2005). Сетевая структура, самоорганизация и рост межнационального сотрудничества в науке. *Research Policy*, 34, 1608-1618.
- Уорд, Дж. (1963). Иерархическая группировка для оптимизации объективной функции. *Журнал Американской статистической ассоциации*, 58, 236-244.
- Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Коллективная динамика сетей "малого мира". *Nature*, 393(6684), 440-442. doi:[10.1038/30918](https://doi.org/10.1038/30918).
- Зиман, Дж. (1994). *Prometheus bound. Наука в динамическом устойчивом состоянии*. Кембридж: Cambridge University Press.

