

# Анализ соавторства в математических журналах Math-Net.Ru

Е.А. Знаменская<sup>1</sup>, А.А. Печников<sup>2</sup>, Д.Е. Чебуков<sup>1</sup>

*1 Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук*

*2 Институт прикладных математических исследований — обособленное подразделение ФИЦ "Карельский научный центр Российской академии наук"*

**Аннотация.** Изучены вопросы соавторства ученых-математиков по данным портала Math-Net.Ru за период с 2000 по 2020 год. Исследования показывают, что подавляющее число статей (более 59%) принадлежат одному автору, 39% статей написаны коллективами численностью от 2 до 4 авторов. Остальные 2% статей приходятся на коллективы, включающие от 5 до 44 авторов. Такая структура соавторства позволяет сделать вывод о том, что отмечаемые в тенденции преднамеренного роста соавторства не относятся к нашему объекту исследования. Показано, что основные характеристики графа соавторства, такие как доля вершин, входящих в максимальную компоненту связности, диаметр и средняя длина пути стабилизируются, когда количество соавторов достигает 4. В отличие от рекомендации о выделении в отдельную категорию публикаций с более чем 10 соавторами, в нашем случае в отдельную категорию можно выделять публикации с более чем пятью авторами.

**Ключевые слова:** соавторство, количество соавторов статьи, граф соавторства, математический портал Math-Net.Ru.

# Analysis of co-authorship in mathematical journals of Math-Net.Ru

E.A. Znamenskaya<sup>1</sup>, A.A. Pechnikov<sup>2</sup>, D.E. Chebukov<sup>1</sup>

*1 Steklov Mathematical Institute of RAS*

*2 Institute of Applied Mathematical Research of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*

**Abstract.** Problems of co-authorship in mathematical articles were studied on the basis of journals data stored in the All-Russian mathematical portal Math-Net.Ru for the period from 2000 to 2020. The investigation shows that the most articles (more than 59%) are written by a single author, 39% of articles are written by a group from 2 to 4 co-authors. 2% of articles correspond to scientific groups consisting from 5 to 44 co-authors. Such a structure of co-authorship shows that the known tendency of deliberate growing co-authorship does not correspond to our object of investigation. We show that the main features of the co-authorship graph, such as a fraction of the vertices as a part of the maximal connected component, diameter and the average path length are stabilized once the number of co-authors reach 4. Unlike the recommendations to allocate articles written by more than 10 co-authors to a separate category, in our work we can allocate publications written by 5 co-authors to such a single category.

**Keywords:** co-authorship, number of co-authors of the article, co-authorship graph, mathematical portal Math-Net.Ru

## 1. Введение

Научная работа представляется одним из наиболее интеллектуально требовательных и сложных видов человеческой деятельности и не может быть оценена по единой универсальной схеме. Изучение научных связей ученых дает возможность оценивать тенденции развития различных научных направлений, выявлять научные центры, научные школы и значимые персоны.

Одной из первых публикаций, посвященных анализу научных сетей, является статья де Солла Прайс [1], вышедшая в 1965 году и, несомненно, связанная с появлением электронных хранилищ научных публикаций. Основные исследуемые объекты с тех пор и до настоящего времени – это сети цитирования и сети соавторства, построенные на основе данных, получаемых из различных электронных источников, исследуемые с применением математических моделей и дальнейшей содержательной интерпретацией результатов.

Одними из часто исследуемых сетей научного сотрудничества являются сети соавторства, возможно, из-за изначальной очевидности определения

«знакомства» учёных, что документируется самими статьями, которые пишут ученые. Приведем полностью определение отношения соавторства по Ньюману: «Мы изучаем сети ученых, в которых два ученых считаются связанными, если они совместно написали статью. Это кажется разумным определением научного знакомства: большинство людей, которые написали статью вместе, будут хорошо знать друг друга. Это – умеренно строгое определение, так как есть много ученых, которые знают друг друга до некоторой степени, но никогда не сотрудничали в написании статьи» [2]. Далее мы будем придерживаться именно такого определения сотрудничества ученых через соавторство.

В работе [3] приводятся результаты анализа соавторства в журналах, проиндексированных в Web of Science в 2009–2018 гг., на основе 15,7 млн. документов типа «статья (article)» (не обзоры и не иные типы документов). Приведем часть этих результатов.

В категории «Математика» (184499 статей) 99,2% статей написано группами от 1 до 5 авторов и 0,8% группами от 6 до 10 авторов.

В категории «Компьютерные науки» (387710 статей) распределение следующее:

- 90,8% - от 1 до 5 авторов,
- 8,7% - от 6 до 10 авторов,
- 0,4% - от 11 до 15 авторов,
- 0,1% - от 16 до 20 авторов.

Кроме того есть группы от 31 до 51 автора, имеющие долю 0,1% и группы от 101 до 500 авторов, имеющие долю 0,001%.

Для сравнения, в категории «Физика»:

- 74% статей написаны группами от 1 до 5 авторов,
- 21,5% - от 6 до 10 авторов,
- 2,8% - от 11 до 15 авторов,

и далее по убыванию. При этом имеются группы от 501 до 1000 авторов, доля которых составляет 0,084%.

Отметим, что в [3] отсутствует категория «Прикладная математика». Одно из возможных объяснений заключается в том, что статьи этой категории входят либо в категорию «Математика», либо «Компьютерные науки».

В последние 20 лет, начиная примерно с работы [4], рост количества соавторов вызывает некоторую озабоченность в отношении того, что именно значит упоминание имени среди соавторов, и какую роль играют те или иные соавторы в самом исследовании, анализе результатов и подготовке текстов. Отмечается, например, что интернационализация группы соавторов оказывает влияние на увеличение цитируемости, что может быть расценено как попытка оказания воздействия на индикаторы научной результативности.

В зарубежных исследованиях, посвященных анализу научных сетей, основой для получения исходных данных являются крупные интернет-платформы, такие как Web of Science или Scopus, имеющие инструменты типа

Journal Citation Reports, и (не менее крупные) специализированные ресурсы, такие как PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>). Русскоязычных журналов и публикаций на этих ресурсах немного. В Web of Science количество русскоязычных публикаций составляет менее 0.5% от общего количества. Поэтому судить о ситуации с соавторством российских математиков на основании исследований Web of Science достаточно сложно.

В отличие от указанных случаев авторы имеют доступ к сведениям Общероссийского математического портала Math-Net.Ru (<http://www.mathnet.ru>), что в определенной степени позволяет исследовать указанную проблематику в области математических и компьютерных наук в России. Math-Net.Ru (<http://www.mathnet.ru>), известный веб-ресурс, содержащий богатую коллекцию полнотекстовых архивов ведущих российских математических журналов и информацию об их авторах. К середине апреля 2022 г. на портале зарегистрировано почти 146 тысяч авторов, 314 тысяч научных статьи из 144 журналов (периодических изданий). Информационная система Math-Net.Ru индексирует научные публикации и хранит их в базе данных в структурированном виде [5]. Метаданные всех публикаций объединены в одну таблицу базы данных, в которой в отдельных колонках хранятся названия публикаций, аннотации, ключевые слова, а также номера года, тома, выпуска и страниц. Текстовые данные (названия, аннотации, ключевые слова) хранятся на русском и английском языках. Собраны ссылки на страницы публикаций в международных библиографических базах данных, так как Web of Science, Scopus, MathSciNet, zbMATH, ADS NASA, РИНЦ. Авторы публикаций и аффилиации включены в соответствующие отдельные таблицы. В колонках таблицы персоналий отдельно хранятся фамилии, имена и отчества авторов на русском и английском языках, ссылки на персональные страницы в реферативных базах данных, ключевые слова, научные биографии и некоторые другие персональные данные. Авторы привязаны к публикациям при помощи вспомогательной таблицы, содержащей только коды публикаций и авторов. Связанность таблицы публикаций и вспомогательной таблицы позволяет нам выделить группу рассматриваемых статей журналов, опубликованных в выбранные годы, осуществить поиск групп соавторов, выделить публикации с одним, двумя, тремя и т.д. авторами.

В работе [3] отмечено, что количество соавторов в публикации ставит перед аналитиками и администраторами ряд вопросов, связанных с оценками результативности научной деятельности. В настоящей работе мы исследуем два из них по данным Math-Net.Ru. Первый – зафиксировать и понять природу изменения количества соавторов в публикации, а также сравнить полученные результаты в областях математики и компьютерных наук с более глобальными данными Web of Science. Второй – выяснить, есть ли связь между ростом количества соавторов и основными характеристиками коммуникационных связей, возникающих на основе соавторства.

## 2. Исходные данные исследования

В информационной системе Math-Net.Ru данные накапливаются в течение последних 15 лет. Охвачен большой временной интервал и самые ранние цитирующие статьи (то есть имеющие библиографические ссылки на публикации Math-Net.Ru), относятся к 1936 году, а самые ранние цитируемые статьи датируются 1866 годом. Наполнение информационной системы по годам по различным причинам было достаточно неоднородным. Для исследования был выбран временной интервал датировки статей, опубликованных с 2000 по 2020 год, поскольку за 2021 год наполнение базы данных еще продолжается.

Для решения поставленных задач из общего количества более чем 140 журналов были отобраны 56 ведущих российских журналов и журналов стран ближнего зарубежья, которые индексируются в Math-Net.Ru полным или значительным объемом выпусков. Кроме того, предварительно из рассмотрения были исключены такие журналы как «Успехи физических наук», «Успехи химии» и ряд других, очевидно не относящиеся к категориям «Математика» и «Компьютерные науки», учитывая очевидные отличия в организации групп соавторов и проведении научных исследований по этим направлениям. Список исследуемых журналов по математике, прикладной математике и компьютерным наукам приводится в табл. 1.

Табл. 1. Список журналов

Название журнала	Кол-во статей	Кол-во авторов
Алгебра и анализ	1040	933
Алгебра и логика	857	436
Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика	1816	1383
Вестник Самарского ГТУ. Серия "Физико-математические науки"	1384	1238
Вестник СПбГУ. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления	467	612
Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки	748	631
Владикавказский математический журнал	708	579
Дальневосточный математический журнал	434	339
Дискретная математика	939	592
Дискретный анализ и исследование операций	757	425
Журнал вычислительной математики и математической физики	3686	2790
Журнал математической физики, анализа, геометрии	570	533
Журнал Сибирского федерального университета. Серия "Математика и физика"	819	1019
Записки научных семинаров ПОМИ	3004	1550
Известия высших учебных заведений. Математика	2421	1840
Известия Института математики и информатики Удмуртского государственного университета	407	320
Известия Российской академии наук. Серия математическая	999	754
Итоги науки и техники. Сер. "Современная математика и ее приложения. Тематич. обзоры"	672	799
Лекционные курсы НОЦ	30	23
Математическая теория игр и её приложения	263	216
Математические вопросы криптографии	327	192
Математические заметки	4185	3104
Математические труды	351	256
Математический сборник	1632	1249
Математическое моделирование	2668	3266
Математическое образование	529	272
Препринты Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН	2374	1440
Прикладная дискретная математика	721	487

Прикладная дискретная математика. Приложение	520	345
Проблемы управления	1171	1194
Сибирские электронные математические известия	1333	1130
Сибирский журнал вычислительной математики	677	708
Сибирский журнал индустриальной математики	1030	950
Сибирский журнал чистой и прикладной математики	486	532
Сибирский математический журнал	2319	1593
Современная математика и ее приложения	77	102
Современная математика. Фундаментальные направления	408	464
Современные проблемы математики	67	83
Теоретическая и математическая физика	2843	2355
Теория вероятностей и ее применения	1185	955
Труды Института математики и механики УрО РАН	1617	970
Труды Математического института имени В. А. Стеклова	1566	1432
Труды Московского математического общества	121	164
Труды семинара имени И. Г. Петровского	113	140
Управление большими системами	726	829
Успехи математических наук	1571	1691
Уфимский математический журнал	526	500
Ученые записки Казанского университета. Серия Физико-математические науки	985	1317
Фундаментальная и прикладная математика	1479	1340
Функциональный анализ и его приложения	866	712
Чебышевский сборник	943	839
Algebra and Discrete Mathematics	769	890
Regular and Chaotic Dynamics	934	877
Russian Journal of Nonlinear Dynamics	658	629
Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications	1681	2236
Theory of Stochastic Processes	292	277

В указанных 56 журналах с 2000 по 2020 годы было опубликовано почти 62 тысяч статей, авторами которых являются около 33 тысяч ученых.

### 3. Арифметика соавторства

Результаты анализа показывают, что множество из 33 тысяч авторов можно разбить на три непересекающихся подмножества, что продемонстрировано на диаграмме (рис.1).



Рис. 1. Три подмножества авторов

Достаточно велика доля авторов, публикующихся в одиночку, однако большая часть авторов имеют публикации в соавторстве.

В табл. 2 приводятся сводные данные по количеству статей, опубликованных группами авторов. Под группой здесь понимается коллектив авторов, имеющих одну или несколько совместных работ (формально группа может состоять из одного автора). Как видно из таблицы, более 54% статей принадлежат одному автору, и около 30% двум авторам.

Имеется почти одинаковое количество групп из одного и двух авторов, однако среднее количество статей, написанных одним автором в два раза больше, чем двумя. Группы от 4 до 10 соавторов в среднем имеют чуть больше одной публикации.

Полученные результаты позволяют сделать сравнение нашей ситуации с соавторством с результатами для Web of Science. Учтем, что в случае Math-Net.Ru мы не проводим различия журналов по категориям «Математика» и «Компьютерные науки», и поэтому сравним наши данные с обеими категориями Web of Science. Кроме того, данные для Web of Science приводятся для укрупненных случаев от 1 до 5 авторов, от 6 до 10 авторов, и т.д.

Табл. 2. Количество статей, опубликованных группами

количество соавторов	количество групп	количество статей	статей на группу	доля от общего числа статей
1	11793	33502	2,841	54,24%
2	12460	18592	1,492	30,10%
3	5251	6495	1,237	10,51%
4	1593	1746	1,096	2,83%
5	622	654	1,051	1,06%
6	255	267	1,047	0,43%
7	121	126	1,041	0,20%
8	76	76	1,000	0,12%
9	69	71	1,029	0,11%
10	46	46	1,000	0,07%
11-15	-	107	-	0,17%
16-44	-	89	-	0,14%
<b>Всего статей</b>		<b>61771</b>		

К тому же в работе [3] (стр. 7, Table 1) в строке ‘Computer Science’ допущена ошибка: сумма значений по строке больше 100, поэтому мы ограничились первыми тремя значениями. Результаты сравнения сведены в табл. 3.

Можно видеть, что структура соавторства в Math-Net.Ru по группам 1-5 и 6-10 соавторов очень близка к структуре Web of Science в категории Mathematics.

Табл. 3. Сравнение соавторства

количество соавторов	Computer Science, WoS	Math-Net.Ru	Mathematics, WoS
1-5	90,80%	98,73%	99,20%
6-10	8,70%	0,95%	0,80%
11-15	0,40%	0,17%	0%

#### 4. Графы соавторства

Термин «граф соавторства», используемый нами здесь, более строго следует определить как граф научного сотрудничества, построенный на основе определения Ньюмана [2], приведенного ранее: два ученых считаются связанными, если они совместно написали статью. Здесь мы не ставим задачу изучения силы сотрудничества в зависимости от количества статей, написанных в соавторстве, поэтому в нашем графе соавторства рёбра имеют кратность 1 и не имеют весов.

Традиционно обозначим граф соавторства как  $G=G(V,E)$ , где  $V$  – множество вершин, соответствующих авторам, а  $E$  – множество дуг. Для обозначения мощности множества будем использовать запись  $\text{card}$ , т.е.  $\text{card}(V)$  – количество вершин множества  $V$ .

Наш план исследования графов соавторства выполнялся в два этапа. Вначале мы построили и исследовали графы соавторства для заданного числа соавторов от 2 до 10. Такие графы мы обозначим  $G_i(V_i,E_i)$ , и заданное число соавторов  $i$  будем называть индексом соавторства.

Приведем пример построения графа  $G_3(V_3,E_3)$ :

1. в базе данных отбираем статьи с тремя соавторами,
2. по данной выборке создаем список, каждая запись которого  $\langle \text{id1}, \text{id2}, \text{id3}, n \rangle$  – это идентификаторы трех соавторов  $\text{id1}, \text{id2}, \text{id3}$  в порядке возрастания значения идентификатора и число статей  $n$ , написанных каждой уникальной тройкой соавторов,
3. по данному списку строим множество вершин графа  $V_3$ ,
4. по данному списку каждую тройку  $\langle \text{id1}, \text{id2}, \text{id3} \rangle$  преобразуем во множество пар  $(\text{id1}, \text{id2}), (\text{id1}, \text{id3}), (\text{id2}, \text{id3})$ , представляющих множество ребер  $E_3$ , при этом кратные ребра не учитываются.

Получаем граф  $G_3(V_3,E_3)$ , в котором вершины из  $V_3$  соответствуют авторам, имеющим публикации в составе группы из трех соавторов. Соответственно ребра из  $E_3$  отражают связи между теми авторами, которые имеют публикации в соавторстве.

Аналогично строятся графы  $G_2, G_4-G_{10}$ . Обработка графов произведена с помощью бесплатного программного обеспечения для визуализации и исследования сетей Gephi (<https://gephi.org>). Результаты этого этапа сведены в табл. 4.



Табл. 4. Основные характеристики графов  $G_2$ - $G_{10}$ .

граф соавторства	card(V)	card(E)	card( $V_{\max CC}$ )	fract	diam
$G_2$	16618	12460	3079	0,185	57
$G_3$	10936	14358	1747	0,160	36
$G_4$	4835	8692	402	0,083	15
$G_5$	2442	5673	296	0,121	13
$G_6$	1268	3580	139	0,110	11
$G_7$	706	1949	154	0,218	13
$G_8$	521	2005	149	0,286	9
$G_9$	502	2323	248	0,494	7
$G_{10}$	350	1949	255	0,729	6

Здесь  $V_{\max CC}$  обозначает множество вершин максимальной компоненты связности (maxCC) соответствующего графа соавторства, fract – доля вершин  $V$ , входящих в maxCC, а diam – диаметр графа.

Несмотря на то, что построенные графы соавторства являются вспомогательными для второго этапа, отметим некоторые их особенности.

Граф  $G_{10}$  представляет собой граф, построенный на множестве авторов, являющихся соавторами статей, написанных 10 авторами (рис. 2).

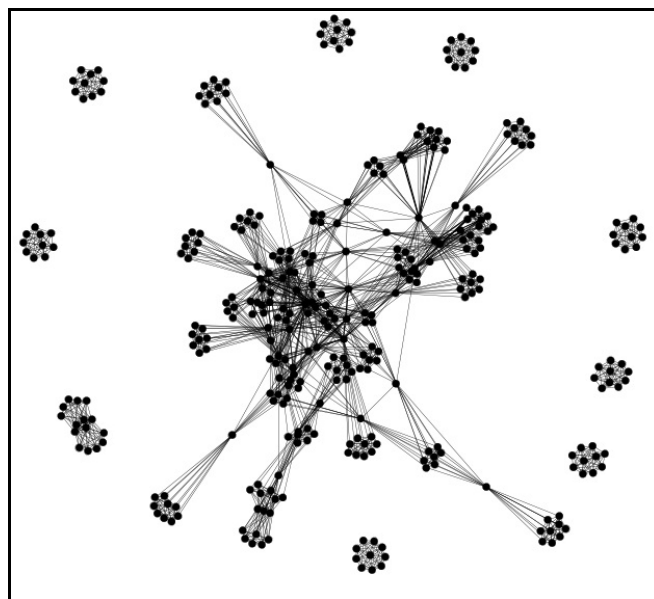


Рис. 2. Граф  $G_{10}$

Его максимальная компонента связности включает в себя почти 73% всех вершин, причем максимальное расстояние между любой парой равно 6. Вторая по размерности компонента содержит 15 вершин, а еще 8 компонент – ровно по 10 вершин, что равно заданному количеству соавторов при построении  $G_{10}$ . Можно сделать вывод о том, что соавторы статей, написанных 10 авторами, в основном хорошо знакомы друг с другом, подтверждая известный феномен

«мир тесен» [6]. Практически то же самое можно сказать и о графе  $G_9$ , но нельзя об остальных графах  $G_2 - G_8$ . Отметим также, что значение  $fract$  для индекса соавторства от 2 до 4 убывает, а от 6 до 10 возрастает, что опять-таки свидетельствует об особенностях коммуникаций между авторами больших коллективов соавторов.

На втором этапе мы последовательно проделали операцию «наслаивания», которая на первом шаге заключается в следующем:

1. фиксируем в качестве начального граф  $G_2$ , на который «наслаиваем»  $G_3$ , а именно

2. множество вершин результирующего графа  $V_{2-3}$  строим как добавление к  $V_2$  всех вершин из  $V_3$ , которых нет в  $V_2$ :  $V_{2-3} = (V_2 \cup V_3) \setminus (V_2 \cap V_3)$ ;

3. множество всех ребер  $E_{2-3}$  строим как добавление к  $E_2$  всех вершин из  $E_3$ , которых нет в  $E_2$ :  $E_{2-3} = (E_2 \cup E_3) \setminus (E_2 \cap E_3)$ ;

4. получаем граф  $G_{2-3} = G_{2-3}(V_{2-3}, E_{2-3})$ .

На следующем шаге на граф  $G_{2-3}$  «наслаиваем» граф  $G_4$ , таким образом, получая граф  $G_{2-4}$ , и т.д.

В отличие от традиционного подхода, когда строится один общий граф соавторства для всех авторов и связывающих их соавторств, мы пытаемся проследить изменение характеристик графа в динамике индекса соавторства и найти некоторые важные особенности и закономерности.

Основные характеристики графов соавторства приводятся в табл. 5.

Табл. 4. Основные характеристики графов соавторства.

граф соавторства	card(V)	card(E)	card(maxCC)	fract	diam	mid_path
$G_2$	16618	12460	3079	0,185	57	19,76
$G_3$	10936	14358	1747			
$G_{2-3}$	23119	24806	8574	0,371	32	12,44
$G_4$	4835	8692	402			
$G_{2-4}$	25579	31876	10799	0,422	31	10,83
$G_5$	2442	5673	296			
$G_{2-5}$	26678	36257	11860	0,445	29	10,12
$G_6$	1268	3580	139			
$G_{2-6}$	27149	38902	12491	0,460	29	9,60
$G_7$	706	1949	154			
$G_{2-7}$	27404	40366	12809	0,467	29	9,262
$G_8$	521	2005	149			
$G_{2-8}$	27543	41994	13079	0,475	28	8,817
$G_9$	502	2323	248			
$G_{2-9}$	27675	43951	13427	0,485	28	8,249
$G_{10}$	350	1949	255			
$G_{2-10}$	27723	45466	13595	0,490	27	7,837

Здесь добавлена колонка `mid_path`, означающая среднюю длину пути между двумя любыми парами вершин в графе. В каждой заштрихованной строке более мелким шрифтом с выделением курсивом для информации даются некоторые характеристики графов, «наслаиваемых» на графы в строке, расположенной выше. Таким образом, строка графа соавторства  $G_{2-3}$  есть результат наложения на граф  $G_2$  графа  $G_3$ .

Переход от графа  $G_2$  к  $G_{2-3}$  характеризуется резким изменением всех трех характеристик `fract`, `diam` и `mid_path`. Переход к графу  $G_{2-4}$  увеличивает `fract`, почти не изменяет `diam`, но существенно уменьшает `mid_path`. Затем наступает относительная стабилизация трех основных характеристик.

Изменение диаметра и средней длины пути в зависимости от индекса соавторства для наглядности показаны на рис. 3.

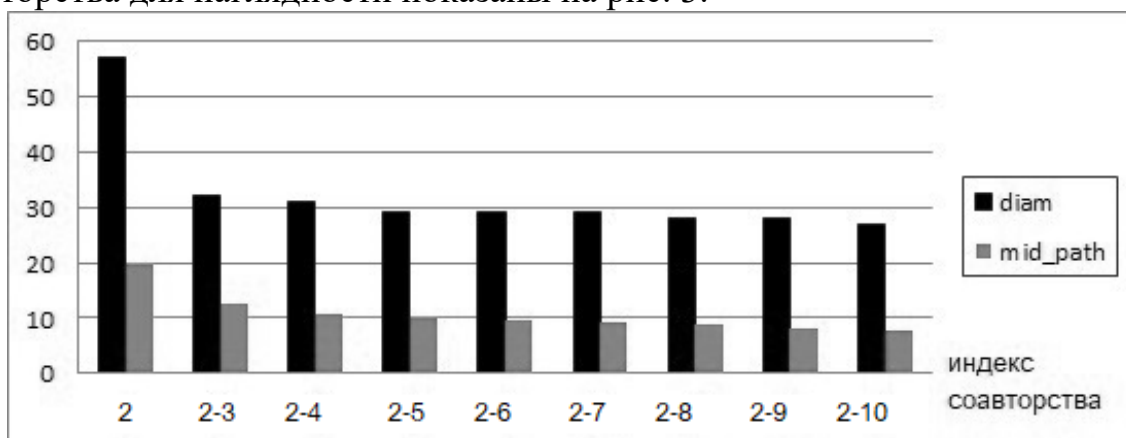


Рис. 3. Изменение диаметра и средней длины пути с изменением индекса соавторства

## 5. Заключение

Изучение соавторства ученых-математиков по данным портала Math-Net.Ru за период с 2000 по 2020 год позволяет сделать следующие выводы относительно природы соавторства и влияния количества соавторов на структуру научных коммуникаций.

Мы имеем почти 62 тысячи статей, написанных 33 тысячами авторов. Подавляющее число авторов (85%) имеют публикации в соавторстве, а более 63% авторов имеют публикации только в соавторстве. Но при этом достаточно велика и доля авторов, публикующихся только без соавторов – 15%.

Более 53% статей принадлежат одному автору, 43% статей написаны коллективами численностью от 2 до 4 авторов. Остальные 4% статей приходятся на коллективы, состоящие от 5 до 44 авторов. Такая структура соавторства позволяет сделать вывод о том, что отмечаемые в [3,4] тенденции преднамеренного роста соавторства не относятся к нашему объекту исследования.

Анализ построенных графов соавторства показывает, что значения таких характеристик, как доля вершин, входящих в максимальную компоненту связности, диаметр и средняя длина пути стабилизируются, когда количество соавторов достигает 4. Отсюда можно сделать вывод о том, что в отличие от

рекомендации из [3] о выделении в отдельную категорию публикаций с более чем 10 соавторами, в нашем случае в отдельную категорию можно выделять публикации с более чем пятью авторами.

### **Литература**

1. de Solla D.J. Price Networks of scientific paper // *Science*. 1965. Vol. 149. Iss. 3683. P. 510–515.
2. Newman M.E.J. The structure of scientific collaboration networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2001. Vol. 98. Iss. 2. P. 404–409.
3. Adams J., Pendlebury D., Potter R., Szomszor M. Global Research Report. Multi-authorship and research analytics. ISI, Web of Science Group. 2020. <https://clarivate.com/webofsciencegroup/campaigns/global-research-report-multi-authorship-and-research-analysis>.
4. Cronin B. Hyperauthorship: A Postmodern Perversion or Evidence of a Structural Shift in Scholarly Communication Practices? // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2001. Vol. 52. Iss. 7. P. 558-569.
5. Chebukov D., Izaak A., Misyurina O., Pupyrev Yu., Zhizhchenko A. Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today // *Lecture Notes in Comput. Sci.* 2013. Vol. 7961. P. 344–348.
6. Milgram S. The small world problem // *Psychology today*. Vol. 2. Iss. 1. 1967. P. 60-67.

### **References**

1. de Solla D.J. Price Networks of scientific paper // *Science*. 1965. Vol. 149. Iss. 3683. P. 510–515.
2. Newman M.E.J. The structure of scientific collaboration networks // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2001. Vol. 98. Iss. 2. P. 404–409.
3. Adams J., Pendlebury D., Potter R., Szomszor M. Global Research Report. Multi-authorship and research analytics. ISI, Web of Science Group. 2020. <https://clarivate.com/webofsciencegroup/campaigns/global-research-report-multi-authorship-and-research-analysis>.
4. Cronin B. Hyperauthorship: A Postmodern Perversion or Evidence of a Structural Shift in Scholarly Communication Practices? // *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2001. Vol. 52. Iss. 7. P. 558-569.
5. Chebukov D., Izaak A., Misyurina O., Pupyrev Yu., Zhizhchenko A. Math-Net.Ru as a digital archive of the Russian mathematical knowledge from the XIX century to today // *Lecture Notes in Comput. Sci.* 2013. Vol. 7961. P. 344–348.
6. Milgram S. The small world problem // *Psychology today*. Vol. 2. Iss. 1. 1967. P. 60-67.