

ОГЛАВЛЕНИЕ

З. В. Апанович

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ СМЕЖНОСТИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
БОЛЬШИХ ГРАФОВ**

Н. А. Котелевцев

**СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ
С ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЦЕНТА ОРИГИНАЛЬНОСТИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ**

Н. В. Родионова

**ПРИНЦИПЫ СПРАВЕДЛИВОСТИ КАК ЧЕСТНОСТИ
В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

УДК 004.021 + 004.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ СМЕЖНОСТИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ГРАФОВ

З. В. Апанович¹

¹Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук, пр. Академика Лаврентьева, 6, Новосибирск, Новосибирская обл., 630090

¹apanovich@iis.nsk.su

Аннотация

Экспоненциальный рост размеров таких графов, как социальные сети, интернет-графы и др., требует новых подходов к их визуализации. Наряду с представлениями типа «диаграммы связей вершин» все чаще используются визуализации матриц смежностей, а также разнообразные комбинации этих представлений. В данном обзоре рассмотрены новые подходы к визуализации графов большого объема при помощи матриц смежностей и приведены примеры приложений, где эти подходы применяются. Описаны различные типы шаблонов, возникающие при упорядочении матриц смежностей, соответствующих современным сетям, и алгоритмы, позволяющие выделять эти шаблоны. В частности, продемонстрировано, как использование методов упорядочения матриц совместно с алгоритмами поиска таких шаблонов, как звезды, ложные звезды, цепи, почти клики, полные клики, двудольные ядра и почти двудольные ядра, позволяют создавать понятные визуализации графов, имеющих миллионы вершин и ребер. Также приведены примеры гибридных визуализаций, использующих диаграммы связей вершин для представления неплотных частей графа, а матрицы смежностей – для представления плотных частей и их приложений. Гибридные методы используются для визуализации сетей соавторства, глубоких нейронных сетей, сравнения сетей связности человеческого мозга и др.

Ключевые слова: графы большого объема, визуализация, матрицы смежностей, жгуты ребер, гибридная визуализация

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы размер графов, нуждающихся в обработке, возрастает экспоненциально. Например, в англоязычной части Википедии насчитывается более 5,6 миллионов взаимосвязанных статей, Amazon предлагает миллионы продуктов с ребрами, соединяющими каждый элемент с другими похожими продуктами. Граф YahooWeb охватывает более 1,4 миллиарда веб-страниц и 6,6 миллиарда ссылок, а сеть связности типичного человеческого мозга насчитывает 100 миллиардов взаимосвязанных нейронов. Размеры и сложность этих графов являются проблемой для существующих алгоритмов обработки, в частности, для алгоритмов визуализации. В последнее время достигнут большой прогресс алгоритмов визуализации графов, относящихся к классу диаграмм связей вершин (node-link), изображающих графы при помощи глифов, соответствующих вершинам, соединенным прямыми или ломаными линиями, соответствующими ребрам. Эти алгоритмы позволяют визуализировать графы, содержащие несколько миллионов вершин, но они применимы в основном к большим разреженным графам. В связи с этой особенностью в последние годы в очередной раз усилился интерес к визуализации графов при помощи матриц смежностей. Надо сказать, что визуализация и упорядочение матриц, так называемые «визуальные матрицы», используются с конца девятнадцатого века для представления и анализа табличных данных [1]. Первый метод упорядочения матриц был предложен британским египтологом W.V. Flinders Petrie в 1899 году для хронологического упорядочения древних захоронений [2]. Польский антрополог Ян Чекановский [3] использовал упорядочение и визуализацию как метод классификации и кластеризации ископаемых черепов. В тридцатые годы двадцатого века визуализация матриц смежности так называемых социограмм применялась в такой науке, как социометрика [4]. С тех пор эти представления успешно применяются в биологии, неврологии, системах управления поставками и перевозками, системах искусственного интеллекта. В работе [5] показано, что визуализации матриц смежности превосходят диаграммы связей узлов при изображении больших и плотных графов. Также весьма информативные визуализации возникают при сочетании диаграмм связей вершин и матриц смежностей.

В данном обзоре рассмотрены визуальные шаблоны и целевые функции, используемые для упорядочения матриц смежности, методы визуализации очень больших графов на основе упорядочения матриц смежности, а также гибридные методы визуализации графов, использующие различные комбинации изображений типа «диаграммы связей вершин» и матриц смежности.

1. ЗАВИСИМОСТЬ ШАБЛОНОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В МАТРИЦАХ СМЕЖНОСТИ, ОТ СТРУКТУРЫ ГРАФА И ПРИМЕНЯЕМЫХ АЛГОРИТМОВ УПОРЯДОЧЕНИЯ

Матрица смежности графа G – это квадратная матрица A , где каждый элемент матрицы $a_{ij} \in A$ указывает на наличие или отсутствие ребра между вершинами i и j соответствующего графа G (см. рисунок 1(а)).



Рис. 1. Диаграмма связей вершин графа и его матрица смежности

Элемент a_{ij} равен единице, если в графе имеется ребро $e = (v_i, v_j)$, и нулю в противном случае. В случае неориентированного графа матрица A является симметричной, а в случае ориентированного графа – асимметричной. В случае взвешенного графа элемент a_{ij} отображает вес ребра. При визуализации матриц смежности обычно используют заполненные и пустые ячейки для представления «нулей» и «единиц», а в случае взвешенного графа применяется цветовое кодирование весов элементов (рис. 1(б)).

Основным шагом при визуализации матриц смежности является упорядочение строк и столбцов, направленное на выявление скрытых структурных шаблонов

в графовых данных. Под *упорядочением* будем понимать функцию $\varphi(v)$, которая присваивает уникальный целочисленный индекс каждой вершине графа G .

В настоящее время известно огромное количество алгоритмов упорядочения матриц, которые условно можно разделить на две большие группы: либо оптимизация некоторой целевой функции, либо попытка выделения блочной структуры.

Алгоритмы упорядочения матриц пытаются оптимизировать некоторую целевую функцию, полезную для операций, связанных с сетью. В работе [6] описаны наиболее распространенные целевые функции, такие, как минимальное линейное упорядочение (Minimum Linear Arrangement, MinLA), ширина ленты (BandWidth), ширина разреза, профиль, бисекция ребер, бисекция вершин и др. Одной из наиболее популярных функций, используемых для оценки качества упорядочения матриц, является MinLA, минимизирующая сумму расстояний между концевыми вершинами ребер графа:

$$LA(\varphi, G) = \sum_{(u,v) \in E} |\varphi(u) - \varphi(v)|.$$

Вторая группа алгоритмов ориентирована на выделение блочно-диагональных структур. Они тоже известны достаточно давно [3]. Большинство этих методов, под названием «разбиение матриц и кластеризация блоков», происходит из области биоинформатики.

В настоящее время в литературе по упорядочению матриц не существует консенсуса по поводу целевой функции, которую надо использовать. Поэтому с точки зрения визуализации графов было бы правильнее смотреть на задачу упорядочения как на задачу выявления шаблонов данных, имеющих смысл для пользователя. С этой точки зрения очень важный шаг был сделан в работах [7–9], в которых была предпринята попытка создать каталог визуальных шаблонов, встречающихся в матрицах смежностей и их графовых интерпретаций. Были выделены шаблоны *звезда*, *диагональный блок* и *вне-диагональный блок*, а также *полоса*, *параллельная диагонали*.

Затем была создана коллекция графов, включавшая как программно сгенерированные графы, так и реальные графы. Сгенерированные графы имели три разных размера (100, 500 и 1000 вершин) и относились к трем разным группам:

случайные графы Erdős-Rényi, графы малого мира (small world graphs) и графы, распределение степеней вершин которых подчиняется закону степенного распределения (power law graphs). Также для экспериментов использовалось несколько реальных графов с размерами от 1770 вершин и 290 тысяч ребер до 42 750 вершин и 3,29 миллиона ребер. Для каждого из графов сначала было создано два начальных упорядочения: исходное и случайное, а затем к каждому начальному упорядочению был применен каждый из ниже перечисленных алгоритмов упорядочения:

- упорядочение методом поиска в ширину;
- упорядочение методом поиска в глубину;
- упорядочение по степеням вершин;
- обратный алгоритм Катхилла–Макки [10];
- алгоритм Кинга [11];
- алгоритм Слоана [12];
- алгоритм на основе дерева разделителей [13];
- алгоритм на основе спектрального упорядочения [14].

Изображения, полученные одним из вышеуказанных алгоритмов, оценивались на предмет *стабильности* и *интерпретируемости*.

Для оценки *стабильности* сравнивалось изображение, полученное одним из перечисленных выше алгоритмов, с исходным и случайным упорядочениями. Изображение считалось стабильным, если в исходных и вновь построенных изображениях обнаруживались сходные структуры из словаря структур. Для оценки *интерпретируемости* изображения анализировалось наличие структур, перечисленных в словаре структур (шаблонов). Эти ранние эксперименты показали, что стабильность зависит и от графа, и от алгоритма, при этом наиболее стабильным оказался алгоритм Слоана, который выдавал похожие результаты независимо от начального упорядочения для всех типов графов. Что касается интерпретируемости, то помимо шаблонов, характеризующих структуру соответствующих графов, были обнаружены специфические шаблоны, характерные для каждого из алгоритмов упорядочения матриц. Эти шаблоны были названы *следами*. Примеры наиболее характерных следов показаны на рисунке 2.

изображениях всякий раз, когда сильно связанные компоненты или клики присутствуют в базовой топологии. Четкие блочные шаблоны позволяют подсчитывать количество кластеров, оценивать наложение кластеров, сравнивать размеры кластеров. Во многих сетях встречаются блочные шаблоны с отсутствующими вершинами или внедиагональные точки, соответствующие связям с другими кластерами;

б) *блочно-внедиагональный шаблон*, соответствует либо двусвязной компоненте, либо подшаблонам блочного шаблона. В случае двусвязной компоненты это может соответствовать, например, отношениям между авторами и их произведениями.

в) *шаблон крест/звезда* возникает в случае, когда вершина связана с большим количеством других вершин (вершина-хаб);

г) *шаблон полоса* выглядит как вне-диагональные непрерывные линии, параллельные диагонали и соответствуют путям или цепям в графе;

д) *анти-шаблон шум* появляется в случаях, когда алгоритм упорядочения не способен выявить имеющуюся структуру графа или никакой структуры нет.

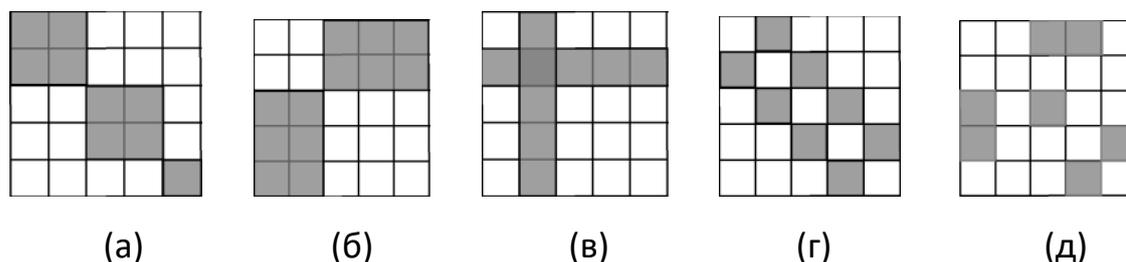


Рис. 3. Примеры шаблонов и анти-шаблонов (а) блочно-диагональный шаблон, (б) блочно-внедиагональный шаблон, (в) шаблон крест/звезда, (г) шаблон полоса, (д) анти-шаблон шум

2. ИЗВЕСТНЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ УПОРЯДОЧЕНИЯ МАТРИЦ И ИХ СРАВНЕНИЕ

Большинство алгоритмов переупорядочения доступно в публичных библиотеках, хотя ни одна библиотека пока что не реализует все известные алгоритмы упорядочения. Пакеты R *corrplot* [15], *biclust* [16] и *seriation* [17] обеспечивают большое количество алгоритмов упорядочения для табличных данных. Несколько графовых алгоритмов доступны в С++ библиотеке Boost [18], а библиотека Reorder.js [19] предоставляет множество алгоритмов упорядочения в JavaScript.

Несмотря на большое количество обзоров, проблема оценки качества упорядочения и понимания того, какие шаблоны являются артефактами алгоритмов, а какие шаблоны представляют определенные структуры в данных, имеет решающее значение и по сей день. С этой точки зрения огромный интерес представляет один из последних обзоров [20], использующий следующую методологию.

Для эмпирического сравнения были собраны 35 реализаций разных алгоритмов матричного переупорядочивания, взятых из разных библиотек. Собранные реализации алгоритмов были разбиты на семь основных категорий, таких, как Робинзоновские (R), Спектральные (S), Уменьшение размерности (D), Эвристические (H), Теоретико-графовые (G), Би-кластеризации (B) и интерактивные (управляемые пользователем).

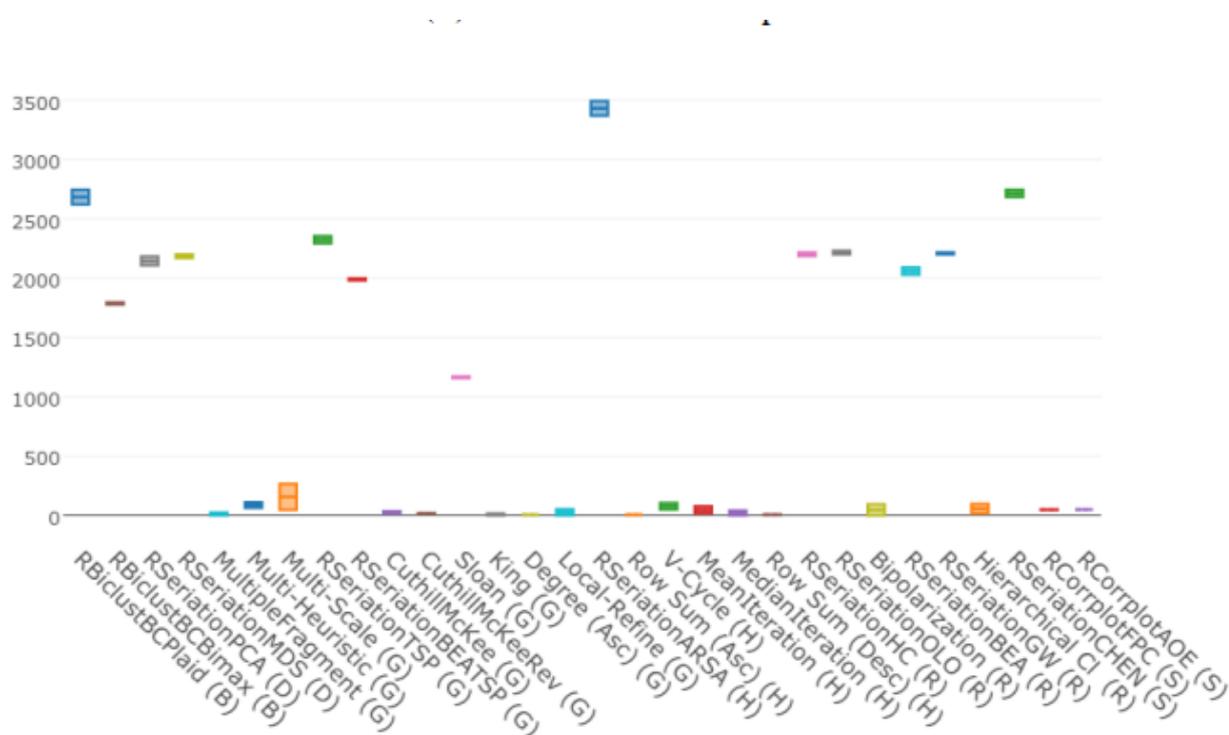


Рис. 4. Время выполнения алгоритмов для больших и плотных графов [20]

Затем были выбраны 150 графов различного происхождения, различающиеся как по размеру от малых (25–100 вершин) до относительно больших (100–1500 вершин), так и по плотности, от разреженных (плотность 0,05–0,28) до плотных (плотность 0,28–0,6). Для всех 150 графов были созданы изображения упорядоченной матрицы смежности, которые использовались в качестве входных данных для

оценки показателей эффективности. Это позволило получить в общей сложности 4348 изображений для 5250 переупорядоченных матриц в качестве основы для сравнения (некоторые упорядочения выдали ошибочные результаты). Все алгоритмы сравнивались по быстродействию, а полученные изображения – по качеству упорядочения (<http://matrixreordering.dbvis.de>). Сравнение времени выполнения алгоритмов для больших и плотных графов показано на рисунке 4 в виде диаграммы размахов. Время выполнения указано в миллисекундах. Наиболее быстрыми оказались алгоритмы, отнесенные к теоретико-графовой группе, такие, как алгоритм Катхилла–Макки и обратный алгоритм Катхилла–Макки [10], алгоритм Кинга [11], много-шкальные [21] и некоторые робинзоновские алгоритмы [22, 23].

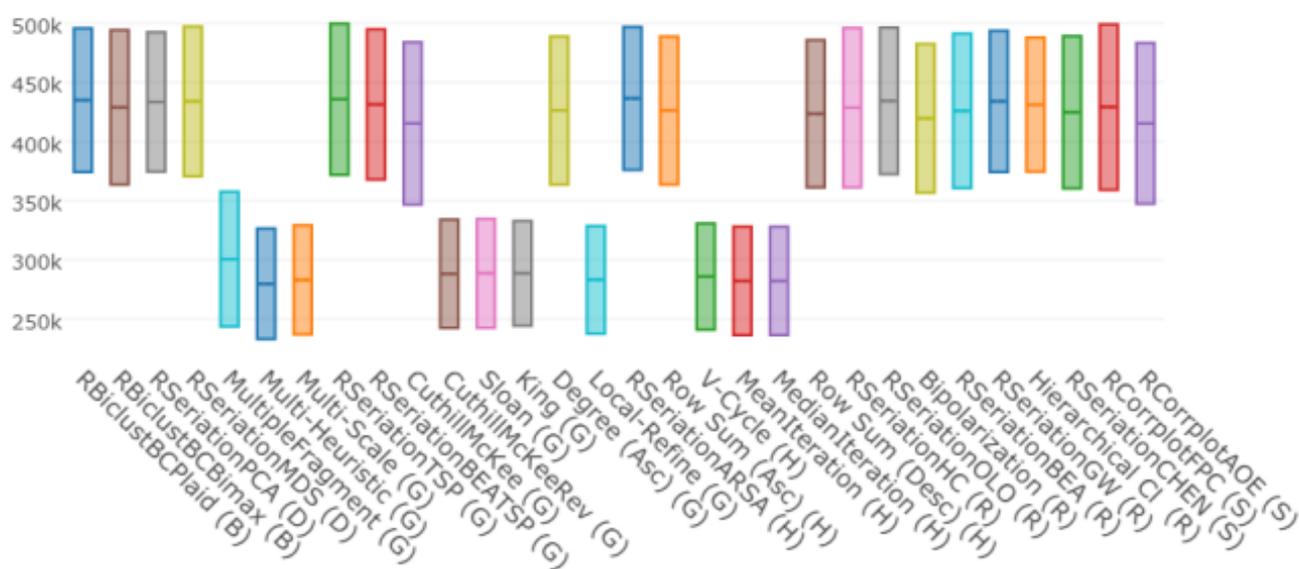


Рис. 5. Значения функции MinLA для больших и плотных графов [20]

Для оценки качества упорядочения использовалась функция LA (Linear Arrangement), мера компактности блоков в матрицах. Низкие значения функции LA характерны для упорядочений, которые выявляют когерентные блоки в матрице. В случае упорядочения, выдающего шум, значение функции LA оказывается высоким. Эксперименты показали, что и для этой меры лучше всего себя опять показали теоретико-графовые методы, такие, как [11, 24], превосходя такие алгоритмы, как спектральные методы, робинзоновские и методы би-кластеризации. Диаграмма размахов, отражающая сопоставление значений функции MinLA для больших и

плотных графов, полученных после применения различных алгоритмов, показана на рисунке 5.

Тем не менее, было отмечено, что хотя в идеале хотелось бы иметь конкретное руководство по выбору алгоритма и того, какие параметры следует использовать по отношению к определенным данным и задачам, осталось слишком много открытых исследовательских вопросов, чтобы обеспечить формальные и надежные рекомендации на данном этапе.

Современные исследования ведутся в двух направлениях: с одной стороны продолжается поиск новых алгоритмов упорядочения, направленных на выявление новых шаблонов; с другой стороны, явное выделение топологических структур, таких, как хабы и двудольные подграфы, используется для построения новых упорядочений. Про это более подробно будет сказано в следующих разделах.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ СМЕЖНОСТИ ДЛЯ ПОИСКА И КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРАФОВ

В последние годы появились работы, позволяющие использовать вышеописанные шаблоны для анализа коллекций матричных визуализаций. Матрицы смежности позволяют конвертировать графовые данные в изображения, а затем применять к ним методы анализа и классификации изображений. Так, например, подход Magnostics [25] оценивает матричные представления в соответствии с наличием специфических визуальных шаблонов, таких, как блоки и линии, указывающих на существование таких структур, как кластеры, двудольные ядра или хабы. Для этого строятся векторные дескрипторы изображений матриц, и сходство между изображениями матриц оценивается как близость между соответствующими векторами. Реализованный в данной системе интерфейс Query-by-Sketch для визуального исследования больших коллекций матриц показан на рисунке 6. Пользователь может изобразить приблизительный эскиз ожидаемого шаблона матрицы (1) и получить от системы ранжированный список результатов (2) в соответствии с выбранным вектором признаков (3). В данном случае ищется блочный шаблон, состоящий из четырех блоков.

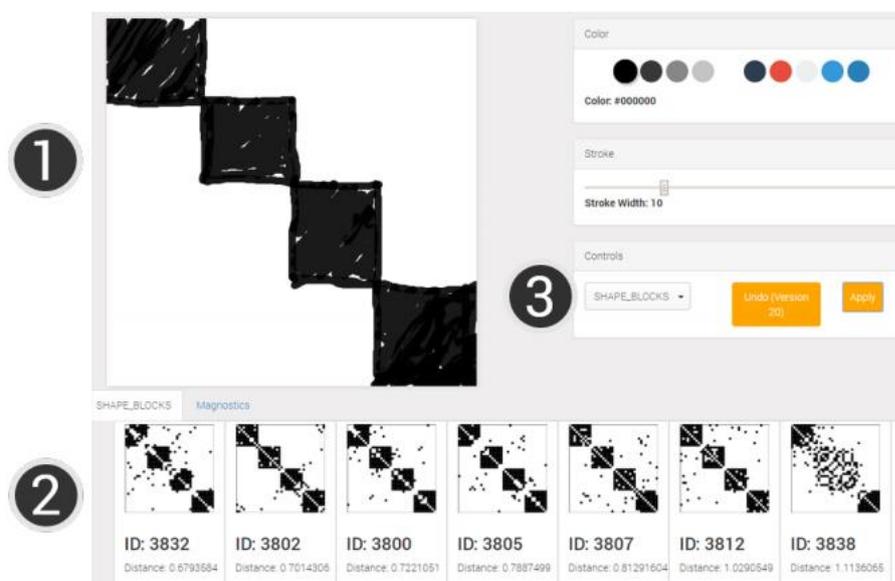


Рис. 6. Интерфейс Query-by-Sketch для визуального исследования больших коллекций матриц [25]

Также эта методика применима для анализа изменения во времени динамических сетей. Следует отметить, что данная методика сравнения изображений матриц смежности сильно зависит от алгоритмов, применяемых для упорядочения матриц. Можно эффективно искать блоки, если эти блоки уже выделены при помощи некоторого алгоритма упорядочения. Поэтому для эффективного сведения задачи поиска и классификации графов к задаче поиска и классификации изображений нужны алгоритмы упорядочения, позволяющие однозначно отобразить структурную информацию в изображение. Так называемый *инвариантный относительно перестановок* метод упорядочения представлен в работах [26, 27]. Этот метод упорядочения использовался для решения следующей задачи.

Дан небольшой подграф большого графа, можно ли по этому подграфу идентифицировать исходный граф?

Для решения этой задачи использовалась следующая схема:

1. Из больших графов, принадлежащих разным типам, извлекались подграфы заданного размера.
2. Для каждого извлеченного подграфа строилась упорядоченная матрица смежности при помощи метода, инвариантного относительно перестановок.
3. Полученные изображения матриц классифицировались при помощи методов глубокого обучения.

Эксперименты по классификации графов на основе изображений матрицы смежности подграфа проводились на общеизвестных тестовых графах, взятых на сайте Стэнфордского проекта по анализу сетей (Stanford Network Analysis Project, <http://snap.stanford.edu/data/>). Рассматривались такие графы как сеть соавторства DBLP (317 080 вершин, 1 049 866 ребер), сеть совместно покупаемых продуктов Amazon (334 863 вершин, 925 872 ребра), граф гиперссылок между страницами Wikipedia (4 604 вершин, 119 882 ребер), сеть дорог штата Пенсильвания (1 088 092 вершин, 1 541 898 ребер), сеть интернет-страниц с гиперссылками между ними, граф друзей из Facebook (4 039 вершин, 88 234 ребер), граф участников террористической группировки и связей между ними (271 вершина, 756 ребер), социальная сеть Gowalla (196 591 вершин, 950 327 ребер), в которой вершинами являются пользователи, а ребрами – общее местоположение, и другие.

Для каждого из вышеперечисленных больших графов выбирались подграфы размера N методом случайного блуждания (random walk). Первый узел выбирался случайным образом и добавлялся к текущему набору вершин. На последующих $N-1$ итерациях рассматривались все ребра, имеющие одну вершину в текущем множестве и одну вершину, не принадлежащую текущему множеству вершин. Одно из ребер выбиралось случайным образом, и вершина, инцидентная этому ребру, не принадлежащая текущему множеству вершин, добавлялась к текущему множеству вершин. После того, как все N вершин были выбраны, подграф исходного графа, индуцированный этими вершинами, добавлялся к множеству подграфов.

Для каждого из извлеченных подграфов строилось упорядочение, инвариантное относительно перестановок. Алгоритм построения инвариантного относительно перестановок упорядочения работает следующим образом.

Упорядочение начинается с вершины с наивысшей степенью. Если имеется несколько вершин, имеющих наивысшую степень, конфликт разрешается выбором вершины с наибольшей k -окрестностью для $k=2$, затем для $k=3$ и так далее. Если конфликт устранить невозможно, вершина выбирается случайно. Как только первая вершина выбрана, следующей вершиной в упорядочении является вершина с наименьшим кратчайшим путем до первой уже выбранной вершины, в случае конфликта он разрешается по наименьшему кратчайшему пути до второй уже выбранной вершины и т. д. Если двусмысленность все еще существует после сравне-

ния длин кратчайших путей, выбирается вершина с наибольшей степенью. Если конфликт еще не устранен после рассмотрения степени и размера окрестности каждой вершины, выбор осуществляется случайным образом (в симметричных структурах некоторые вершины эквивалентны). Данный способ упорядочения обладает следующими свойствами:

1. Вершины, принадлежащие одному кластеру, будут расположены рядом в матрице смежности.
2. Более важные вершины (с более высокой степенью) предшествуют менее важным вершинам.

Для решения задачи классификации, то есть для выяснения вопроса о том, какой подграф соответствовал какому исходному графу, применялись методы глубокого обучения (предобученные сверточные сети из библиотеки Caffe [28]).

Для обучения классификаторов выбирались случайные подграфы размера 8, 16, 32 и 64 вершины. Для каждого типа графа генерировалось 5 000 выборок (случайных подграфов). Эксперименты показали, что при величине подграфа, равной 64 вершине, удается предсказать граф, из которого извлечен этот подграф размером до миллиона вершин, с точностью, превышающей 90 процентов. Это превосходит результаты классификации графов, получаемые так называемыми ядерными (kernel) методами. На рисунке 7 показаны примеры главных компонент для таких классов графов, как DBLP 7(а), террористическая сеть 7(б), социальная сеть Gowalla 7 (в), граф дорог 7(г).

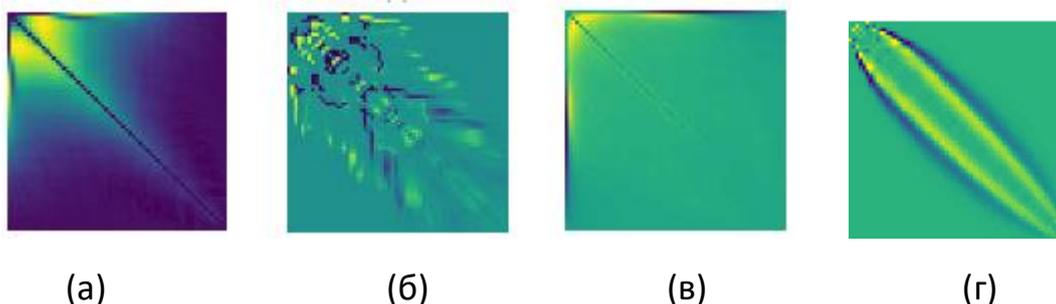


Рис. 7. Главные компоненты нескольких больших графов. (а) DBLP, (б) террористическая сеть, (в) социальная сеть Gowalla, (г) граф дорог [27]

На рисунке 8 показаны изображения упорядоченных матриц подграфов, извлеченных из больших графов DBLP 8(а), террористическая сеть 8(б), социальная сеть Gowalla 8(в), граф дорог 8(г).

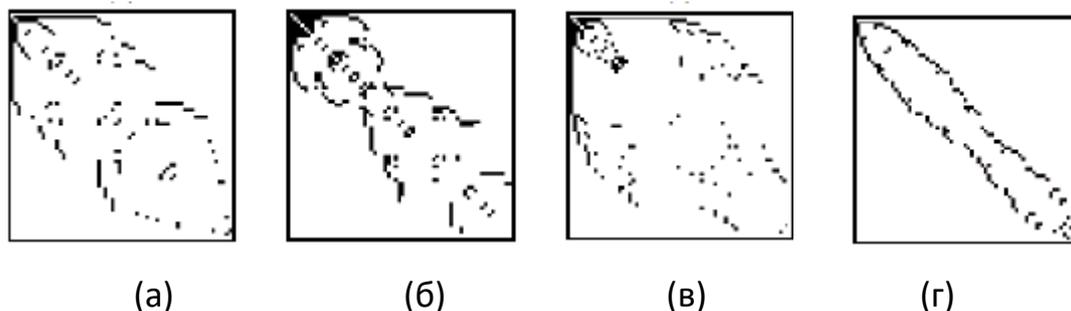


Рис. 8. Изображение соответствующих матриц смежности подграфов, извлеченных из больших графов и упорядоченных. (а) DBLP, (б) террористическая сеть, (в) социальная сеть Gowalla, (г) граф дорог [27]

4. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МАТРИЦ СМЕЖНОСТЕЙ БОЛЬШОГО И ОЧЕНЬ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА

Несмотря на то, что существующие системы визуализации диаграмм связей узлов способны изображать очень большие графы, содержащие миллионы вершин, они плохо справляются с плотными графами, содержащими большое количество ребер. В то же время, благодаря тому, что в матрицах смежности ребро может занимать всего один пиксель на дисплее, они очень популярны при изображении плотных графов. Однако, даже используя один пиксель на каждое ребро, можно визуализировать не более нескольких миллионов ребер. Работы Matrix Zoom [29] и ZAME [30] расширяют подход к визуализации с одним ребром на пиксель путем слияния узлов и ребер в блоки с помощью алгоритмов кластеризации, создавая матрицу смежности, где каждая позиция представляет собой множество ребер в иерархической агрегации.

Однако авторы подхода SlashBurn [31] обратили внимание на то, что большинство графов реального мира изначально не имеют блочной структуры. Они подчиняются степенному закону распределения степеней вершин, то есть в них имеется несколько узлов-«хабов», имеющих очень высокие степени, а большинство узлов имеет низкую степень. Эти хабы хорошо связаны с большинством узлов графа, объединяя все мелкие сообщества в одно огромное сообщество. Поэтому крупные сети легко разрушаются упорядоченным удалением узлов-хабов. После каждого удаления хаба появляется небольшой набор несвязных компонент (спутников), в то время как большинство узлов по-прежнему принадлежит гигантской

связной компоненте. Поэтому упорядочение SlashBurn выполняет итеративно два этапа:

1. узлы с наибольшей степенью удаляются из исходного графа;
2. узлы переупорядочиваются таким образом, что узлы с высокой степенью располагаются в матрице смежности ближе к началу координат, несвязные компоненты смещаются на периферию, а гигантская связная компонента (ГСК) – к середине матрицы.

На следующих итерациях эти же шаги применяются к гигантской связной компоненте. На рисунке 9(а) показана схема выделения хаба и гигантской связной компоненты. На рисунке 9(б) показано присваивание номеров вершин в упорядочении Slashburn. Хаб получает номер один, вершины гигантской связной компоненты (ГСК) – номера со второго по восьмой, а все остальные вершины, попавшие в несвязные компоненты, получают большие номера.

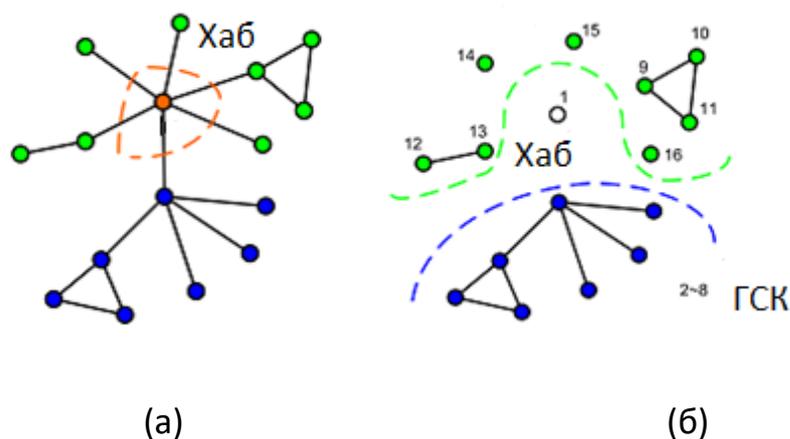


Рис. 9. (а) граф до применения алгоритма Slashburn (б) граф после применения алгоритма Slashburn [31]

На рисунках 10(а) и 10(б) показаны визуализации графа Weibo-KDD, имеющего 1 944 589 вершин и 50 655 143 ребер, до и после применения алгоритма упорядочения SlashBurn. Можно видеть, что SlashBurn собирает ненулевые элементы матрицы смежностей в левой, нижней и диагональной частях матрицы смежностей, порождая форму, похожую на стрелу.

Упорядочение SlashBurn можно использовать для визуализации очень больших графов, количество вершин в которых превышает миллиард, и, значит, размер матрицы смежности может легко превысить резольюцию типичного экрана. В рабо-

те [32] указанная проблема решается построением проекции исходной матрицы в матрицу меньшего размера, которая может быть показана на типичном экране. Например, матрица размером 1 миллиард на 1 миллиард проецируется в матрицу 1000 на 1000, где значение элемента «уплотненной» устанавливается равным количеству ненулевых элементов в соответствующей подматрице исходной матрицы. Однако эта проекция порождает вторую задачу: «уплотненная» матрица будет почти полной в большинстве случаев, то есть простое линейное масштабирование теряет информацию о тонких различиях малых значений.

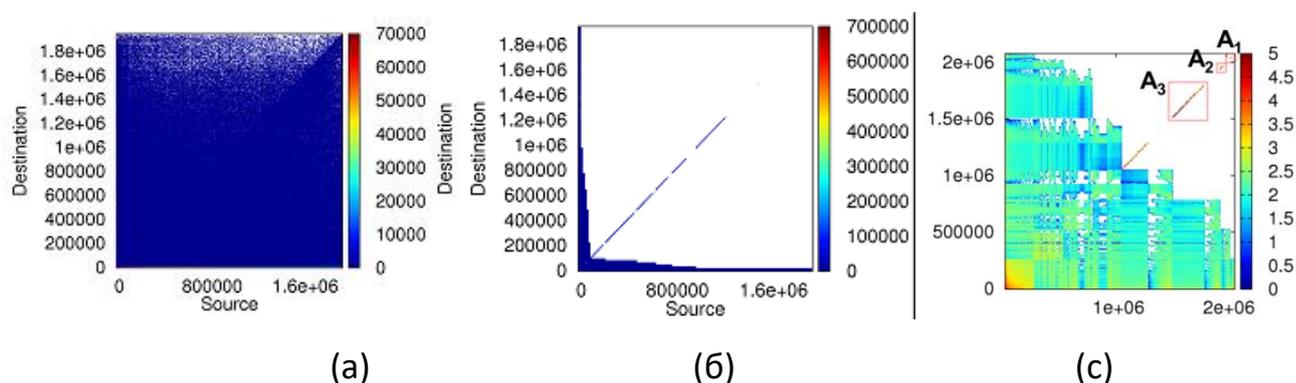


Рис. 10. (а, б) Матрица смежности графа Weibo-KDD до и после применения алгоритма упорядочения SlashBurn [31]. (с) Матрица смежности графа US Patent упорядоченная при помощи алгоритма Net-Ray [32]

Для решения проблемы полной матрицы перед равномерным сжатием применяется алгоритм SlashBurn, который переупорядочивает узлы и создает огромные пустые области в результирующей уплотненной матрице. В дополнение к переупорядочению узлов авторы решают задачу «полной матрицы» с помощью логарифмического масштабирования числового значения каждого элемента матрицы смежностей (вариант 1-LOG), а также логарифмического масштабирования осей x и y вместе с числовыми значениями каждого элемента (вариант 3-LOG). В результате удается получить изображение большого графа US patent, имеющего 6 009 555 вершин и 10 565 431 ребер (рис. 10(с)). Такая визуализация позволяет различать плотные и разреженные области графа, а также сообщества, слабо связанные с остальной частью графа (обозначены как A_1 , A_2 и A_3).

Как уже говорилось ранее, в реальных графах большого объема имеется значительное количество таких структур, как звезды, двудольные ядра, цепи и т. д. Поэтому естественно возникает идея построения для таких графов матриц

смежности, изображающих связи между разнообразными подструктурами, выделяемыми из исходного графа.

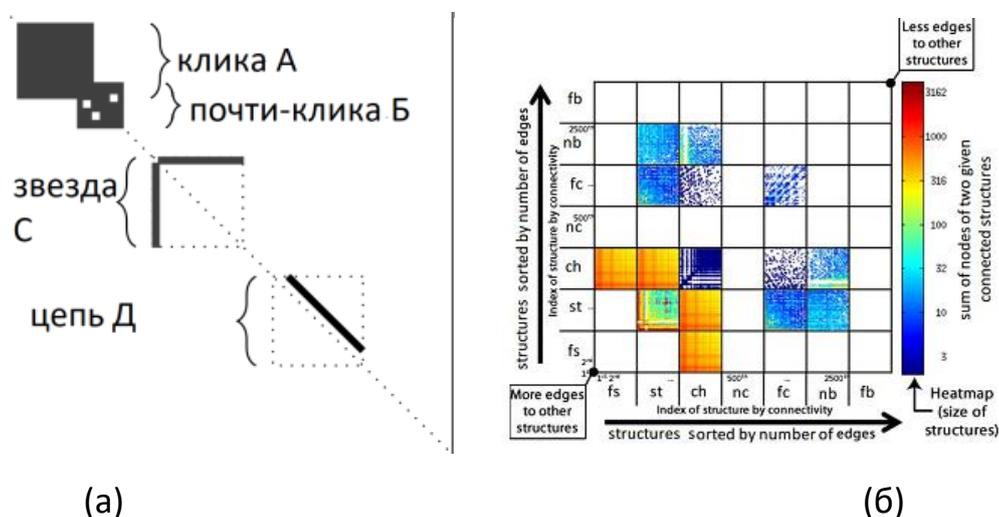


Рис. 11. (а) схема упорядочения подструктур в матрице смежностей алгоритмом VOG [33], (б) схема упорядочения подструктур в матрице смежностей алгоритмом StructMatrix [34]

В дополнение к общепринятым структурам, таким, как полные клики, полные двусвязные ядра, цепи и звезды, словарь выделяемых структур VOG[33] содержит такие элементы, как *почти клики* и *почти двусвязные ядра*. Почти клика – это структура, содержащая $1-\varepsilon$ ($0 < \varepsilon < 1$) процентов ребер, которые имела бы полная клика с таким же количеством вершин. Аналогичным образом определяются почти двудольные ядра. Например, если $\varepsilon=0,2$, это означает, что структура считается почти кликой или почти двудольным ядром, если она имеет, по меньшей мере, 80% ребер соответствующей полной структуры.

Основная идея метода VOG состоит в том, чтобы выделить наиболее важные подграфы, которые описывают граф наиболее компактным образом и позволяют пользователю понять основные характеристики графа. Результатом работы алгоритма VOG является упорядоченный список словарных структур, расположенных в матрице смежностей, как это показано на рисунке 11(а). В основу поиска заданных словарных структур положен принцип Минимальной Длины Описания, который требует, чтобы описание графа, использующее выделенные словарные структуры, было самым коротким. Выделенные структуры располагаются на главной диагона-

ли матрицы смежностей. Наиболее важные подграфы располагаются в левом верхнем углу. Заметим, что такой порядок является следствием порядка элементов, заданных алгоритмом кластеризации Slashburn.

Программа StructMatrix [34] является дальнейшим развитием подхода к упорядочению матриц смежности, предложенного в VOG. Словарь структур программы StructMatrix содержит еще один элемент, называемый «ложная звезда». Ложные звезды – это структуры, подобные звездам (центральная вершина, окруженная спутниками), но спутники центральной вершины имеют ребра, инцидентные другим вершинам, что указывает на то, что эта звезда может быть подструктурой более крупной структуры.

В отличие от VOG, алгоритм выделения подструктур заданного словаря основан не на минимальности описания, а на максимизации выделения заданных словарных структур, которая выполняется сравнением количества вершин и ребер в выделенных подструктурах. Например, подструктура с n вершинами и m ребрами будет классифицирована как полная клика, если $m=n(n-1)/2$, и будет классифицирована как почти клика, если $m>(1-\varepsilon)(n-1)n/2$. В случае, если выделенная подструктура оказалась двудольным графом, она будет классифицирована как полное двудольное ядро, если $m=t_1t_2$, почти двудольным ядром, если $m>(1-\varepsilon)t_1t_2$, и звездой, если t_1 или t_2 равно 1.

На рисунке 11(б) показана схема расположения структур, используемая программой StructMatrix [34]. Можно видеть, что StructMatrix располагает подструктуры, имеющие наибольшее количество связей с другими подструктурами в левом нижнем углу, типы подструктур упорядочены слева направо и снизу вверх в таком порядке: ложные звезды, звезды, цепи, почти клики, полные клики, почти двудольные ядра, двудольные ядра. Внутри каждой области, соответствующей типу подструктур, подграфы располагаются по убыванию количества ребер, связывающих их с другими подструктурами.

В дополнение к возможностям масштабирования, связанным с выделением подструктур, алгоритм StructMatrix реализует возможность динамической проекции исходной большой матрицы в матрицу меньшего размера, позволяющей строить изображения графа с различными разрешениями. Поэтому каждый пиксель соответствует нескольким сотням или тысячам ребер. Цвет пикселя соответствует

сумме вершин двух подструктур. Большие количества ребер изображаются в красной цветовой шкале, а небольшие – в синей. На рисунке 12 (а) показано изображение матрицы смежности графа соавторства, сгенерированного авторами подхода на основе набора данных DBLP и насчитывающего 1 366 099 вершин и 5 716654 ребер, построенное программой StructMatrix.

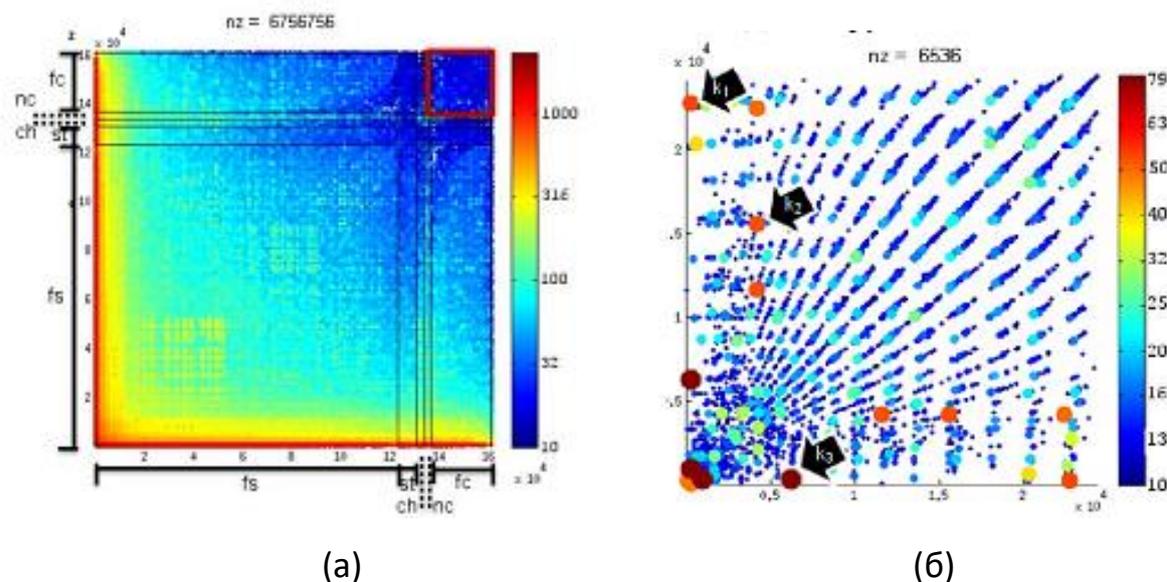


Рис. 12 (а) матрица смежности графа соавторства DBLP, упорядоченная алгоритмом StructMatrix, (б) фрагмент матрицы смежностей, соответствует связям между полными кликами [34]

На этом изображении можно видеть огромное количество ложных звезд, что соответствует специфике графа соавторства DBLP, в котором многие публикации созданы большим количеством учеников, работающих под чьим-то руководством. Эти ученики, в свою очередь, начинают руководить другими учащимися, появляются новые звезды, и так далее. Меньшинство структур, как видно из матрицы, соответствует авторам, чьи ученики не взаимодействуют с другими учениками, определяя звезды. Наличие полных кликов, обозначенных на схеме как fc , вполне ожидаемо в таком наборе данных, как граф соавторства DBLP, поскольку каждая статья определяет полную клику среди ее авторов. На рисунке 11(б) показан фрагмент матрицы смежностей с рисунка 11(а), который соответствует связям между полными кликами. Стрелками выделены самые большие клики, клика k_1 имеет 47 авторов, k_2 – 45 авторов, k_3 – 75 авторов.

Эти специфические структуры были замечены из-за их цвета, который указывает на большие размеры. Структуры k_1 и k_3 , хотя и большие, в основном изолированы, поскольку они не соединяются с другими структурами, с другой стороны, клика k_2 определяет линии пикселей (вертикальную и горизонтальную) одинаково окрашенных точек, что указывает на то, что она имеет связи с другими кликами.

5. ГИБРИДНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ, СОЧЕТАЮЩИЕ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ И ДИАГРАММЫ СВЯЗЕЙ УЗЛОВ

Структура социальных сетей может изменяться от очень разреженных (генеалогические деревья) до очень плотных (экспорт и импорт между странами). Известно, что для визуализации разреженных социальных сетей лучше подходят диаграммы связей вершин, а для очень плотных – матрицы смежностей.

К промежуточной категории относятся сети малого мира, которые встречаются очень часто, включая многие сети знакомств, а также глобальный интернет. Для визуализации социальной сети наиболее важным из этих свойств является высокий коэффициент кластеризации, соответствующий наличию многих локально плотных кластеров и небольшого количества узлов-хабов, соединяющих граф, который является глобально разреженным.

В одной из наиболее цитируемых работ по визуализации информации представлена система NodeTrix [35], строящая гибридное представление для визуализации социальных сетей. Авторы попытались преодолеть слабые стороны матриц смежностей, располагая традиционные связи на сторонах матриц смежностей.

В NodeTrix парадигма связи узлов используется для визуализации общей структуры сети, матрицы смежности показывают отдельные сообщества, а межкластерные ребра изображаются в виде кривых, соединяющих границы отдельных матриц. Такое изображение позволяет использовать достоинства обеих парадигм.

Изображение агрегированных вершин при помощи матриц смежностей имеет два преимущества:

Во-первых, у матриц смежностей, все вершины расположены на одной линии, поэтому точки подключения внешних связей хорошо читаемы (также можно использовать изменение порядка вершин для минимизации количества пересечений ребер). Во-вторых, поскольку вершины присутствуют как в столбцах, так и в

строках, на всех четырех сторонах матрицы смежностей, это дает дополнительную свободу при выборе точки подключения внешней связи с тем, чтобы минимизировать количество пересечений ребер.

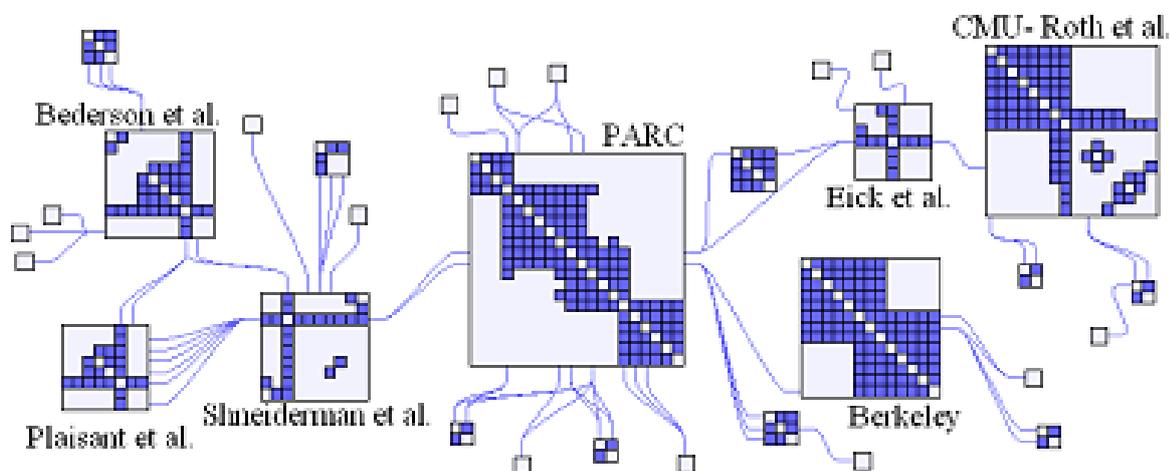


Рис. 13. Фрагмент сети соавторства, изображенной при помощи NodeTrix [35]

Начальное (силовое) размещение вычисляется при помощи алгоритма LinLog, который позволяет быстро идентифицировать кластеры. После этого шага начального размещения пользователю предоставляется возможность менять размещение интерактивно, двигая вершины, группируя множество вершин или удаляя вершины из группы.

На рисунке 13 показан фрагмент сети соавторства, изображенной при помощи NodeTrix. Благодаря гибкости NodeTrix, удается выявить шаблоны сотрудничества в сетях соавторства. Наиболее распространенными шаблонами оказались звезды (кресты в матрице смежности), которые соответствуют, как правило, одному исследователю, который имеет совместные работы со всеми остальными исследователями своей группы, но эти остальные исследователи не сотрудничают друг с другом. Примерами такого шаблона являются матрицы, помеченные именами таких исследователей, как Шнейдерман (Shneiderman), Плэзант (Plaisant), Бедерсон (Bederson) и другие. Блочный шаблон, который можно наблюдать на примере исследователей из Беркли (Berkeley), представляет собой почти клику, что говорит о том, что среди этих исследователей нет главного, и есть несколько групп, внутри которых исследователи сотрудничают друг с другом. Наконец можно

наблюдать промежуточные шаблоны (Roth et al), где есть центральный исследователь, но его коллеги также сотрудничают друг с другом.

Идея NodeTrix оказалась весьма продуктивной, что привело как к значительному количеству приложений, использующих NodeTrix, так и к другим гибридным визуализациям. В частности, на рисунке 14(a) показан пример использования NodeTrix для поблочного сравнения сетей связности головного мозга [36].

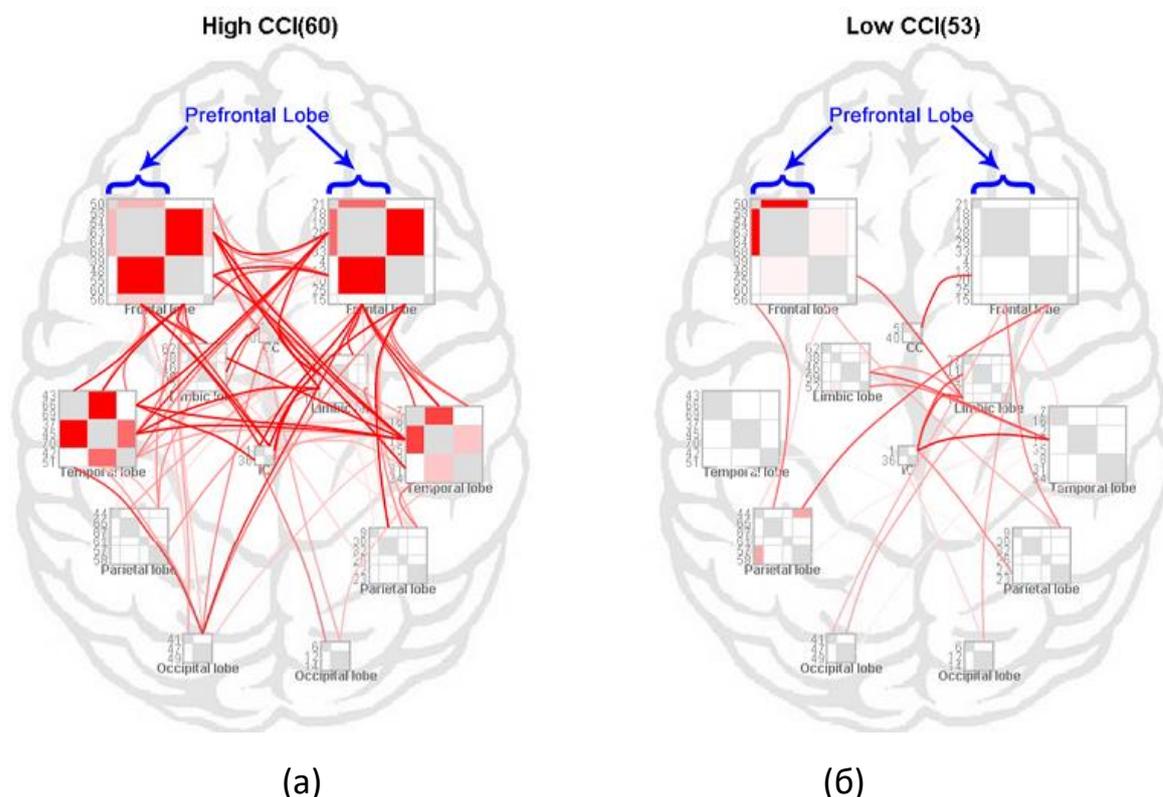


Рис. 14. (а) Визуальное сравнение сетей связности мозга у групп населения с высоким (а) и низким (б) композитным индексом творчества [36]

Для каждой сети связности головного мозга визуальное представление на высоком уровне состоит из нескольких матриц, каждая из которых соответствует функциональному блоку мозга. Каждая строка/столбец в матрице смежности соответствует одной ROI (Region of Interest – высокоспециализированные области мозга), номер которой нарисован как метка на границе матрицы смежности. Поскольку сеть связности между областями ROI может содержать тысячи связей, визуальное сравнение сетей такого объема является трудной задачей. Для упрощения задачи визуального сравнения было осуществлено выявление более крупных блоков

внутри каждой матрицы смежностей, а связи между отдельными блоками собирались в «жгуты» [37–39].

Внутри каждой матрицы элементы, изображенные как закодированные цветом ячейки, указывают на внутри-блочные соединения. Насыщенность красного цвета используется для отображения силы каждого соединения ROI. Для межблочных соединений ROI изогнутые жгуты ребер рисуются между матрицами, где две конечные точки находятся на краю исходного и целевого столбца/строки ROI. Визуализация демонстрирует, что в группе с высоким композитным индексом творчества (CCI) значительно больше связей как внутри матриц смежностей, так и между ними, чем для группы населения с низким композитным индексом творчества.

Понятно, что метод NodeTrix может быть расширен для поддержки визуального сравнения многих других геопространственных сетей (например, динамический трафик и сети миграции), в которых имеются поблочные шаблоны связности, а позиции сетевых узлов фиксируются геопространственно. Например, одно из недавних гибридных приложений MapTrix [40] изображает потоки людей или ресурсов между различными географическими локациями в ситуациях, когда имеется много грузов, а также много пунктов отправления и пунктов назначения. В то время как карты потоков, изображающие пункты отправления и пункты назначения точками на карте, а движение потоков товаров – линиями или стрелками, хорошо справляются с задачей изображения потоков из одного источника, они быстро становятся загроможденными и трудно понимаемыми, когда количество источников товаров увеличивается. Вторым традиционным способом изображения таких многие-ко-многим потоков являются матрицы отправления-назначения (*origin-destination matrices, OD-matrices*), в которых каждая строка соответствует одному пункту отправления, а каждый столбец – одному пункту назначения. При этом каждый элемент матрицы изображает значение потока от пункта отправления в пункт назначения. Серьезным недостатком такого представления является отсутствие географической привязки пунктов отправления и пунктов назначения. Поэтому появляются гибридные приложения, пытающиеся совместить достоинства обычных географических карт и матриц смежностей. Пример одного из таких гибридных приложений показан на рисунке 15.

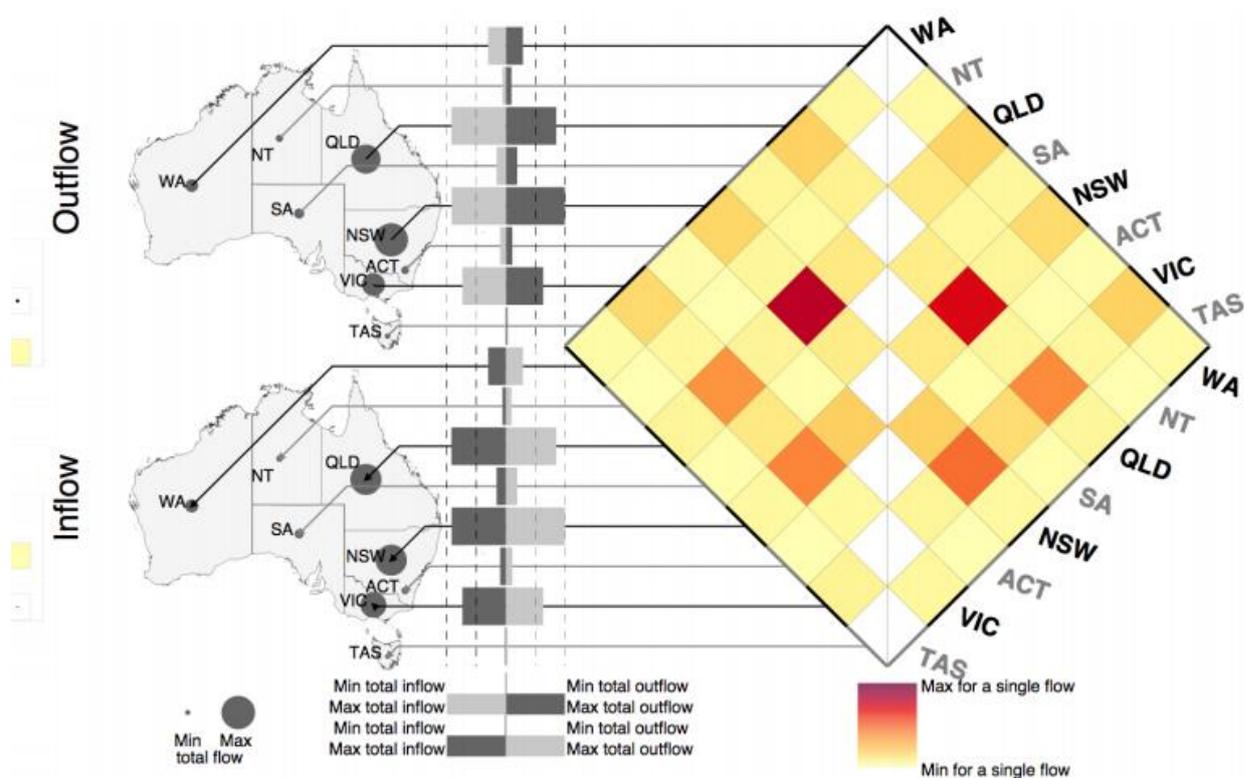


Рис. 15. Гибридная визуализация транспортировки потоков товаров между многими пунктами отправления и многими пунктами назначения [40]

Можно видеть, что для повышения читаемости изображения пункты отправления и пункты назначения изображены на двух идентичных географических картах. На верхней карте размеры окружностей пропорциональны потоку отправляемых грузов, а на нижней – потоку принимаемых грузов. При этом от каждого пункта отправления или пункта назначения имеется линия помощи, соединяющая его со строкой или столбцом матрицы смежностей. С алгоритмической точки зрения, важно так разместить линии помощи, чтобы они не пересекались друг с другом, и при этом порядок строк и столбцов матрицы смежностей был одинаковым. Пользовательские эксперименты показали, что такой способ визуализации позволяет построить понятную визуализацию 51*51 потоков между всеми штатами США, что является невыполнимой задачей для обычной карты потоков.

Еще один тип гибридной визуализации, использующий матрицы смежности в качестве вершин поуровневого изображения графов, а также объединение ребер в жгуты, реализован в инструменте визуальной аналитики CNNVis [41]. CNNVis поз-

воляет анализировать поведение глубоких сверточных нейронных сетей, которые могут содержать десятки или сотни слоев, тысячи нейронов в каждом слое и миллионы связей между нейронами. Исходная сверточная сеть представляет собой ориентированный ациклический граф, в котором каждая вершина соответствует одному нейрону, а ребра – соединениям между отдельными нейронами. Для построения визуализации размеров, приемлемых для пользователя, CNNVis объединяет несколько последовательных слоев в один кластер, и для каждого кластера выбирает один представительный слой, а затем осуществляет кластеризацию нейронов в каждом представительном слое и выбирает несколько представительных нейронов из каждого кластера нейронов. Для найденных кластеров строится два типа изображений. Во-первых, иерархический алгоритм упаковки прямоугольников используется для визуализации фрагментов изображения, распознавать которое обучался данный кластер нейронов. Во-вторых, упорядоченная матрица активации нейронов позволяет выявлять кластерные шаблоны.

С этой целью средние векторы активации нейронов организованы в матрицу активации, где каждая строка является средним вектором активации одного нейрона. Чтобы позволить специалистам исследовать роли разных нейронов по отношению к изображениям разных классов, цвет ячейки в i -й строке и j -м столбце матрицы активации представляет собой среднюю активацию i -го нейрона n_i в классе c_j .

Результирующая гибридная визуализация показана на рисунке 16. Она позволяет анализировать взаимодействия между нейронами и выяснять роль отдельных нейронов по отношению к распознаваемым изображениям, то есть интерактивно можно установить, каким образом активация нейронов (выходные значения нейронов после применения функции активации) влияют на распознавание разных фрагментов изображения. При этом желательно, чтобы визуализация выявляла кластерные шаблоны в активациях нейронного кластера. Чтобы решить эту проблему, был разработан алгоритм переупорядочения матрицы, который может визуально выявлять кластерные шаблоны в пределах данных. Целью упорядочения является максимизация суммарного сходства между отдельными нейронами в матрице активаций.

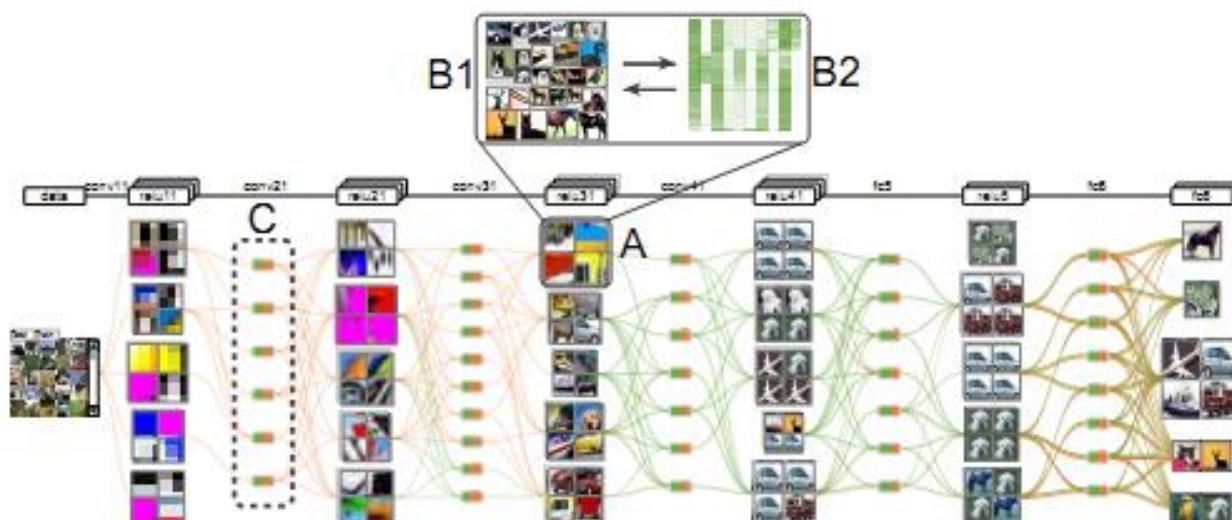


Рис. 16. Гибридное изображение глубоких сверточных нейронных сетей CNNVis [41]

Эксперименты с разработанной программой CNNVis показали, что гибридная визуализация позволяет понимать, диагностировать и улучшать сверточные сети, в частности, она позволяет экспериментально выяснять, каким образом разные архитектуры сетей влияют на производительность, а также выяснять причины, по которым в отдельных случаях процесс обучения не сходится.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наряду с изображениями диаграмм связей узлов, визуализация графов при помощи упорядоченных матриц смежностей становится все более популярной, особенно при построении изображений больших и плотных графов. Расширяется множество шаблонов, имеющих смысл для пользователя, возникает необходимость в новых алгоритмах, выявляющих новые шаблоны и их комбинации. Особенно перспективными выглядят гибридные изображения графов, сочетающие диаграммы связей узлов и матрицы смежностей, соединенные жгутами ребер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Liiv I.* Seriation and matrix reordering methods: An historical overview// Statistical analysis and data mining. 2010. V. 3, No. 2. P. 70–91.
2. *Petrie F.W.M.* Sequences in prehistoric remains// J. Anthropol. Inst. Great Britain and England. 1899. V. 29, No. 3/4. P. 295–301.
3. *Czekanowski J.* Zur differentialdiagnose der Neandertalgruppe// Korrespondenzblatt Deutsch Ges Anthropol Ethnol Urgesch XL.1909. V. 6, No. 7. S. 44–47.
4. *Forsyth E., Katz L.* A matrix approach to the analysis of sociometric data: preliminary report// Sociometry. 1946. V. 9, No. 4. P. 340–347.
5. *Ghoniem M., Fekete J.D., Castagliola P.* On the readability of graphs using node-link and matrix-based representations: a controlled experiment and statistical analysis //Information Visualization. 2005. V. 4, No. 2. P. 114–135.
6. *Díaz J., Petit J., Serna M.* A survey of graph layout problems// ACM Comput. Surv. 2002. V. 34, No. 3. P. 313–356.
7. *Mueller C., Martin B., Lumsdaine A.* A comparison of vertex ordering algorithms for large graph visualization// Visualization, 2007. APVIS'07. 2007 6th International Asia-Pacific Symposium on Visualization. 2007. IEEE. P. 141–148.
8. *Mueller C., Martin B., Lumsdaine A.* Interpreting large visual similarity matrices// 2007 6th International Asia-Pacific Symposium on Visualization, 2007. IEEE. P. 149–152.
9. *Mueller C., Martin B., Cottam J., Lumsdaine A.* Matrix representations of graphs. URL: <https://www.slideserve.com/amandla/matrix-res-of-graphs>.
10. *Cuthill E., MCKee J.* Reducing the bandwidth of sparse symmetric matrices// Proceedings of the 1969 24th National Conference (New York, NY, USA, 1969), ACM '69, ACM. P. 157–172.
11. *King I.P.* An automatic reordering scheme for simultaneous equations derived from network systems// International J. for Numerical Methods in Engineering. 1970. V. 2, No. 4. P. 523–533.
12. *Sloan S.W.* An algorithm for profile and wavefront reduction of sparse matrices// International J. for Numerical Methods in Engineering. 1986. V. 23, No. 2. P. 239–251.

13. *Blandford D., Blelloch G., Kash I.* Compact representations of separable graphs // Proc. ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA). 2003. P. 679–688.
14. *West D.B.* Introduction to Graph Theory, Prentice-Hall, Inc., 1996. P. 436–449.
15. *Wei T.* *Corrplot*. Visualization of a correlation matrix // r package version 0.73. ed., 2013. URL: <https://github.com/taiyun/corrplot>.
16. *Kaiser S., Leicsh F.* A toolbox for bicluster analysis in r. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/33029412_A_Toolbox_for_Bicluster_Analysis_in_R.
17. *Hahsler M., Hornik K., Buchta C.* Getting things in order: An introduction to the r package seriation // J. of Statistical Software. 2008. V. 25, No. 3. P. 1–34.
18. *Siek J.G., Lee L.-Q., Lumsdaine A.* The Boost Graph Library: User Guide and Reference Manual // Pearson Education. 2001. P. 352.
19. *Fekete J.-D.* *Reorder.js*: A JavaScript Library to Reorder Tables and Networks // IEEE VIS 2015, Oct. 2015. Poster. URL: <https://hal.inria.fr/hal-01214274>. 5
20. *Behrisch M., Bach B., Henry N. Riche, Schreck T., Fekete J.-D.* Matrix Reordering Methods for Table and Network Visualization // EuroVis 2016. 2016. V. 35, No. 3. P. 1–24.
21. *Koren Y., Harel D.* A multi-scale algorithm for the linear arrangement problem // Revised Papers from the 28th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science (London, UK, UK, 2002), WG '02, Springer-Verlag. 2002. P. 296–309.
22. *Hubert L.* Some applications of graph theory and related nonmetric techniques to problems of approximate seriation the case of symmetric proximity measures // British J. of Mathematical and Statistical Psychology. 1974. V. 27, No. 2. P. 133–153.
23. *Gruwaeus G., Wainer H.* Two additions to hierarchical cluster analysis // British J. of Mathematical and Statistical Psychology. 1972. V. 25, No. 2. P. 200–206.
24. *George J.A.* Computer implementation of the finite element method // PhD thesis, Stanford University. 1971. P. 1–228.

25. *Behrisch M. et al.* Magnostics: Image-Based Search of Interesting Matrix Views for Guided Network Exploration //IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics. 2017. V. 23, No. 1. P. 31–40.

26. *Ke Wu, Watters P., Magdon-Ismail M.* Network Classification Using Adjacency Matrix Embeddings and Deep Learning//2016 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM). 2016.

27. *Hegde K., Magdon-Ismail M., Ramanathan R., Thapa B.* Network Signatures from Image Representation of Adjacency Matrices: Deep Transfer Learning for Sub-graph Classification. 2018. URL: <https://arxiv.org/abs/1804.06275>

28. *Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E.* Imagenet classification with deep convolutional neural networks// NIPS. 2012. P. 1–9.

29. *Abello J. van Ham F.* Matrix zoom: A visual interface to semi-external graphs// IEEE InfoVis. 2004. P. 183–190.

30. *Kang U., Faloutsos C.* Beyond 'caveman communities': Hubs and spokes for graph compression and mining // ICDM. 2011. P. 300–309. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>

31. *Kang U., Lee J.-Y., Koutra D., Faloutsos C.* Net-ray: Visualizing and mining billion-scale graphs // Adv in Knowledge Discovery and Data Mining. Springer. 2014. P. 348–361.

32. *Koutra D., Kang U., Vreeken J., Faloutsos C.* Vog: Summarizing and understanding large graphs // Proc. SIAM Int Conf on Data Mining (SDM), Philadelphia, PA. 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>.

33. *Gualdrón H., Cordeiro R., Rodrigues J.* StructMatrix: Large-scale visualization of graphs by means of structure detection and dense matrices // The Fifth IEEE ICDM Workshop on Data Mining in Networks. 2015. P. 1–8.

34. *Henry N., Fekete J.-D., McGun M. J.* Nodetrix: a hybrid visualization of social networks// IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2007. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>. V. 13. P. 1302–1309.

35. *Yang X., Shi L., Daianu M., Tong H., Liu Q., Thompson P.* Blockwise human brain network visual comparison using NodeTrix representation// IEEE Trans Vis ComputGraph. 2017. V. 23, No. 1. P. 181–190. doi: 10.1109/tvcg.2016.2598472

36. *Holten D.* Hierarchical Edge Bundles: Visualization of Adjacency Relations in Hierarchical Data// IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2006. V. 12, No. 5. P. 741–748.

37. *Апанович З.В.* Методы построения жгутов ребер для улучшения понимаемости информации// Проблемы управления и моделирования в сложных системах труды XV Международной конференции. 2013. С. 439–445.

38. *Апанович З.В., Винокуров П.С., Кислицина Т.А.* Методы и средства визуализации больших научных порталов//Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2011. Т. 9. № 3. С. 5–14.

39. *Yang Y., Dwyer T., Goodwin S., Marriott K.* Many-to-Many Geographically-Embedded Flow Visualisation: An Evaluation// IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics. 2017. V. 23, No. 1. P. 411–420.

40. *Liu M., Shi J., Li Z., Li C., Zhu J., Liu S.* Towards Better Analysis of Deep Convolutional Neural Networks// IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics. 2017. V. 23, No. 1. P. 91–100. doi:10.1109/TVCG.2016.2598831

USING ADJACENCY MATRICES FOR VISUALIZATION OF LARGE GRAPHS

Z. V. Apanovich

A.P. Ershov Institute of Informatics Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk State University, Novosibirsk

apanovich@iis.nsk.su

Abstract

Exponential size growth of such graphs as social networks, Internet graphs, etc. requires new approaches to their visualization. Along with node-link diagram representations, adjacency matrices and various hybrid representations are increasingly used for large graphs visualizations. This survey discusses new approaches to the visualization of large graphs using adjacency matrices and gives examples of applications where these approaches are used. We describe various types of patterns arising when adjacency matrices corresponding to modern networks are ordered, and algo-

rithms making it possible to reveal these patterns. In particular, the use of matrix ordering methods in conjunction with algorithms looking for such graph patterns as stars, false stars, chains, near-cliques, full cliques, bipartite cores and near-bipartite cores enable users to create understandable visualizations of graphs with millions of vertices and edges. Examples of hybrid visualizations using node-link diagrams for representing sparse parts of a graph and adjacency matrices for representing dense parts are also given. The hybrid methods are used to visualize co-authorship networks, deep neural networks, to compare networks of the human brain connectivity, etc.

Keywords: large graphs, visualization, adjacency matrices, edge bundles, hybrid visualization.

REFERENCES

1. *Liiv I.* Seriation and matrix reordering methods: An historical overview// *Statistical analysis and data mining*. 2010. V. 3, No. 2. P. 70–91.
2. *Petrie F.W.M.* Sequences in prehistoric remains// *J. Anthropol. Inst. Great Britain and England*. 1899. V. 29, No. 3/4. P. 295–301.
3. *Czekanowski J.* Zur differentialdiagnose der Neandertalgruppe// *Korrespondenzblatt Deutsch Ges Anthropol Ethnol Urgesch XL*.1909. V. 6, No. 7. S. 44–47.
4. *Forsyth E., Katz L.* A matrix approach to the analysis of sociometric data: preliminary report// *Sociometry*. 1946. V. 9, No. 4. P. 340–347.
5. *Ghoniem M., Fekete J.D., Castagliola P.* On the readability of graphs using node-link and matrix-based representations: a controlled experiment and statistical analysis // *Information Visualization*. 2005. V. 4, No. 2. P. 114–135.
6. *Díaz J., Petit J., Serna M.* A survey of graph layout problems// *ACM Comput. Surv.* 2002. V. 34, No. 3. P. 313–356.
7. *Mueller C., Martin B., Lumsdaine A.* A comparison of vertex ordering algorithms for large graph visualization// *Visualization, 2007. APVIS'07. 2007 6th International Asia-Pacific Symposium on Visualization*. 2007. IEEE. P. 141–148.
8. *Mueller C., Martin B., Lumsdaine A.* Interpreting large visual similarity matrices// *2007 6th International Asia-Pacific Symposium on Visualization, 2007. IEEE*. P. 149–152.

9. *Mueller C., Martin B., Cottam J., Lumsdaine A.* Matrix representations of graphs. URL: <https://www.slideserve.com/amandla/matrix-res-of-graphs>.
10. *Cuthill E., MCKee J.* Reducing the bandwidth of sparse symmetric matrices// Proceedings of the 1969 24th National Conference (New York, NY, USA, 1969), ACM '69, ACM. P. 157–172.
11. *King I.P.* An automatic reordering scheme for simultaneous equations derived from network systems// International J. for Numerical Methods in Engineering. 1970. V. 2, No. 4. P. 523–533.
12. *Sloan S.W.* An algorithm for profile and wavefront reduction of sparse matrices// International J. for Numerical Methods in Engineering. 1986. V. 23, No. 2. P. 239–251.
13. *Blandford D., Blelloch G., Kash I.* Compact representations of separable graphs //Proc. ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA). 2003. P. 679–688.
14. *West D.B.* Introduction to Graph Theory, Prentice-Hall, Inc., 1996. P. 436–449.
15. *Wei T.* *Corrplot*. Visualization of a correlation matrix // r package version 0.73. ed., 2013. URL: <https://github.com/taiyun/corrplot>.
16. *Kaiser S., Leicsh F.* A toolbox for bicluster analysis in r. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/33029412_A_Toolbox_for_Bicluster_Analysis_in_R.
17. *Hahsler M., Hornik K., Buchta C.* Getting things in order: An introduction to the r package seriation// J. of Statistical Software. 2008. V. 25, No. 3. P. 1–34.
18. *Siek J.G., Lee L.-Q., Lumsdaine A.* The Boost Graph Library: User Guide and Reference Manual// Pearson Education. 2001. P. 352.
19. *Fekete J.-D.* *Reorder.js*: A JavaScript Library to Reorder Tables and Networks// IEEE VIS 2015, Oct. 2015. Poster. URL: <https://hal.inria.fr/hal-01214274>. 5
20. *Behrisch M., Bach B., Henry N. Riche, Schreck T., Fekete J.-D.* Matrix Reordering Methods for Table and Network Visualization // EuroVis 2016. 2016. V. 35, No. 3. P. 1–24.
21. *Koren Y., Harel D.* A multi-scale algorithm for the linear arrangement problem// Revised Papers from the 28th International Workshop on Graph-Theoretic

Concepts in Computer Science (London, UK, UK, 2002), WG '02, Springer-Verlag. 2002. P. 296–309.

22. *Hubert L.* Some applications of graph theory and related nonmetric techniques to problems of approximate seriation the case of symmetric proximity measures// *British J. of Mathematical and Statistical Psychology*. 1974. V. 27, No. 2. P. 133–153.

23. *Gruwaeus G., Wainer H.* Two additions to hierarchical cluster analysis//*British J. of Mathematical and Statistical Psychology*. 1972. V. 25, No. 2. P. 200–206.

24. *George J.A.* Computer implementation of the finite element method// PhD thesis, Stanford University. 1971. P. 1–228.

25. *Behrisch M. et al.* Magnostics: Image-Based Search of Interesting Matrix Views for Guided Network Exploration // *IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics*. 2017. V. 23, No. 1. P. 31–40.

26. *Ke Wu, Watters P., Magdon-Ismail M.* Network Classification Using Adjacency Matrix Embeddings and Deep Learning//2016 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM). 2016.

27. *Hegde K., Magdon-Ismail M., Ramanathan R., Thapa B.* Network Signatures from Image Representation of Adjacency Matrices: Deep Transfer Learning for Subgraph Classification. 2018. URL: <https://arxiv.org/abs/1804.06275>

28. *Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E.* Imagenet classification with deep convolutional neural networks// *NIPS*. 2012. P. 1–9.

29. *Abello J. van Ham F.* Matrix zoom: A visual interface to semi-external graphs// *IEEE InfoVis*. 2004. P. 183–190.

30. *Kang U., Faloutsos C.* Beyond 'caveman communities': Hubs and spokes for graph compression and mining // *ICDM*. 2011. P. 300–309. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>

31. *Kang U., Lee J.-Y., Koutra D., Faloutsos C.* Net-ray: Visualizing and mining billion-scale graphs // *Adv in Knowledge Discovery and Data Mining*. Springer. 2014. P. 348–361.

32. *Koutra D., Kang U., Vreeken J., Faloutsos C.* Vog: Summarizing and understanding large graphs // *Proc. SIAM Int Conf on Data Mining (SDM)*, Philadelphia, PA. 2014. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>.

33. *Gualdron H., Cordeiro R., Rodrigues J.* StructMatrix: Large-scale visualization of graphs by means of structure detection and dense matrices // The Fifth IEEE ICDM Workshop on Data Mining in Networks. 2015. P. 1–8.
 34. *Henry N., Fekete J.-D., McGun M. J.* Nodetrix: a hybrid visualization of social networks// IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2007. URL: <https://arxiv.org/abs/1406.3411>. V. 13. P. 1302–1309.
 35. *Yang X., Shi L., Daianu M., Tong H., Liu Q., Thompson P.* Blockwise human brain network visual comparison using NodeTrix representation// IEEE Trans Vis Comput Graph. 2017. V. 23, No. 1. P. 181–190. doi: 10.1109/tvcg.2016.2598472
 36. *Holten D.* Hierarchical Edge Bundles: Visualization of Adjacency Relations in Hierarchical Data// IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2006. V. 12, No. 5. P. 741–748.
 37. *Apanovich Z.V.* Metody postroeniia zhgutov reber dlia uluchsheniia poni-maemosti informatsii//Problemy upravleniia i modelirovaniia v slozhnykh sistemakh trudy XV Mezhdunarodnoi konferentsii. 2013. S. 439–445.
 38. *Apanovich Z.V., Vinokurov P.S., Kislitsina T.A.* Metody i sredstva vizualizatsii bolshikh nauchnykh portalov//Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Serii: Informatsionnye tekhnologii. 2011. V. 9. No. 3. S. 5–14.
 39. *Yang Y., Dwyer T., Goodwin S., Marriott K.* Many-to-Many Geographically-Embedded Flow Visualisation: An Evaluation// IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics. 2017. V. 23, No. 1. P. 411–420.
 40. *Liu M., Shi J., Li Z., Li C., Zhu J., Liu S.* Towards Better Analysis of Deep Convolutional Neural Networks// IEEE Transactions on Visualization & Computer Graphics. 2017. V. 23, No. 1. P. 91–100. doi:10.1109/TVCG.2016.2598831
-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ



АПАНОВИЧ Зинаида Владимировна – старший научный сотрудник Института Систем Информатики СО РАН, доцент Новосибирского государственного университета. Сфера научных интересов – визуализация информации, визуализация графов, Semantic Web.

Zinaida Vladimirovna APANOVICH – senior researcher of the Institute of Informatics Systems of SB RAS, Associate Professor of Novosibirsk State University. Research interests include information visualization, graph visualization, Semantic Web.

email: apanovich@iis.nsk.su

Материал поступил в редакцию 12 декабря 2018 года

УДК 159.9

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОЦЕНТА ОРИГИНАЛЬНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Н. А. Котелевцев

Курский государственный университет», Россия, ул. Кирова, 5, Курск, 305000
apv-78@yandex.ru

Аннотация

Рассмотрены социально-психологические особенности работы с обучающимися по повышению процента оригинальности научно-исследовательских работ. Представлены результаты проведенного экспериментального исследования. В качестве детерминант, обуславливающих стремление к повышению научности и оригинальности работ членов учебных групп, выделены совместная деятельность и уровень развития коллектива. Установлена зависимость между внедрением технологий построения развивающих социальных сред по Л.И. Уманскому и А.С. Чернышеву в образовательный процесс и развитием субъектных качеств, как личности, так и группы. В качестве гипотетического положения выдвинуто предположение о том, что степень включенности группы в социальную среду и уровень развития коллектива способствуют формированию у обучающихся установки на продуктивную совместную деятельность в рамках выполнения научно-исследовательских работ. Положительный социально-психологический климат в учебной группе и общий уровень мотивационных установок опосредуют вероятность высокой оригинальности научного текста у обучающихся. В исследовании приняло участие более 200 человек. В итоге установлено, что на фоне преобладания совместно-индивидуальной формы организации совместной деятельности у большинства обучающихся отмечается средний уровень оригинальности текста научно-исследовательских работ. В жизнедеятельность учебных групп вносились следующие изменения: внедрение совместно-взаимозависимой формы организации совместной учебной и воспитательной работы, организация научных кружков с включением в них испытуемых,

введение рейтинговой оценки степени оригинальности текстов научно-исследовательских работ обучающихся. В результате нами наблюдались положительные динамические сдвиги как на качественном, так и количественном уровнях. Внедрение в жизнедеятельность групп совместно-взаимозависимой формы организации совместной учебной и воспитательной работы способствовало раскрытию научного потенциала обучающихся на фоне обучения (в научно-популярной и игровой форме) принципам построения научного текста, работе с методической литературой, организации исследовательской деятельности (от теоретического до экспериментального уровня). Таким образом, можно говорить о том, что выделенные социально-психологические компоненты способствуют развитию личностных качеств обучающихся, тем самым повышая степень их ответственности за достоверность и оригинальность предоставления теоретической и практической информации в рамках выполняемых научно-исследовательских работ.

***Ключевые слова:** оригинальность, развивающая социальная среда, мотивация, психологический климат, совместная деятельность.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент система образования в нашем социуме предъявляет большие требования к личности человека как субъекту, способному, с одной стороны, реализовывать себя в деятельности и через деятельность, а с другой – обладающему широким кругом компетенций. В рамках субъектно-деятельностного подхода, разрабатываемого в нашей отечественной психологии (С.Л. Рубинштейн, К.А. Абульханова, А.Л. Журавлев), человек рассматривается как личность, способная реализовать свои потребности и не только преобразовать себя, окружающий мир, но и выйти за пределы сложной ситуации (подняться над ситуацией) [1, 4].

Как отмечает А. В. Петровский, «... источником развития и утверждения личности является противоречие между потребностью индивида в персонализации и субъективной заинтересованностью референтной для индивида группы принимать лишь те проявления его индивидуальности, которые соответствуют ее задачам, нормам и ценностям...» [3, с. 18]. Такой подход подразумевает, что в настоящих условиях научно-исследовательская работа обучающихся – это не

только поиск и открытие новых граней в науке, но и показатель развития основных компетенций обучающегося, позволяющих ему успешно овладеть этим видом деятельности.

Тем не менее, все чаще в рамках образовательных организаций, ввиду высоких требований и повышенного темпа, мы сталкиваемся с проблемой оригинальности научного текста. Речь не идет о том, что обучающиеся не изобретают и не разрабатывают новые методы и технологии исследования. Мы будем рассматривать именно использование текстовых блоков, относящихся к прямому заимствованию (копированию), из различных источников. В этих условиях, поскольку для обучающихся ведущей деятельностью является учебная, для активизации научно-исследовательской деятельности (и повышения степени оригинальности научных текстов) перспективным представляется идея о социальных средах более высокого уровня развития [2, 5, 6].

Следуя концепции Л. И. Уманского и А. С. Чернышева, было принято гипотетическое положение о том, что степень включенности группы в социальную среду и уровень развития коллектива способствуют формированию у обучающихся установки на продуктивную совместную деятельность в рамках выполнения научно-исследовательских работ. Уровень мотивации и социально-психологический климат в учебной группе выступают детерминантами, опосредующими большую вероятность высокой оригинальности научного текста у обучающихся.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в 2017-2018 учебном году. В нем приняли участие 215 обучающихся дефектологического факультета, из которых 51,16% – обучающиеся третьих курсов, 48,84% – обучающиеся выпускных курсов бакалавриата (см. Табл. 1). Были систематизированы данные о степени оригинальности научно-исследовательских работ обучающихся за предыдущий год обучения.

Полученные данные были обработаны и систематизированы (см. Табл. 1).

Таблица 1. Состояние уровня оригинальности научно-исследовательских работ обучающихся

№	Степень оригинальности	Количество в %
1.	Менее 45%	-
2.	46–53%	9,77
3.	54–62%	50,47
4.	63–71%	25,35
5.	72–83	7,91
6.	Более 83%	6,5

В результате нам удалось установить следующую тенденцию: большая часть обучающихся имеет средний уровень оригинальности текста научно-исследовательских работ, в то время как в выборке выделяются группы как с высоким, так и с низким уровнем.

Проанализировав полученные данные, а также предварительно установив, что в изученных группах преобладает совместно-индивидуальная форма деятельности [5], нами были внесены в жизнедеятельность учебных групп следующие изменения: введены элементы совместно-взаимозависимой деятельности (реализуемой как в учебной работе (в рамках реализации интерактивных форм взаимодействия с обучающимися), так и в воспитательной), организована работа научных кружков, введена рейтинговая оценка степени оригинальности текстов научно-исследовательских работ обучающихся.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

После проведения повторной экспертной оценки научно-исследовательских работ обучающихся в конце 2017-2018 учебного года, а также диагностики степени развития субъектных качеств группы (организованность, направленность активности, психологический климат) были отмечены положительные динамические сдвиги в изучаемых показателях.

Следует заметить, что изменения отмечаются и на качественном уровне: произошло повышение процента обучающихся, способных выполнять работу с текстом на таком уровне, который позволяет добиться более высокой оригинальности (без использования сторонних средств и обмана (каждая работа под-

вергалась серьёзной экспертной оценке в системе Антиплагиат ВУЗ)); заметно уменьшение количества обучающихся с оригинальностью научно-исследовательских работ менее 54 %; но в то же время не отмечается серьёзной динамики в выборке испытуемых с высокими показателями оригинальности работ (см. Рис. 1).

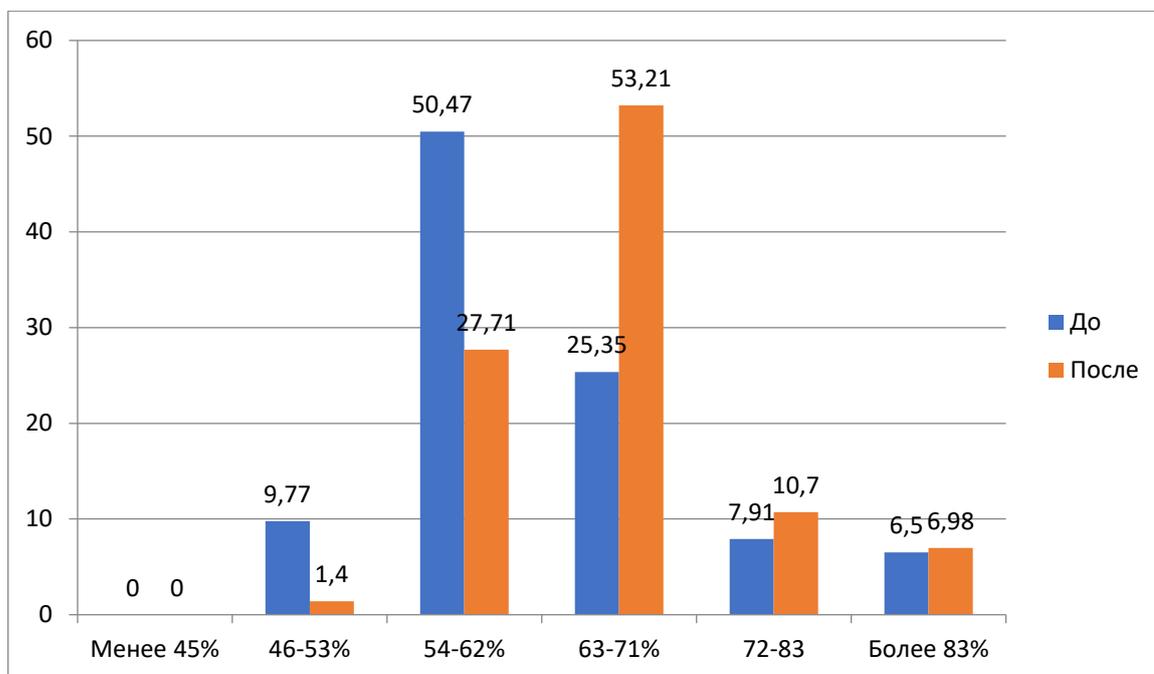


Рисунок 1. Динамика изменения уровня оригинальности научно-исследовательских работ (до и после)

Таким образом, мы можем говорить, что выделенные нами переменные в той или иной степени оказывают влияние на формирование субъектных качеств у обучающихся в процессе выполнения научно-исследовательской деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенной экспериментальной работы можно отметить, что изменение следующих социально-психологических компонентов способствует развитию личностных качеств обучающихся, тем самым повышая степень их ответственности за достоверность и оригинальность предоставления теоретической и практической информации в рамках выполняемых научно-исследовательских работ:

- повышение уровня развития коллектива за счет организации большего объема совместной деятельности между его членами;
- включение в работу с группой элементов совместно-взаимозависимой формы совместной деятельности (как в учебной, так и воспитательной работе);
- организация научно-исследовательских студенческих объединений с целью раскрытия научно-исследовательского потенциала обучающихся;
- проведение мастер-классов и школ по перспективным областям научной деятельности;
- организация методической работы с обучающимися (по методам и технологиям работы с текстом, трансформации текста);
- проведение соревнований между группами по методу мозгового штурма;
- повышение мотивации обучающихся (поощрение за достижения в научной деятельности, оригинальность работ и т. д.);
- организация публичных дискуссий и защит научно-исследовательских работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брушлинский А.В.* Проблема субъекта в психологической науке//Сознание личности в кризисном обществе. М., 1995.
2. *Котелевцев Н.А.* Социально-психологические факторы и условия становления учебной группы субъектом совместной деятельности и общения (на материале изучения групп средних профессиональных учебных заведений города Курска)// Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. Т. 1. № 3 (27). URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/031-032.pdf>.
3. *Петровский А.В.* О некоторых феноменах межличностных взаимоотношений в коллективах // *Вопр. психол.* 1976. №3. С. 16–25.
4. *Рубинштейн С.Л.* Человек и мир. М.: Наука, 1997.
5. *Уманский Л.И.* Личность, организаторская деятельность, коллектив: Избр. труды. Кострома, 2001.

6. Чернышев А.С., Лобков Ю.Л., Сарычев С.В., Скурятин В.И. Социально одаренные дети: путь к лидерству (экспериментальный подход). 2-е изд., испр. и доп. Воронеж: Кварта, 2007.

SOCIO-PSYCHOLOGICAL PECULIARITIES OF WORKING WITH STUDYING ON THE INCREASE IN THE PERCENTAGE OF ORIGINAL SCIENTIFIC RE-SEARCH WORK

N. A. Kotelevtsev

Kursk State University, Russia, st. Kirova, 5, Kursk, 305000

apv-78@yandex.ru

Abstract

The article discusses the socio-psychological characteristics of work with students to increase the percentage of originality of research. Presents the results of an experimental study. As a determinant, causing the desire to improve the scientific and original work of members of educational groups, highlighted - joint activities and the level of development of the team. The dependence between the introduction of technologies for constructing developing social media according to L.I. Umansky and A.S. Chernyshev in the educational process and the development of subjective qualities, both individuals and groups. As a hypothetical position, it is suggested that the degree of inclusion of the group in the social environment and the level of development of the team contribute to the formation of students installation for productive collaborative activities in the framework of the implementation of research projects. The positive socio-psychological climate in the study group and the overall level of motivational attitudes mediate the likelihood of high originality of the scientific text in students. The study involved more than 200 people. As a result, it was found that against the background of the prevalence of the joint-individual form of organization of joint activities, the majority of students show an average level of originality of the text of scientific research. The following changes were made to the livelihoods of educational groups: the introduction of a jointly-interdependent form of organizing joint educational and educational work, the organization of scientific circles with the inclu-

sion of subjects in them, the introduction of a rating assessment of the degree of originality of the texts of research papers of students. As a result, we observed positive dynamic changes both at the qualitative and quantitative levels. The introduction of the jointly interdependent form of organizing joint educational and educational work in the livelihoods of groups contributed to the discovery of the scientific potential of students, against the background of learning (in popular science and game form) the principles of building scientific text, working with methodical literature, organizing research activities (from theoretical to experimental). level). Thus, it can be said that the socio-psychological components highlighted in the article contribute to the development of students' personal qualities, thereby increasing their responsibility for the authenticity and originality of the provision of theoretical and practical information within the framework of the research work being done.

Keywords: originality, developing social environment, motivation, psychological climate, joint activity.

REFERENCES

1. *Brushlinskiy A.V.* Problema sub"yekta v psikhologicheskoy nauke // Soznaniye lichnosti v krizisnom obshchestve. M., 1995.
2. *Kotelevtsev N.A.* Sotsial'no-psikhologicheskiye faktory i usloviya stanovleniya uchebnoy gruppy sub"yekta sovместnoy deyatelnosti i obshcheniya (na materiale izucheniya grupp srednikh professional'nykh uchebnykh zavedeniy goroda Kurska). Uchenyye zapiski: elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. Tom 1. № 3 (27). URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/031-032.pdf>
3. *Petrovskiy A.V.* O nekotorykh fenomenakh mezhlichnostnykh vzaimootnosheniy v kollektivakh // Vopr. psikhol. 1976. №3. S. 16–25.
4. *Rubinshteyn S.L.* Chelovek i mir. M.: Nauka, 1997.
5. *Umanskiy L.I.* Lichnost', organizatorskaya deyatelnost', kollektiv: Izbr. trudy. Kostroma, 2001.
6. *Chernyshev A.S., Lobkov YU.L., Sarychev S.V., Skuryatin V.I.* Sotsial'no odarennyye deti: put' k liderstvu (eksperimental'nyy podkhod). 2-ye izd., Ispr. i dop. Voronezh: Kvarta, 2007.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ



КОТЕЛЕВЦЕВ Николай Александрович – кандидат психологических наук, доцент кафедры специальной психологии и коррекционной педагогики Курского государственного университета.

Nikolay Aleksandrovich KOTELEVTSSEV – candidate of psychological sciences, associate professor of the department of special psychology and correctional pedagogics, Kursk State University.

e-mail: apv-78@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 26 декабря 2018 года

УДК 002.2

ПРИНЦИПЫ СПРАВЕДЛИВОСТИ КАК ЧЕСТНОСТИ В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Н. В. Родионова

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 600000, Россия, г. Владимир, ул. Горького, 87
e-mail: rodionova777@yandex.ru

Аннотация

Представлены результаты исследования проблемы плагиата. Рассматриваются причины его распространения в издательской и образовательной деятельности и способы искоренения. Обоснованы такие корневые причины этого явления, как утрата традиции доверия в издательской деятельности с обновлением состава авторов; нечувствительность к издательской этике современных авторов, выращенных в период лояльности к плагиату; коммерциализация способов борьбы с плагиатом; слабая мотивация авторов к издательской деятельности. Для обоснования методологического подхода к решению проблемы нечестности в издательской деятельности, включая плагиат, предложена концепция справедливости как честности Дж. Ролза. С ее помощью обоснована идея о формировании системы взаимоотношений «издательство–авторы» на основе принципов справедливости как честности. Предложен подход к формированию этического рамочного порядка в цепи взаимоотношений «издательство–авторы–студенты–разработчики ПО–работодатели» на основе принципов справедливости, таких, как равенство прав требований собственных выгод, взаимной честности; этических ограничений на действия, наносящие ущерб находящимся в наихудшем положении, которыми являются студенты-читатели. Предложена процедура разработки и согласования принципов справедливости в издательской деятельности с помощью сайта издательства. Эти принципы целесообразно отражать в этическом кодексе издательской деятельности.

Ключевые слова: смена поколений авторов, нечувствительность к издательской этике, несправедливость издательств, сотворение справедливости, справедливость как жестокость, справедливость как честность.

ВВЕДЕНИЕ

Отличительная особенность современной ситуации – лавинный рост информации и знаний. По имеющимся оценкам, темпы накопления информационных ресурсов общества в XX в. увеличились в 25–30 раз, что характерно для «информационного взрыва» [1, с. 14]. Значение информации и знаний для человека стремительно растет. Владение ими открывает пути к престижной и доходной работе, высокому социальному положению. Широкое распространение IT-технологий и цифровая трансформация обеспечивают массовый доступ к информации и знаниям. По оценкам, к 2020 году число подключенных мобильных устройств увеличится в 3 раза и достигнет 20,8 млрд. [2]. Современное общество переходит к новой, информационной цивилизации, и, совершая этот переход, важно сохранить этические ценности, унаследованные и выстраданные всеми предыдущими поколениями. Они становятся актуальными, потому что с ростом массового доступа к информации и знаниям возникают серьезные угрозы и большие вызовы. Бичи современности – плагиат и публичное распространение недостоверной и некачественной информации, иными словами, нечестность и воровство. Предметами нашего исследования являются плагиат и способы защиты от него в системе образования, которая является «инкубатором нравственности / безнравственности».

Проблема плагиата широко исследуется в разных научных областях: менеджменте, юриспруденции, социологии, психологии, педагогике, филологии, информационных технологиях. По данным электронной базы РИНЦ, за последние 5 лет (2013–2018 гг.) этой проблеме посвящено 586 научных работ. Среди авторов: Аристер Н.И., Асташин Н., Аушра А., Бобкова О.В., Богданова О.В., Давыдов С.А., Дягилев В.В., Исагулов Н., Ковалева И.А., Козырев Г.И., Левин В.И., Тедеев А.А., Цхай А.А., Шахрай С.М., Шмелева Е.Д. и др. Исследуются сущность, признаки и исторические предпосылки возникновения плагиата в России и за рубежом, причины и последствия его распространения, способы выявления и

защиты от него. Плагиат рассматривается как: нечестность, воровство, неэтичное поведение, недобросовестность, некомпетентность, преступление, опасное явление, источник наживы, угроза безопасности.

В системе российского образования и издательской деятельности формируется публичное отношение нетерпимости к плагиату. Широкое применение получают программные продукты «Антиплагиат», помогающие выявлять неправомерные заимствования. Эти программы имеют большие возможности и постоянно совершенствуются.

В законодательстве России под *плагиатом*, или неправомерным заимствованием, понимается присвоение авторства. Предусмотрены строгие правовые способы защиты от этой «напасти». Плагиат рассматривается как преступление, наказываемое по части 1 статьи 146 Уголовного Кодекса РФ [3]. «Если это деяние причинило крупный ущерб автору или иному правообладателю, то преступник наказывается штрафом в размере до 200 тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до 18 месяцев, либо обязательными работами на срок до 480 часов, либо исправительными работами на срок до одного года, либо арестом на срок до шести месяцев». Ущерб признается крупным, если стоимость экземпляров произведений или фонограмм либо стоимость прав на использование объектов авторского права и смежных прав превышают 100 тысяч рублей, и особо крупным – 1 миллион рублей.

Наряду с уголовными мерами в Гражданском кодексе РФ предусмотрены гражданско-правовые способы защиты авторских прав от плагиата – права требований возмещения причиненных убытков (ст. 1252 ГК РФ) или выплаты компенсаций:

«1) в размере от 10 тысяч рублей до 5 миллионов рублей¹, определяемом по усмотрению суда, исходя из характера нарушения;

¹ Очевидно, что размер компенсации в 5 млн. руб. определен не из российской практики ущербов, нанесенных плагиатом, и не обоснован исследованиями. Скорее всего, это цифра заимствована из зарубежного законодательства стран, в которых авторам выплачивают достойные авторские гонорары.

2) в двукратном размере стоимости контрафактных экземпляров произведения;

3) в двукратном размере стоимости права использования произведения, определяемой, исходя из цены, которая при сравнимых обстоятельствах обычно взимается за правомерное использование произведения тем способом, который использовал нарушитель» (ст. 1301 ГК РФ) [4].

Тем не менее, несмотря на эти устрасения и эффективное программное обеспечение «Антиплагиат», феномен неправомерного заимствования процветает и в издательской, и в образовательной деятельности. В задачи нашего исследования входят изучение причин распространения плагиата в издательской деятельности, осуществляемой в сфере образования, и обоснование способов его искоренения. Исследование проведено методами: включенного наблюдения,² обсуждения с авторами, обзора научных публикаций, изучения интернет-материалов.

1. ПРИЧИНЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАГИАТА В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОЙ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

В предпринятой попытке обобщить и обосновать причины распространения плагиата в издательской деятельности, осуществляемой в системе образования России, мы пришли к выводу о том, что плагиат – не поверхностное, а глубоко укоренное, приносящее выгоды явление. На наш взгляд, среди многих таких причин корневыми являются следующие.

1. *Утрата традиции доверия в издательской деятельности с обновлением состава авторов.* Еще 10–20 лет тому назад издательства не ставили так остро проблему плагиата, и не было необходимости совершенствовать законодательство об авторских правах. В вузах была распространена практика обучения по переведенным зарубежным учебникам. Российскими авторами являлись в основном именитые люди с высокой деловой репутацией, которые пользовались у издательств высоким уровнем доверия. К тому же, издательская деятельность авторов не приносила им существенных доходов. Авторские гонорары вы-

² Автор статьи работает в системе образования с 1999 года.

плачивались редко и только именитым авторам. Написание книг – это был труд по призванию для энтузиастов и по необходимости – для функционеров. Зачастую затраты на публикацию полностью оплачивали сам автор и изредка вуз, в котором он работал. Тем не менее, прецеденты плагиата случались, но его риск был не высок. В настоящий период происходит обновление авторских составов издательств. На смену приходят молодые, неопытные авторы. Культура соблюдения чистоты авторских прав в авторской среде не была привита молодежи со студенческой скамьи и только начала формироваться в контексте защиты авторских прав от плагиата.

2. Нечувствительность к издательской этике современных авторов, выращенных в период лояльности к плагиату. Студенты являются не только читателями, но также и будущими авторами произведений. В период перехода к рыночной экономике российские вузы находились на грани выживания и прилагали усилия к обеспечению приема. Высшее образование стало доступным всем желающим, и качество его существенно снизилось. На учебу принимались неспособные и немотивированные к учебе абитуриенты. Для их аттестации сформировались черные рынки рефератов, курсовых и дипломных работ [5–7], которые и ныне открыто действуют. Постепенно черная практика перекочевала и в сферу науки. Сейчас на этом рынке продают «под ключ» не только студенческие работы, но и диссертации любого уровня, а также научные статьи в престижные журналы из перечня ВАК РФ и базы Скопус [8, 9]. Защита купленных чужих работ и публикация чужих статей – это одна из форм плагиата. Эта нечестная практика широко распространена в России и остается безнаказанной уже более четверти века. Поэтому в студенческой среде плагиат не воспринимается как преступление. И хотя меры по антиплагиату к студенческим работам и принимаются³, но в условиях двойных стандартов привить молодежи культуру соблюдения чистоты авторских прав невозможно. Чтобы искоренить плагиат, необходимо, в первую очередь, упразднить черные рынки научных работ. Но тогда возникнет эффект

³ Речь идет о п. 38 приказа Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636: «Тексты выпускных квалификационных работ, за исключением текстов выпускных квалификационных работ, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, размещаются организацией в электронно-библиотечной системе организации и проверяются на объем заимствования» [10].

порочного круга: вузы останутся без студентов, а издательства – без читателей и авторов ⁴.

3. *Коммерциализация способов борьбы с плагиатом.* В России действует интернет-проект по разработке и практическому применению программного комплекса для проверки текстовых документов на предмет правомерности заимствований. Использование созданных программных продуктов «Антиплагиат» рекомендовано Советом по координации управления качеством профессионального образования при Рособрнадзоре. Программные продукты разрабатываются в инициативном порядке и распространяются пользователям на коммерческой основе. Поэтому их разработчики заинтересованы не в искоренении плагиата, а, напротив, в его распространении, поскольку с ростом спроса на программное обеспечение растут и доходы тех, кто его разрабатывает и распространяет. Поэтому участники данного интернет-проекта «одной рукой» ведут борьбу с плагиатом, а «другой» – оказывают ему свое покровительство, предлагая студентам и авторам услуги по «обману антиплагиата» [11–13].

Плагиат выгоден также юристам, которые получают вознаграждение не только за консультации и ведение судебных разбирательств по допущенному преступлению (правонарушению), но также за целенаправленное преследование за плагиат (травлю «неудобных» ученых).

4. *Слабая мотивация авторов к издательской деятельности.* Авторы рукописей книг и статей, к которым предъявляются все более высокие требования качества, выполняют трудоемкую научно-исследовательскую и оформительскую работу, практически не получая за нее положенных гонораров от издательства и довольствуясь скромными выплатами премий вуза. По договору с издательством автор имеет право на получение авторского гонорара, но это право почти всегда остается нереализованным. В договоре с издательством об отчуждении интеллектуального произведения автору предусмотрен авторский гонорар, часто в размере 5% от фактического объема продаж произведения. Однако

⁴ Аналогичные эффекты чинят препятствия российским системам борьбы с уклонением от уплаты налогов и преодоления несостоятельности предприятий. Банкротство несостоятельных предприятий приведет к потере налогоплательщиков и сокращению налогооблагаемой базы.

автор не располагает данными отчета о величинах этого объема, а потому не может предъявлять издательству требований по исполнению условий договора. К тому же распространяется практика продаж электронных изданий через электронно-библиотечные системы (ЭБС). Основными покупателями права пользования ими являются учебные заведения. Автор, как правило, не получает вознаграждений от реализации его произведений при такой форме продажи и не может доказать, какую часть дохода принесли его произведения издательству в общей сумме полученных им средств. Методики расчета авторских гонораров при такой форме реализации отсутствуют.

Распространена и другая несправедливая практика. В издательской деятельности широко практикуется написание книги коллективом авторов, но не разработан методический подход к определению размера авторского гонорара для руководителя авторского коллектива (редактора). К сожалению, стало «традицией», когда руководитель этого коллектива (редактор) получает авторский гонорар на весь коллектив (поскольку договор подписан с редактором) и не распределяет его среди соавторов, а присваивает всю сумму себе. А ведь это – не только нечестность, но также и форма эксплуатации труда.

С 2018 года в вузах действует новая система трудовой мотивации «Эффективный контракт», которая предусматривает премии за публикационную активность. Однако размеры премий таковы, что они едва погашают расходы на публикацию. Например, премия за публикацию научной статьи в журнале из базы Скопус составляет 40 тыс. руб., в то время как бесплатных публикаций нет⁵, а стоимость коммерческой публикации составляет 40–60 тыс. руб. Кроме премий, в контракте типа ЭКП-2 предусмотрена надбавка к окладу (от 5% до 50%) за издание учебников и публикацию статей в престижных журналах. Но большинство авторов, имеющих высокую публикационную активность, с 2018 года принудительно переведены на 0,5 ставки, и оклад невысок, так что величина надбавки незначительная.

⁵ На это уважаемые коллеги могут возразить и назвать журналы, которые публикуют статьи бесплатно. Но у меня есть опыт работы с таким журналом. Более трех лет назад направила свою статью в «Психологический журнал». Статья прошла рецензирование с решением о публикации и до сих пор ожидает в очереди.

В существующих условиях к издательской деятельности авторов мотивируют только два стимула: 1) сохранение рабочего места, которое приносит хотя и скромный, но стабильный доход; 2) положение в рейтинге по позиции публикационная активность. Однако, если автор не является функционером системы образования, то перлы рейтинга ему ничего не сулят, кроме тщеславия. Отсюда уместен риторический вопрос: станет ли разумный автор-преподаватель «истязать» себя на растущих требованиях к качеству собственных произведений? Может быть, только внутренние мотивы (например, личное призвание, привычка добросовестно работать, какая-то высокая идея) способны пробудить в энтузиастах желание честно и качественно писать научные труды, но таких немного.

Итак, реалии таковы, что корни причин плагиата в издательской деятельности, осуществляемой в системе образования России, кроются в самой этой системе, в которой лояльность к этому явлению мирно уживается с борьбой с ним. Ведь плагиат облегчает жизнь нерадивым студентам и преподавателям-авторам и приносит выгоды создателям ПО «Антиплагиат» и юристам. Страдают от плагиата: 1) работодатели, которые получают некомпетентных и нечестных работников; 2) издательства, которые теряют читателей и которым приходится вести судебные тяжбы и платить штрафные санкции из-за некачественной печатной продукции; 3) добросовестные авторы, которые не только теряют свой «хлеб», но также безвинно несут публичное осуждение в массовом преступлении-плагиате. Однако эти страдания можно рассматривать как наказание за несправедливость всех. Ведь работодатели, предъявляя работникам требования компетентности, так и не решили проблемы трудовой дискриминации и несправедливости заработной платы. Издательства, предъявляя авторам требования чистоты авторских прав, уклоняются от выплат авторских гонораров. Добросовестные авторы аттестуют студентов на основании купленных ими научных работ. В конечном счете, от «маленькой» нечестности каждого страдают все. С такой ситуацией, которую можно назвать как гипотетически согласованные компромиссы с несправедливостью, мириться нельзя.

К сожалению, меры, предпринимаемые по защите от плагиата в издательской и образовательной сферах, ограничиваются выявлением нарушений и наказанием нарушителей в случае нанесения крупных ущербов. Обуздание ав-

торов и студентов требованиями наказания сеет семена справедливости как жестокости. Жесткие правовые меры по борьбе с плагиатом не принесут ожидаемых эффектов, напротив, они могут стимулировать обострение другой, более сложной проблемы – распространение лживой, недостоверной и необоснованной научной информации, в которой утонут истинные знания. Это явление рассматривается как ожидаемое следствие цифровой трансформации и относится к числу больших вызовов современности. Способов защиты от него пока не существует.

2. ПРИНЦИПЫ СПРАВЕДЛИВОСТИ КАК ЧЕСТНОСТИ В ТЕОРИИ ДЖ. РОЛЗА

При обосновании способов искоренения плагиата в издательской деятельности, осуществляемой в России, целесообразно изучать такие практики в странах, где данная проблема решена. Уместно рассмотреть случай в одном из американских вузов, о котором рассказала очевидица – студентка этого вуза из России. После окончания этого вуза она работала преподавателем на нашей кафедре. Вот что произошло.

Вдруг были прерваны занятия, и всех преподавателей и студентов собрали в актовом зале. На сцену вывели двух иностранных студентов и начали их публично клеймить позором за то, что при написании рефератов они допустили плагиат. «Порка» закончилась исключением студентов из вуза и внесением их имен в черные списки, что не позволит им поступить ни в один вуз США. На наш взгляд, наказание было жестоким. Но следует заметить, что ни у кого из присутствовавших на этом «уроке по этике» не возникло сомнения в несправедливости того, как обошлись с этими студентами. Почему? Потому что этические требования, включая недопущение плагиата, и наказание за уклонение от их выполнения были заранее известны студентам и преподавателям и согласованы с ними. Все осознавали важность выполнения этических требований и то, что наказание за их невыполнение неотвратимо, что такая же участь ожидает любого, кто осмелится посягнуть на справедливость и причинить этим кому-либо ущерб. Кстати, в США образование – платное, но плата за обучение не означает покупку удобных и посильных для исполнения требований, как иногда рассуждают российские студенты. Эти требования жесткие и одинаковые для всех. На этом примере всех студентов научили тому,

что нечестность наказуема, а быть честным выгодно. Исключая из вузов нечестных студентов, система образования США служит этическим фильтром для бизнеса, искореняет потенциально нечестных специалистов. Можно ожидать, что по окончании вуза воспитанные на требовании честности студенты придут на работу в бизнес, будут честно платить налоги и уклоняться от коррупции. А те из них, кто посвятит себя преподавательской деятельности, никогда не допустят плагиата в своих научных трудах и своим студентам привьют культуру чистоты авторских прав. Вот только сумеют ли они прощать тех, кто «оступился»? Ведь для христиан добродетель милосердия выше добродетелей справедливости и честности.

Этические контексты систем социально-экономических отношений в американских организациях образуются на основе концепции справедливости как честности, предложенной американским философом Дж. Ролзом [14]. Согласно этой концепции взаимоотношения субъектов какой-либо социально-экономической системы рассматриваются как модель их этического сотрудничества в целях обеспечения их взаимных преимуществ (выгод). Критерием справедливости в данной модели является стратегия «maximin», которая понимается как максимизация минимального результата, когда наименее преуспевающие оказываются в наилучшем положении из возможных. Эта стратегия понимается так, чтобы «все имели право получать определенную защиту от случайностей и несчастий» [14, с. 11]. В этой системе сотрудничества выгоды получают все, но привилегированным правом их получения в наибольших по их меркам размерах пользуются те, кто находится в наихудшем положении.

Справедливость взаимоотношений в системе регулируется принципами, которые субъекты системы согласовали в исходной ситуации, когда никто из них не знал, кто окажется в наихудшем положении из возможных. Эти принципы располагаются в лексическом порядке, т. е. по их приоритету [14, с. 28, 50, 66, 67, 84–87]:

- 1) принцип равных свобод,
- 2) принцип равных возможностей, допускающий неравенство положения при условии, что получение преимуществ приносит выгоду наименее обеспеченным людям;

3) принцип дифференциации, ратующий за обеспечение достойного существования самых бедных.

Эти принципы применяются как система взаимосвязанных требований, обеспечивающих кому-либо право получения преимуществ по возможности при условии выполнения им «утесняющего» требования в пользу находящихся в наихудшем положении. *Справедливым* признается решение, с которым согласны все и которое не противоречит согласованным всеми этическим принципам.

Достижение справедливости отношений в системе этического сотрудничества возможно, когда все ее субъекты будут честно взаимодействовать друг с другом. Нечестность кого-либо в этой системе сотрудничества, например, утаивание информации в личных интересах и в ущерб кого-либо, в конечном счете, приведет к реализации концепции справедливости как жестокости, что и произошло в случае с иностранными студентами, допустившими плагиат. Они нарушили согласованный всеми принцип справедливости, утратили свои преимущества, и система отфильтровала нарушителей.

3. ПРИНЦИПЫ СПРАВЕДЛИВОСТИ КАК ЧЕСТНОСТИ В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Концепция справедливости как честности разработана применительно к процедуре распределения общего дохода или блага. Попытаемся адаптировать ее к системе издательской деятельности в целях решения проблемы нечестности. Рассмотрим применение данной концепции в двух аспектах – справедливость как честность взаимоотношений: 1) «издательство – авторы»; 2) в цепи «издательства – авторы – студенты – разработчики ПО – работодатели».

Взаимоотношения «издательство – авторы» выстраиваются на договорной основе. В этих условиях первый принцип справедливости как честности – равных свобод – предполагает признание договаривающимися сторонами равноценности прав на получение выгод от их совместной деятельности. Издательство извлекает выгоды из продажи интеллектуальных произведений авторов. Выгоды авторов – их авторские вознаграждения, которые издательство обязано выплачивать в порядке, установленном договором. Справедливость как честность автора – качественная рукопись, в которой нет плагиата. Справедливость как честность издательства заключается в том, чтобы сделать открытой для ав-

торов информацию об объемах продаж их произведений. Эта информация может размещаться на сайте издательства или по договоренности с авторами периодически высылаться им на их электронные почты.

Второй принцип справедливости как честности предполагает равенство возможностей для всех авторов. Этот принцип реализуется, но однобоко, как равенство возможностей для публикаций собственных интеллектуальных произведений. Чтобы стать авторами, преподаватели вузов выполняют требования ВАК РФ, предъявляемые к их квалификации, и получают право издавать учебные материалы. Но принцип равенства возможностей распространяется и на выплату авторских гонораров, которые должны получать все авторы реализованных произведений. К сожалению, в решении этого вопроса издательства допускают дискриминацию. Для выявления нечестности информация о выплате авторских гонораров должна быть размещена на сайте издательства. Так теперь делает издательство «Юрайт».

Третий принцип регулирует справедливость дифференциации доходов. Он предполагает, что при расчете авторских гонораров могут учитываться заслуги и статусные характеристики авторов. Это актуально в условиях распространения формы продажи интеллектуальных произведений через ЭБС. Для распределения совокупных доходов от продаж пула e-произведений необходимы согласованные с авторами критерии дифференциации размеров авторских гонораров. Кроме того, реализация третьего принципа предполагает определение субъектов системы, находящихся в наихудшем положении по сравнению с другими авторами. Среди авторов к таковым можно отнести начинающих молодых авторов, деловая репутация которых не сформирована. Дифференциация авторских вознаграждений не должна гасить их мотивацию к издательской деятельности, а, напротив, стимулировать их к совершенствованию создаваемых ими произведений. Для поддержки и обучения молодых авторов издательство при условии согласия всех авторов может формировать целевой фонд из отчислений от общего фонда авторских гонораров, подлежащего распределению авторам. В этом случае может подойти такая стратегия отношений «издательство – авторы»: воспитание и обучение авторов нового поколения, добросовестных, грамотных, владеющих современными технологиями создания продвинутых учебников. С

такой стратегией, скорее всего, будут гипотетически согласны все авторы, которые станут прилагать усилия по ее реализации в рамках собственных возможностей.

Следовательно, практическая реализация концепции справедливости как честности требует применения процедур коллективного согласования этических требований с авторами. Такая процедура может проводиться с помощью сайта издательства. Согласованные с авторами этические требования целесообразно отражать в этическом кодексе издательской деятельности. Эта работа для издательства является инициативной и «невыгодной», так как в условиях его честности его доходы уменьшатся. Поэтому при отсутствии коллективного требования авторов издательство вряд ли проявит такую инициативу. Но у авторов есть еще два выхода: 1) лоббировать принятие закона, обязывающего все издательства осуществлять указанные процедуры; 2) создать общественную организацию по защите прав авторов, которая станет декларировать согласованные требования, обязательные для исполнения издательствами и другими субъектами издательской деятельности с учетом интересов авторов.

Кроме выплаты авторских гонораров, в издательской деятельности есть и другие этические проблемы, которые затрагивают взаимоотношения не только «издательство–автор», но и других субъектов. Например, проблему плагиата целесообразно рассматривать в цепи «*издательства – авторы – студенты – разработчики ПО – работодатели*». Взаимоотношения субъектов этой цепи не согласованы. Юридические договоры действуют только в отдельных звеньях цепи. Но данные субъекты вынуждены сотрудничать на предмет решения проблемы плагиата. Их взаимоотношения объединяет не распределение общего дохода, а выгоды, извлекаемые из продуктов издательской деятельности. В странах с цивилизованными рыночными отношениями такие взаимоотношения регулируются с помощью этического рамочного порядка. Такой порядок предусматривает согласование сообществами субъектов принципов справедливости, которым все будут следовать, например, таких, как:

1) *равенство прав требований собственных выгод*. Перечислим ожидаемые выгоды субъектов от их сотрудничества, которые определяют права их требований: издательства претендуют на доходы от издательской деятельности, преподаватели-авторы – на авторские гонорары, разработчики ПО – на доходы

от реализации программных продуктов; студенты-читатели – на качественные знания, которые они черпают из учебников и статей и которые обеспечат им доступ к избранной профессии; работодатели – на наем компетентных и честных работников;

2) *принцип взаимной честности*. Этот принцип, с одной стороны, – репутационный, так как требует изначального восприятия каждого субъекта этой системы как честного лица, соблюдающего все законы и согласованные с ним требования (нечестные не имеют права входа в систему); а с другой – категоричный, так как предоставляет этому лицу право требовать честности от других субъектов системы и проявлять нетерпимость к их нечестности. При таком подходе наказания нарушителей за нечестность и даже исключение их из системы могут считаться справедливыми, так как оппортунизм нарушителя провоцирует на нечестность других, нарушая их принцип честности;

3) *наложение этических ограничений на действия, приносящие ущерб находящимся в наихудшем положении*. В рассматриваемой системе сотрудничества в наихудшем положении из возможных находятся студенты-читатели, поскольку они не получают доходов от издательской деятельности, а, напротив, вынуждены нести расходы на покупку книг и тяготы высоких требований к знаниям. Поэтому интересы студентов, не противоречащие принципам справедливости, в этой системе являются приоритетными. Эти интересы связаны с их будущей профессиональной деятельностью. Соответственно общей стратегией сотрудничества субъектов рассматриваемой системы может быть улучшение качества обучения студентов. Все субъекты системы обязаны прилагать к этому усилия в рамках своих компетенций. Практическая реализация этой стратегии в издательской деятельности выражается в *качестве* изданных учебников и учебных пособий и опубликованных научных статей. Если их качество высокое и учебные материалы доступны студентам, то предъявляемое им требование недопущения плагиата в студенческих работах может считаться справедливым. Наказание за нарушение этого требования может считаться справедливым, если оно строго применяется ко всем нарушителям в одинаковой мере, а не к отдельным студентам, как часто случается: «чтобы неповадно было».

Издательства озабочены проблемой плагиата авторов. Их требования по антиплагиату этически оправданы при условии, если сами издательства честны в отношениях с авторами, т. е. выплачивают им справедливые авторские гонорары. В свою очередь, требования авторов на выплату авторских гонораров за их интеллектуальные произведения могут считаться справедливыми, если эти произведения соответствуют стратегии улучшения качества обучения студентов.

Деятельность разработчиков ПО, связанная с реализацией программных продуктов «Антиплагиат» (средств контроля честности), может считаться этически оправданной при условиях, если эти разработчики: 1) не оказывают консультаций на предмет «как обмануть антиплагиат»; 2) прилагают такие усилия по улучшению качества обучения, что наряду с ПО «Антиплагиат» предлагают студентам и авторам программное обеспечение, улучшающее это качество, например, программы по работе с рукописями (рефератов, курсовых и дипломных работ, диссертаций, статей, учебников, монографий), помогающие авторам формировать картотеки, профессиональный лексикон, конспектировать и систематизировать прочитанные материалы, цитировать, выполнять графические материалы, структурировать тексты, обучать логическим суждениям и обоснованиям, совершать быстрый поиск нужной информации, проверять ее качество и достоверность и т. п.

Требования работодателей к честности и компетентности выпускников вуза могут считаться этически оправданными при условии справедливости условий найма на работу и системы мотивации персонала.

Обобщим приведенные суждения в следующей таблице.

Таблица 1. Принципы справедливости как честности в издательской деятельности в сфере образования

Субъект системы	Его право требования	Реализация его честности	Этическое ограничение
Студент-читатель	Качественные учебные материалы	Добросовестная учеба	Недопущение плагиата в научных работах
Преподаватель-автор	Справедливые авторские гонорары	Качественные научные работы	

Разработчик ПО	Коммерциализация программных продуктов по антиплагиату	Разработка ПО, улучшающего качество научных работ	Недопущение консультаций по «обману антиплагиата»
Работодатель	Компетентные и честные работники	Справедливые системы найма и мотивации персонала	Недопущение дискриминации и эксплуатации

Таким образом, предлагаемая система этического сотрудничества нацелена на то, чтобы делать взаимоотношения ее субъектов честными по отношению друг к другу и повышать уровень делового доверия в сфере их деятельности. Нечестным субъектом системы этического сотрудничества признается тот, кто, используя право на получение выгодных преимуществ в виде доходов, услуг и др., извлекает эти преимущества с помощью субъектов системы, нарушая при этом согласованные всеми принципы справедливости, утесняющие положение всех в пользу тех, кто находится в наихудшем положении. В отличие от принципа справедливости как жестокости этический принцип данной системы исключает ее нечестных субъектов при условии, если они не принесли публичных извинений и не компенсировали причиненный ущерб. Наказание нарушителя в этом случае оправдано принципами справедливости как честности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С распространением IT-технологий растет спрос на издательские продукты, расширяется доступ авторов к издательской деятельности и одновременно размываются авторские права, обостряются проблемы плагиата и недостоверных знаний. Применяемые меры по искоренению плагиата не приносят ожидаемых эффектов, потому что не устраняются корневые причины распространения этого явления, такие, как утрата традиции доверия в издательской деятельности с обновлением состава авторов; нечувствительность к издательской этике современных авторов, выращенных в период лояльности к плагиату; коммерциализация способов борьбы с плагиатом; слабая мотивация авторов к издательской деятельности. Эти причины возникли как эффект несправедливости всех, ее до-

пускающих в собственной деятельности: издательств, авторов, разработчиков ПО «Антиплагиат», работодателей, вузов.

Полагаем, что искоренить плагиат возможно, применяя систему профилактических мер, призывающих сотрудников к взаимной честности. В качестве профилактики плагиата предлагается процедура укоренения в издательской деятельности и образовании принципов справедливости как честности. Идея практической реализации таких принципов в любой сфере деятельности предложена Дж. Ролзом. Эту концепцию можно рассматривать как процедуру сотворения справедливости, в которой принимает участие каждый заинтересованный субъект системы. В издательской деятельности данная концепция может применяться в системе взаимоотношений «издательство – авторы» для решения проблемы выплаты авторских гонораров, которая взаимосвязана с проблемой плагиата возмездием нечестностью за нечестность. Обоснованы этические требования, необходимые для решения данной проблемы.

Кроме того, предложен подход к формированию этического рамочного порядка в цепи взаимоотношений «издательство – авторы – студенты – разработчики ПО – работодатели» на основе принципов справедливости, таких, как равенство прав требований собственных выгод, взаимной честности; этических ограничений на действия, наносящие ущерб находящимся в наихудшем положении, которыми являются студенты-читатели.

Предложена процедура разработки и согласования принципов справедливости в издательской деятельности с помощью сайта издательства. Согласованные принципы рекомендовано отражать в этическом кодексе издательской деятельности.

Благодарности

Выражаю благодарность издательству «Юрайт» за возможность бесплатного участия в вебинарах, организуемых для обучения авторов. Такое обучение удобно и эффективно, оказывает существенную помощь в издательской и преподавательской работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов Ю. Информационная и коммуникационная культура в компании // Проблемы теории и практики управления. 2010. № 10. С. 8–18.
2. Что такое «Цифровое предприятие», и как им стать? Опубликовано 19.05.2016. URL: <http://www.docflow.ru/news/analytics/detail.php?ID=32175>.
3. Статья 146. Нарушение авторских и смежных прав // Уголовный кодекс Российской Федерации от 13 июня 1996 г. №63-ФЗ. URL: <http://base.garant.ru/10108000/0c5956aa76cdf561e1333b201c6d337d/#ixzz5NNWTPg5S>
4. Статья 1252. Защита исключительных прав. Статья 1301. Ответственность за нарушение исключительного права произведения // Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть четвертая от 18.12.2006 № 230-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/
5. Рефераты на заказ. URL: [https://author24.ru/s/form_zakaz_referaty/...](https://author24.ru/s/form_zakaz_referaty/)
6. Заказать реферат. URL: <https://author24.ru/referat/>
7. Рефераты на заказ: быстро и качественно. URL: https://www.zachnik.com/referat/?utm_expid=3565560-115.m5t4u_3qSMG00PRWDEpE1A.0&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
8. Диссертации под ключ. Диссертации на заказ. Статьи ВАК, SCOPUS. URL: <http://originaldissertations.com/>
9. Закажи диссертацию: от 15000/от 14 дней. URL: http://vamzachet.ru/services/item/dissertation?utm_source=yandex&utm_medium=src&utm_campaign=35573866&utm_content...
10. Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры: Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (ред. от 28.04.2016) URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-29062015-n-636/>
11. Как обмануть антиплагиат: 7 рекомендаций для студента. URL: <http://anfox.ru/obmanut-antiplagiat>
12. Как обмануть антиплагиат в 2018 году – Лайфхакер. URL: <https://lifeha.ru/kopirajting-statej/kak-obmanut-antiplagiat.html>

13. Как обмануть антиплагиат. URL: <http://studroom.ru/kak-obmanut-antiplagiat/>

14. Ролз Дж. Теория справедливости: Пер. с англ. Новосибирск: НГУ, 1995. 536 с.

THE PRINCIPLES OF JUSTICE AS FAIRNESS IN THE PUBLISHING ACTIVITIES IN THE FIELD OF EDUCATION

N. V. Rodionova

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs, Gorky Street, 87 Vladimir, Russia

e-mail: rodionova777@yandex.ru

Abstract

The results about the plagiarism problem are presented. The reasons for its distribution in publishing and educational activities and ways of eradication are considered. Such root causes of this phenomenon as: loss of trust tradition in publishing activity with updating authors; insensitivity to publishing ethics of the modern authors grown up in the period of loyalty to plagiarism; commercialization of anti-plagiarism campaigns; weak motivation of authors to publishing activity. The concept about fairness as honest by J. Rawls is proposed to substantiate the methodological approach to solving the problem of dishonesty in publishing, including plagiarism. With its help, the idea about forming of relationships system "publishing-authors" on the basis of the justice principles as honesty is substantiated. The approach to the formation of the ethical framework for relations in the chain "publishing – authors – students – IT-managers – employers" on the basis of the justice principles, such as: equality rights of the requirements about their own benefits, mutual honesty; ethical restrictions on actions, that harm those in the worst position, which are students-readers. The procedure of development and coordination of justice principles in publishing activity with the help of the website of publishing house is offered. These principles should be reflected in the ethical code of publishing.

Keywords: *change of authors' generations, insensitivity to publishing ethics, injustice of publishing houses, creation of justice, justice as cruelty, justice as honesty.*

REFERENCES

1. *Emel'yanov YU.* Informacionnaya i kommunikacionnaya kul'tura v kompanii // Problemy teorii i praktiki upravleniya. 2010. № 10. S. 8–18.
2. CHto takoe «Cifrovoe predpriyatie», i kak im stat'? Opublikovano 19.05.2016. URL: <http://www.docflow.ru/news/analytics/detail.php?ID=32175>
3. Stat'ya 146. Narushenie avtorskih i smezhnyh prav // Ugolovnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 13 iyunya 1996 g. № 63-FZ. URL: <http://base.garant.ru/10108000/0c5956aa76cdf561e1333b201c6d337d/#ixzz5NNWTPg5S>
4. Stat'ya 1252. Zashchita isklyuchitel'nyh prav. Stat'ya 1301. Otvetstvennost' za narushenie isklyuchitel'nogo prava proizvedeniya // Grazhdanskij ko-deks Rossijskoj Federacii. CHast' chetvertaya ot 18.12.2006 № 230-FZ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64629/
5. Referaty na zakaz. URL: [https://author24.ru/s/form_zakaz_referaty/...](https://author24.ru/s/form_zakaz_referaty/)
6. Zakazat' referat. URL: <https://author24.ru/referat/>
7. Referaty na zakaz: bystro i kachestvenno. URL: https://www.zaochnik.com/referat/?utm_expid=3565560-115.m5t4u_3qSMG00PRWDEpE1A.0&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
8. Dissertacii pod klyuch. Dissertacii na zakaz. Stat'i VAK, SCOPUS. URL: <http://originaldissertations.com/>
9. Zakazhi dissertaciyu: ot 15000/ot 14 dnej. URL: http://vamzachet.ru/services/item/dissertation?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=35573866&utm_content...
10. Ob utverzhdenii Poryadka provedeniya gosudarstvennoj itogovoj attestacii po obrazovatel'nym programmam vysshego obrazovaniya – programmam bakalavriata, programmam specialiteta i programmam magistratury: Prikaz Minobrnauki Rossii ot 29.06.2015 No 636 (red. ot 28.04.2016). URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-29062015-n-636/>

11. Kak obmanut' antiplagiat: 7 rekomendacij dlya studenta. URL: <http://anfox.ru/obmanut-antiplagiat> (data obrashcheniya 06.08.2018).

12. Kak obmanut' antiplagiat v 2018 godu – Lajfhaker. URL: <https://lifeha.ru/kopirajting-statej/kak-obmanut-antiplagiat.html>

13. Kak obmanut' antiplagiat. URL: <http://studroom.ru/kak-obmanut-antiplagiat/>

14. *Rolz Dzh.* Teoriya spravedlivosti: Per. s angl. Novosibirsk: NGU, 1995. 536 s.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ



Родионова Наталья Владимировна – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг», ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Rodionova Natalya Vladimirovna – doctor of Economics, associate Professor, Professor of Department "Management and Marketing", Vladimir state University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs.

e-mail: rodionova777@yandex.ru

Материал поступил в редакцию 20 декабря 2018 года