
ВЫЯВЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ИГРОКОВ В СЕТИ СОЦИАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Заграновская Анна Васильевна, канд. экон. наук, доц.

Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Садовая, 21,
Санкт-Петербург, Россия, 191023; e-mail: zagranet@rambler.ru

Цель: выявление ключевых игроков в группе студентов с использованием математических методов и моделей. *Обсуждение:* описана проведенная социометрическая процедура; представлены различные меры центральности, позволяющие выявить наиболее значимые вершины графа, приведены результаты расчетов. Показано, что индивидуальные социометрические индексы тождественны одной из мер центральности, а именно нормированная степень входящей центральности узла является аналогом индекса социометрического статуса члена группы, а нормированная степень исходящей центральности узла является аналогом индекса эмоциональной экспансивности члена группы. *Результаты:* показана ситуативность лидерства, его зависимость от стоящих перед группой целей и задач. Так, были выявлены различные лидеры в трех ситуациях (учеба, решение деловой задачи, совместное проведение досуга) в зависимости от возможных целей и задач, которые определяют критерии лидерства (наличие большого количества контактов, контроль связей между определенными позициями, близость к другим узлам или просто их доступность, наличие связей с влиятельными вершинами).

Ключевые слова: лидерство, ключевые игроки, социометрическое исследование, социограмма, социометрические индексы, меры центральности.

DOI: 10.17308/meps.2017.3/1633

Введение

Статья посвящена поиску лидеров, под которыми понимаются ключевые, центральные игроки, в конкретной группе студентов. В литературе можно встретить несколько теорий лидерства. Теория черт наделяет лидера определенным набором качеств. Существует целый ряд психологических тестов на оценку лидерских качеств [13]. Однако исследователям не удалось выделить универсальный набор качеств лидера. В соответствии с поведенческой теорией лидерство рассматривается как своеобразное социальное поведение личности. Выделяют три стиля лидерства: авторитарный, демократический и попустительский, а также факторы лидерского поведения –

ориентированность на работников или на производство. Наконец, третья теория (ситуационная) говорит о том, что в каждой конкретной ситуации свой лидер. В отечественной социальной психологии преобладает рассмотрение лидерства не как обособленного феномена, а как одного из элементов групповой жизни. Отечественными исследователями лидерство рассматривается как процесс организации межличностных отношений в группе, а лидер – как субъект управления [12].

Лидерство в молодежной среде имеет свои особенности. Выявлено, что представление о лидере отличается по содержанию у разных групп студентов [12]. Однако любопытней то, что наблюдается рассогласование между качествами, приписываемыми образу лидера, и качествами, свойственными реальным лидерам группы [11].

Очевидно, что лидерство имеет социальную природу, оно характеризуется влиянием на окружение, которое организуется вокруг ключевого игрока. В одной из тематических статей говорится о том, что ключевые игроки различаются в зависимости от того, учитывается ли контекст. Другими словами, действия человека определяются не только его личными характеристиками, но и характеристиками друзей, входящих в его ближайшее окружение [3].

В другой статье показано, что не только друзья, но и структура социальной сети имеет значение в объяснении поведения человека [1]. Это связано с тем, что структура сети влияет на формирование социальных норм, которые, в свою очередь, определяют поведение индивида [9].

От положения человека в сети зависит также размер получаемой им выгоды. При этом средняя получаемая выгода увеличивается с ростом плотности и размера сети [2].

Анализ сетей – развивающаяся область экономических исследований. Она позволяет анализировать ситуации взаимодействия агентов друг с другом и прогнозировать их поведение. Недавно появилось направление, которое изучает, как структуры сетей влияют на результаты функционирования индивидов [8].

Очевидно, что интересующая нас тема лидерства может быть рассмотрена через призму анализа сетей социальных взаимодействий.

Методология исследования

Среди студентов первого курса бакалавриата направления «Прикладная информатика» была проведена социометрическая процедура в форме опроса с целью диагностики межличностных отношений и выявления ключевых игроков в группе. В ней участвовало 30 человек, из них 18 юношей и 12 девушек. Каждого члена группы просили указать в социометрической анкете свое отношение к другим членам группы по предложенным критериям (с точки зрения совместной учебы, участия в решении деловой задачи, проведения досуга), при этом выборы не ограничивались (табл. 1).

Таблица 1

Социометрическая анкета

№	Тип	Критерии	Выборы
1	Совместная учеба	1.1. Назовите одноклассников, которые были для Вас особенно важны в последний месяц.	
		1.2. Назовите наиболее неприятных для Вас студентов в группе, которые выводят Вас из себя.	
2	Участие в решении деловой задачи	2.1. Кого из студентов Вы бы выбрали своим руководителем?	
		2.2. Кого из студентов Вы бы не выбрали своим руководителем?	
3	Проведение досуга	3.1. Кого из студентов Вы бы хотели пригласить на свой день рождения?	
		3.2. Кого из студентов Вы бы не хотели пригласить на свой день рождения?	

Заполненные анкеты подверглись математической обработке с помощью MS Excel и Wolfram Mathematica, при этом были построены социоматрица, социограмма и рассчитаны социометрические индексы.

Обсуждение результатов

В качестве примера проведем визуальный анализ социограммы, на которой отражен выбор наиболее значимых студентов в группе (рис. 1)

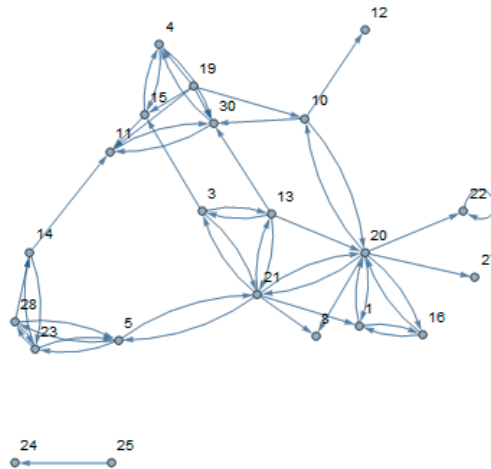


Рис. Социограмма, отражающая выборы наиболее значимых студентов в группе

Из рисунка видно, что граф относительно замкнутый, т.е. изолированных студентов практически нет. Исключение составляют студенты 24 и 25. В замкнутой части графа можно условно выделить четыре зоны активности с центрами в точках 20, 21, 23, 28, 30.

В целом по проанализированным по всем критериям социограммам можно сказать, что группа очень эмоциональная, активная, отзывчивая, сплоченная, со своим сложившимся микроклиматом, вполне благоприятным. Наибольший отклик у студентов вызывает обсуждение досуга, чуть в меньшей степени – участие в решении деловой задачи, еще в меньшей – совместная учеба.

Графический метод анализа социальной динамики обладает как достоинствами, так и недостатками. Его достоинство – в наглядности, целостности восприятия, высокой скорости получения результатов. Недостатком графического метода является субъективность восприятия, недостаточная точность. Поэтому дополнительно проводят аналитические расчеты.

Важную информацию о взаимоотношениях в группе несут социометрические индексы. Социометрический тест позволяет измерить авторитет формального и неформального лидеров, благодаря чему можно осуществить перегруппировку людей и снизить напряженность в коллективе, возникающую из-за взаимной неприязни некоторых членов группы.

В нашем случае стоит обратить внимание на наиболее и наименее привлекательных студентов по различным критериям. Путем повышения / понижения их статуса можно добиться большей управляемости в группе (см. табл. 2).

В зарубежной литературе лидер рассматривается как центральная фигура, интегратор групповых процессов и отношений. Он влияет на последователей с целью побуждения их действий в нужном направлении, при этом используются не прямые способы воздействия на людей [12].

В связи с этим возникла идея расчета показателей центральности для участников сети, которые помогли бы выявить лидеров группы. Другими словами, помимо социометрических индексов, по результатам опроса были рассчитаны различные меры центральности:

1. Степень (уровень) центральности узла (degree centrality) – это число связей данного узла с другими узлами. Данную меру центральности лучше всего использовать, когда необходимо определить людей, которые выбирают Вас и с которыми Вы предпочитаете взаимодействовать или, наоборот, от которых держитесь подальше. Формально степень центральности узла можно представить в следующем виде (1) [6]:

$$C_D(i) = \sum_{i \neq j} g_{ij}, \quad (1)$$

где $C_D(i)$ – степень центральности узла i ; g_{ij} – связь между вершинами i и j .

Чтобы можно было сравнивать степень центральности узла не только внутри одного графа, но и между графами разной структуры, необходимо рассчитать нормированную центральность узла (2):

$$C'_D(i) = \frac{C_D(i)}{n-1}, \quad (2)$$

где $C'_D(i)$ – нормированная степень центральности узла i ; $C_D(i)$ – степень центральности узла i ; n – число вершин в сети. Величина $C'_D(i)$ меняется в интервале от 0 до 1 и говорит о том, насколько хорошо вершина i напрямую связана со всеми остальными вершинами сети.

По сути, нормированная степень входящей центральности узла i является аналогом индекса социометрического статуса члена группы (C_i), а нормированная степень исходящей центральности узла i является аналогом индекса эмоциональной экспансивности члена группы (E_i).

Результаты расчетов различных мер центральности с помощью MS Excel и Wofram Mathematica приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номера студентов с самыми высокими значениями показателей центральности

Показатели	Критерии оценки					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6
Индекс социометрического статуса члена группы (C_j)	20, 30, 11	14, 26, 7	16, 15, 22	9, 7, 17	21, 10, 20	7, 2, 14
Индекс эмоциональной экспансивности члена группы (E_j)	20, 5, 21	7, 2, 6	24, 8, 22, 14, 5	7, 2, 6, 26, 9	4, 25, 10, 27, 28	7, 2, 6, 26, 9
Степень (уровень) центральности узла (degree centrality)	20, 21, 30	5, 16, 14	16, 21, 15	8, 14, 24	10, 28, 3	14, 21, 24
Центральность как посредничество (betweenness)	21, 20, 5	30, 16, 3	16, 21, 30	8, 14, 16	10, 28, 19	14, 4, 21
Плотность центральности (closeness)	25, 30, 4	27, 23, 21	30, 19, 21	30, 24, 22	28, 3, 10	21, 27, 23
Центральность Катца	20, 30, 21	14, 26, 7	16, 15, 22	9, 17, 7	21, 20, 22	2, 7, 26
Центральность на основе собственного вектора (eigenvector centrality)	20, 1, 21	3, 18, 9	21, 16, 30	8, 14, 19	20, 10, 30	14, 16, 20
Центральность Бонасича	20, 1, 21	16, 28, 15	14, 6, 16	1, 20, 21	9, 7, 29	19, 22, 10

Критерии оценки:

K_1 – «Наиболее важные в последний месяц одногруппники».

K_2 – «Наиболее неприятные одногруппники».

K_3 – Студенты, которых выбрали бы своим руководителем.

K_4 – Студенты, которых не выбрали бы своим руководителем.

K_5 – Студенты, которых хотели бы пригласить на свой день рождения.

K_6 – Студенты, которых не хотели бы пригласить на свой день рождения.

Из табл. 2 видно, что ключевые, центральные, игроки различаются в зависимости от того, чему придается наибольшее значение, какова цель исследования.

Чтобы иметь возможность сравнить различные структуры и определить, какая из них обеспечивает наилучшую централизацию узлов, находят степень центральности всего графа по формуле Фримана (3).

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^n (C_D^*(i) - C_D(i))}{(n-1)(n-2)}, \quad (3)$$

где C_D – степень центральности всего графа; $C_D^*(i)$ – максимальная степень центральности узла в сети; $C_D(i)$ – степень центральности узла i ; n – число вершин в сети.

В нашем случае центральность всего графа приняла следующие значения по рассматриваемым социометрическим критериям:

- Совместная учеба: $C_D = 0,004_6$.

- Участие в решении деловой задачи: $C_D = 0,007$.
- Проведение досуга: $C_D = 0,0045$.

Видим, что наилучшую централизацию узлов обеспечивает участие в решении деловой задачи, в меньшей степени – совместная учеба, еще в меньшей – проведение досуга.

Существуют задачи, с которыми показатель степени центральности справляется хуже, чем другие меры центральности, а именно:

Оценка посредничества между группами.

Оценка информированности о происходящих в сети событиях.

2. Центральность как посредничество (betweenness). Центральность узла в этом случае рассматривается, как контроль связей между определенными позициями, и определяется числом индивидуумов, которые должны будут пройти через данный узел, чтобы достичь другой позиции (4).

$$C_B(i) = \sum_{j \neq k} \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}, \quad (4)$$

где $C_B(i)$ – центральность как посредничество узла i ; $g_{jk}(i)$ – число самых коротких путей, соединяющих j и k и проходящих через вершину i ; g_{jk} – общее количество коротких путей, соединяющих j и k .

Можно рассчитать стандартизованную оценку центральности узла как его посредничества (нормированную центральность как посредничество узла) (5):

$$C'_B(i) = \frac{C_B(i)}{\frac{(n-1)(n-2)}{2}}, \quad (5)$$

где $C'_B(i)$ – нормированная центральность как посредничество узла i ; $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ – максимальное количество связей между всеми вершинами графа (число пар вершин, за исключением самой вершины).

Центральность как посредничество для группы узлов можно рассчитать по формуле, предложенной Фриманом (6):

$$C_B = \frac{\sum_{i=1}^n (C'_B(i) - C'_B(i))}{\frac{(n-1)^2(n-2)}{2}}, \quad (6)$$

где C_B – степень центральности как посредничества для всего графа; $C'_B(i)$ – максимальная степень центральности как посредничества для узла i в сети; $C_B(i)$ – степень центральности как посредничества для узла i ; n – число вершин в сети.

Стандартизованную оценку центральности как посредничества для всего графа можно рассчитать по следующей формуле, предложенной Фриманом (7) [5]:

$$C'_B = \frac{\sum_{i=1}^n (C''_B(i) - C'_B(i))}{(n-1)}, \quad (7)$$

где C'_B – нормированная степень центральности как посредничества для всего графа; $C''_B(i)$ – нормированная максимальная степень центральности

как посредничества для узла i в сети; $C'_B(i)$ – нормированная степень центральности как посредничества для узла i ; n – число вершин в сети.

Если для нас не важно наличие большого количества друзей или посредничество между другими людьми, но желательно быть в гуще событий, недалеко от центра, то стоит обратить внимание на такой показатель, как плотность центральности, или центральность как близость к другим узлам.

3. Плотность центральности (closeness) позволяет определить, насколько близко узел располагается относительно других узлов. Если позиция центральна, то узел может быстро взаимодействовать с другими узлами. Данная позиция очень выигрышна при осуществлении коммуникации. При таком подходе централь – это позиция, из которой необходимо делать минимальное количество шагов ко всем остальным позициям группы. Центральность узла как его близость к другим узлам измеряется следующим образом (8):

$$C_C(i) = \left[\sum_{j=1}^n d(i, j) \right]^{-1}, \quad (8)$$

где $C_C(i)$ – плотность центральности узла i ; $d(i, j)$ – расстояние между вершинами i и j .

Нормированный коэффициент плотности центральности узла рассчитывается по формуле (9):

$$C'_C(i) = \frac{C_C(i)}{n-1}, \quad (9)$$

где $C'_C(i)$ – нормированная плотность центральности узла i ; $C_C(i)$ – плотность центральности узла i ; n – число вершин в сети.

Нормированную плотность центральности группы узлов рассчитывают по формуле (10):

$$C'_C = \frac{\sum_{i=1}^n (C'^*(i) - C'_C(i))}{(n-1)(n-2) / (2n-3)}, \quad (10)$$

где C'_C – нормированная плотность центральности группы узлов; $C'^*(i)$ – максимальное нормализованное значение плотности центральности узла i ; $C'_C(i)$ – нормированная плотность центральности узла i ; n – число вершин в сети.

Плотность центральности учитывает число самых коротких путей, но нас может интересовать число всех возможных путей. Так определяется центральность Катца.

4. Центральность Катца рассчитывается по формуле (11):

$$C_{Katz}(i) = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha^k (A^k)_{ji}, \quad (11)$$

где α^k – фактор внимания; $(A^k)_{ji}$ – показывает, соединены ли вершины i и j с помощью $(k-1)$ дуги.

Кроме того, центральной может быть названа вершина, связанная с влиятельными вершинами. Ее позицию позволяет определить центральность на основе собственного вектора.

5. Измерение центральности на основе собственного вектора (eigenvector centrality) осуществляется по формуле (12):

$$x_v = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in M(v)} x_t = \frac{1}{\lambda} \sum_{t \in G} a_{v,t} x_t \Leftrightarrow AX = \lambda X, \quad (12)$$

где A – матрица смежности графа; X – собственный вектор (мера центральности); λ – собственное число.

Оценить центральность вершин с учетом их весов позволяет также мера, предложенная Бонасичем.

6. Центральность Бонасича рассчитывается по формуле (13) [4].

$$\text{Мера Бонасича} = \text{Вектор весов} * B, \quad (13)$$

где $B = \frac{1}{\lambda}(E - \beta * A)^{-1}$; E – единичная матрица; A – матрица смежности графа; $0 < \beta < \frac{1}{\lambda}$; где λ – собственное число.

Заключение

Проведенный анализ социальных взаимодействий в группе показывает, что лидерство – это ситуативное явление, что важен контекст. Различные ситуации порождают разных лидеров. Задание определенного критерия (темы, ситуации) порождает соответствующую структуру взаимодействий между участниками группы, для каждого из которых можно рассчитать меру центральности, по которой, в свою очередь, можно судить о влиятельности, авторитете, лидерстве той или иной позиции. Причем понятие центральности тоже неоднозначное. В одном случае важно количество контактов, в другом – контроль связей между определенными позициями, в третьем – близость к другим узлам или просто их доступность, иногда важны связи с влиятельными вершинами. Так и в нашем примере по указанным критериям среди студентов выявились свои лидеры в совместной учебе, в решении деловой задачи и в совместном проведении досуга.

Список источников

1. Ballester C., Calvó-Armengol A., Zenou Y. *Delinquent networks*. IZA discussion papers, 2009, no. 4122. Available at: <http://hdl.handle.net> (accessed: 30.01.17).
2. Ballester C., Calvó-Armengol A., Zenou Y. *Who's Who in Crime Network*. Wanted the Key Player, IUI Working Paper, 2004, no. 617. Available at: <http://hdl.handle.net> (accessed: 30.01.17).
3. Ballester C., Zenou Y. Key Player Policies When Contextual Effects Matter // *Journal of Mathematical Sociology*, 2014, no. 38, pp. 233-248. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org> (accessed: 30.01.17).
4. Bonacich P. Power and Centrality: A Family of Measures // *American Journal of Sociology*, 1987, vol. 92, no. 5 pp. 1170-1182. Available at: <http://www.leonidzhukov.net> (accessed: 30.01.17).
5. Freeman L.C., Borgatti S.P., White D.R. Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow // *Social Networks*, 1991, no.13, pp. 141-154. Available at: <http://moreno.ss.uci.edu> (accessed: 30.01.17).
6. Jackson M.O. *Social and Economic Networks*. Princeton University Press, 2008, Available at: <http://press.princeton.edu> (accessed: 30.01.17).
7. Lindquist M.J., Zenou Y. *Key Players in Co-Offending Networks*, 2014. Available at: <http://ftp.iza.org> (accessed: 30.01.17).
8. Marti J., Zenou Y. *Key Players under Incomplete Information*, 2015. Available at: <http://www.ne.su.se> (accessed: 30.01.17).
9. Patacchini E., Zenou Y. Juvenile Delinquency and Conformism // *The Journal of Law, Economics, & Organization*, 2009,

vol. 28, no. 1, Advance Access publication, Available at: <https://www.uclouvain.be> (accessed: 30.01.17).

10. Райгородский Д.Я. *Практическая психодиагностика. Методики и тесты*. Самара, Издательский дом «БАХРАХ-М», 2011.

11. Сачкова М.Е., Тимошина И.Н. Особенности представлений подростков о себе и лидере в школьном классе: гендерный аспект // *Электронный журнал «Психологическая наука и образование»*, 2013, no. 2. Доступно: [\[psyedu.ru\]\(http://psyedu.ru\) \(дата обращения: 30.01.17\).](http://</p></div><div data-bbox=)

12. Чугунова Е.С. Особенности представления об идеальном лидере студенческого актива // *Материалы VIII международной научно-практической конференции (27 апреля 2015 года): «Образование: традиции и инновации»*, Прага, Чешская Республика, Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2015. с. 564-569.

13. *Энциклопедия психодиагностики. Психодиагностика персонала*. Самара, Издательский дом «Бахрах-М», 2010.

IDENTIFYING KEY PLAYERS IN NETWORKS OF SOCIAL INTERACTIONS

Zagranovskaya Anna Vasilievna, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.

Saint-Petersburg State University of Economics, Sadovaya st., 21, Saint Petersburg, Russia, 191023; e-mail: zagranet@rambler.ru

Purpose: identifying key players in a group of students using the mathematical methods and models. *Discussion:* the article contains the sociometric procedure and the results of the calculations. There are various measures of centrality, which allows to identify the most important vertices in the graph. It is shown that the individual sociometric indices are identical to the one of the measures of centrality. *Results:* it is shown that the leadership depends on the situation and the group's goals and objectives. It has been identified the various leaders in three situations (learning, solving business tasks, joint leisure activities), depending on the possible goals and objectives that define the criteria of leadership (the presence of a large number of contacts, the control connections between the defined positions, the proximity to other nodes or just their availability, the relationships with the powerful peaks).

Keywords: leadership, the key players, sociometric survey, sociogram, sociometric indices, measures of centrality.

References

1. Ballester C., Calvó-Armengol A., Zenou Y. *Delinquent networks*, IZA discussion papers, 2009, no. 4122. Available at: <http://hdl.handle.net/> (accessed: 30.01.17).
2. Ballester C., Calvó-Armengol A., Zenou Y. *Who's Who in Crime Network*. Wanted the Key Player, IUI Working Paper, 2004, no. 617. Available at: <http://hdl.handle.net/> (accessed: 30.01.17).
3. Ballester C., Zenou Y. Key Player Policies When Contextual Effects Matter. *Journal of Mathematical Sociology*, 2014, no. 38, pp. 233-248. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org> (accessed: 30.01.17).
4. Bonacich P. Power and Centrality: A Family of Measures. *American Journal of Sociology*, 1987, vol. 92, no. 5 pp. 1170-1182. Available at: <http://www.leonidzhukov.net> (accessed: 30.01.17).
5. Freeman L.C., Borgatti S.P., White D.R. Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, 1991, no.13, pp. 141-154. Available at: <http://moreno.ss.uci.edu/> (accessed: 30.01.17).
6. Jackson M.O. *Social and Economic Networks*. Princeton University Press, 2008. Available at: <http://press.princeton.edu/> (accessed: 30.01.17).
7. Lindquist M.J., Zenou Y. *Key Players in Co-Offending Networks*, 2014. Available at: <http://ftp.iza.org/> (accessed: 30.01.17).
8. Marti J., Zenou Y. *Key Players under Incomplete Information*, 2015. Available at: <http://www.ne.su.se/> (accessed: 30.01.17).
9. Patacchini E., Zenou Y. Juvenile Delinquency and Conformism. *The Journal of Law, Economics, & Organization*, 2009, vol. 28, no. 1, Advance Access publication, Available at: <https://www.uclouvain.be/> (accessed: 30.01.17).
10. Raigorodskii D.Ia. *Prakticheskaja psikhodiagnostika. Metodiki i testy.*

Samara, Izdatel'skii Dom «BAKhRAKh-M», 2011. (In Russ.)

11. Sachkova M.E., Timoshina I.N. Osobennosti predstavlenii podrostkov o sebe i lidere v shkol'nom klasse: gendernyi aspekt. *Elektronnyi zhurnal «Psikhologicheskaiia nauka i obrazovanie»*, 2013, no. 2. Available at: <http://psyedu.ru/> (accessed: 30.01.17). (In Russ.)

12. Chugunova E.S. Osobennosti pred-

stavleniia ob ideal'nom lidere studencheskogo aktiva. *Materialy VIII mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (27 apreliia 2015 goda): «Obrazovanie: traditsii i innovatsii»*, Praga, Cheshskaia Respublika, WORLD PRESS, 2015. pp. 564-569. (In Russ.)

13. *Entsiklopediia psikhodiagnostiki. Psikhodiagnostika personala*. Samara, Izdatel'skii Dom «Bakhrakh-M», 2010. (In Russ.)