

УДК 316.47+130.2+004.92
DOI 10.17726/phillT.2022.2.1



Метод выявления «троллей» в сетевых сообществах

Измайлова Елена Владимировна,

*кандидат технических наук, доцент,
кафедра автоматизации технологических процессов,
Березниковский филиал Пермского научно-исследовательского
политехнического университета,
г. Березники, Россия
loko87@inbox.ru*

Алексеев Данила Алексеевич,

*студент,
кафедра автоматизации технологических процессов,
Березниковский филиал Пермского научно-исследовательского
политехнического университета,
г. Березники, Россия
kirazok233@gmail.com*

Свечникова Валерия Владимировна,

*студентка,
кафедра автоматизации технологических процессов,
Березниковский филиал Пермского научно-исследовательского
политехнического университета,
г. Березники, Россия
svecha2@gmail.com*

Сорокина Анастасия Викторовна,

*студентка,
кафедра автоматизации технологических процессов,
Березниковский филиал Пермского научно-исследовательского
политехнического университета,
г. Березники, Россия
egotiw@gmail.com*

Аннотация. В статье исследована проблема распознавания пользователей социальных сетей, чатов и прочих виртуальных пространств,

занимающихся провокацией других пользователей, разжиганием конфликтов между участниками различных онлайн-сообществ. Авторы дают краткую характеристику понятия троллинга. Показана актуальность решения проблемы троллинга в социальных сообществах сети Интернет в связи с широким распространением агрессивного провокационного поведения отдельных пользователей в виртуальном пространстве, а также влиянием такого поведения на психику и общее состояние человека. Для обработки экспертных наблюдений, оценок или измерений применяется теория функций убеждений. Предлагаемый подход включает использование данной теории в совокупности с вводом величины, которая определяет конфликт между двумя сочетающимися функциями убеждений. Целью работы является тестирование нового подхода для вычисления потенциальных троллей с помощью метода, основанного на мере конфликта функций убеждений между различными сообщениями ветви обсуждения в сообществах вопросов-ответов. Сделан вывод о возможности оценки конфликтности пользователя с помощью параметра, называемого мерой конфликта его сообщений по отношению к сообщениям всех остальных пользователей. Для упрощения процесса вычислений применен алгоритм кластеризации k-means.

Ключевые слова: тролли; Интернет; алгоритм k-means; мера конфликта.

Method for identifying trolls in online communities

Izmaylova Elena Vladimirovna,

PhD in Engineering, associate Professor,

Department of automation of technological processes,

*Berezniki Branch of Perm Research Polytechnic University,
Berezniki, Russia*

loko87@inbox.ru

Alekseev Danila Alekseevich,

Student,

Department of automation of technological processes,

*Berezniki Branch of Perm Research Polytechnic University,
Berezniki, Russia*

kirazok233@gmail.com

Svechnikova Valeria Vladimirovna,

Student,

*Department of automation of technological processes,
Berezniki Branch of Perm Research Polytechnic University,
Berezniki, Russia*

svecha2@gmail.com

Sorokina Anastasia Viktorovna,

Student,

*Department of automation of technological processes,
Berezniki Branch of Perm Research Polytechnic University,
Berezniki, Russia*

egotiw@gmail.com

Abstract. In the article the problem of recognizing users of social networks, chats and other virtual spaces that are provoked by other users, inciting conflicts between participants of various online communities is investigated. In this work the authors give a brief description of the trolling concept. The relevance of solving the problem of trolling in the social communities of the Internet is shown in connection with the widespread aggressive provocative behavior of individual users in the virtual space, as well as the influence of such behavior on the psyche and general condition of a person. The paper uses the theory of trust functions to process expert observations, estimates or measurements. The proposed approach involves the use of this theory in conjunction with the input of a value that determines the conflict between two combined trust functions. The goal of the work is to test a new approach for calculating potential trolls using a method based on the degree of conflict of trust functions between different messages of the discussion branch in question-answer communities. It is concluded that the possibility of assessing the user's conflict with the help of a parameter called the measure of the conflict of his messages in relation to the messages of all other users. To simplify the calculation process, the k-means clustering algorithm is applied.

Keywords: trolls; Internet; k-means algorithm; conflict measure.

Введение

Интернет – глобальная сеть компьютерных ресурсов с коллективным доступом на основе использования единой обычной схемы адресации, предназначенная для сбережения и передачи данных.

По данным [1] на 2021 год, Интернетом пользовалось 4,66 миллиардов человек – это 60% населения Земли. Без Интернета трудно представить современную жизнь. При помощи Всемирной сети мы заказываем еду, одежду, вещи, покупаем машины, недвижимость, получаем знания со всего мира и т.д. В России важным сайтом является Портал государственных услуг, который обеспечивает гражданам доступ к данным о государственных и муниципальных услугах на территории Российской Федерации [2]. Можно выделить **самые популярные услуги, полученные с помощью сайта госуслуг, с начала пандемии и до конца 2020 года** [3]:

- 10 284 471 обращений граждан по запросу «Информирование зарегистрированных лиц о состоянии их индивидуальных лицевых счетов в системе обязательного пенсионного страхования»;
- 9 378 175 обращений граждан по запросу «Запись в детский сад»;
- 8 037 994 обращений граждан по запросу «Регистрация автотранспортных средств и прицепов к ним»;
- 6 858 238 обращений граждан по запросу «Единая запись на прием в подразделения МВД РФ»;
- 6 306 866 обращений граждан по запросу «Информирование граждан о предоставлении государственной социальной помощи в виде набора социальных услуг»;
- 5 006 789 обращений граждан по запросу «Назначение и осуществление ежемесячной денежной выплаты на ребенка в возрасте от трех до семи лет включительно»;
- 3 790 752 обращений граждан по запросу «Регистрационный учет граждан Российской Федерации по месту пребывания и по месту жительства в пределах Российской Федерации»;
- 3 660 605 обращений граждан по запросу «Проведение экзаменов на право управления транспортными средствами и выдача водительских удостоверений»;
- 3 448 323 обращений граждан по запросу «Получение пособия по безработице и постановка на учет в центре занятости»;
- 2 965 713 обращений граждан по запросу «Выдача справок о наличии (отсутствии) судимости и (или) факта уголовного преследования либо о прекращении уголовного преследования».

Пользоваться сервисом Госуслуг можно, находясь дома и никуда не выходя, что крайне актуально в условиях пандемии. Кроме справочно-информационных порталов, существуют

интернет-сервисы, при помощи которых мы можем обмениваться информацией с другими людьми [4], в частности большую популярность приобрели социальные сети. Социальные сети позволяют обеспечить удаленные коммуникации, заводить новые знакомства, получать доступ к новостям и т.д. Рейтинг популярных социальных сетей в России [5] приведен в таблице 1.

Таблица 1

Рейтинг социальных сетей в России за 2021 год

Название	Количество активных пользователей за 2021 год (в миллионах)
Facebook	83,2
YouTube	78,7
WhatsApp	74,6
ВКонтакте	70,3
Instagram	59
Одноклассники	40,3
TikTok	38

Однако развитие сетевых сообществ и увеличение их популярности привело к возникновению интернет-троллинга [6].

Троллинг – тип речевого поведения, в том числе и в социальных сетях. Выделяют следующие виды троллинга в Интернете [7]:

- обычная провокация;
- преднамеренная провокация;
- целенаправленная провокация;
- троллинг по заказу.

Предпосылкой распространения троллинга выступает резкий рост числа публикаций в СМИ, задача которых – не сообщать людям новости об окружающем мире, а продолжать коммуникацию. Действительно, в огромном количестве сообщений речь идет не о том, что, где, когда и как произошло, целью такого потока сообщений является не аргументировать аудитории новости об окружающем мире, а продолжать коммуникацию в негативном ключе. По мнению автора [8], это вид виртуальной коммуникации с нарушением этикета сетевого взаимодействия, выражающейся

в проявлении различных форм агрессивного и оскорбительного поведения. Троллинг используется не только персонифицированными участниками, заинтересованными в большей узнаваемости, публичности или же эпатаже, но также аккаунтами анонимного взаимодействия с пользователями, осуществляемого без возможности идентификации с реальным субъектом виртуальной коммуникации. В настоящее время интернет-сообщество представить без троллинга очень сложно, данная проблема является объектом оживленных дискуссий по причине неоднозначности, мирового распространения и популярности среди пользователей Сети.

С точки зрения социологии, данная проблема рассмотрена также в [9], где описано, что троллинг может воздействовать на общее моральное состояние, вплоть до проблем с психикой. Эта тема притягивает к себе особенное внимание психологов и общественности из-за отрицательного воздействия на будущее поколение. В последнее время троллинг окончательно адаптировался в обществе и в сети Интернет, из-за чего перешел в уровень «нормы». Наверное, всякий человек хотя бы раз в жизни встречался с троллингом в Сети, поэтому задача обнаружения интернет-троллей является актуальной и практически значимой. Решение данной задачи позволит определять, что человек применяет социальные сети ради оскорбления и враждебного поведения в Сети, которое является речевой агрессией [10], а также избегать общения с подобными собеседниками. Для решения поставленной задачи рассмотрим троллей в Q&A-пространстве и узнаем, какими качествами они обычно обладают, а также обсудим, как их можно вычислить.

Цель работы – протестировать новый подход для вычисления потенциальных «троллей», используя метод, основанный на мере конфликта функций убеждений между различными сообщениями ветви обсуждения в сообществах вопросов-ответов Q&A [11]. Действующими лицами являются пользователи Q&A. В простейшем приближении их можно распределить на «экспертов», «читателей» и «троллей». Эксперты – это пользователи, которые обладают навыками или знаниями в различных областях. Читатели – это пользователи, которые хотят получить достоверную информацию. Тролли – это лица, которые пытаются нарушить порядок сообщества.

Материалы и методы исследования

Некоторые исследователи уже пробовали изучить источники информации в разных сообществах. В одних [12] предлагаются модели оценивания авторитета пользователей. Они основаны на объеме лучших ответов пользователей. В других [13] авторы основываются на выборе вопросов, предпочитаемых пользователем для ответа. Эксперты всегда отвечают на вопросы, в которых больше всего компетентны. Есть авторы, которые предлагают более глубокие структуры, основанные на поведенческих и когнитивных условиях пользователей, для оценки не только точности, но и опыта пользователей, дающих информацию [14].

В данной статье авторы предлагают использовать теорию функций убеждения, учитывая большие объемы данных в различных интернет-сообществах, а также высокую вероятность неточности или неопределенности как источника информации, так и самих данных. Этот метод направлен на обнаружение троллей в сообществах вопросов-ответов с использованием функций убеждений.

Результаты исследования и их обсуждение

При работе с различной информацией, которую поставляют пользователи сети Интернет, можно заметить три уровня неопределенности:

- первый – основывается на интеграции и экстракции неопределенности;
- второй – связан с информационными источниками неопределенности;
- третий – основан на самой сущности информации.

В данном случае важен анализ источников неопределенности, так как в Сети пользователь сталкивается с источником информации, в точности которого он не может быть уверен.

Одним из математических инструментов для обработки экспертных наблюдений, оценок или измерений является теория функций убеждений [15]. (Теория функций убеждений использует объекты, которые называются «функциями убеждений». Чаще всего их основная цель – моделирование степени доверия субъекта к чему-либо.) Предлагаемый подход включает использование данной теории в совокупности с вводом величины, которая определя-

ет конфликт между двумя сочетающимися функциями убеждений. Одним из главных предположений является то, что «тролли» интегрируются исключительно в очень активные и популярные обсуждения.

Исследователи предполагают следующие характеристики «троллей»: агрессивность, намеренное нарушение правил и ложь [16]. В [17] уточняются поведенческие характеристики тролля. Тролли описаны как люди, страдающие садизмом, психопатией и макиавеллизмом. Для них «троллинг» – это обманчивый, разрушительный способ поведения в социальных сетях.

Функция убеждения должна учитывать все возможные события, в отношении которых источник может описать убеждение. Основываясь на этом, мы можем определить рамки идентификации сообщения на форуме.

Под рамками идентификации сообщения понимается конечный набор непересекающихся элементов Ω , где $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$. Эта теория позволяет получить результат на множестве гипотез, а не только на одной из них в отличие от теории вероятностей.

Таким образом, мы можем изобразить невежество, неточность... В данной работе авторы выделяли отличия между обычными пользователями и «троллями» вручную, исходя из характера их сообщений в различных интернет-сообществах. Все сообщения можно разделить на релевантные, выходящие за рамки обсуждаемой темы (off topic), спам (ненужные пользователю сообщения, «мусор»), флуд (малосодержательные сообщения, отвлеченные от основной темы обсуждения) или ненормативную лексику. Определим рамки идентификации сообщения на форуме:

$$\Omega_{\text{msg}} = \{\text{Off topic}, \text{Senseless}, 1, \dots, N\} \quad (1)$$

где – Off topic показывает, насколько ответ соответствует обсуждаемой теме, Senseless – определяет, насколько сообщение лишено смысла, [1..N] – номера сообщений.

Характер сообщения определяется в зависимости от опубликованного вопроса. Обнаружение неуместного сообщения – не гарантия того, что пользователь принадлежит к «троллям». Кроме того, предмет обсуждения может меняться с течением времени. Практически требуется некоторый параметр, позволяющий оценить конфликтность пользователя с другими. Данный подход

предполагает измерение конфликта между сообщениями каждого пользователя, поэтому в качестве меры конфликта для функций убеждений для каждого пользовательского интерфейса будем измерять:

- $Conf_{msg/u}$ – мера конфликта между k -м сообщением пользователя U_i и сообщениями, написанными до этого сообщения любым другим пользователем U :

$$Conf_{msg/u}(m_k(U_i), m(U)) = \frac{1}{NP_j} \sum_{s=1}^{NP_j} Conf(m_k(U_i), m_s(U_j)), (i \neq j) \quad (2)$$

где U – пользователь, N – количество пользователей, NP – количество всех предыдущих сообщений, NP_j – количество предыдущих сообщений пользователя U_i , N_j – количество всех сообщений пользователя U_i , N_j – количество всех сообщений пользователя U_j , m_k – k сообщений пользователя U_i , m_s – s сообщений пользователя U_j , $Conf$ – содержит суммарную величину конфликта каждого пользователя;

- $Conf_{msg}$ – мера конфликта между k -м сообщением пользователя U_i и всеми сообщениями, написанными до него всеми другими пользователями U , на основе средневзвешенного значения. В эту величину входит количество сообщений, написанных любым пользователем:

$$Conf_{msg}(m_k(U_i), m(U)) = \sum_{j=1}^N \frac{NP_j}{NP} Conf_{msg/u}(m_k(U_i), m(U_j)) \quad (3)$$

- $Conf_{user}$ – общая мера конфликта пользователя U_i :

$$Conf_{user} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} Conf_{msg}(m_k(U_i), m(U)) \quad (4)$$

Значение общего конфликта пользователя $Conf_{user}$ может быть завышено, если этот пользователь вступает в бесконечные дебаты с троллем. В данном случае этот пользователь-жертва, в свою очередь, становится троллем, поэтому модераторы должны контролировать поведение пользователей во время обсуждения.

Следующим шагом необходимо разделить пользователей по степени конфликтности на две группы. Процесс можно упростить с помощью алгоритма *k-means* [18].

Алгоритм *k-means* – это простой алгоритм кластеризации, позволяющий разбить набор данных на заданное пользователем число кластеров k [19]. В данном случае число кластеров составляет $k=2$.

В результате работы данного алгоритма общий набор пользователей разобьется на добропорядочных пользователей с низкой мерой конфликтности и на потенциальных «троллей» с высокой мерой конфликтности.

Для примера возьмем одну ветвь обсуждения, которая содержит 67 сообщений, отправленных двадцатью пользователями:

- 1) пользователь U_1 отправил два релевантных сообщения;
- 2) пользователь U_2 отправил восемь оффтопом и пять спорных сообщений на ответы других пользователей;
- 3) пользователь U_3 отправил три релевантных сообщения;
- 4) пользователь U_4 опубликовал одно сообщение оффтопом другому пользователю;
- 5) пользователь U_5 опубликовал два спорных сообщения, ответив пользователю U_2 ;
- 6) пользователь U_6 отправил два релевантных сообщения и одно оффтопом пользователю U_5 ;
- 7) пользователь U_7 опубликовал четыре релевантных сообщения;
- 8) пользователь U_8 опубликовал десять сообщений: шесть релевантных и четыре спорных – пользователю U_2 ;
- 9) пользователь U_9 опубликовал одно спорное сообщение;
- 10) пользователь U_{10} отправил три релевантных сообщения;
- 11) пользователь U_{11} отправил девять спорных сообщений;
- 12) пользователь U_{12} отправил семь релевантных сообщений;
- 13) пользователь U_{13} отправил одно сообщение оффтопом;
- 14) пользователь U_{14} опубликовал четыре релевантных сообщения;
- 15) пользователь U_{15} отправил одно сообщение оффтопом;
- 16) пользователь U_{16} оставил одно релевантное сообщение;
- 17) пользователь U_{17} оставил одно сообщение оффтопом;
- 18) пользователь U_{18} оставил одно сообщение оффтопом;
- 19) пользователь U_{19} отправил два релевантных сообщения;
- 20) пользователь U_{20} отправил одно релевантное сообщение.

Выражаем общую меру конфликта для каждого пользователя через уравнение (4), результаты представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Общая мера конфликта каждого пользователя

Общая мера конфликта пользователя U_{11} больше относительно U_2 , U_8 , U_9 , потому что первый публиковал сообщения после оффтоповых сообщений других пользователей. В таком случае ситуация показала большую меру конфликта.

Применим алгоритм *k-means*, который разделяет пользователей на две группы, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Группы пользователей

Категория пользователя	Код пользователя
«Тролли»	U_2, U_9, U_{11}
Обычные пользователи	$U_1, U_3, U_4, U_5, U_6, U_7, U_8, U_{10}, U_{12}, U_{13}, U_{14}, U_{15}, U_{16}, U_{17}, U_{18}, U_{19}, U_{20}$

Однако пользователь U_8 не является «троллем», так как он публиковал еще и релевантные сообщения.

Заключение

Троллинг в сети – деструктивное явление, которое приводит к усложнению получения информации пользователями. Существу-

ют рейтинговые системы саморегуляции [20], однако даже они не обходятся без модерации. В данной статье предложен подход, позволяющий точнее определить особенность пользователя благодаря характеру опубликованных сообщений. Он основан на мере конфликта в теории функций убеждения, применяемой между сообщениями разных пользователей сообщества. Прежде всего, этот метод направлен на анализ сообщений относительно опубликованного вопроса или темы. Но обнаружения нерелевантного сообщения недостаточно, чтобы судить, является ли этот пользователь троллем. Таким образом, не только содержание сообщений характеризует троллей, но и их поведение. Затем, используя результаты этого анализа, измерили конфликт между различными пользователями. После вычисления конфликта каждого пользователя был применен алгоритм *k-means*, чтобы отличить троллей от других пользователей. Для этого разделили пользователей в соответствии с их мерой конфликта на два кластера. Этот метод был протестирован на смоделированных данных, чтобы проверить его осуществимость.

Литература

1. *Бастрикова А. А., Булгакова М. В.* Роль интернета в современной жизни // Вестник совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. – 2015. – № 3. – С. 74-76. (*Bastrikova A. A., Bulgakova M. V.* The role of the Internet in modern life // Vestnik soveta molodyh uchyonyh i specialistov CHelyabinskoy oblasti. – 2015. – № 3. – P. 74-76.)
2. *Иванько А. Ф., Иванько М. А., Сорокина В. А.* Портал государственных услуг: насколько эффективна помощь гражданскому обществу? // Инновационная наука. – 2017. – № 1-2. – С. 73-77. (*Ivan'ko A. F., Ivan'ko M. A., Sorokina V. A.* Public Services Portal: How effective is assistance to civil society? // Innovacionnaya nauka. – 2017. – № 1-2. – P. 73-77.)
3. *10 самых популярных запросов на портале Госуслуг за 2020 год.* URL: <https://siktivkar.bezformata.com/listnews/populyarnih-zaprosov-na-portale-gosuslug/90613041/> (дата обращения: 01.06.2022). (*The ten most popular requests on the Public Services portal for 2020.* URL: <https://siktivkar.bezformata.com/listnews/populyarnih-zaprosov-na-portale-gosuslug/90613041/> (accessed: 01.06.2022).)
4. *Ермолова Е. О., Тютюникова Н. В.* Значение сетевой коммуникации и виртуального интернет-пространства в жизни человека и развитии личности // Смалта. – 2019. – № 2. – С. 16-24. (*Ermolova E. O., Tyutyunikova N. V.* The importance of network communication and virtual Internet space in human life and personal development // Smal'ta. – 2019. – № 2. – P. 16-24.)

5. *Самые популярные соцсети в России в 2021 году*. URL: <https://spark.ru/user/133946/blog/80389/samie-populyarnie-sotsseti-v-rossii-v-2021-godu> (дата обращения: 01.06.2022). (*The most popular social networks in Russia in 2021*. URL: <https://spark.ru/user/133946/blog/80389/samie-populyarnie-sotsseti-v-rossii-v-2021-godu> (accessed: 01.06.2022).)
6. *Лучинкина А.И.* Троллинг в интернет-пространстве как результат девиантной интернет-социализации // Научный результат. Педагогика и психология образования. – 2018. – № 2. – С. 68-76. (*Luchinkina A.I.* Trolling in the Internet space as a result of deviant Internet socialization // *Nauchnyj rezul'tat. Pedagogika i psihologiya obrazovaniya*. – 2018. – № 2. – P. 68-76.)
7. *Что такое «троллинг» и как с этим бороться!* URL: <https://dm-imc.edumsko.ru/associations/obzh/post/1367202> (дата обращения: 01.06.2022). (*What is «trolling» and how to deal with it!* URL: <https://dm-imc.edumsko.ru/associations/obzh/post/1367202> (accessed: 01.06.2022).)
8. *Агуреева Ю.А.* Кто такие «Интернет-тролли»? // Знак: Проблемное поле медиаобразования. – 2017. – № 1 (23). – С. 181-185. (*Agureeva Yu.A.* Who are «Internet trolls»? // *Znak: Problemnoe pole mediaobrazovaniya*. – 2017. – № 1 (23). – P. 181-185.)
9. *Акулич М.М.* Интернет-троллинг: понятие, содержание и формы // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 8. – С. 47-54. (*Akulich M.M.* Internet trolling: concept, content and forms // *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*. – 2012. – № 8. – P. 47-54.)
10. *Воронцова Т.А.* Троллинг и флейминг: Речевая агрессия в интернет-коммуникации // Вестник удмуртского университета. Серия история и филология. – 2016. – № 2. – С. 109-116. (*Voroncova T.A.* Trolling and flaming: Speech aggression in Internet communication // *Vestnik udmurtskogo universiteta. Seriya istoriya i filologiya*. – 2016. – № 2. – P. 109-116.)
11. *Метод выявления «троллей» в сетевых сообществах на примере Q&AC*. URL: <https://habr.com/ru/post/284052/> (дата обращения: 01.06.2022). (*The method of identifying «trolls» in online communities on the example of Q&AC*. URL: <https://habr.com/ru/post/284052/> (accessed: 01.06.2022).)
12. *Smets P., Kennes R.* The Transferable Belief Model // *Artificial Intelligence*. – 1994. – Vol. 66. – P. 191-234.
13. *Cambria E., Chandra P., Sharma A., Hussain A.* Do not feel the trolls // *Proceedings of the 9th International Semantic Web Conference, 2010*. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-664/paper1.pdf> (accessed: 01.06.2022).
14. *Ortega F., Jose A., Fermin L., Carlos G., Fernando E.* Propagation of trust and distrust for the detection of trolls in a social network // *Computer Networks*. – 2012. – Vol. 56. – P. 2884-2895.
15. *Martin A.* About Conflict in the Theory of Belief Functions // *2nd International Conference on Belief Functions, Advances in Soft*

- Computing. – 2012. – Vol. 164. – P. 161-168.
16. Hardaker C. Trolling is asynchronous computer-mediated communication: from user discussion to academic definitions // *Journal of Politeness Research*. – 2010. – № 6(2). – P. 215-242.
 17. *Trolls Identification within an Uncertain Framework*. URL: <https://arxiv.org/abs/1501.05272> (accessed: 01.06.2022).
 18. Zatonskiy A. V. Verification of Kolmogorov equation usability for reproduction and death processes // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. – 2019. – Vol. 19. – № 3. – P. 60-67.
 19. Мандель И. Д. Кластерный анализ. – М.: МГУ им. Ломоносова, 1988. – 177 с. (*Mandel' I. D. Cluster analysis*. – М.: MGU im. Lomonosova, 1988. – 177 p.)
 20. Затонский А. В., Иванова Е. В. Методы формализации самооценки на примере научно-исследовательской работы студентов // *Информатизация образования и науки*. – 2011. – № 3 (11). – С. 110-116. (*Zatonskij A. V., Ivanova E. V. Methods of formalization of self-assessment on the example of students' research work* // *Informatizaciya obrazovaniya i nauki*. – 2011. – № 3 (11). – P. 110-116.)