

УДК 004.9

С.Н. Михайлов, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail:tk_kursk@mail.ru)

В.Ю. Демьяненко, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск, Россия) (e-mail:demwlad@yandex.ru)

ИНФОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Рассмотрены основные функции и характеристики процесса тестирования знаний студентов, в основу которого положен выбор одного или нескольких правильных ответов из числа предложенных.

Отмечено, что такое тестирование не позволяет в полной мере оценить умение студента логически связно излагать свои мысли, формировать обоснованные выводы и заключения, производить другие действия креативного характера и не может быть отнесено в полной мере к инструментам объективного контроля знаний.

Предложено для повышения объективности контроля знаний обучающегося тестирование проводить в форме эссе на естественном языке, а для оценки правильности ответа использовать инфологический подход, позволяющий на основе автоматизированного учета связей между словами и/или словосочетаниями в тексте выявить его смысловое содержание и степень подобия эталонной антологии.

Предложен алгоритм оценки смыслового содержания ответа студента по величине коэффициентов терминологической и семантической близости ответа обучающегося эталонной антологии. В качестве антологии может использоваться словарная статья или другие текстовые материалы (лекция) достаточно полно, по мнению преподавателя, раскрывающие тематику вопроса.

Приведены результаты экспериментального исследования 66 ответов студентов по темам изучаемых ими дисциплин: «Сети и системы мобильной связи», «Основы теории информации», «Сети и системы сотовой связи». Математическая обработка результатов показывает слабую корреляционную связь между оценкой ответа студента преподавателем и показателями терминологического и семантического соответствия ответов студента, что объясняется наличием грамматических ошибок и краткостью ответов студентов.

Определены основные направления дальнейших теоретических и экспериментальных изысканий, определяющих реализацию инфологических технологий при тестировании знаний студентов, выражаемых естественным языком.

Ключевые слова: автоматизированный контроль знаний, смысловое содержание, семантическое подобие, инфологическая система, экспериментальные исследования.

DOI: 10.21869/2223-1560-2017-21-3-75-83

Ссылка для цитирования: Михайлов С.Н., Демьяненко В.Ю. Инфологические технологии в задачах автоматизированного тестирования знаний студентов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2017. Т. 21, № 3(72). С. 75-83.

Использование компьютерных технологий в учебном процессе является одной из приоритетных задач образовательного процесса в России. В настоящее время наиболее широко при оценке знаний учащегося применяется компьютерное тестирование, актуальность которого обусловлена, во-первых, необходимостью повышения эффективности использования времени, выделенного на обучение, во-вторых, высокой унификацией процесса оценки знаний и умений объекта

тестирования и, в-третьих, уменьшением субъективности этой оценки.

Однако диагностическая функция тестирования имеет как упомянутую выше положительную, так и отрицательную стороны [1]. Так, главным недостатком тестирования считается направленность тестов на проверку в основном репродуктивного уровня познавательной деятельности обучающихся, направленного на полное и точное воспроизведение содержания и формы осваиваемой информа-

ции. Это ограничивает возможность ее практического применения и не позволяет преподавателю в полном объеме оценить умение студента логически связно излагать свои мысли, формировать обоснованные выводы и заключения, выполнять другие действия креативного характера. В то же время, именно упомянутые умения характеризуют фундаментальность и глубину приобретенных знаний, способность обучающегося использовать знания и умения в практической деятельности, особенно в нестандартных ситуациях.

Кроме того, следует понимать, что в тестировании всегда присутствует элемент случайности: учащийся, не знающий ответа на вопрос, может просто угадать правильный ответ, что закономерно приведет к завышению оценки его знаний, поскольку оценка уровня знаний проводится по проценту Z правильных ответов n на N вопросов, содержащихся в тесте. Такая оценка уже не может быть объективной, поскольку неизвестно количество угаданных испытуемым ответов.

Так, если представить результат N ответов студента на вопросы теста как сумму результатов двух составляющих процесса тестирования: N_c -случайной и N_n – неслучайной, то $N = N_n + N_c$.

Неслучайная составляющая – это ответы, полученные студентом на основе его знаний. Случайная же составляющая – это те ответы, которые получены случайным выбором студента правильного варианта ответа на вопросы теста.

Очевидно, что при независимых попытках среднее количество угаданных студентом правильных ответов $N_c = \sum_{k=1}^a P_k$, где a – количество заданий, на которые студент не знает правильного ответа, а P_k – вероятность выполнения задания k .

При типовых размерах теста (30-40 заданий) и одинаковой сложности заданий ($P_k = P = 0,2-0,25$) $N_c = a * P$ – среднее количество угаданных студентом в процессе тестирования ответов может достигать до 10. Причем, чем хуже студент знает предмет, тем больше процент угаданных правильных ответов в тесте.

В связи с этим несколько преждевременно относить тестирование, в основу которого положен выбор одного или нескольких правильных ответов из числа предложенных, к объективным инструментам контроля знаний. По мнению авторов, качество контроля знаний будет выше при сочетании классической методики устного или письменного ответа с различными видами компьютерного тестирования.

Другой достаточно эффективной формой контроля и проверки знаний учащегося, активизирующей учебный процесс и позволяющей оценить его способности по анализу, синтезу и творческому применению знаний, является эссе, которое в настоящее время ещё не получило широкого распространения при изучении технических наук в высшей школе [2]. Эссе в переводе с французского обозначает «попытка», «проба», «очерк». Это сочинение-рассуждение небольшого объема со свободной композицией, выражающее индивидуальные соображения по конкретному вопросу, проблеме, которое дает возможность нестандартного (творческого) описания материала.

В отличие от других форм контроля и проверки знаний, эссе позволяет диагностировать продуктивность творческой составляющей познавательной деятельности обучающихся, заключающейся в анализе информации, её интерпретации, по-

строении рассуждений, сравнении фактов, в формулировке выводов и т.п.

В настоящее время разработано и предлагается для использования большое количество программных средств, предназначенных для компьютерного тестирования (Moodle, SharePointLMS и др.). Большинство из них имеют режим ввода ответа на естественном языке, так называемый – «ответ в форме эссе», оценка полноты и правильности на который возлагается на экзаменатора.

Как правило, этот режим преподаватель предпочитает не применять, поскольку оценка ответа тестируемого, во-первых, требует участия преподавателя, во-вторых, по своей сути сводит такую форму тестирования к письменному экзамену, но без возможности задать студенту уточняющие вопросы для выяснения глубины знаний испытуемого и, в-третьих, повышает уровень субъективности оценки.

Поэтому поиск путей автоматизированной оценки знаний студента, выражаемых естественным языком, с минимальным привлечением преподавателя является актуальной задачей. Один из путей решения этой задачи находится на стыке лингвистики и информатики и напрямую связан с автоматизированным выявлением и оценкой смыслового (семантического) содержания ответа на тестовый вопрос.

Известные варианты решения этой задачи используют разные подходы и не лишены недостатков. В частности, в [3] предлагается использовать статистические подходы на основе векторно-пространственной модели текста [4]. В этой модели текст представляется вектором частот входящих в него слов, а оценка близости текстов определяется косинусом угла между векторами текстов. Такой

подход не учитывает содержательные морфологические и синтаксические характеристики естественного языка, посредством которых и проявляются семантические связи объектов.

Другая методика [5] при оценке семантического подобия текстов использует вероятностно-статистическую модель представления текста, в основу которой положен некоторый эталонный текст. Используя аппарат теории информации, оценивается количество общей информации в текстах и количество информации, отличающей сравниваемые тексты.

Указанные подходы ориентированы на реализацию компьютерной обработки, в основном атрибутивной внешней стороны документов, и позволяют лишь поверхностно оценить семантическое содержание текстов без определения их семантической, ассоциативной и понятийной связности. Поэтому практически невозможно использовать эти подходы для решения основной задачи экзамена или зачета – оценка уровня теоретических знаний обучаемых.

Возможным вариантом решения поставленной выше задачи может стать использование инфологического подхода, применяемого для оценки тематической направленности документов [6]. Последний позволяет на основе автоматизированного учета связей между словами и/или словосочетаниями в тексте выявить смысловое содержание документа и степень его подобия эталонной антологии [7,8].

Если такому анализу подвергнуть ответ студента в форме эссе на заданную тему, выраженный на естественном языке, то по результату анализа можно оценить степень соответствия ответа студента антологии документов, наиболее полно характеризующих заданную тему.

Основываясь на способе, описанном в [9], предлагается следующий порядок анализа ответа:

- первоначально, по каждому вопросу, на который студент должен дать ответ в форме эссе, формируется антология правильных вариантов развернутых ответов в текстовом виде;

- выполняется инфологическая обработка этой антологии, заключающаяся в нормализации текстов развернутых ответов и формировании объединенного XML-файла, соответствующего этому вопросу. Этот файл хранится в базе данных правильных ответов и является отражением семантической сущности ответа на вопрос;

- ответ студента в виде текста нормализуется и по нормализованному фрагменту текста формируется XML-файл, представляющий собой упорядоченный (ранжированный) список лексем и их связей;

- определяется количественное значение семантической близости ответа студента к выбранной антологии (объединенного XML-файла) путем расчета коэффициента смыслового соответствия ответа студента и антологии правильных вариантов развернутых ответов;

- путем сравнения значения коэффициента смыслового соответствия L с двумя пороговыми значениями ($L1 < L2$), которые должны быть определены заблаговременно, принимается решение о положительном ($L > L2$), отрицательном ($L < L1$) результатах испытания или о необходимости привлечения преподавателя для разрешения неопределенной ситуации ($L1 < L < L2$).

Коэффициент смыслового соответствия L выбранной антологии определяется как отношение количества значимых

терминов и пар связанных терминов в ответе студента, которые совпадают со значимыми терминами и парами связанных терминов антологии вариантов правильных ответов, ко всем терминам, встречающимся в ответе испытуемого [9,10]. Приемлемые значения порогов $L1$ и $L2$ необходимо определить по результатам эксперимента, поскольку последние могут существенно зависеть от размера (количество слов) ответа и его тематической направленности.

В рамках работы [10] была предпринята попытка экспериментальной оценки применимости предлагаемого метода для определения степени соответствия ответа студента тематической антологии документов, используя разработанный сотрудниками кафедры «Космическое приборостроение и системы связи» ЮЗГУ и специалистами Санкт-Петербургского института автоматики и информатики РАН экспериментальный образец инфологической системы.

Оценка возможности использования инфологического подхода при автоматизированном тестировании знаний студентов, выраженных на естественном языке, проводилась путем анализа терминологической и семантической близости письменных ответов студентов на заданную тему антологии, раскрывающей содержание задания по темам изучаемых ими дисциплин: «Сети и системы мобильной связи», «Основы теории информации», «Сети и системы сотовой связи». При этом, коэффициент терминологической близости текстов определяется отношением количества совпадающих с антологией значимых терминов в тексте, отнесенным к общему количеству терминов в тексте ($0 < K_t < 1$), а коэффициент семантической близости – отношением количе-

ства совпадающих с антологией связей значимых терминов в тексте, отнесенным к общему количеству этих связей в тексте ($0 < K_s < 1$).

В качестве антологии, например, может использоваться словарная статья или

другие текстовые материалы (лекция) достаточно полно, по мнению преподавателя, раскрывающие тематику вопроса.

Был выполнен инфологический анализ 66 ответов студентов. Результаты анализа представлены на рисунке 1.

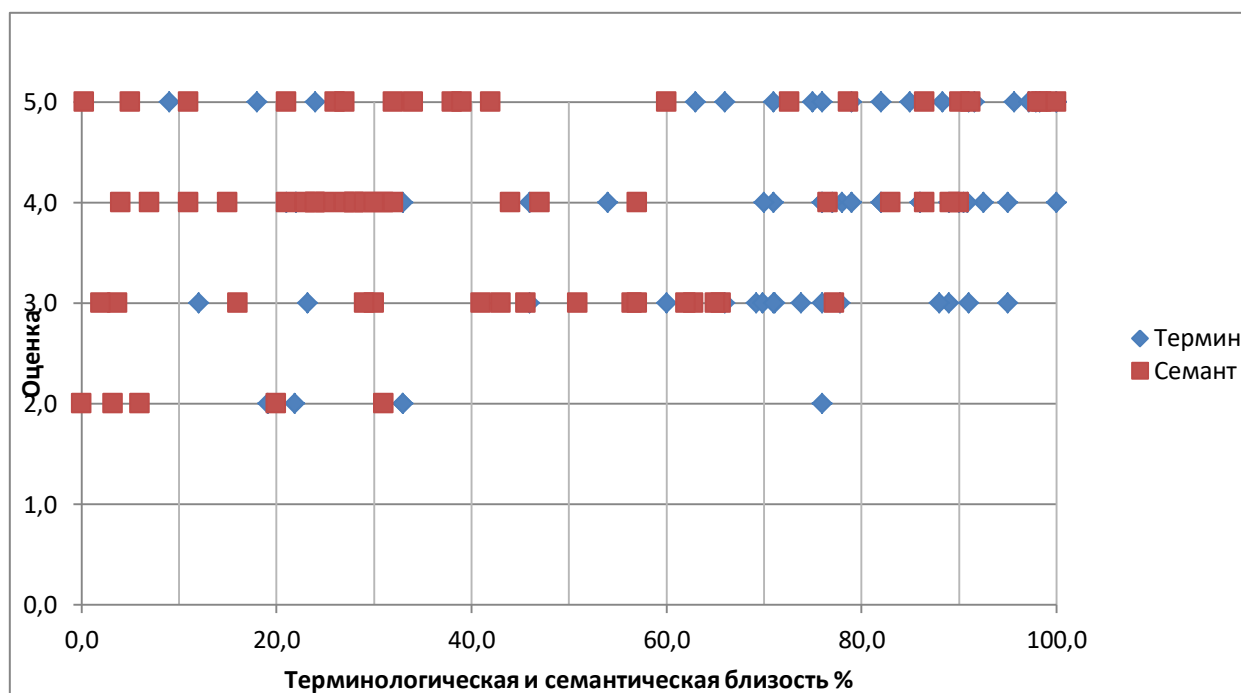


Рис. 1. Результаты инфологической обработки ответов студентов

Математическая обработка результатов показывает слабую корреляционную связь между оценкой ответа студента преподавателем и показателями терминологического и семантического соответствия ответов студента, величина которой в эксперименте составила 0,3 и 0,28 соответственно.

Причина слабой связи, по нашему мнению, кроется в следующем.

Во-первых, в краткости ответов студентов. Примерно 50% студентов свой ответ построили с использованием от 54 до 113 слов. С учетом нормализации текста ответа выделяется всего 10-20 терминов и примерно столько же связей терминов. Такое малое количество терминов и

их связей обуславливают большой разброс терминологической и семантической близости ответа студента. Так, среднее значение показателей терминологической и семантической близости в этом эксперименте составили 69% и 43% соответственно, а их среднеквадратическое отклонение – 26% и 29% соответственно.

В то же время (рис. 2) наблюдается устойчивая связь между средними значениями показателей терминологической и семантической близости и оценкой преподавателя: при неудовлетворительной оценке преподавателя среднее значение этих показателей составило 36% и 12% соответственно, а при оценке отлично – 75% и 52%.

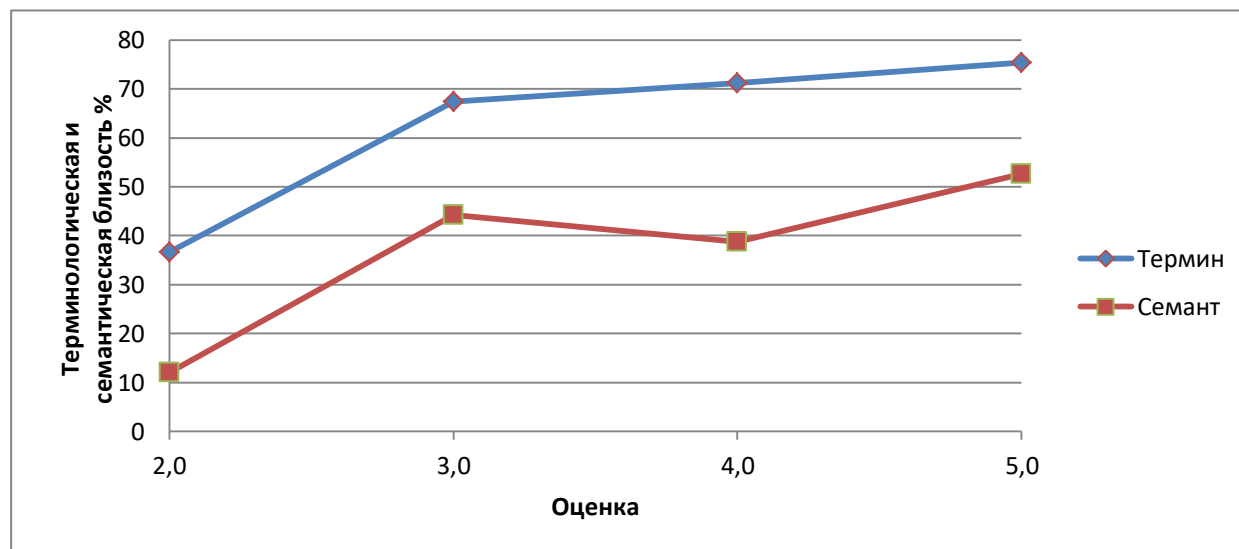


Рис. 2. Результаты инфологической обработки ответов студентов

Во-вторых, наличие грамматических ошибок в ответах студентов ведет к появлению новых незначащих терминов и снижает показатели терминологической и семантической близости. Преподаватель же при проверке ответов игнорирует грамматические ошибки, обращая внимание на смысловую составляющую ответа.

Результаты эксперимента позволили оценить практическую направленность использования инфологического подхода для автоматизированного контроля знаний обучающихся и выявить основные направления дальнейших исследований, определяющих реализацию инфологических технологий при тестировании знаний студентов, выражаемых естественным языком.

К таковым направлениям следует отнести:

1. Определение количества значащих терминов и связок терминов, которые следует учитывать при расчете величин терминологической и семантической близости текстов, а также оценка влияния усе-
щения количества терминов на степень изменения и стабильность показателей тер-

минологической и семантической близости. Здесь, вероятно, можно применить некое правило, аналогичное эмпирическому правилу «20/80», известное как принцип Парето.

2. В настоящее время в xml-файле учитываются рейтинги связок только пар слов, встречающихся в тексте. Однако длина связок может быть различна и чем больше слов в связке, тем большее информационно-смысловое содержание несет эта связка. В то же время, количество повторений в тексте таких связок резко уменьшается с увеличением количества терминов в связке. Поэтому, следует исследовать допустимое количество терминов в связке и связь этого количества с ее информационно-смысловой ценностью.

3. Определение минимальных объемов антологии и исследуемых текстов, достаточных для формирования достоверных выводов по результатам инфологического исследования текстов. В настоящее время нет ни экспериментальных ни теоретических оценок этих величин.

Исследование возможности использования инфологического подхода для

автоматизированного тестирования знаний и умений студента показывает принципиальную возможность применения инфолингвистической технологии для оценки уровня остаточных знаний студентов. Использование студентами при ответах естественного языка позволяет выявить уровень владения технической терминологией, умение испытуемого связно излагать свои мысли, формировать обоснованные выводы и заключения. По мнению авторов, реализация в системах автоматизированного тестирования инфолингвистической обработки ответов студентов на естественном языке, и оценка семантической близости этих ответов смысловому содержанию правильных вариантов ответа позволит существенно сократить временные затраты преподавателя на проведение промежуточной и итоговой аттестаций.

Список литературы

1. Попов А.В. Тестирование как метод контроля качества знаний студентов // Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. 2013. Т. 200.
2. Аналитический обзор № 6 международных тенденций развития университетского образования. Минск: Изд-во «БГУ», 2003. 76 с.
3. Безсуднов И. В. Интернетика. Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. М.: Либроком, 2009. 264 с.
4. Salton G., Wong A., Yang C. S. A vector space model for automatic indexing // Communications of the ACM. 1975. Vol. 18. No. 11. P. 613–620.
5. Кузнецов Л. А., Кузнецова В. Ф. Оценка семантической адекватности текстов информационным методом // Информатика и ее применения. 2013. Т. 7. Вып. 1. С. 94 – 104.
6. Михайлов С. Н. Способ тематической кластеризации текстовых документов на основе их инфолингвистической обработки // Научно-технические технологии. 2012. №9. С. 48-51.
7. Михайлов С. Н., Чуйкова В.В. Способ инфолингвистической обработки рабочих программ дисциплин профессионального цикла направления подготовки специалистов для оценки подобия тематического содержания лекционных курсов // Образовательные технологии и общество. 2016. №1.
8. Михайлов С. Н., Чуйкова В.В. Способ оценки содержания дисциплин отдельного направления подготовки требуемым компетенциям // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2014. №3. С. 19-23.
9. Михайлов С. Н., Кулешов С.В. Экспертный мониторинг неструктурированных информационных ресурсов в интересах информационно-аналитического обеспечения космических исследований // Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. №6 (51). С. 40-43.
10. Исследование и разработка научно-технических путей создания информационно-телекоммуникационной системы аналитического мониторинга данных в неструктурированных информационных ресурсах: отчет о НИР выполнен в рамках проектной части Госзадания: № 2. 2491.2014/К / М.В. Соколова, В.В. Александров, С.Н. Михайлов [и др.]; ЮЗГУ. Курск, 2014.

Поступила в редакцию 22.05.17

UDC 004.9

S.N. Mikhailov, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail:tk_kursk@mail.ru)

V.U. Demyanenko, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk, Russia) (e-mail:demwlad@yandex.ru)

INFOLOGICAL TECHNOLOGIES USED IN AUTOMATED TESTING OF STUDENTS KNOWLEDGE

Main functions and characteristics of students' knowledge testing are described in the article. Choice of one or several correct answers from offered answers is basis of such testing.

It is noted that this testing doesn't fully estimate students' ability to state logically their thoughts, to form valid conclusions, to make other creative actions. This testing can't be fully objective control of knowledge.

It is offered to test students in the form of essay in native language. It is done to increase knowledge control objectivity and to use infological approach for correctness assessment. This approach shows semantic contents revealing and degree of reference anthology. It is possible to do on the basis of automated accounting of contacts between words and/or phrases in the text. Assessment algorithm of students' answers is offered. The assessment shows terminological and semantic similarity coefficients of students' answer. Dictionary entry or other text materials (lecture) can be used as corpus.

Results of pilot study are given (66 responses on studied disciplines). Disciplines are "Networks and mobile telecommunication systems", "Information theory bases", "Networks and cellular systems". Mathematical processing of results shows low correlative coupling between an assessment of student's response by the teacher and indices of terminological and semantic compliance. This is explained by existence of grammatical errors and brevity of students' responses.

Main directions of further theoretical and experimental researches using infological technologies implementation when testing students' knowledge are defined.

Key words: *automated monitoring of knowledge, semantic contents, semantic similarity, infological system, experimental researches.*

DOI: 10.21869/2223-1560-2017-21-3-75-83

For citation: Mikhailov S.N., Demyanenko V.U. Infological Technologies Used in Automated Testing of Students Knowledge, Proceeding of Southwest State University, 2017, vol. 21, no. 3(72), pp. 75-83 (in Russ.).

Reference

1. Popov A.V. Testirovanie kak metod kontrolja kachestva znaniy studentov // Trudy Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv. 2013. T. 200.
2. Analiticheskij obzor № 6 mezhdunarodnyh tendencij razvitija universitetskogo obrazovaniya. Minsk: Izd-vo «BGU», 2003. 76 s.
3. Bezsudnov I. V. Internetika. Navigacija v slozhnyh setjah: modeli i algoritmy. M.: Librokom, 2009. 264 s.
4. Salton G., Wong A., Yang C. S. A vector space model for automatic indexing // Communications of the ACM. 1975. Vol. 18. No. 11. P. 613–620.
5. Kuznecov L. A., Kuznecova V. F. Ocenka semanticheskoy adekvatnosti tekstov informacionnym metodom // Informatika i ee primenenija. 2013. T. 7. Vyp. 1. S. 94 – 104.
6. Mihajlov S. N. Sposob tematicheskoy klasterizacii tekstovykh dokumentov na osnove ih infologicheskoy obrabotki // Naukojnomkie tehnologii. 2012. №9. S. 48-51.

7. Mihajlov S. N., Chujkova V.V. Sposob infologicheskoy obrabotki rabochih programm disciplin professional'nogo cikla napravlenija podgotovki specialistov dlja ocenki podobija tema-ticheskogo sodержanija lekcionnyh kursov // Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo. 2016. №1.

8. Mihajlov S. N., Chujkova V.V. Sposob ocenki sodержanija disciplin ot del'nogo napravlenija podgotovki trebuyemyh kompetencijam // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Upravlenie, vychislitel'naja tehnika, informatika. Medicinskoe priborostroenie. 2014. №3. S. 19-23.

9. Mihajlov S. N., Kuleshov S.V. Jekspertnyj monitoring nestrukturirovannyh informacionnyh resursov v interesah informacionno-analiticheskogo obespechenija kosmicheskikh issledovanij // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. №6 (51). S. 40-43.

10. Issledovanie i razrabotka nauchno-tehnicheskikh putej sozdaniya informacionno-telekommunikacionnoj sistemy analiticheskogo monitoringa dannyh v nestrukturirovannyh informacionnyh resursah: otchet o NIR vypolnen v ramkah proektnoj chasti Goszadaniya: № 2. 2491.2014/K / M.V. Sokolova, V.V. Aleksandrov, S.N. Mihajlov [i dr.]; JuZGU. Kursk, 2014.