

Оценка качества образовательных порталов

Статья описывает результаты теоретических и экспериментальных исследований по оценке качества образовательной информации, размещаемой на информационных и образовательных порталах. Методика позволяет сравнивать не только порталы, но и результаты обучения по экзаменационным оценкам и тестовым баллам. Методической основой оценки является когнитивный подход и негэнтропийный подход. Статья дает сравнение энтропии и негэнтропии. На основе сравнения предлагается негэнтропийный подход к оценке качества образовательных ресурсов, получаемых в результате информационного поиска. Результаты поиска оценивают когнитивными и пертинентными баллами. Оценки вводят в формулу энтропии и преобразуют ее в формулу негэнтропии. Негэнтропийный подход служит основой для расчета статистического количества информации, получаемой в результате информационного поиска. Когнитивный подход служит основой оценки качественных характеристик образовательной информации, таких как: обзорность, воспринимаемость, интерпретируемость. Источником образовательных ресурсов являются открытые информационные порталы. Показано, что современные информационные порталы часто засорены недостоверной или ненужной информацией, что затрудняет поиск релевантной достоверной информации. В отличие от широко распространенных методов одной оценки релевантности информационного поиска, данная работа дифференцирует понятие релевантности информационного поиска. Статья вводит три качественно разных понятия релевантности: формальная, смысловая и пертинентная – релевантность. Статья вводит новые дополнительные характеристики качества информации: коэффициент когнитивности и коэффициент пертинентности. Эти коэффициенты вводят в формулу оценки энтропии и получают формулу когнитив-энтропии. В результате предложена новая методика оценки содержательности образовательной информации, основанная на новом понятии и характеристике – когнитив-энтропии. Формула

когнитив энтропии в отличие от формулы энтропии, позволяет оценивать не статистическое количество информации, а полезное количество информации, удовлетворяющее информационную потребность пользователя. Статья приводит результаты массового эксперимента с привлечением студентов, бакалавров и магистров, включающие исследования ряда образовательных и общественных информационных порталов. Статистика запросов к одному portalу превышала 2500. Это позволило получить достоверные статистические данные для оценки качества образовательных ресурсов portalа. Результаты эксперимента позволили классифицировать порталы по степени их пригодности для получения образовательных ресурсов. Введены предельные кривые когнитив энтропии, которые можно рассматривать как аналоги верхней и нижней границ в картах Шухарта в теории управления качеством. Карты Шухарта применяют для простой статистической оценки качества продукции. Предельные кривые когнитив энтропии применяют для энтропийной и статистической оценки когнитивности образовательной информации на информационных порталах. Метод оценки когнитив энтропии является авторской разработкой. Он позволяет оценивать количество информации не по информационному объему, а по качеству необходимой информации, удовлетворяющей информационные запросы пользователя образовательных ресурсов. На основе эксперимента показана пригодность или не пригодность порталов для образовательных целей. Если результаты расчета понятийной кривой portalа лежат ниже нижней предельной кривой два, то такой образовательный портал не пригоден для образовательных целей.

Ключевые слова: образование, информационные ресурсы, энтропия, негэнтропия, когнитив энтропия, информационный морфизм, информационный поиск.

Roman G. Bolbakov, Viktor Y. Tsvetkov

Moscow Technological University (MIREA), Moscow, Russia

Assessment of the quality of educational portals

The article describes the results of theoretical and experimental studies on the evaluation of the quality of educational information placed on information and educational portals. The methodology allows you to compare not only portals, but also the results of training on exam scores and test scores. The methodological basis of the assessment is the cognitive approach and the negentropic approach. The article gives a comparison of entropy and negentropy. On the basis of comparison, the authors propose a negentropic approach to assessing the quality of educational resources obtained as a result of information retrieval. The search results are evaluated by cognitive and perpetual scores. Estimates are introduced into the entropy formula and converted to the formula of negentropy. The negentropic approach serves as the basis for calculating the statistical amount of information obtained as a result of information retrieval. The cognitive approach serves as a basis for assessing the qualitative characteristics of educational information, such as: visibility, perceptibility, interpretability. Open information portals are the source of educational resources. The article shows that modern information portals are often clogged with unreliable or unnecessary information, which makes it difficult to find relevant educational information. In contrast to the widespread methods for one relevance assessment of the information retrieval, this article differentiates the notion of the relevance of the information retrieval.

The article introduces three qualitatively different notions of relevance: formal, semantic and perpetual – relevance. The article introduces new additional characteristics of the quality of information search, the coefficient of cognition and the coefficient of perpetuation. These coefficients are introduced into the formula for estimating entropy and obtain the cognitive-entropy formula. As a result, a new method for assessing the content of educational information was proposed, based on a new characteristic – cognitive-entropy. The cognitive entropy formula, unlike the entropy formula, allows us to estimate not a statistical amount of information, but a useful amount of information that satisfies the information need of the user.

The article describes the results of a mass experiment involving students, bachelors and masters, including studies of a number of educational and public information portals. The number of requests to one portal exceeded 2500. This allowed us to obtain reliable statistical data for assessing the quality of the educational resources of the portal. The results of the experiment made it possible to classify portals according to their degree of suitability for obtaining educational resources. Limit cognitive entropy curves have been introduced, which can be regarded as analogues of the upper and lower boundaries in Shewhart charts, which are used in the theory of quality management. Shewhart charts are used for

a simple statistical evaluation of product quality. Limit cognitive entropy curves are used for qualitative and statistical evaluation of educational information on information portals. The method of estimating cognitive entropy is an author's development. It allows you to estimate the amount of information not by the information volume, but by the quality of the necessary information, that satisfies the information requests of the user of educational resources.

Based on the experiment, the portability or usability of portals for educational purposes were shown. If the results of calculating the conceptual curve of the portal lie below the lower limit curve of two, then such an educational portal is not suitable for educational purposes.

Keywords: education, information resources, entropy, negentropy, cognitive entropy, information morphism, information retrieval.

Введение

Энтропия (Эн) служит не только характеристикой неопределённости и хаоса, но и показателем равновесия в системе [1, 2]. Негэнтропию иногда интерпретируют как энтропию, но с противоположным знаком. Это не так. Негэнтропия (НЭ) хотя и измеряется в тех же единицах, но имеет противоположное действие. Хотя увеличение негэнтропии вызывает уменьшение энтропии, закономерности изменения этих функций различны. Эти функции сосуществуют в системе и имеют самостоятельные оценки. Но главное, они отражают разное качество систем или информационных ансамблей. Эти функции изменяются по разным закономерностям и их значения не связаны. Негэнтропия характеризует меру содержательности. Она же характеризует косвенно структурированность информации [3, 4, 5]. Увеличение Эн влечет рост неопределённости системы и приближение ее к состоянию хаотического равновесия. Увеличение Эн влечет увеличение риска принятия неправильного решения. Увеличение энтропии расширяет пространство информационного поиска и тем самым затрудняет поиск и увеличивает время поиска. При организации системы увеличивается негэнтропия. При дезорганизации системы растет энтропия. Рост НЭ означает рост упорядоченности. Рост Эн означает рост неопределенности и беспорядочности. Информационная негэнтропия — мера информации приходящейся на одно элементарное сообщение источника, вырабатывающего статистически независимые

сообщения. Можно согласиться с В.М. Лачиновым и А.О. Поляковым [3] в том, что не количественная информационная наука началась с момента написания Норбертом Винером книги под заимствованным у Платона и Ампера названием «Кибернетика». Формально многими основная идея книги воспринимается по названию — процессы «управления и связи в животном и машинах». Однако, главное по Винеру не столько модель управления или обратная связь, а негэнтропия в количественном и качественном смысле. В настоящее время расширяется применение когнитивных [6] методов и информационно-когнитивных [7] методов к анализу информационных процессов. Данная работа основана на синтезе энтропийного и когнитивного подходов.

1. Когнитивно-вероятностный анализ информационных процессов

В.М. Лачинов и А.О. Поляков [4] исследуют содержание информации с позиции вложенных семантических структур. В силу этого, они рассматривают негэнтропию как характеристику информационных процессов или информационных взаимодействий [8]. В их понимании негэнтропия является мерой системности. Еще одной характеристикой информационных взаимодействий и системности информационных систем, в том числе о системности многоуровневых портално-сетевых комплексов, является информационный морфизм [9] или информизм. В теории отображений информорфизм представляет собой класс эквивалентности. В области ин-

формационных технологий информационный морфизм чаще всего трактуется как временной процесс взаимного изменения параметров информационного объекта и окружающей его области информационного пространства. [10]. Количественная оценка информационного морфизма может быть получена расчетным путем на основе эмпирических зависимостей для определенного типа информационной или коммуникационной системы, поскольку общей формулы расчета не существует

Обобщенная оценка информационного морфизма (ИМ) информационных, порталных и мультимедиа систем является характеристикой их качества, поскольку ИМ характеризует их системность и упорядоченность подобно негэнтропии. На основе экспериментальных проверок оценочная формула информационного морфизма имеет следующий вид [11].

$$IM = \frac{(Mont * Mtec)}{(Mont + Mtec)} \quad (1)$$

Mont — фактор онтологической составляющей (ont) информационной, порталной или мультимедиа системы (mms), определяемый по показателям завершенности информационного поиска по критерию релевантности. Он определяется за отдельно взятый конкретный сеанс работы. Завершенность поиска, а также свойств (K), рассмотренных ниже определяется не только по текстовой информации, но и по качеству воспроизведения аудио и видео форматов. Mtec — техническая компонента мультимедиа системы (mms) определяемая по показателям завершенности информационного поиска по качества воспроизведения аудио и видео

Таблица 1

Содержание поправочного коэффициента $K_{тес}$

$K_{тес} = K_{пар} \cdot K_{св} \cdot K_{обр}$	$K_{пар}$ (качество технических параметров устройства)	$K_{св}$ (качество сетей связи)	$K_{обр}$ (качество средств обработки мультимедиа контента)
Степень полноты и качества системы по отношению к перечню и качеству воспроизводимых мультимедийных форматов			
Система «А»	0,9–1,0	0,9–1,0	0,9–1,0
Система «Б»	0,7–0,9	0,7–0,9	0,3–0,9
Система «В»	0,4–0,6	–	0,2–0,7

форматов. Компоненту $M_{тес}$ на практике выражают через мультипликативный коэффициент $K_{тес}$ [11], составляющие которого определены для наиболее часто встречающихся проектных комбинаций таких как: технические параметры, качество сетей связи, средства обработки мультимедиа. Таблица этих значений представлена ниже

Табл. 1 дает следующие характеристики систем. Система «А» воспроизводит мультимедиа форматы, которые полностью удовлетворяет требованиям учебного процесса. Система «Б» воспроизводит мультимедиа форматы, которые не полностью удовлетворяет требованиям учебного процесса. Система «В» воспроизводит такие форматы, которые практически не удовлетворяет требованиям учебного процесса в части востребованных форматов, кодеков. В системах «В» возникает необходимость прибегать к конвертированию контента.

Анализ табл. 1 показывает, что использование мультимедийных или информационных систем, для которых результирующее значение $K_{тес}$ меньше 0,1–0,2 в учебном процессе не целесообразно. Переработка контента в мультимедийных системах, имеющих низкие показатели $K_{пер} \cdot K_{сц}$ мало продуктивна. Подобные информационные или порталные комплексы следует либо исключить из применения, либо заменять на новые.

Необходимо отметить, что величина $K_{тес}$ является дополнительным коэффициентом к $Mont$. $Mont$ – фактор

онтологической составляющей является основной величиной определяющей информационный морфизм. Фактор $Mont$ отражает когнитивность (познаваемость), формальную релевантность [12] (формальное соответствие) и семантическую релевантность [12] (смысловое соответствие) информационных образовательных ресурсов, полученных в результате поиска на образовательных порталах.

Характеристику «когнитивность» можно рассматривать как пороговую величину, наличие которой, позволяет пользователю интерпретировать образовательный ресурс, получаемый с портала как допустимый для применения. Когнитивность связана с когнитивными моделями, для которых свойственны такие характеристики как: восприимчивость, обозримость [13, 14, 15] и возможность обработки на мультиагентном уровне [19]. Неудовлетворительный уровень когнитивности информационного портала или образовательного ресурса делает не целесообразным применение их в учебном процессе. «Когнитивность» – это то что воспринимается. «Не когнитивность» это не информативные или не понятные отклики на запрос пользователя. Если информационные системы или порталные системы не когнитивны, они подлежат изъятию из дидактического обращения.

Введение пороговой характеристики «когнитивность» позволяет модифицировать понятие энтропии. Напомним, что энтропия связана со

снятием неопределенности. Соответственно, информация, которая определяется через энтропию, это информация, снимающая неопределенность. Приведем пример, из десяти порталов портал номер 7 – образовательный. На вопрос: «Какой портал образовательный?» информация, снимающая неопределенность будет следующей: «первый портал – не образовательный портал», «десятый портал – не образовательный портал» и так далее. Точная содержательная информация будет только одна: «Седьмой портал – образовательный портал». Для этого сообщения имеет место когнитивность, для всех остальных когнитивность отсутствует. Это дает основание ввести понятие когнитив-энтропии как негэнтропии, характеризующей содержательность информации в статистическом анализе (в нашем случае образовательных порталов).

Когнитив-энтропию H_x для образовательных порталов определим, используя модифицированное уравнение энтропии путем добавления в формулу коэффициентов когнитивности K_k и пертинентности K_n [11]

$$H_x = -\sum P_i K_n \sum P_{ij} K_k \log_2 N(i, j) \quad (2)$$

P_i вероятность релевантного отклика на шаге i . P_{ij} вероятность пертинентного отклика на шаге j , при условии, что на шаге j отображалась предшествующим его образом релевантный отклик. Выражение (2) отражает именно негэнтропию как характеристику упорядоченности и смысловой содержательности

В области информационных технологий термин «когнитивность» [16] используют в широком смысле, как меру понимания, познания, восприятия или получения знания. Последнее значение связано с негэнтропией. [1, 5]. В последнем значении термин «когнитивность» может быть применен для выявления смысловой содержа-

тельности в информационном комплексе или в отклике с образовательного портала.

Отсюда, введение коэффициентов когнитивности и пертинентности переводит понятие энтропии в негэнтропию. Когнитивность определяет границу между смысловой и не смысловой информацией и отсекает бессмысленную информацию. Если коэффициент когнитивности равен нулю, то левая часть становится равной нулю, в то время как в обычной формуле энтропии она отлична от нуля.

Коэффициент пертинентности определяет границу между смысловой (релевантной) информацией и необходимой онтологической информацией или онтологически релевантной информацией. Таким образом, выражение (2) позволяет определять две границы при работе с порталами.

В результате многолетних исследований удалось получить выражение для онтологической релевантности [17] для порталных систем. Онтологическая релевантность представляется как совокупная оценка коэффициентов точности (K_t), полноты (K_p) и шума ($K_{ш}$). На основе экспериментальных исследований получена эмпирическая зависимость (3).

$$M_{ms} = K_{tes} * K_t * (1 - K_{ш}) \quad (3)$$

Правая часть упрощенной формулы (1) информационного морфизма, обращается в показатель релевантности, отражающий вклады коэффициента точности и коэффициента шума в релевантность информационного обеспечения, причем с поправочным, выше обсуждаемым коэффициентом K_{tes} , учитывающим технические и технологические аспекты мультимедиа обеспечения в образовательной деятельности. Дальнейшая часть исследований связана с практическими оценками. Были использованы следующие характеристики.

$N(i, j)$ — количество запросов пользователя на шаге i, j . N_t — количество запросов пользователя в мультимедиа образовательной порталной системе, на которые были выданы релевантные отклики. N_p — количество запросов пользователя в мультимедийной [18, 19], микропортальной образовательной системе, из которой были выданы пертинентные отклики. N_{ct} — общее количество возможных когнитивных баллов, получаемых пользователями в ходе изучения откликов мультимедийной, микропортальной образовательной системы на запрос пользователя.

N_c — количество когнитивных баллов полученных пользователями после изучения материалов выданных на запрос в мультимедиа образовательной порталной системой из N_{ct} .

$K_p = N_p/N_t$ — коэффициент пертинентности определяется как отношение количества онтологически релевантных запросов N_p общему количеству запросов N_t к образовательной порталной системе. Значения величины коэффициента пертинентности находятся в интервале $0 \leq K_p \leq 1$.

$K_c = N_c/N_{ct}$ — коэффициент когнитивности определяется как отношение количества когнитивных баллов N_c общему количеству возможных N_{ct} . Значения величины коэффициента когнитивности находятся в интервале $0 \leq K_c \leq 1$. Метод когнитив-энтропии — позволяет выявить когнитивные файлы за N_p запросов в порталной системе.

2. Результаты эксперимента

Для практического расчета когнитив энтропии образовательных порталов был проведен эксперимент, в котором участвовали студенты и магистранты кафедры информационных систем МИРЭА в течение полутора лет. К порталам производилось до 2500 запросов. В ходе эксперимента по результатам запроса к образо-

вательному portalу ставились когнитивные баллы, пертинентные баллы. Баллы не ставились, если запрос не превышал порог когнитивности, то есть полученная информация была бесполезной по отношению к запрашиваемой информации.

Был проведен эксперимент расчёта когнитив-энтропии первого микропортала с 2500 запросами при 5% когнитивных семантических единицах. В дальнейших расчетах для удобства сопоставлений в зоне действительно хороших продуктивных образовательных порталов (например, таких, как Федеральный горизонтальный портал «Российское образование», вертикальный «Инженерное образование» и др.) принималось $K_p = 1$ для всех 3-х порталов, представленных в описываемом здесь эксперименте. Поскольку производится моделирование когнитивности по проверенному образцу (Федеральный горизонтальный портал «Российское образование»), то такое допущение не влечёт за собой серьезных погрешностей, в силу того, что более качественного образовательного портала нет.

На рис. 1 представлены результаты эксперимента по расчету когнитив-энтропии. В качестве объекта рассматривался образовательный портал, на котором осуществлялся поиск информационных образовательных ресурсов. На графике представлены три кривые. Две из них предельные. Верхняя характеризует максимальный объем релевантной информации.

Нижняя кривая характеризует порог когнитивности, то есть возможности использовать информацию. Средняя кривая характеризует уровень полезности. Объем всегда превосходит необходимую информацию, поэтому уровень понятийности или полезности расположен ниже уровня объема. Представленная на рис. 1 ситуация характеризует

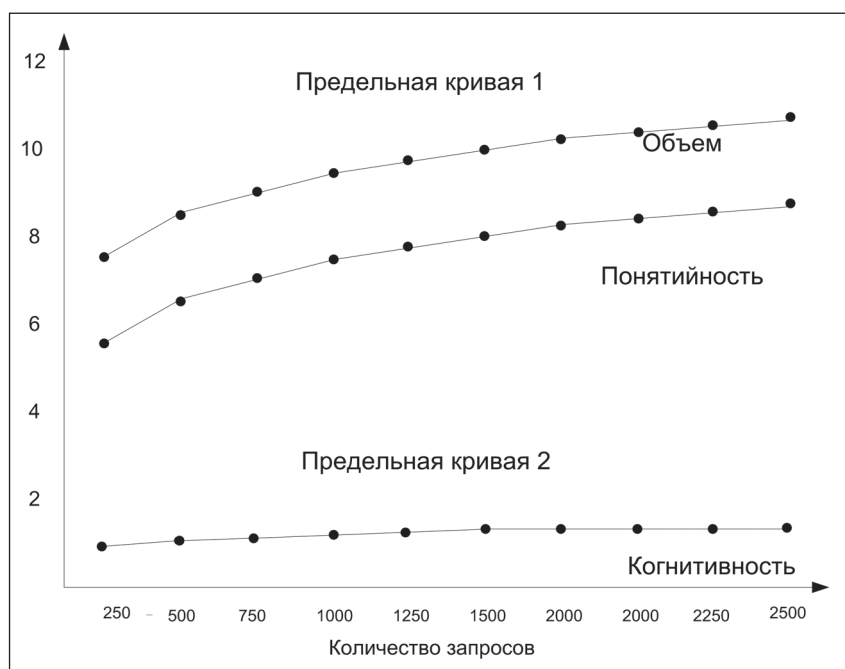


Рис. 1. Расчет когнитив энтропии

портал «Инженерное образование» который относится к качественным источникам образовательной информации. Использование для образовательных целей отдельных поисковых систем типа mail показало их неприемлемость из большого количества мусора по отношению к запрашиваемой информации. В первую очередь это материалы рекламного характера, повторяющиеся материалы, недостоверные материалы.

Для образовательных государственных порталов все понятийные кривые лежали выше предельной кривой 2, что дает основание рекомендовать их для использования. Образовательные порталы некоторых негосударственных вузов давали понятийные кривые, расположенные ниже предельной кривой 2, что не дает основание рекомендовать их для учебных целей.

Основной эксперимент осуществлялся по выборочным запросам для портала или информационной поисковой системы. На основе оценки выборки согласно выражением (2) и (3) производилась оценка качества всего портала и вывод о его возможности примене-

ния в образовательных целях или исключении.

Особенность предложенной методики в том, что она может быть использована и использовалась для оценки качества обучения по тестовым материалам. В этом случае коэффициент пертинентности определяется по оценкам 4 и 5, коэффициент когнитивности по оценкам 3. Неудовлетворительные оценки, полученные на экзамене или при тестировании, лежат ниже порога когнитивности. Они дают нулевые баллы. Выражения (2) и (3) дают возможность оценить качество обучения и сравнить результаты обучения разных предметов или результаты обучения по одинаковым предметам, но читаемыми разными преподавателями.

Заключение

Предложенная методика является инструментом оценки качества обучения, инструментом оценки образовательных ресурсов порталом, инструментом поиска образовательных ресурсов поисковыми системами. Средняя кривая «понятийность» для образовательных ресурсов высокого

качества лежит между предельными кривыми 1 и 2. Для порталов низкого качества она опускается ниже предельной кривой 2. Предельные кривые когнитив энтропии являются аналогами предельных кривых карт Шухарта [21] в теории управления качеством продукции. Карты Шухарта применяются для простой статистической оценки качества продукции. Верхняя и нижняя границы в картах Шухарта симметричны и качественно равнозначны. Предельные кривые когнитив энтропии границы по смысловым характеристикам не равнозначны. Нижняя граница карт Шухарта соответствует нижней предельной кривой когнитив энтропии. Продукция, характеристики которой лежат ниже нижней границы карты Шухарта, считается не качественной. Точно также портал, характеристики которого лежат ниже предельной кривой 2 (рис. 1) является не качественным и не пригоден для образовательных целей. Методика может быть использована для расчета качества обучения по результатам экзаменов или тестов. Чем выше «понятийная кривая», тем выше качество обучения. Метод когнитив энтропии имеет прямой аналог в области управления качеством. Это подтверждает обоснованность данного подхода как инструмента оценки качества, но в сфере образования. Предложенная методика может использоваться для оценки качества образовательных ресурсов при информационном поиске или при дистанционном обучении [22]. Предложенная методика может использоваться для оценки качества мультимедийного образования [18]. Предложенная методика помогает оценить интегральное качество образования [23]. Кроме того, данная работа является развитием идей Норберта Винера по анализу содержательности информации и развития содержания и применения негэнтропии.

Литература

1. Лийв Э.Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия. Таллинн, 1998. 200 с.
2. Романов А.А. Социальная энтропия и образование человека XXI столетия // Психолого-педагогический поиск. 2014. No. 4. С. 32.
3. Лачинов В.М., Поляков А.О. Информодинамика или путь к Открытому миру. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 432 с.
4. Чечулин В.Л. Потребление негэнтропии и успеваемость // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2011. No. 1 (5). С. 75–80.
5. Лотоцкий В.Л. Энтропия и негэнтропия // Перспективы науки и образования. 2017. No. 1(25). С. 20–23.
6. Абрамова Н.А. О развитии когнитивного подхода к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций. Труды VII Международной конференции. М.: ИПУ РАН, 2007. С. 9–15.
7. Васильев В.И., Кудрявцева Р.Т. Использование технологии когнитивного моделирования для оценки информационных рисков вуза // Труды VIII межд. конф. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций. CASC. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 160–163.
8. Кузнецов Н.А., Мухелишвили Н.Л., Шрейдер Ю.А. Информационное взаимодействие как объект научного исследования // Вопросы философии. 1999. No. 1. С. 77–87.
9. Линецкий Б.Л. Информационный морфизм в менеджменте // Славянский форум. 2012. No. 1(1). С. 232–236.
10. Миронов А.А. Синергетический подход к разработке обобщенной модели информационного морфизма многомерных баз данных // Труды XVII Всероссийской научно методической конференции Телематика. 2010. С. 115–116.
11. Болбаков Р.Г. Когнитив-энтропия как характеристика образовательных процессов // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. No. 2. С. 11–17.
12. Шемакин Ю.И. Теоретическая информатика. // Под общей ред. К.И. Курбакова. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 1998. 132 с.
13. Цветков В.Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Перспективы науки и образования. 2013. No. 3. С. 38–46.
14. Номоконова О.Ю. Опыт врача как когнитивный информационный ресурс // Славянский форум. 2015. No. 3(9) С. 200–209.
15. Rozenberg I.N. Information reception in information and cognitive systems // European Journal of Technology and Design. 2015. 4. Vol. 10. Is. 4. P. 140–148., DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.140.
16. Энциклопедия Стэнфорда, раздел Теорикатегорий.

References

1. Liiv E. Kh. Infodinamika. Obobshchennaya entropiya i negentropiya. Tallinn, 1998. P. 200. (In Russ.)
2. Romanov A.A. Sotsial'naya entropiya i obrazovanie cheloveka XXI stoletiya. Psikhologo-pedagogicheskii poisk. 2014. No. 4. P. 32. (In Russ.)
3. Lachinov V.M., Polyakov A.O. Informodinamika ili put' k Otkrytomu miru. Sankt-Peterburg. Izd-vo SPBG TU, 1999. P. 432. (In Russ.)
4. Chechulin V.L. Potreblenie negentropii i uspevaemost'. Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya. 2011. No. 1 (5). P. 75–80. (In Russ.)
5. Lototskii V.L. Entropiya i negentropiya. Perspektivy nauki i obrazovaniya. 2017. No. 1(25). P. 20–23. (In Russ.)
6. Abramova N.A. O razvitii kognitivnogo podkhoda k upravleniyu slabostrukturirovannymi ob"ektami i situatsiyami. Kognitivnyi analiz i upravlenie razvitiem situatsii. Trudy VII Mezhdunarodnoi konferentsii. Moscow: IPU RAN, 2007. P. 9–15. (In Russ.)
7. Vasil'ev V.I., Kudryavtseva R.T. Ispol'zovanie tekhnologii kognitivnogo modelirovaniya dlya otsenki informatsionnykh riskov vuza. Trudy VIII mezhd. konf. Kognitivnyi analiz i upravlenie razvitiem situatsii. CASC. Moscow: IPU RAN, 2009. P. 160–163. (In Russ.)
8. Kuznetsov N.A., Muskhelishvili N.L., Shreider Yu.A. Informatsionnoe vzaimodeistvie kak ob"ekt nauchnogo issledovaniya. Voprosy filosofii. 1999. No. 1. P. 77–87. (In Russ.)
9. Linetskii B.L. Informatsionnyi morfizm v menedzhmente. Slavyanskii forum. 2012. No. 1(1). P. 232–236. (In Russ.)
10. Mironov A.A. Sinergeticheskii podkhod k razrabotke obobshchennoi modeli informatsionnogo morfizma mnogomernykh baz dannyykh. Trudy XVII Vserossiiskoi nauchno metodicheskoi konferentsii Telematika. 2010. P. 115–116. (In Russ.)
11. Bolbakov R.G. Kognitiv-entropiya kak kharakteristika obrazovatel'nykh protsessov. Dstantsionnoe i virtual'noe obuchenie. 2016. No. 2. P. 11–17. (In Russ.)
12. Shemakin Yu.I. Teoreticheskaya informatika. Pod obshchei red. K.I. Kurbakova. Moscow: Izd-vo Ros. ekon. akad., 1998. P. 132. (In Russ.)
13. Tsvetkov V.Ya. Kognitivnye aspekty postroeniya virtual'nykh obrazovatel'nykh modelei. Perspektivy nauki i obrazovaniya. 2013. No. 3. P. 38–46. (In Russ.)
14. Nomokonova O.Yu. Opyt vracha kak kognitivnyi informatsionnyi resurs. Slavyanskii forum. 2015. No. 3(9) P. 200–209. (In Russ.)
15. Rozenberg I.N. Information reception in information and cognitive systems. European Journal of Technology and Design. 2015. 4. Vol. 10. Is. 4. P. 140–148., DOI: 10.13187/ejtd.2015.10.140.
16. Entsiklopediya Stenforda, razdel Teoriya-kategorii. (In Russ.)

17. Лекторский В.А., Кудж С.А., Никитина Е.А. Эпистемология, наука, жизненный мир человека // Российский технологический журнал. 2014. No. 2 (3) С. 1–12.

18. Кудж С.А. Мультимедийные образовательные модели // Управление образованием: теория и практика. 2013. No. 4. С. 9–14.

19. Кудж С.А. Сценарии мультимедийного образования // Управление образованием: теория и практика. 2014. No. 1. С. 139–144.

20. Шафигов С.Г. Теория семантического поля и компонентной семантики его единиц. Уфа. 1999. С. 88. URL: <http://www.ling.gu.se/~jens/publications/docs051-075/075.pdf> (дата обращения 30.03.2017).

21. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Контрольные карты Шухарта // Методы менеджмента качества. 2003. No. 5. С. 30–37.

22. Бутко Е.Я. Эволюция дистанционного образования // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. No 5. С. 53–61.

23. Бутко Е.Я. Качественное образование // Экономика и образование сегодня. 2005. No 5. С. 24.

17. Lektorskii V.A., Kudzh S.A., Nikitina E.A. Epistemologiya, nauka, zhiznennyi mir cheloveka. Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal. 2014. No. 2 (3) P. 1–12. (In Russ.)

18. Kudzh S.A. Mul'timediinye obrazovatel'nye modeli. Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika. 2013. No. 4. P. 9–14. (In Russ.)

19. Kudzh S.A. Stsenarii mul'timediinogo obrazovaniya. Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika. 2014. No 1. P. 139–144. (In Russ.)

20. Shafikov S.G. Teoriya semanticheskogo polya i komponentnoi semantiki ego edinit. Ufa. 1999. P. 88. URL: <http://www.ling.gu.se/~jens/publications/docs051-075/075.pdf> (accessed: 30.03.2017). (In Russ.)

21. Adler Yu.P., Shper V. L. Kontrol'nye karty Shukharta. Metody menedzhmenta kachestva. 2003. No. 5. P. 30–37. (In Russ.)

22. Butko E.Ya. Evolyutsiya distantsionnogo obrazovaniya. Distantsionnoe i virtual'noe obuchenie. 2016. No 5. P. 53–61. (In Russ.)

23. Butko E.Ya. Kachestvennoe obrazovanie. Ekonomika i obrazovanie segodnya. 2005. No 5. P. 24. (In Russ.)

Сведения об авторах

Роман Геннадьевич Болбаков

Кандидат технических наук, доцент,
кафедра инструментального и прикладного
программного обеспечения института
информационных технологий
Московский технологический университет
(МИРЭА), Москва, Россия
Эл. почта: antaros05@ya.ru

Виктор Яковлевич Цветков

Доктор технических наук, профессор, кафедра
инструментального и прикладного программного
обеспечения института информационных
технологий
Московский технологический университет
(МИРЭА), Москва, Россия
Эл. почта: cvj2@mail.ru

Information about the authors

Roman G. Bolbakov

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Department
of Instrumental and Applied Software of the Institute
of Information Technologies
Moscow Technological University (MIREA),
Moscow, Russia
E-mail: antaros05@ya.ru

Viktor Y. Tsvetkov

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Department of
Instrumental and Applied Software of the Institute of
Information Technologies
Moscow Technological University (MIREA),
Moscow, Russia
E-mail: cvj2@mail.ru