

## НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Тищенко Е.Н.

д.э.н., профессор

Арапова Е.А.

Ростовский государственный экономический университет

dist\_edu@ntti.ru

**Аннотация:** Предложена методика оценки потребительского качества информационных систем в образовании инвалидов на основе показателей их доступности. Комплексная оценка инклюзивности системы формируется на основе нечетко-множественного агрегирования оценок доступности для лиц с различными нарушениями: слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, ментальной сферы.

**Ключевые слова:** потребительское качество, информационные системы в образовании, инклюзивное образование, онлайн обучение

## FUZZY-MULTIPLE ANALYSIS OF CONSUMER QUALITY INFORMATION SYSTEMS IN INCLUSIVE EDUCATION

Tishenko E.N.

Arapova E.A.

**Abstract:** A technique is proposed for assessing the consumer quality of information systems in inclusive education based on indicators of their accessibility. A comprehensive assessment of the inclusiveness of the system is formed on the basis of fuzzy-multiple aggregation of accessibility estimates for people with various impairments: hearing, vision, musculoskeletal system, mental sphere.

**Keywords:** consumer quality, information systems in education, inclusive education, online education.

Необходимость обеспечения равных возможностей для получения качественного образования всем категориям граждан, независимо от их ограничений и состояния здоровья, требует от образовательной организации создания особой инклюзивной образовательной среды [1]. Такая среда, как

правило, реализуется за счет потенциала инфо-коммуникационных технологий, использования специализированных информационных систем, в том числе массовых открытых образовательных платформ и информационных ресурсов [2]. Оценка потребительского качества таких систем позволяет сделать обоснованный выбор в пользу наиболее эффективной, максимально учитывающей потребности данного пользователя системы (с учетом имеющихся у него ограничений), существенно снизить затраты на ее адаптацию и модификацию, и, в целом, повысить качество оказания образовательных услуг за счет повышения их доступности. В настоящее время используется несколько подходов к определению понятия качества программных систем, которые в целом совместимы друг с другом [3]. Качество информационных систем в образовании, как правило, рассматривается с позиций их функциональных возможностей, стоимости и надежности [4]. Однако, этих характеристик недостаточно для оценки возможности использования систем людьми с ограниченными возможностями. Поэтому целесообразным является введение такого показателя качества, как инклюзивность системы, который характеризует возможность полноценного доступа ко всем компонентам системы для людей с различными психо-физическими нарушениями. Целью данного исследования является выявление и классификация значимых для оценки показателя инклюзивности критериев доступности образовательной системы, создание методики нечетко-множественной оценки этого показателя, а также ее апробация для сравнительной оценки инклюзивности наиболее популярных открытых массовых он-лайн платформ.

Общее описание методики:

Предложенная методика включает в себя следующие этапы:

Этап 1. Формирование для каждого вида нарушения (слуха, зрения, ОДА, ментальной сферы) комплексного показателя доступности  $g_i$ ,  $i=1..4$ .

Этап 2. Агрегирование полученных оценок в итоговую оценку инклюзивности образовательной системы  $g$ . Расчет значения каждого показателя осуществляется по следующему алгоритму:

1. Вводим в рассмотрение лингвистические переменные  $g_i$ . Универсальным множеством для каждой  $g_i$  служит отрезок  $[0,1]$ , а множеством значений всех пяти переменных  $g_1, g_2, g_3, g_4, g_5$  – терм-множество  $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$ . Для каждого из термов задается трапециевидная функция принадлежности, в соответствии с теорией стандартных пятиуровневых нечетких  $[0,1]$ -классификаторов [4].

2. Строим графы доступности по каждому виду нарушения, на основе которых формируем список из  $N$  исследуемых показателей. Выполняем расчет значений  $x_i$  ( $i=1..N$ ) каждого показателя. Значение  $x_i$  () представляет собой долю элементов образовательной системы, для которых критерий  $K_i$  выполняется, относительно общего количества протестированных элементов. Учитывая, что показатели неравновесны (оказывают разное влияние на уровень доступности ресурса), ранжируем их важность за счет весовых коэффициентов  $k_i$

3. Осуществляем переход от числовых значений показателей к числовым значениям оценок. Правило перехода от значений показателей  $x_i$  к весам термов лингвистических переменных  $g_i$  имеет вид:

$$g_i = \sum_{k=1}^5 p_k \bar{g}_k, p_k = \sum_{k=1}^N k_i \cdot \mu_{ik}(x_k), \quad (1)$$

где  $k_i$  – весовые коэффициенты показателей,  $\bar{g}_k$  – середины промежутков, являющихся носителями термов,  $\mu_{ik}(x_k)$  – значения функций принадлежности, рассчитанные для числовых показателей.

5. Выполняем лингвистическое распознавание полученных числовых оценок в соответствии с определением терм-множества  $G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5\}$

В работе [5] сформирован и классифицирован перечень требований информационной доступности вэб – контента, выполненный на основе актуальной нормативно-правовой базы: международного стандарта вэб-

доступности WCAG 2.0 [6], отечественного ГОСТ Р. 52872-2012 [ 7]. Из них можно выделить критерии, наиболее значимые при построении архитектуры вэб-ориентированных образовательных систем и классифицировать их по разным видам нарушений [5]. Оценка показателя доступности выполнялась для шести наиболее популярных образовательных платформ (таблица 1). Для аудита показателей доступности применялись следующие способы тестирования исследуемых ресурсов:

- Экспертный аудит доступности. Осуществляется специалистом, который просматривает ресурс и ищет возможные проблемы доступности (в том числе с использованием ассистивных средств).
- Автоматизированное тестирование доступности с использованием специализированных программных средств (программы WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) и TotalValidator) .

Полученные результаты нечетко-логического анализа показателей инклюзивности приведены в таблице 1.

	g1	Терм	g2	Терм	g3	Терм	g4	Терм	g	Терм
Открытое образование	<b>0,885</b>	G5	<b>0,561</b>	G3	<b>0,625</b>	G4	<b>0,657</b>	G4	<b>0,622</b>	G4
Интернет-университет «Интуит»	<b>0,315</b>	G2	<b>0,379</b>	G3	<b>0,377</b>	G2	<b>0,343</b>	G2	<b>0,337</b>	G2
Stepik	<b>0,441</b>	G3	<b>0,354</b>	G2	<b>0,503</b>	G3	<b>0,562</b>	G3	<b>0,408</b>	G3
Лекториум	<b>0,315</b>	G2	<b>0,312</b>	G2	<b>0,314</b>	G2	<b>0,390</b>	G2	<b>0,320</b>	G2
Универсариум	<b>0,315</b>	G2	<b>0,308</b>	G2	<b>0,314</b>	G2	<b>0,390</b>	G2	<b>0,320</b>	G2
TeachPro	<b>0,441</b>	G2	<b>0,379</b>	G2	<b>0,377</b>	G2	<b>0,390</b>	G2	<b>0,375</b>	G2

Таблица 1. Комплексная оценка доступности образовательных платформ

Таким образом, достаточно высокий показатель инклюзивности демонстрирует только платформа «Открытое образование», которая (с некоторыми ограничениями) может применяться в обучении лиц с инвалидностью, остальные системы имеют серьезные проблемы доступности, демонстрируя средний (Stepik) или низкий (остальные системы) уровень инклюзивности. В таблице 3 представлены значения оценок по каждому виду нарушения, а также их интерпретация с определением границ

применимости системы в обучении различной категории лиц с инвалидностью.

В процессе оценки качества информационных систем, применяемых в образовании лиц с инвалидностью, необходимо учитывать показатель их инклюзивности (доступности). Разработана методика, позволяющая сформировать комплексную оценку инклюзивности системы на основе оценок показателей по отдельным видам нарушений. Методика позволяет оценить значение показателя инклюзивности системы, выявить имеющиеся проблемы доступности, выработать практические рекомендации по их устранению, а также обозначить границы применимости данного ресурса для лиц с психо-физическими нарушениями различной степени тяжести.

Нарушения Образовательная система	Тер м	Слуха	Тер м	Зрения	Тер м	Моторные	Тер м	Ментальные
		Уровень, границы		Уровень границы		Уровень		Уровень
Открытое образование	G5	высокий, без ограничений	G3	средний, острота зрения не менее 0,3	G4	достаточно высокий	G4	достаточно высокий
Интернет-университет «Интуит»	G2	низкий, только для I степени тугоухости	G2	низкий, острота зрения не менее 0,7	G2	низкий	G2	низкий
Stepik	G3	средний, I-II степень тугоухости	G2	средний, острота зрения не менее 0,3	G3	средний	G3	средний
Лекториум	G3	низкий, только для I степени тугоухости	G2	низкий, острота зрения не менее 0,7	G2	низкий	G2	низкий
Универсариум	G3	низкий, только для I степени тугоухости	G2	средний, острота зрения не менее 0,3	G2	низкий	G2	низкий
TeachPro	G4	средний, I-II степень тугоухости	G2	низкий, острота зрения от 0,4 до 0,7	G2	низкий	G2	низкий

Таблица 3. Значения оценок и их интерпретация

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козырева О.А. Создание инклюзивной образовательной среды как социально-педагогическая проблема // Вестник ТГПУ. – 2014. – №1 (142).
2. Ткачук Е.О. LMS MOODLE в образовательном процессе вуза и олимпиадах школьников // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2018. – Т.4, Вып.1.

3. Щенников А.Н. Качество информационных систем // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2018. – №1 (5).
4. Тищенко Е.Н., Жилина Е.В., Шарыпова Т.Н., Палютина Г.Н. Нечеткие модели результатов освоения образовательных программ в области информационной безопасности // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2018. – Т.4, Вып.1
5. Арапова Е.А. Требования к информационной доступности образовательного контента для лиц с различными психофизическими нарушениями // Теория и практика дистанционного обучения учащихся и молодежи с ограниченными возможностями здоровья: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – 2018.
6. Руководство по обеспечению доступности веб-контента (WCAG) 2.0. – URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-ru/> (дата обращения: 09.12.2019).
7. Национальный стандарт российской федерации ГОСТ Р 52872-2012 Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103663> (дата обращения: 09.12.2019).