

Доступность массовых открытых онлайн курсов по компьютерным наукам и программированию для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Цель исследования: оценка доступности русскоязычных массовых открытых онлайн курсов (МООК) по компьютерным дисциплинам и программированию.

Результаты исследований последних лет показывают, что МООК имеют множественные нарушения веб-доступности, как со стороны платформ, так и со стороны авторского контента. Доступность МООК по компьютерным дисциплинам и программированию до настоящего времени не оценивалась. В то же время, специфика онлайн-курсов по программированию требует повышенного внимания к веб-доступности контента для лиц с ограниченными возможностями здоровья, особенно в части программного кода.

Материалы и методы. Отбор МООК осуществлялся в июле 2020 года путем просмотра каталогов платформ с русскоязычным контентом. Автоматический анализ веб-доступности выполнялся с помощью онлайн-инструмента WAVE. Для экспертного анализа использовали чек-листы доступности с кватернальной системой оценки по 69 признакам. Тремя экспертами оценивалась общая доступность платформ, доступность видеолекций, цифровых документов, тестов и программного кода.

Результаты. Обнаружено 65 курсов по компьютерным дисциплинам (Coursera – 32, Stepik – 33). Все курсы имеют нарушения веб-доступности. Наибольшее количество недостатков относится к общей доступности платформ. В результате автоматической и экспертной проверок зафиксированы следующие нарушения: низкий контраст между фоном и текстом; ошибки навигации, связанные с отсутствием меток в атрибутах; пустые ссылки и кнопки; отсутствие альтернативного текста для ссылок и изображений; ошибки идентификации форм; отсутствие пользовательских настроек веб-страницы; погрешности в клавиатурном доступе к медиаплеерам; нару-

шения структуры и логики прочтения страницы, создающие проблемы воспроизведения вспомогательными технологиями и текстовыми браузерами. Нарушения, обнаруженные в авторском контенте, связаны с некомпетентностью в области веб-доступности авторов и разработчиков МООК. Наиболее часто встречаются следующие ошибки: отсутствие конспектов лекций, эквивалентных видеоряду; некорректная формулировка гиперссылок; отсутствие программно определенной структуры документа; использование в тексте фрагментов, которые нельзя воспроизвести программой экранного доступа. Вспомогательные технологии практически всегда воспроизводят программный код с ошибками и пропусками, а встроенные компиляторы имеют нарушения доступности визуального интерфейса и обратной связи.

Заключение. Для повышения веб-доступности МООК по компьютерным дисциплинам и программированию необходимо соблюдать следующие рекомендации: 1) исправить общие ошибки доступности платформ и привести контент уже опубликованных МООК в соответствие с требованиями веб-доступности Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1; 2) допускать к публикации на платформах только те курсы, которые прошли процедуру оценки веб-доступности; 3) обучать лиц, причастных к производству МООК, основам веб-доступности и разрабатывать новые курсы согласно положениям WCAG 2.1; 4) уделить внимание созданию эргономичных компиляторов, согласно требованиям к доступному программному обеспечению и инструментам веб-разработки.

Ключевые слова: МООК; электронное обучение; компьютерные дисциплины; программирование; лица с ограниченными возможностями здоровья; веб-доступность; WCAG 2.1.

Ekaterina A. Kosova, Aleksandra S. Gapon, Kirill I. Redkokosh
Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

Accessibility of Massive Open Online Courses in Computer Sciences and Programming for Persons with Disabilities

Purpose of research. The work deals with accessibility assessment of the Russian-language massive open online courses (MOOCs) in computer science and programming.

Recent studies show that MOOCs have multiple web accessibility mistakes, both from the side of the platform and/or the authors' content. The accessibility of MOOCs in computer science and programming has not been studied yet. At the same time, the specifics of online courses on programming require greater attention to the web content accessibility for persons with disabilities, especially in a program code.

Material and methods. The selection of MOOCs was carried out in July 2020 by browsing catalogs of platforms with Russian-language content. Automatic web accessibility analysis was performed using the WAVE online tool. Checklists with a quaternary assessment system for

69 features were utilized for the expert accessibility analysis. Three experts evaluated overall accessibility of the platforms, accessibility of video lectures, digital documents, tests and program code.

Results. 65 MOOCs in computer science and programming were found (Coursera - 32, Stepik - 33). All courses have web accessibility mistakes. Most of the errors are related to the common accessibility of the platforms. As a result of the automatic and expert checks, the following errors were found: low contrast between the background and the text; navigation errors related to the missing labels in attributes; empty links and buttons; lack of alternative text for links and images; form identification errors; lack of custom web page settings; errors in keyboard access to media players; errors of the page structure and page reading logic, creating playback problems by assistive technologies and text browsers. Errors in authors' content are

related to the incompetence of the MOOCs authors and developers in the field of web accessibility. The most common mistakes are: lack of lecture notes that are equivalent to video; incorrect wording of hyperlinks; lack of software-defined structure of the documents; the use of fragments in the content unreadable by the screen reader. Assistive technology almost always reproduces the code with errors and gaps, and embedded compilers have impaired access to the visual interface and feedback.

Conclusion. To improve the web accessibility of the MOOCs in computer science and programming, the following steps should be carried out: 1) common platform accessibility errors should be fixed

and the content of the published MOOCs should be brought in line with the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1; 2) only those courses should admit for publication on platforms, that have passed the web accessibility assessment procedure; 3) MOOCs' production teams should be trained in the basics of web accessibility and develop new courses in accordance with WCAG 2.1; 4) attention should be paid to the creation of ergonomic compilers in accordance with the requirements for accessible software and web development tools.

Keywords: MOOC; e-learning; computer disciplines; programming; persons with disabilities; web accessibility; WCAG 2.1.

Введение

Подготовка специалистов в области информационных технологий и программирования относится к перспективным направлениям обучения в современной высшей школе. Согласно исследованию, опубликованному международным тренинговым центром Guthrie-Jensen [1], в топ-10 самых востребованных на рынке труда профессий входят аналитики данных, разработчики программного обеспечения и компьютерные программисты. Во время приемной кампании в российские вузы 2019–2020 был проведен эксперимент по увеличению количества бюджетных мест на информационно-технологические (ИТ) специальности, который, по данным ведущих вузов, полностью себя оправдал – конкурс оказался выше, чем в предыдущие годы [2]. С учетом этой тенденции, в 2021 году количество бюджетных мест на ИТ-направления будет увеличено еще на 18% [3]. Таким образом, интерес абитуриентов к ИТ-подготовке поддерживается государством и положительно коррелирует с потребностью в ИТ-специалистах на рынке труда.

Информатика и компьютерные науки широко представлены в дистанционной образовательной среде, о чем свидетельствует содержание каталогов ведущих платформ онлайн-образования. Например, по состоянию на 8 августа 2020 года на edX в разделе «Computer Science» более 600 массовых открытых онлайн

курсов (МООК), что составляет четвертую часть от всей базы платформы, Coursera предлагает около 1000 курсов в этом же разделе (24% от общего количества), платформа Udacity практически полностью ориентирована на формирование профессиональных цифровых навыков (94% из 242 курсов).

МООК рассчитаны на неограниченное число слушателей и предоставляют открытый доступ через Интернет, что способствует увеличению доступности высшего образования [4]. Результаты эмпирических исследований показывают эффективность применения МООК в учебном процессе [5]. Преподаватели компьютерных наук и студенты с энтузиазмом относятся к использованию такого вида обучения, отмечая увеличение скорости формирования навыков и полноты получаемых знаний [6], результаты обучения программированию в дистанционном формате оказываются в среднем выше, чем в аудиторном [7]. Существует мнение, что в скором времени большую часть профессиональных компетенций будущие ИТ-специалисты будут получать через МООК [8]. В то же время, обучение компьютерным наукам и программированию относят к довольно сложным задачам, требующим от обучающихся интенсивного выполнения упражнений [9] в специализированном программном обеспечении (компиляторах, терминалах, интегрированных средах разработки (ИСР)) [10]. Соответствующие образовательные курсы имеют

достаточно высокий процент отсева и неуспеваемости обучающихся [11–15], особенно в первый год обучения [16, 17] из-за сложностей в понимании логики конструирования компьютерных программ и синтаксиса языков программирования [18].

Если же обучающийся имеет ограниченные возможности здоровья (ОВЗ), можно ожидать, что вероятность разочарования и отказа от прохождения курса возрастет. Для полноценного онлайн обучения студента с ОВЗ необходимо, чтобы дизайн МООК соответствовал требованиям веб-доступности, то есть обеспечивал восприятие и понимание контента, свободную ориентацию и навигацию внутри курса, эффективное взаимодействие с интерактивным функционалом [19, 20]. Ограничения здоровья, такие как нарушения зрения, слуха, речи, опорно-двигательного аппарата, нервной системы и когнитивных функций, создают для студентов барьеры доступа к электронному обучению с использованием дистанционных образовательных технологий и снижают учебную мотивацию, если платформы онлайн-образования и контент МООК разработаны без учета международных стандартов веб-доступности Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, 2.1 [21, 22].

Необходимость обеспечения доступного образования всех форм и уровней для лиц с ОВЗ закреплена в международных и национальных нормативных актах [23, 24]. В то же время, результаты последних

исследований показывают, что MOOK имеют множественные нарушения веб-доступности, как со стороны платформ, так и со стороны авторского контента [25–35].

По имеющимся данным, комплексные исследования по оценке веб-доступности MOOK сферы информационных технологий до сих пор не проводились. В то же время, на наш взгляд, специфика курсов по программированию требует повышенного внимания к доступности программного кода, а именно к адекватному воспроизведению синтаксических конструкций языка программирования, предоставлению возможности ввода программного кода и получения обратной связи в компиляторах и ИСР вне зависимости от сложности и глубины физических ограничений, а также сенсорных и когнитивных особенностей обучающегося.

Целью настоящей статьи является оценка веб-доступности русскоязычных MOOK по компьютерным дисциплинам и программированию.

Материал и методы

Отбор MOOK осуществлялся в июле 2020 года путем просмотра каталогов платформ с русскоязычным контентом *Лекториум*, *Открытое образование*, *Универсариум*, *Coursera*, *Stepik*. Критериями отбора курсов являлись: тематика, имеющая непосредственное отношение к программированию; бесплатность материалов; доступность для прохождения в период проведения анализа; соответствие MOOK учебным программам направлений подготовки 01.03.02 Прикладная математика и 01.03.04 Прикладная математика и информатика. Для уточнения результатов отбора анализировались страницы описания курсов.

На первом этапе отбора из списка источников были

исключены платформы, в каталогах которых MOOK по интересующей тематике либо отсутствовали (*Лекториум* и *Универсариум*), либо были закрыты в указанный период времени (*Открытое образование*). В результате получена выборка из 65 курсов двух платформ (32 – *Coursera*, 33 – *Stepik*), которые составили базу для дальнейшего анализа.

Анализ веб-доступности выполнялся тремя экспертами на основе методик, описанных в работах [34, 35]. На тестовом этапе были произвольно выбраны и синхронно проанализированы каждым из проверяющих два MOOK (по одному из каждой платформы), после чего было выполнено сравнение результатов, обсуждение и коррекция методики оценки. На всем протяжении исследования общение экспертов производилось онлайн в голосовом и текстовом каналах платформы Discord. В своей работе эксперты использовали одинаковое программное обеспечение.

Для автоматической оценки веб-доступности был использован онлайн-инструмент WAVE [36], с помощью которого выполнялась проверка восьми страниц курса (в случае наличия): 1) описание курса (превью до записи на курс); 2) обзор курса (после записи на курс); 3) видеолекция; 4) цифровой документ (конспект, сопроводительные материалы); 5) тест; 6) форум; 7) задание на взаимное оценивание; 8) задание на программирование. Для пунктов 3–8 выбор страницы для анализа выполнялся произвольно. Всего проанализировано 394 страницы. Результаты анализа были систематизированы в таблицы с полями: наименование ошибки доступности; количество подобных ошибок на странице; нарушенное положение WCAG 2.1, соответствующее ошибке, с указани-

ем уровня соответствия (А или АА). Согласно WCAG 2.1 [22] уровень А (низший) устанавливает минимальные требования доступности к веб-странице. Наличие ошибок этого уровня означает, что веб-страница абсолютно не доступна для определенных категорий пользователей, уровень АА (средний) предполагает значительные сложности в восприятии контента и оперировании веб-страницей, уровень ААА (высший) допускает отдельные трудности при работе с веб-страницей. Большинство современных политик и стандартов веб-доступности ориентированы на соблюдение требований WCAG уровней А и АА [37].

Для экспертного анализа были использованы чек-листы с вариантами оценки: «1» – критериальный признак присутствует; «2» – признак отсутствует; «3» – признак частично присутствует (например, не для всех страниц); «4» – нет данных (например, в случае отсутствия признака-родителя). В ходе анализа и экспертного обсуждения была выделена совокупность критериальных признаков, принимающих одинаковое значение для всех курсов платформы (всего 13 критериев), что существенно ускорило процесс экспертной проверки. На детальный анализ каждого курса было затрачено в среднем 45 минут, в то время как анализ без учета повторяющихся признаков занимал от 60 до 120 минут. Все критерии были распределены поблочно в соответствии с типом оцениваемого контента: общая доступность платформы (13 критериев); доступность аудио- и видеоконтента видеолекций (16 критериев); доступность цифровых документов (6 критериев); доступность тестов (5 критериев); доступность программного кода, а также заданий на программирование (29 критериев). Последний блок критериальных

признаков был разработан специально для проведения данного исследования.

Рассмотрим ограничения и допущения исследования:

Анализ проводился в браузерах Google Chrome, Links, Mozilla Firefox, Ms Edge, Opera.

Проверка качества воспроизведения страницы на мобильных устройствах и при изменении разрешения экрана проверялась с помощью расширения Web Developer в браузерах Google Chrome и Mozilla Firefox.

Для проверки цветовой контрастности веб-страницы использовали онлайн-сервис Color Contrast Checker [38], для определения цвета пикселя – инструмент «Определение цвета пикселя онлайн» [39]. Согласно критерию WCAG 2.1 «Контраст (минимальные требования)» уровня AA [22] достаточным считалось соотношение контраста между текстом и фоном 4,5 : 1.

Для проверки адекватности озвучивания веб-страниц, функций медиаплеера, текста разных типов, включая программный код, использовали расширения Chrome Vox браузера Google Chrome, «Прочсть вслух» браузера Ms Edge, «Экранный диктор» для Windows 10, программу экранного доступа NVDA для Windows.

В ходе анализа не использовалось вспомогательное (ассистивное) программное и аппаратное обеспечение, за исключением экранных дикторов.

Обработка данных автоматического и экспертного тестирования производилась в программах Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 23.0 методами описательной статистики.

Общие сведения о курсах

В результате поиска были отобраны MOOK, которые можно укрупненно сгруппи-

ровать по следующим темам: «Программирование» (49 курсов; 75,4%), «Веб-разработка» (14; 21,5%), «Мобильная разработка» (8; 12,3%), «Операционные системы» (4; 6,2%), «Анализ данных» (4; 6,2%), «Построение и анализ алгоритмов» (3; 4,6%), «Компьютерная верстка» (1; 1,5%). Некоторые курсы представлены несколькими тематиками. Предметом изучения и/или инструментарием отобранных курсов являются языки программирования, языки разметки гипертекста или системы компьютерной верстки.

Анализ содержания MOOK на соответствие основным профессиональным образовательным программам направлений подготовки 01.03.04 Прикладная математика и 01.03.02 Прикладная математика и информатика показал, что некоторые компьютерные дисциплины не представлены в русскоязычном образовательном онлайн-сегменте. В частности, не удалось обнаружить MOOK по следующим предметам: «Архитектура компьютеров», «Компьютерная графика», «Компьютерные сети», «Системное программирование», «Анализ и оптимизация компьютерных сетей», «Программное обеспечение персональных компьютеров», «Логическое программирование». Остальным обязательным и элективным дисциплинам учебных планов соответствует от 2 (3,1%) до 20 (30,8%) MOOK.

На платформе *Stepik* все 33 курса были полностью свободны для прохождения и бесплатны, включая получение сертификата. На 21 курсе платформы *Coursera* предлагался 7-дневный ознакомительный период с бесплатным доступом ко всем материалам и получению сертификата, 6 курсов разрешали неограниченный по времени доступ к материалам, кроме оцениваемых заданий, 5 курсов допускали слушате-

ля ко всему контенту без исключения и на любое время. Стоимость продолжения обучения и получения сертификата по 32 MOOK на *Coursera* составляла от 2166 до 5902 рублей. Продолжительность прохождения курсов на обеих платформах варьировала от 1 часа до 155 часов (30,3 часа в среднем).

Как показано на рис. 1, более трети всех курсов представлены тандемом Московского физико-технического института (МФТИ) и Фонда развития онлайн-образования (ФРОО). В разработке пятой части MOOK приняла участие Mail.Ru Group, далее с отставанием в один курс следует Яндекс. Активную позицию занимает e-legion (все шесть курсов разработаны в сотрудничестве с МФТИ и ФРОО) и Computer Science Center (CSC) (девять самостоятельно разработанных MOOK). От двух до четырех курсов представлены Высшей школой экономики (ВШЭ), Bioinformatics Institute, Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ», Томским государственным университетом (ТГУ), Санкт-Петербургским государственным университетом (СПбГУ). 14 самостоятельных авторов и/или организаций опубликовали по одному MOOK, что составляет пятую часть всех найденных курсов.

В табл. 1 приведена статистика встречаемости в онлайн-курсах языков программирования и разметки (всего зафиксировано 17 языков). Обнаружено, что тройку наиболее популярных и изучаемых языков программирования составляют C++, Python и Java (32 курса; 49,2%), а в области веб-разработки остается востребованным изучение JavaScript (3 отдельных курса; 4,6% плюс его модули в более общих MOOK) и языков разметки HTML и CSS (6 курсов; 9,2%).

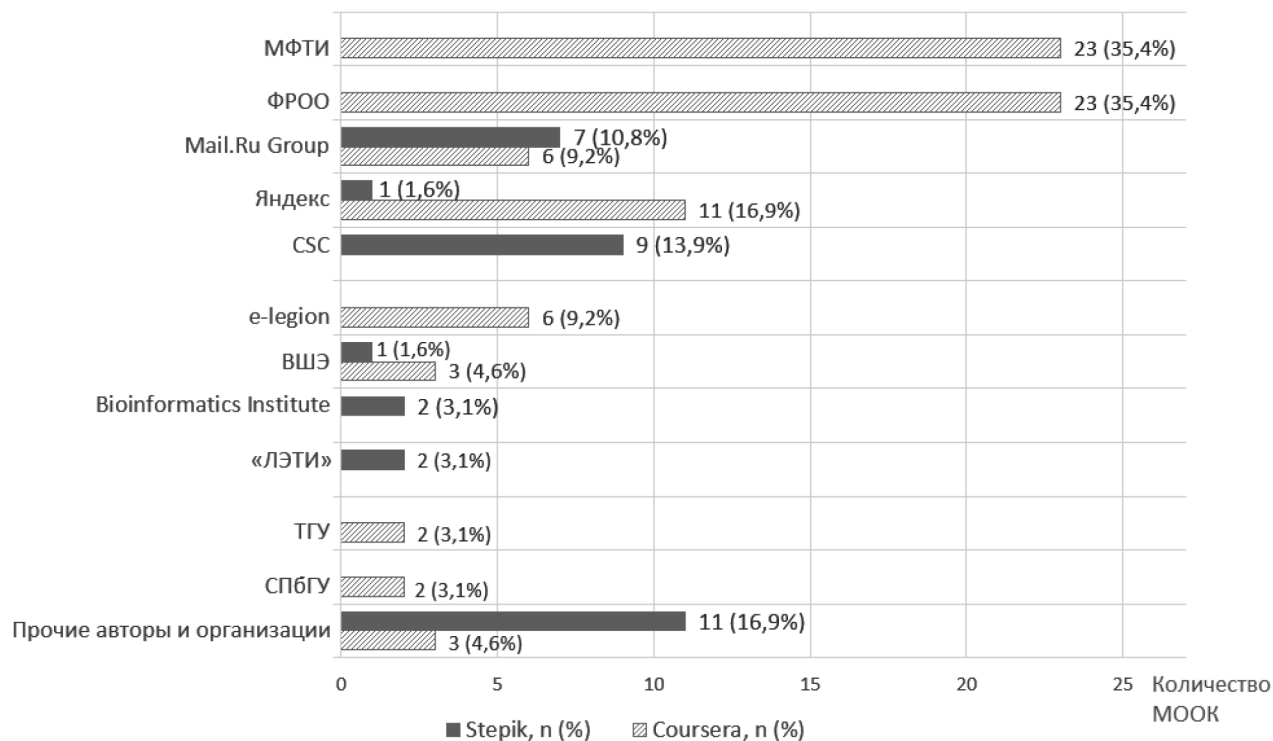


Рис. 1. Распределение исследованных MOOC по разработчикам

Таблица 1

Распределение MOOC по изучаемым языкам программирования и разметки

Языки	Всего, n (%)	Coursera, n (%)	Stepik, n (%)	Языки	Всего, n (%)	Coursera, n (%)	Stepik, n (%)
C++	14 (21,5)	7 (10,8)	7 (10,8)	Golang	2 (3,1)	2 (3,1)	0 (0,0)
Python	11 (16,9)	6 (9,2)	5 (7,7)	Pascal	1 (1,5)	1 (1,5)	0 (0,0)
Java	7 (10,8)	2 (3,1)	5 (7,7)	R	1 (1,5)	0 (0,0)	0 (0,0)
C	5 (7,7)	1 (1,5)	4 (6,2)	PHP	1 (1,5)	1 (1,5)	0 (0,0)
Kotlin	4 (6,2)	1 (1,5)	3 (4,6)	Perl	1 (1,5)	0 (0,0)	1 (1,5)
C#	3 (4,6)	0 (0,0)	3 (4,6)	QML	1 (1,5)	0 (0,0)	1 (1,5)
JavaScript	3 (4,6)	2 (3,1)	1 (1,5)				
Swift	2 (3,1)	1 (1,5)	1 (1,5)	HTML, CSS	6 (9,2)	2 (3,1)	4 (6,2)
Haskell	2 (3,1)	0 (0,0)	2 (3,1)	LaTeX	1 (1,5)	1 (1,5)	0 (0,0)

Автоматическое тестирование веб-доступности

В результате анализа отображенных страниц (Coursera – 213, Stepik – 181) зафиксировано 21781 ошибку доступности десяти типов. Наибольшее количество ошибок относится к позиции «Нерабочая ссылка ARIA» (нарушения доступности уровня A), которая означает отсутствие или некорректное описание метки в атрибутах гиперссылки (табл. 2). Эта распространенная ошибка может являться

причиной неправильного озвучивания контента программами экранного доступа. Вообще, атрибуты доступных полнофункциональных интернет-приложений (Accessible Rich Internet Applications, ARIA) предназначены для облегчения лицам с ОВЗ взаимодействия с контентом. При неправильном использовании ARIA доступность веб-страницы может быть утеряна. На обеих платформах часто встречается нарушение «Очень низкий контраст» (уровень AA), создающее проблемы для пользователей с пониженным

зрением и цветовой слепотой. Отдельные страницы цифровых документов не содержат программно определенных заголовков (уровни A, AA), что затрудняет идентификацию элементов веб-страницы вспомогательными технологиями. Сложности идентификации возникают также из-за отсутствия текстового описания для кнопок (уровень A). Ошибка «Нерабочее меню ARIA» (уровень A) приводит к проблемам клавиатурного взаимодействия с элементами навигации.

Замечено, что разным платформам свойственны разные

Ошибки веб-доступности, обнаруженные в результате автоматического тестирования

Наименование ошибки и соответствующие правила WCAG 2.1	Coursera: количество страниц, n (% по платформе; % общий)	Stepik: количество страниц, n (% по платформе; % общий)	Общее количество ошибок, n
Несколько меток для одной формы 1.1.1 Нетекстовый контент (уровень A) 1.3.1 Информация и отношения (A) 2.4.6 Заголовки и метки (AA) 3.3.2 Метки или инструкции (A)	25 (11,7; 6,3)	0 (0,0; 0,0)	546
Нерабочая ссылка ARIA 1.3.1 Информация и отношения (A) 4.1.2 Имя, роль, значение (A)	212 (99,5; 53,8)	12 (6,6; 3,0)	10373
Нерабочее меню ARIA 2.1.1 Клавиатура (A) 4.1.2 Имя, роль, значение (A)	32 (15,0; 8,1)	49 (27,1; 12,4)	305
Пустая кнопка 1.1.1. Нетекстовый контент (A) 2.4.4 Цель ссылки (в контексте) (A)	11 (5,2; 2,8)	167 (92,3; 42,4)	339
Очень низкий контраст 1.4.3 Контраст (минимум) (AA)	207 (97,2; 52,5)	181 (100; 45,9)	7674
Отсутствие метки для формы 1.1.1 Нетекстовый контент (A) 1.3.1 Информация и отношения (A) 2.4.6 Заголовки и метки (AA) 3.3.2 Метки или инструкции (A)	13 (6,1; 3,3)	181 (100; 45,9)	559
Пустая ссылка 2.4.4 Цель ссылки (в контексте) (A)	1 (0,5; 0,3)	181 (100; 45,9)	1317
Отсутствует альтернативный текст 1.1.1 Нетекстовый контент (A)	1 (0,5; 0,3)	87 (48,1; 22,1)	136
На связанном изображении отсутствует альтернативный текст 1.1.1 Нетекстовый контент (A) 2.4.4 Цель ссылки (в контексте) (A)	0 (0,0; 0,0)	145 (80,1; 36,8)	478
Пустой заголовок 1.3.1 Информация и отношения (A) 2.4.1 Пропуск блоков (A) 2.4.6 Заголовки и метки (AA)	7 (3,3; 1,8)	2 (1,1; 0,5)	22

ошибки. Например, наличие нескольких меток для одной формы (уровни A, AA) – нарушение, дезориентирующее вспомогательные технологии, – встречается только на Coursera, отсутствие альтернативного текста, пустых ссылок (уровень A), а также меток для форм (уровни A, AA) свойственны преимущественно страницам платформы Stepik. Последние ошибки приводят к некорректному воспроизведению контента страницы, что вводит в заблуждение пользователей экранных дикторов и брайлевских дисплеев.

Следует отметить, что перечень нарушений, за редким исключением, фиксирован для каждого типа проверяемых страниц конкретной платформы-провайдера. Этот факт сви-

детельствует о том, что большинство допущенных ошибок находится в сфере ответственности платформ и в меньшей мере зависит от авторского контента.

Распределение нарушений доступности по курсам дает представление о глубине проблемы веб-доступности на каждой платформе. В табл. 3 и на рис. 2 приведены сводные

Таблица 3

Распределение ошибок веб-доступности по курсам двух платформ

Наименование ошибки доступности с указанием уровня	Coursera, n (% по платформе)	Stepik, n (% по платформе)
Несколько меток для одной формы (A, AA)	21 (65,6)	0 (0,0)
Нерабочая ссылка ARIA (A)	32 (100,0)	9 (27,3)
Нерабочее меню ARIA (A)	31 (96,9)	27 (81,8)
Пустая кнопка (A)	11 (34,4)	33 (100,0)
Очень низкий контраст (AA)	32 (100,0)	33 (100,0)
Отсутствие метки для формы (A, AA)	13 (40,6)	33 (100,0)
Пустая ссылка (A)	1 (3,1)	33 (100,0)
Отсутствует альтернативный текст (A)	1 (3,1)	33 (100,0)
На связанном изображении отсутствует альтернативный текст (A)	0 (0,0)	33 (100,0)
Пустой заголовок (A, AA)	6 (18,8)	2 (6,1)

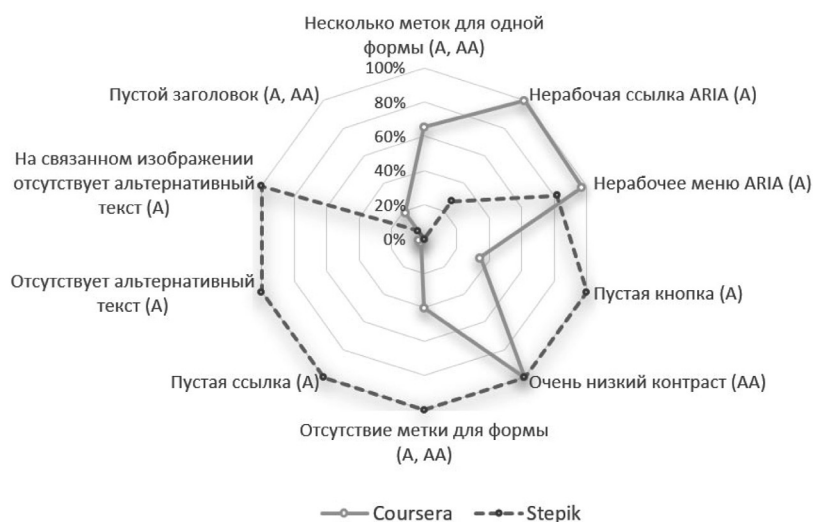


Рис. 2. Распределение ошибок веб-доступности в MOOC по ИТ-дисциплинам на платформах Coursera и Stepik

статистические данные, из которых можно заключить следующее: в выборке нет ни одного курса без ошибок; проблема низкого контраста присуща всем курсам; курсы Stepik и Coursera имеют, соответственно, 60% и 20% типов проблем доступности. Сравнительный анализ результатов дает право утверждать, что платформа Stepik менее доступна для лиц с ОВЗ, чем Coursera, которая, в свою очередь, слабо доступна. Более подробное исследование проблем веб-доступности, проведенное путем экспертного анализа, рассматривается далее.

Экспертная проверка веб-доступности

Веб-доступность образовательных платформ. В ходе исследования удалось выделить 13 критериальных признаков доступности, которые не изменяются от курса к курсу и не зависят от платформы. Путем экспертного анализа получены следующие данные для Coursera и Stepik: 1–2) платформы не предоставляют пользователям инструменты для изменения размера шрифта и цветовой схемы; 3–5) функции встроенных медиаплееров позволяют регулировать громкость звука

и скорость воспроизведения, а также осуществлять управление с помощью клавиатуры (за исключением клавиатурного доступа к ползунку регулирования звука на Coursera); 6) медиаплееры совместимы с экранными дикторами (за исключением некорректного озвучивания продолжительности видео на обеих платформах); 7) воспроизведение веб-страниц не доступно в текстовых браузерах; 8–11) веб-страницы отображаются в браузерах Chrome, Firefox, Opera и Edge с удовлетворительным качеством; 12–13) при изменении разрешения экрана и воспроизведении на мобильных устройствах наблюдаются нарушения визуализации, ограничивающие доступ к меню с учебными модулями.

В большинстве случаев функционал веб-страницы допускает управление только с помощью клавиатуры, без использования манипулятора; значение этого критерия варьирует от курса к курсу и для ряда MOOC выполняется полностью (25; 38,5%), но, чаще, частично (40; 61,5%).

Доступность медиа, цифровых документов и тестов. Абсолютное большинство MOOC обеих платформ (60 курсов; 92,3%) содержат видеоматери-

алы (Приложение А). Представленные видео за редким исключением имеют качественный звук (58; 89,2%), однако ни одна видеолекция не снабжена интерпретацией на языке жестов. Все видеоматериалы платформы Coursera оснащены субтитрами и стенограммами, доступными для скачивания, причем субтитры выполнены качественно, в подавляющем большинстве случаев соответствуют аудиоряду, синхронизированы с аудио, задерживаются на экране не менее двух секунд и, чаще всего, включают информацию о фоновых звуках. Стенограммы всех видеолекций дублируют аудиодорожку, но не содержат тифлокомментариев, необходимых для понимания неозвученного контекста. На платформе Stepik обнаружено только два курса с субтитрами видеолекций. В обоих случаях субтитры не доступны для скачивания, созданы автоматическим сервисом видеохостинга YouTube, основанным на распознавании речи, что обеспечивает точную синхронизацию голоса лектора и подписей, но не лучшим образом сказывается на качестве текста и его соответствии аудиоряду. Критерий «все визуальные фрагменты, важные для понимания контекста, описаны словами (аудио)» выполняется лишь для 12 (18,5%) курсов, что создает проблемы восприятия для людей с глубокими нарушениями зрения. Пробелы в понимании материала могут восполнить конспекты лекций, однако более половины курсов (33; 50,8%) конспектов не содержат и только пятая часть MOOC (13; 20%) предоставляет конспекты, полностью эквивалентные видеоряду.

Под цифровыми документами понимали конспекты, инструкции для установки программного обеспечения, выполнения практических работ и заданий на взаимную оценку, списки источников и

прочие дополнительные материалы в форматах HTML, PDF, DOC(X), PPT(X). Обнаружено, что большинство курсов (54; 83,1%) имеет цифровые документы, но подавляющая их часть разработана с нарушением правил доступности (Приложение Б), а именно: программы экранного доступа воспроизводят контент документа с нарушением логической последовательности изложения, пропусками и ошибками, не озвучивают рисунки и чертежи (50; 76,9%); зачастую гиперссылки не имеют текстовой идентификации или из описания не определяется точное направление перехода (19; 29,2%); имеются отдельные нарушения контраста между фоном и передним планом (45; 69,2%).

Установлено, что, если в MOOK используются тесты (53 курса; 81,5%), то их выполнение не ограничено по времени, обеспечена возможность обратной связи только с помощью клавиатуры, и все упражнения организованы так, что не требуют хорошей координации зрения и манипуляций (Приложение В). В то же время, программы экранного доступа в большинстве случаев (42; 64,6%) озвучивают тест с ошибками, пропусками и непоследовательно. Выполненный анализ показал отсутствие зависимости результатов от платформы-провайдера.

Доступность программного кода. 64 MOOK (98,5%) содержат программный код, который представлен в разных форматах: рисунки (12 курсов; 18,5%), видео (58; 89,2%), исполняемые файлы (20; 30,1%), код, включенный в структуру веб-страницы (50; 76,9%), или другим способом (как правило, в файлах PDF) (33; 50,8%). Проверка показала, что программа экранного доступа озвучивает программный код (59; 90,8%), но практически всегда это озвучивание некорректно (58; 89,2%). Основные

проблемы при воспроизведении составляют пропуски пунктуации, имен переменных, математических символов, неправильное произношение или пропуски ключевых слов. Следует отметить, что для языков программирования практически каждый символ (за исключением строк комментария) является важным элементом грамматики, влияющим на работоспособность программы. Правильное воспроизведение программного кода, вплоть до символа, имеет ключевое значение для понимания слушателем программы, что особенно актуально при изучении нового языка программирования.

В контенте 52 курсов (80%) присутствуют задания на программирование. Как правило, обучающимся предлагается воспользоваться для решения задач сторонним программным обеспечением (ПО) (22; 33,8%) или, как на *Stepik*, компиляторами и терминалами, встроенными в веб-страницу (27; 41,5%). На одном из курсов содержится ссылка на онлайн-компилятор *Ideone* [40], анализ веб-страницы которого показал слабую доступность. Для слушателей важно, чтобы стороннее ПО было доступно для установки и использования на момент обучения, а гиперссылка на стороннее ПО была оформлена корректно. Из данных, приведенных в Приложении Г, видно, что эти требования соблюдаются не для всех курсов, рекомендуемых внешним компилятором.

Изучение компиляторов, встроенных в курс, позволило сделать следующие заключения: на веб-страницах отсутствует идентификация поля для ввода кода – программно определенная метка, которая озвучивается экранном диктором и тем самым подсказывает пользователю, где вводить код; в настройках компиляторов не поддерживается изменение размера текста и цветовой схемы; функционалом веб-стра-

ниц предусмотрено возвращение к коду после компиляции для просмотра и исправления ошибок, а также увеличение окна для ввода кода по мере появления новых строк (за исключением режима терминала); обратная связь после компиляции реализована частично – для некоторых управляющих кнопок отсутствует озвучивание экранном диктором, в режиме терминала обратная связь не доступна; при использовании только клавиатуры не доступна кнопка запуска кода; достаточный контраст между фоном и текстом зафиксирован только в терминале (черное на белом), в остальных случаях контрастность имеет нарушения в нумерации строк и тексте программы.

Обсуждение

Настоящее исследование, по данным авторов, является первым опубликованным анализом веб-доступности онлайн-курсов в области компьютерных наук и программирования в русскоязычном сегменте. Результаты автоматического и экспертного тестирования в целом показывают низкий уровень доступности MOOK-платформ и образовательного контента, что согласуется с данными предыдущих исследований по доступности MOOK. В частности, в работах [25, 29, 30] обнаружено, что курсы платформы *Coursera* не соответствуют требованиям WCAG. В работе [26] высказано предположение, что при разработке MOOK-платформ авторы не ставили перед собой задачу создания доступного дизайна, по результатам проверки положительные показатели доступности получены только для платформы *edX*. К выводам о низкой доступности платформ и курсов пришли авторы исследований [27, 28, 32], анализируя национальные платформы онлайн-образования, но MOOK ИТ-направ-

ления до настоящего времени не исследовались. Результаты оценки русскоязычных математических MOOK показали низкую доступность MOOK-платформ *Coursera*, *Stepik*, *Лекториум*, *Открытое образование* и *Универсарium* и размещенного на них образовательного контента [34, 35].

Наибольшее количество недостатков относится к погрешностям общей доступности платформ. В результате автоматической и экспертной проверок зафиксированы следующие нарушения: низкий контраст между фоном и текстом; ошибки навигации, связанные с отсутствием меток в атрибутах; пустые ссылки и кнопки; отсутствие альтернативного текста для ссылок и изображений; ошибки идентификации форм; отсутствие пользовательских настроек изображения; погрешности в клавиатурном доступе к медиаплеерам; нарушения структуры и логики прочтения страницы, создающие проблемы воспроизведения вспомогательными технологиями и текстовыми браузерами. На платформе *Stepik* к тому же серьезным недочетом является отсутствие субтитров и стенограмм. Несмотря на внушительный перечень, нам представляется, что исправление всех перечисленных ошибок и приведение платформ и MOOK в соответствие требованиям WCAG 2.1 относится к рутинным задачам веб-разработки, в то время как эффект от такой коррекции впоследствии будет иметь большую социальную значимость.

Нарушения, обнаруженные в авторском контенте, связаны с некомпетентностью в области веб-доступности авторов и разработчиков MOOK и отсутствием соответствующих требований и контроля со стороны администрации платформ. Наиболее часто встречаются следующие ошибки: отсутствие конспектов лекций, эквива-

лентных видеоряда; некорректная формулировка гиперссылок; отсутствие программно определенной структуры документа; использование в тексте фрагментов, которые нельзя воспроизвести программой экранного доступа (например, рисунки без альтернативной подписи, математическая формула или программный код в формате рисунка). В работах [34, 35] поднимался вопрос о необходимости обучения лиц, причастных к электронному образованию и дистанционным образовательным технологиям, основам веб-доступности. Для устранения, а точнее, недопущения обнаруженных ошибок необходимо императивное обучение авторов, преподавателей и разработчиков MOOK. В содержании профессиональных стандартов «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [41] и «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [42] содержатся требования к профессиональным компетенциям преподавателей и веб-разработчиков. В частности, педагог обязан уметь «использовать дистанционные образовательные технологии <...> электронные образовательные ресурсы <...> для обучения лиц с ОВЗ <...> с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей» [41], а веб-разработчик должен знать «основные требования, предъявляемые к <...> способам передачи информации в текстовом, графическом, звуковом, видеоформатах в зависимости от категории пользователя с учетом возраста и особенностей ОВЗ; <...> методы экспертной оценки интерфейсов; методы юзабилити-тестирования; стандарты, регламентирующие требования к пользовательским интерфейсам» [42]. Вместе с тем, формирование

указанных компетенций до сих пор не входит в обязательную программу бакалавриата направлений подготовки, выпускающих, в том числе, веб-разработчиков и педагогов (на примере 01.03.04 Прикладная математика и 01.03.02 Прикладная математика и информатика).

Основную проблему в курсах ИТ-сферы представляет доступность программного кода, в том числе в компиляторах платформ, рекомендуемых ПО и ИСР. Согласно полученным данным, вспомогательные технологии практически всегда воспроизводят программный код с ошибками и пропусками, а встроенные компиляторы имеют нарушения доступности визуального интерфейса и обратной связи, что критично для людей с глубокими нарушениями зрения, особенно для тех, кто начинает знакомство с основами программирования. Известно, что люди, имеющие слепоту и слабовидение, могут быть хорошими программистами [43] и зачастую выполняют свои профессиональные функции лучше зрячих коллег за счет развитых компенсаторных способностей, таких как последовательная память [44]. При этом среди основных проблем на рабочем месте незрячие программисты отмечают отсутствие доступности ИСР для программ экранного доступа [45]. Таким образом, для MOOK-платформ остается актуальной проблема разработки доступных компиляторов, соответствующих рекомендациям WCAG 2.1.

С целью повышения эффективности анализа веб-доступности MOOK в ходе исследования были выделены позиции, определяющие общую доступность платформы (всего 13 критериальных признаков), единые для всех размещенных на платформе курсов. Произведенная оптимизация позволила сократить время экспертного анализа каждого курса в

среднем на 45 минут. Таким образом, комплексный анализ веб-доступности MOOK на определенной платформе рекомендовано выполнять в следующей последовательности: 1) автоматическая оценка MOOK-платформы и курсов инструментами онлайн-проверки; 2) экспертная оценка общей доступности платформы; 3) экспертная оценка образовательного веб-контента каждого MOOK по типам контента – медиа, цифровые документы, тесты, задания, специфический контент (например, симуляции, математическая нотация или программный код).

Заключение

Обзор каталогов поставщиков образовательного веб-контента показал, что MOOK по компьютерным наукам и программированию популярны и представлены в широком диапазоне тем. В русскоязычном

сегменте эта ниша пока наполняется, ведущие позиции занимают платформы *Coursera* и *Stepik*. Вместе с тем, некоторые дисциплины учебных планов ИТ-направлений подготовки остаются неохваченными онлайн-курсами.

Проведенный анализ русскоязычных MOOK ИТ-сферы выявил низкую доступность платформ-провайдеров и размещенных на них курсов, особенно для обучающихся с нарушениями зрения. Наиболее серьезные ошибки находятся в компетенции платформ и касаются доступности программного кода, в том числе встроенных компиляторов.

Для повышения веб-доступности MOOK по компьютерным дисциплинам и программированию необходимо соблюдать следующие рекомендации: платформам – исправить общие ошибки доступности и привести контент уже опубликованных MOOK в соответствие с требованиями

веб-доступности WCAG 2.1; допускать к публикации только те курсы, которые прошли процедуру оценки веб-доступности с позитивным результатом; разработчикам, авторам и преподавателям MOOK – изучить основы веб-доступности и разрабатывать новые курсы согласно положениям WCAG 2.1; разработчикам программного обеспечения – уделить внимание созданию эргономичных компиляторов и ИСР согласно требованиям к доступному программному обеспечению и инструментам веб-разработки.

Дисциплину «Технологии веб-доступности» необходимо включить как отдельный предмет (цикл или модуль) в учебные планы бакалавриата направлений подготовки, выпускающих преподавателей ИТ-дисциплин, веб-разработчиков и веб-дизайнеров, для формирования компетенций, соответствующих российским профессиональным стандартам [41, 42].

Литература

1. Skills of the Future: 10 Skills You'll Need to Thrive in 2020. [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://guthriejensen.com/blog/skills-future-2020-infographic/> (Дата обращения: 07.08.2020)
2. Агранович М. На какие специальности в вузах был самый большой спрос в 2019 году. [Электрон. ресурс]. 2019. Режим доступа: <https://rg.ru/2019/12/09/na-kakie-specialnosti-v-vuzah-by-l-samyj-bolshoj-spros-v-2019-godu.html> (Дата обращения: 07.08.2020)
3. Фальков: в российских вузах увеличится количество бюджетных мест [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://academia.interfax.ru/news/articles/5054/> (Дата обращения: 07.08.2020)
4. Atiaja L., Guerrero R. MOOCs: Origin, characterization, principal problems and challenges in Higher Education // *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2016. № 12(1). С. 65–76. DOI: 10.20368/1971-8829/1093.
5. Yousef A. M. F., Chatti M. A., Schroeder U., Wosnitza M. What Drives a Successful MOOC? An Empirical Examination of Criteria to Assure Design Quality of MOOCs // *In Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2014 IEEE 14th International Conference. 2014. С. 44–48. DOI: 10.1109/ICALT.2014.23.

6. Sra P., Chakraborty P. Opinion of Computer Science Instructors and Students on MOOCs in an Indian University // *Journal of Educational Technology Systems*. 2018. № 47 (2). С. 205–212. DOI: 10.1177/0047239518797085.

7. Mustakerov I., Borissova D. A Framework for Development of e-learning System for computer programming: Application in the C programming Language // *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2017. № 13 (2). С. 89–101. DOI: 10.20368/1971-8829/1299.

8. Spyropoulou N., Demopoulou G., Pierrakeas Ch., Koutsonikos I., Kameas A. Developing a Computer Programming MOOC // *Procedia Computer Science*. 2015. № 65. DOI: 10.1016/j.procs.2015.09.107.

9. Lam M.S.W., Chan E.Y.K., Lee V.C.S., Yu Y.T. Designing an automatic debugging assistant for improving the learning of computer programming // *Lecture Notes in Computer Science*. 2008. № 5169. С. 359–370. DOI: 10.1007/978-3-540-85170-7_32.

10. Cedazo R., Garcia Cena C.E., Al-Hadithi B.M. A friendly online C compiler to improve programming skills based on student self-assessment // *Computer Applications in Engineering Education*. 2015. № 23(6). С. 887–896. DOI: 10.1002/cae.21660.

11. Katai Z., Toth L. Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education // *Teaching and teacher*

- education. 2010. № 26(2). С. 244–251. DOI: 10.1016/j.tate.2009.04.012.
12. Law K. M. Y., Lee C. S., Yu Y. T. Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses // *Computers & Education*. 2010. № 55(1). С. 218–228. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.01.007.
13. Hwang W.Y., Shadiev R., Wang C.Y., Huang Z.H. A pilot study of cooperative programming learning behavior and its relationship with students' learning performance // *Computers & Education*. 2012. № 58(4). С. 1267–1281. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.12.009.
14. Kose U., Deperlioglu O. Intelligent learning environments within blended learning for ensuring effective C programming course // *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*. 2012. № 3(1). С. 1205.2670. DOI: 10.5121/ijiaia.2012.3109.
15. Othman M., Othman M., Hussain F.M. Designing Prototype Model of an Online Collaborative Learning System for Introductory Computer Programming Course // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2013. № 90(10). С. 293–302. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.07.094.
16. Alturki R.A. Measuring and Improving Student Performance in an Introductory Programming Course // *Informatics in Education*. 2016. № 15(2). С. 183–204. DOI: 10.15388/infedu.2016.10.
17. Kori K., Pedaste M., Tõnisson E., Palts T., Altin H., Rantsus R., Sell R., Murtazin K., Ruutmann T. First-year dropout in ICT studies Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2015 IEEE. 2015. DOI: 10.1109/EDUCON.2015.7096008.
18. Thinakaran R., Ali R. An Empirical Study: Learning Programming Using eLearning // In: Luanan J., Sardi J., Aziz A., Alias N. (eds) *Envisioning the Future of Online Learning*. Springer, Singapore. 2016. С. 125–132. DOI: 10.1007/978-981-10-0954-9_11.
19. Acosta T., Acosta-Vargas P., Salvador-Ullauri L., Luján-Mora S. Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors // In: *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS)*. 2018. С. 538–551. DOI: 10.1007/978-3-319-73450-7_51.
20. Luján Mora S. Web Accessibility among the Countries of the European Union: A Comparative Study // *Actual Problems of Computer Science*. 2013. № 1(3). С. 18–27.
21. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Электрон. ресурс]. 2008. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (Дата обращения: 07.08.2020)
22. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Электрон. ресурс]. 2018. Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (Дата обращения: 07.08.2020)
23. Конвенция о правах инвалидов [Электрон. ресурс]. 2006. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/disability.shtml (Дата обращения: 07.08.2020)
24. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (последняя редакция на 01.03.2020) [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (Дата обращения: 07.08.2020)
25. Al-Mouh N.A., Al-Khalifa A.S., Al-Khalifa H.S. A First Look into MOOCs Accessibility // In: Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds). *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Cham. 2014. № 8547. С. 145–152 DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_22.
26. Bohnsack M., Puhl S. Accessibility of MOOCs // In Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds). *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham. 2014. № 8547. С. 141–144. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_21.
27. Iniesto F., Covadonga R. Accessibility assessment of MOOC platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and MiriadaX // In Proc. IEEE International Symposium in Computers in Education. 2014. С. 169–172. DOI: 10.1109/SIIE.2014.7017724.
28. Ferati M., Mripa N., Bunjaku R. Accessibility of MOOCs for Blind People in Developing Non-English Speaking Countries // In: Di Bucchianico G., Kercher P. (eds) *Advances in Design for Inclusion. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer, Cham. 2016. № 500. С. 519–528. DOI: 10.1007/978-3-319-41962-6_46.
29. Martín J. L., Amado-Salvatierra H. R., Hilera J. R. MOOCs for all: evaluating the accessibility of top MOOC platforms // *International Journal of Engineering Education*. 2016. № 32(5-B). С. 2374–2383.
30. Ramírez-Vega A., Iniesto F., Rodrigo C. Raising Awareness of the Accessibility Challenges in Mathematics MOOCs // *TEEM 2017 Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, ACM, New York, NY, USA. 2017. № 92. С. 1–8. DOI: 10.1145/3144826.3145435.
31. Шутова А.С. Открытое образование для людей с ограниченными возможностями здоровья: задачи дизайна // *Академический вестник УРАЛ-НИИПРОЕКТ РААСН*. 2018. № 1. С. 85–91.
32. Akgül Y. Accessibility Evaluation of MOOCs websites of Turkey // *Journal of Life Economics*. 2018. № 5. С. 23–36. DOI: 10.15637/jlecon.259.
33. Sanchez-Gordon S., Luján-Mora S. Implementing Accessibility in Massive Open Online Courses' Platforms for Teaching, Learning and Collaborating at Large Scale // In Andreas Meier, Luis Terán (Eds.), *eDemocracy & eGovernment: Stages of a Democratic Knowledge Society*:

Springer. 2019. С. 151–160. DOI: 10.1007/978-3-030-17585-6.

34. Косова Е. А., Халилова М. Ю. Анализ веб-доступности массовых открытых онлайн-курсов по математическим дисциплинам // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. №10. С. 157–166. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-10-157-166.

35. Косова Е. А., Изетова М. Ю. Доступность массовых открытых онлайн курсов по математике для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья // Вопросы образования. 2020. № 1. С. 205–229. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-1-205-229.

36. WAVE [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://wave.webaim.org/> (Дата обращения: 07.08.2020)

37. Косова Е. А. Стандартизация доступности веб-контента // Открытое образование. 2020. № 24(3). С. 12–23. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-12-23.

38. Color Contrast Checker [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://webaim.org/resources/contrastchecker/> (Дата обращения: 07.08.2020)

39. Определение цвета пикселя онлайн [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://sanstv.ru/color> (Дата обращения: 07.08.2020)

40. Ideone [Электрон. ресурс]. 2020. Режим доступа: <https://ideone.com/> (Дата обращения: 07.08.2020)

References

1. Skills of the Future: 10 Skills You'll Need to Thrive in 2020. [Internet]. 2020. Available from: <https://guthriejensen.com/blog/skills-future-2020-infographic/> (cited 07.08.2020).

2. Agranovich M. Na kakiye spetsial'nosti v vuzakh byl samyy bol'shoj spros v 2019 godu = What specialties in universities were the most in demand in 2019 [Internet]. 2019. Available from: <https://rg.ru/2019/12/09/na-kakie-specialnosti-v-vuzah-byi-samyj-bolshoj-spros-v-2019-godu.html> (cited 07.08.2020). (In Russ.)

3. Fal'kov: v rossiyskikh vuzakh uvelichitsya kolichestvo byudzhetynykh mest = Falkov: the number of budget-funded places will increase in Russian universities [Internet]. 2020. Available from: <https://academia.interfax.ru/ru/news/articles/5054/> (cited 07.08.2020). (In Russ.)

4. Atiaja L., Guerrero R. MOOCs: Origin, characterization, principal problems and challenges in Higher Education. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2016; 12(1): 65-76. DOI: 10.20368/1971-8829/1093.

5. Yousef A. M. F., Chatti M. A., Schroeder U., Wosnitza M. What Drives a Successful MOOC? An Empirical Examination of Criteria to Assure Design Quality of MOOCs. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference*. 2014: 44-48. DOI: 10.1109/ICALT.2014.23.

41. Приказ Минтруда России от 08.09.2015 №608н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» [Электрон. ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/01.004.pdf> (Дата обращения: 10.08.2020)

42. Приказ Минтруда России от 18.01.2017 №44н «Об утверждении профессионального стандарта «Разработчик Web и мультимедийных приложений» [Электрон. ресурс]. 2017. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.035.pdf> (Дата обращения: 10.08.2020)

43. Sterling T. D., Lichstein M., Scarpino F., Stuebing D. Professional computer work for the blind // *Communications of the ACM*. 1964. № 7(4). С. 228–230. DOI: 10.1145/364005.364054.

44. Raz N., Striem E., Pundak G., Orlov T., Zohary E. Superior serialmemory in the blind: a case of cognitive compensatory adjustment // *In Current Biology*. 2007. № 17. С. 1129–33. DOI: 10.1016/j.cub.2007.05.060.

45. Mealin S., Murphy-Hill E. An exploratory study of blind software developers // *Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing, VL/HCC*. 2012. С. 71–74. DOI: 10.1109/VLHCC.2012.6344485.

6. Sra P., Chakraborty P. Opinion of Computer Science Instructors and Students on MOOCs in an Indian University. *Journal of Educational Technology Systems*. 2018; 47(2): 205–212. DOI: 10.1177/0047239518797085.

7. Mustakero V., Borissova D. A Framework for Development of e-learning System for computer programming: Application in the C programming Language. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2017; 13 (2): 89-101. DOI: 10.20368/1971-8829/1299.

8. Spyropoulou N., Demopoulou G., Pierrakeas Ch., Koutsonikos I., Kameas A. Developing a Computer Programming MOOC . *Procedia Computer Science*. 2015: 65. DOI: 10.1016/j.procs.2015.09.107.

9. Lam M.S.W., Chan E.Y.K., Lee V.C.S., Yu Y.T. Designing an automatic debugging assistant for improving the learning of computer programming. *Lecture Notes in Computer Science*. 2008; 5169: 359-370. DOI: 10.1007/978-3-540-85170-7_32.

10. Cedazo R., Garcia Cena C E., Al-Hadithi B.M. A friendly online C compiler to improve programming skills based on student self-assessment. *Computer Applications in Engineering Education*. 2015; 23(6): 887-896. DOI: 10.1002/cae.21660.

11. Katai Z., Toth L. Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education. *Teaching and teacher education*. 2010; 26(2): 244-251. DOI: 10.1016/j.tate.2009.04.012.

12. Law K.M.Y., Lee C.S., Yu Y.T. Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Computers & Education*. 2010; 55(1): 218-228. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.01.007.
13. Hwang W.Y., Shadiev R., Wang C.Y., Huang Z. H. A pilot study of cooperative programming learning behavior and its relationship with students' learning performance. *Computers & Education*. 2012; 58(4): 1267-1281. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.12.009.
14. Kose U., Deperlioglu O. Intelligent learning environments within blended learning for ensuring effective C programming course. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*. 2012; 3(1): 1205-2670. DOI: 10.5121/ijaia.2012.3109.
15. Othman M., Othman M., Hussain F. M. Designing Prototype Model of an Online Collaborative Learning System for Introductory Computer Programming Course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2013; 90(10): 293-302. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.07.094.
16. Alturki R. A. Measuring and Improving Student Performance in an Introductory Programming Course. *Informatics in Education*. 2016; 15(2): 183-204. DOI: 10.15388/infedu.2016.10.
17. Kori K., Pedaste M., Tõnisson E., Palts T., Altin H., Rantsus R., Sell R., Murtazin K., Ruutmann T. First-year dropout in ICT studies. *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2015 IEEE*. 2015. DOI: 10.1109/EDUCON.2015.7096008.
18. Thinakaran R., Ali R. An Empirical Study: Learning Programming Using eLearning. In: Luaran J., Sardi J., Aziz A., Alias N. (eds) *Envisioning the Future of Online Learning*. Springer, Singapore. 2016: 125-132. DOI: 10.1007/978-981-10-0954-9_11.
19. Acosta T., Acosta-Vargas P., Salvador-Ullauri L., Luján-Mora S. Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors. In: *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS)*. 2018: 538-551. DOI: 10.1007/978-3-319-73450-7_51.
20. Luján Mora S. Web Accessibility among the Countries of the European Union: A Comparative Study. *Actual Problems of Computer Science*. 2013; 1(3): 18-27.
21. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. [Internet]. 2008. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (cited 07.08.2020)
22. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [Internet]. 2018. Available from: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (cited 07.08.2020)
23. Konventsiya o pravakh invalidov = Convention on the Rights of Persons with Disabilities [Internet]. 2006. Available from: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/disability.shtml (cited 07.08.2020). (In Russ.)
24. Federal'nyy zakon «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» ot 29.12.2012 №273-FZ (poslednyaya redaktsiya na 01.03.2020) = Federal Law «On Education in the Russian Federation» dated December 29, 2012 No. 273-FZ (last revised as of March 1, 2020) [Internet]. 2020. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (cited 07.08.2020). (In Russ.)
25. Al-Mouh N. A., Al-Khalifa A.S., Al-Khalifa H.S. A First Look into MOOCs Accessibility. In: Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds). *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Cham. 2014; 8547: 145-152 DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_22.
26. Bohnsack M., Puhl S. Accessibility of MOOCs. In: Miesenberger K., Fels D., Archambault D., Peñáz P., Zagler W. (eds). *Computers Helping People with Special Needs. ICCHP 2014. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham. 2014; 8547: 141-144. DOI: 10.1007/978-3-319-08596-8_21.
27. Iniesto F., Covadonga R. Accessibility assessment of MOOC platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and MiriadaX. In *Proc. IEEE International Symposium in Computers in Education*. 2014: 169-172. DOI: 10.1109/SIIE.2014.7017724.
28. Ferati M., Mripa N., Bunjaku R. Accessibility of MOOCs for Blind People in Developing Non-English Speaking Countries. In: Di Bucchianico G., Kercher P. (eds) *Advances in Design for Inclusion. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer, Cham. 2016; 500: 519-528. DOI: 10.1007/978-3-319-41962-6_46.
29. Martín J.L., Amado-Salvatierra H.R., Hilera J.R. MOOCs for all: evaluating the accessibility of top MOOC platforms. *International Journal of Engineering Education*. 2016; 32(5-B): 2374-2383.
30. Ramírez-Vega A., Iniesto F., Rodrigo C. Raising Awareness of the Accessibility Challenges in Mathematics MOOCs. *TEEM 2017 Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, ACM, New York, NY, USA. 2017; 92: 1-8. DOI: 10.1145/3144826.3145435.
31. Shutova A.S. Open education for people with disabilities: design tasks. *Akademicheskii vestnik URALNIIPROYEKT RAASN = Academic Bulletin URALNIIPROYEKT RAASN*. 2018; 1: 85-91. (In Russ.)
32. Akgül Y. Accessibility Evaluation of MOOCs websites of Turkey. *Journal of Life Economics*. 2018; 5: 23-36. DOI: 10.15637/jlecon.259.
33. Sanchez-Gordon S., Luján-Mora S. Implementing Accessibility in Massive Open Online Courses' Platforms for Teaching, Learning and Collaborating at Large Scale. In: Andreas Meier, Luis Terán (Eds.), *eDemocracy & eGovernment: Stages of a Democratic Knowledge Society*: Springer. 2019: 151-160. DOI: 10.1007/978-3-030-17585-6.

34. Kosova Ye.A., Khalilova M.YU. Analysis of the Web Accessibility of Massive Open Online Courses in Mathematical Disciplines. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher Education in Russia*. 2019; 28; 10: 157-166. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-10-157-166. (In Russ.)

35. Kosova Ye.A., Izetova M.YU. Availability of massive open online courses in mathematics for students with disabilities. *Voprosy obrazovaniya = Education Issues*. 2020; 1: 205-229. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-1-205-229. (In Russ.)

36. WAVE [Internet]. 2020. Available from: <https://wave.webaim.org/> (cited 07.08.2020)

37. Kosova Ye.A. Standardization of accessibility of web content. *Otkrytoye obrazovaniye = Open education*. 2020; 24(3): 12-23. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-12-23. (In Russ.)

38. Color Contrast Checker [Internet]. 2020. Available from: <https://webaim.org/resources/contrastchecker/> (cited 07.08.2020)

39. Opredeleniye tsveta pikselya onlayn = Online pixel color detection [Internet]. 2020. Available from: <https://sanstv.ru/color> (cited 07.08.2020). (In Russ.)

40. Ideone [Internet]. 2020. Available from: <https://ideone.com/> (cited 07.08.2020)

41. Prikaz Mintruda Rossii ot 08.09.2015 №608n «Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Pedagog professional'nogo obucheniya, professional'nogo obrazovaniya i dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya» = Order of the

Ministry of Labor of Russia dated 09/08/2015 No. 608n «On the approval of the professional standard» Teacher of vocational training, vocational education and additional vocational education [Internet]. 2015. Available from: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/01.004.pdf> (cited 10.08.2020). (In Russ.)

42. Prikaz Mintruda Rossii ot 18.01.2017 №44n «Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Razrabotchik Web i mul'timediynykh prilozheniy» = Order of the Ministry of Labor of Russia dated January 18, 2017 No. 44n «On approval of the professional standard» Developer of Web and multimedia applications « [Internet]. 2017. Available from: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.035.pdf> (cited 10.08.2020). (In Russ.)

43. Sterling T. D., Lichstein M., Scarpino F., Stuebing D. Professional computer work for the blind. *Communications of the ACM*. 1964; 7(4): 228–230. DOI: 10.1145/364005.364054.

44. Raz N., Striem E., Pundak G., Orlov T., Zohary E. Superior serialmemory in the blind: a case of cognitive compensatory adjustment . In *Current Biology*. 2007; 17: 1129–33. DOI: 10.1016/j.cub.2007.05.060.

45. Mealin S., Murphy-Hill E. An exploratory study of blind software developers. *Proceedings of IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing, VL/HCC*. 2012: 71-74. DOI: 10.1109/VLHCC.2012.6344485.

Сведения об авторах

Екатерина Алексеевна Косова

*К.пед.н, доцент, доцент кафедры прикладной математики,
Таврическая академия Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Россия
Эл. почта: lynx99@inbox.ru*

Александра Сергеевна Гапон

*Студент
Таврическая академия Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Россия
Эл. почта: gapon-sasha@mail.ru*

Кирилл Игоревич Редкокош

*Студент
Таврическая академия Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Россия
Эл. почта: kirillf13@yandex.ru*

Information about the authors

Ekaterina A. Kosova

*Cand. Sci. (Pedagogy), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Applied Mathematics
Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
E-mail: lynx99@inbox.ru*

Aleksandra S. Gapon

*Student
Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russia
E-mail: gapon-sasha@mail.ru*

Kirill I. Redkokosh

*Student
Taurida Academy of V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Simferopol, Russia
E-mail: kirillf13@yandex.ru*

Результаты экспертного анализа веб-доступности MOOK по компьютерным дисциплинам

А. Веб-доступность видеоматериалов

Критерий анализа	Выполнен, n (%)		Не выполнен, n (%)		Частично выполнен, n (%)		Нет данных, n (%)	
	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik
есть видео/аудиоконтент	31 (47,7)	29 (44,6)	1 (1,5)	4 (6,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
удовлетворительное качество звукового воспроизведения	31 (47,7)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,1)	1 (1,5)	4 (6,2)
присутствуют субтитры	31 (47,7)	2 (3,1)	0 (0,0)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	4 (6,2)
субтитры неавтоматические	31 (47,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	31 (47,7)
субтитры адекватные, текст грамотный, соответствует аудиоряду	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (6,2)	2 (3,1)	1 (1,5)	31 (47,7)
каждый кадр субтитров с надписью отображается на экране не менее двух секунд	28 (43,1)	1 (1,5)	0 (0,0)	1 (1,5)	3 (4,6)	0 (0,0)	1 (1,5)	31 (47,7)
все кадры субтитров точно синхронизированы по времени с аудио	18 (27,7)	2 (3,1)	4 (6,2)	0 (0,0)	9 (13,8)	0 (0,0)	1 (1,5)	31 (47,7)
при наличии нескольких ораторов, в субтитрах присутствует указание, кто говорит, особенно когда из видео это не очевидно	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	4 (6,2)	0 (0,0)	28 (43,1)	32 (49,2)
фоновые звуки, важные для понимания контекста, такие как [МУЗЫКА], [СМЕХ], [АПЛОДИСМЕНТЫ], добавлены в субтитры в квадратных скобках	20 (30,8)	1 (1,5)	2 (3,1)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	8 (12,3)	32 (49,2)
доступен для скачивания файл субтитров	31 (47,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	31 (47,7)
все визуальные фрагменты, важные для понимания контекста, описаны словами (аудио)	8 (12,3)	4 (6,2)	9 (13,8)	15 (23,1)	14 (21,5)	10 (15,4)	1 (1,5)	4 (6,2)
присутствует стенограмма	31 (47,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	29 (44,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	4 (6,2)
стенограмма доступна для скачивания	31 (47,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	33 (50,8)
в стенограмме присутствуют тифлокомментарии, важные для понимания видеофрагментов, не имеющих аудиоаналога	0 (0,0)	0 (0,0)	31 (47,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	33 (50,8)
присутствует доступный для скачивания конспект, эквивалентный видеоряду	10 (15,4)	3 (4,6)	13 (20,0)	20 (30,8)	8 (12,3)	6 (9,2)	1 (1,5)	4 (6,2)
присутствует интерпретация видео- и аудиоряда с помощью языка жестов	0 (0,0)	0 (0,0)	31 (47,7)	29 (44,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	4 (6,2)

Б. Веб-доступность цифровых документов

Критерий анализа	Выполнен, n (%)		Не выполнен, n (%)		Частично выполнен, n (%)		Нет данных, n (%)	
	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik
есть цифровые документы	28 (43,1)	26 (40,0)	4 (6,2)	7 (10,8)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
текст документа адекватно (последовательно, точно и правильно) воспроизводится при помощи программы экранного доступа	1 (1,5)	3 (4,6)	17 (26,2)	10 (15,4)	10 (15,4)	13 (20,0)	4 (6,2)	7 (10,8)
гиперссылки представлены в виде текста, определяющего точное и однозначное направление перехода	9 (13,8)	6 (9,2)	3 (4,6)	5 (7,7)	8 (12,3)	3 (4,6)	12 (18,5)	19 (29,2)
обеспечен достаточный контраст между фоном и текстом	4 (6,2)	5 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	24 (36,9)	21 (32,3)	4 (6,2)	7 (10,8)

В. Веб-доступность тестов

Критерий анализа	Выполнен, n (%)		Не выполнен, n (%)		Частично выполнен, n (%)		Нет данных, n (%)	
	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik
есть тесты	24 (36,9)	29 (44,6)	8 (12,3)	4 (6,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
в тестах отсутствуют упражнения, требующие хорошей координации зрения и манипуляций	24 (36,9)	29 (44,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (12,3)	4 (6,2)
тест адекватно (последовательно, точно и правильно) воспроизводится программой экранного доступа	0 (0,0)	0 (0,0)	24 (36,9)	18 (27,7)	0 (0,0)	11 (16,9)	8 (12,3)	4 (6,2)
присутствует возможность обратной связи только с помощью клавиатуры (без визуального редактора)	24 (36,9)	29 (44,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (12,3)	4 (6,2)
выполнение теста не ограничено по времени	24 (36,9)	29 (44,6)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (12,3)	4 (6,2)

Г. Веб-доступность программного кода

Критерий анализа	Выполнен, n (%)		Не выполнен, n (%)		Частично выполнен, n (%)		Нет данных, n (%)	
	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik	Coursera	Stepik
есть программный код	31 (47,7)	33 (50,8)	1 (1,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
программный код представлен в виде рисунков	7 (10,8)	5 (7,7)	24 (36,9)	28 (43,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	0 (0,0)
программный код представлен в формате видео	30 (46,2)	28 (43,1)	1 (1,5)	5 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	0 (0,0)
программный код представлен в аутентичном виде (в виде кода)	21 (32,3)	29 (44,6)	10 (15,4)	4 (6,2)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	0 (0,0)
программный код представлен в виде файлов	15 (23,1)	5 (7,7)	16 (24,6)	28 (43,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	0 (0,0)
программный код представлен другим способом	23 (35,4)	10 (15,4)	8 (12,3)	23 (35,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,5)	0 (0,0)
присутствует функция озвучивания программного кода при помощи программы экранного доступа	15 (23,1)	17 (26,2)	7 (10,8)	8 (12,3)	9 (13,8)	8 (12,3)	1 (1,5)	0 (0,0)
программа экранного доступа адекватно озвучивает программный код	0 (0,0)	0 (0,0)	23 (35,4)	25 (38,5)	1 (1,5)	0 (0,0)	8 (12,3)	8 (12,3)
есть задания на программирование	24 (36,9)	28 (43,1)	8 (12,3)	5 (7,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
предлагается сторонний онлайн-компилятор	0 (0,0)	1 (1,5)	24 (36,9)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (12,3)	5 (7,7)
предлагается сторонний компилятор (ПО)	17 (26,2)	5 (7,7)	7 (10,8)	23 (35,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (12,3)	5 (7,7)
установка ПО доступна	8 (12,3)	4 (6,2)	1 (1,5)	1 (1,5)	8 (12,3)	1 (1,5)	15 (23,1)	27 (41,5)
гиперссылка на сторонний компилятор (ПО) оформлена корректно	5 (7,7)	3 (4,6)	8 (12,3)	0 (0,0)	4 (6,2)	3 (4,6)	15 (23,1)	27 (41,5)
компилятор встроен в курс	0 (0,0)	27 (41,5)	23 (35,4)	2 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	9 (13,8)	4 (6,2)
есть идентификация окна для ввода кода	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	32 (49,2)	6 (9,2)
предусмотрена возможность возвращения к коду после компиляции	0 (0,0)	25 (38,5)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	32 (49,2)	6 (9,2)
присутствует обратная связь после выполнения программы	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	25 (38,5)	32 (49,2)	6 (9,2)
обеспечен достаточный контраст между фоном и текстом	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	13 (20,0)	0 (0,0)	12 (18,5)	32 (49,2)	6 (9,2)
предусмотрено масштабирование окна для ввода кода	0 (0,0)	25 (38,5)	0 (0,0)	2 (3,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	32 (49,2)	6 (9,2)
предусмотрено масштабирование текста	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	32 (49,2)	6 (9,2)
предусмотрена возможность изменения цветовой схемы	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	27 (41,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	32 (49,2)	6 (9,2)