

ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 004.9

В.В. Андреев¹, Ю.С. Тарасова², Е.А. Мартемьянова², А.В. Шаповал², А.В. Чечин²

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АССОЦИАТИВНОГО ЦВЕТОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет²

Целью работы является автоматизация методики профориентационного тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» путем ее реализации в виде программного комплекса ColourUnique Pro. Данная методика включает измерение индивидуального стиля деятельности (ИСД), который самостоятельно или в совокупности с классическими методами профориентационной диагностики позволит получить уточненные и развернутые рекомендации для работодателей и реципиентов (соискателей).

Теоретическую основу исследования составляет пятилетний мониторинг реципиентов, прошедших профориентационное тестирование по методике «Ассоциативное цветовое пространство»: анализ, систематизация, формулировка рекомендаций и поиск корреляции с классическими методиками. Сформулированы предположения и предложены пути автоматизации методики профориентационного тестирования в виде программного комплекса ColourUnique Pro с использованием сетевых технологий, в том числе – организация многопользовательского тестирования и сбор результатов в единую базу данных (язык программирования – Python). Теоретическая основа исследования может быть использована для разработки алгоритмов программного комплекса ColourUnique Pro, в состав которого входит компьютерная программа ColourUnique M, позволяющая осуществлять автоматизированное заполнение тестовой формы и сбор данных пользователей (реципиентов).

Ключевые слова: профориентация, типы индивидов, квазипространство, алгоритмы, индивидуальный стиль деятельности, многопользовательское тестирование, база данных, генерация, компьютерная программа.

По итогам пятилетней апробации в рамках учебного процесса кафедры «Промышленный дизайн» Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, квазипространственная цветовая модель (рис. 1, а) доказала свою эффективность как средство диагностики индивидуального стиля деятельности (ИСД) студентов, выбирающих творческие направления будущей профессиональной деятельности (дизайнер, художник). Заполненные вручную тестовые формы анализировались программой Design Professional Analization (DPA), разработанной Е.А. Мартемьяновой при участии А.В. Шаповала, создателя программы «Классификатор» [1-3].

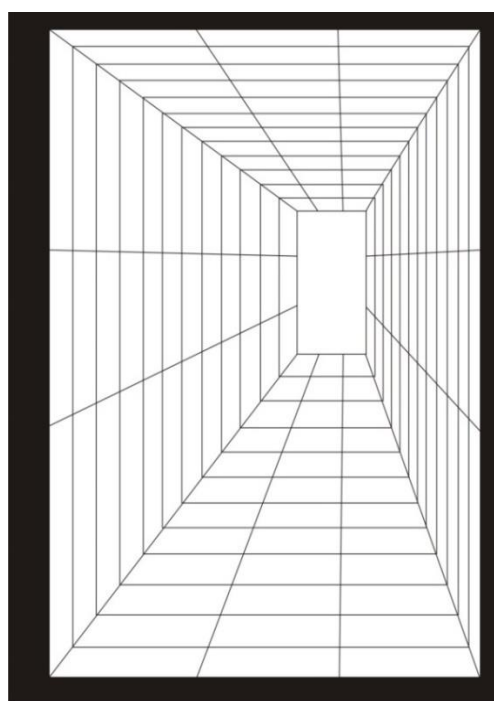
Программа DPA позволяет оценить показатели визуальной массы (μ), степени динамичности (δ) структуры и оценить визуальную массу (μ) для характерных цветовых сочетаний каждого типа индивида по ИСД. Визуальная масса (μ) рассчитывается по следующей формуле (1) [1-3]:

$$\mu = f(k; l; \lambda; \rho; \alpha; s; x; y) \quad (1)$$

где k – коэффициент, учитывающий особенности зрительного восприятия, l – периметр, λ – доминирующая длина волны в спектре, ρ – коэффициент отражения, α – угол наклона

главной динамической оси элемента относительно принятых осей координат, s – площадь, x , y – координаты пикселей изображения.

Подробный анализ эффективности методики тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» представлен в работах Ю.С. Тарасовой, В.В. Андреева, Е.А. Мартемьяновой [4,5]. Квазипространственная модель внедрена в учебный процесс для осуществления профориентационного тестирования первокурсников направления подготовки 54.03.01 «Дизайн», профиль подготовки «Промышленный дизайн». Модель распечатывается на листе формата А4 в виде тестовых форм и предлагается реципиентам для заполнения красками. Готовые тестовые формы оцениваются специалистом и, в зависимости от характерных приемов работы с пространством, исходной структурой и цветом, реципиент относится к одному из пяти выведенных типов индивидов: «творец», «рационал», «скептик», «авангардист», «смешанный». Данные типы характеризуют индивидуальный стиль деятельности индивида (ИСД). Формы выраженных представителей пяти типов индивидов представлены на рис. 2.



а)

АЛГОРИТМ ПРОЦЕДУРЫ ТЕСТИРОВАНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМОЙ ЧЕЛОВЕКОМ



б)

Рис. 1. Алгоритм и форма ручного тестирования:

а – тестовая форма в виде квазипространственной цветовой модели,

б – алгоритм процедуры тестирования, осуществляемый при ручном заполнении формы и контролируемый человеком

Под индивидуальным стилем деятельности (ИСД) понимается система отличительных признаков деятельности конкретного человека, обусловленная его индивидуально-личностными особенностями. Среди проявлений ИСД следует отметить: устойчиво повторяющиеся приемы и способы деятельности, особенности временной организации труда, качественные особенности готового продукта. Внутрисубъективные особенности ИСД включают типичные для данного человека стратегии деятельности, особенности функционирования, обусловленные индивидуальными свойствами личности, присваивание компонентам деятельности разной степени значимости, уникальность форм сознательного контроля и

саморегуляции. ИСД выполняет функцию адаптации к условиям осуществления выбранного вида деятельности с учетом свойств индивидуальности человека [6].

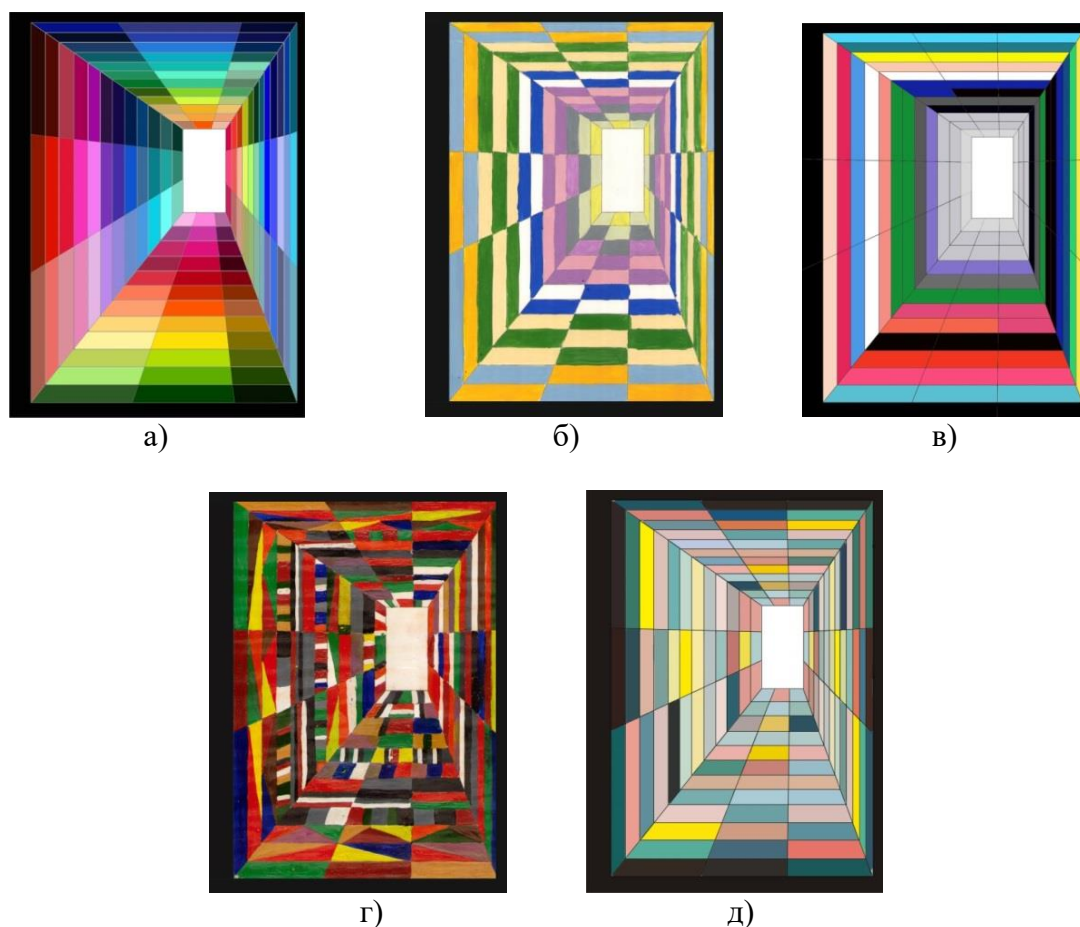


Рис. 2. Типы индивидов, различающиеся по индивидуальному стилю деятельности (ИСД) в рамках методики тестирования «Ассоциативное цветовое пространство»:
а – «творец»; б – «рационал», в – «скептик», г – «авангардист»; д – «смешанный»

Несмотря на доказанную эффективность, сегодня методика не является универсальным средством профориентационного тестирования, так как не переведена в формат компьютерной программы. Ручное заполнение тестовой формы (рис. 1, а) занимает от 1,5 до 3 час, что утомительно для реципиента, не относящегося к творческим специальностям. На данный момент возможно заполнение тестовой формы (рис. 1, а) через любой доступный графический редактор, но результат также оценивается специалистом, то есть – человеком. Следовательно, из процесса соотнесения готовых тестовых форм с классификацией типов индивидов по методике тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» не исключен человеческий фактор.

Человеческий индивид, даже в случае наличия профессиональной подготовки по соответствующему профилю и знакомства с процедурой профориентационного тестирования, обладает индивидуальными особенностями мышления и восприятия, при условии наличия единых, физиологически обусловленных закономерностей скоростного этапа восприятия для всех индивидов. Скоростной этап восприятия объекта или изображения ограничен сверхкратким временным промежутком (от 0,62 м/с), за который происходит различение грубых очертаний формы, выявление визуальной массы и динамических осей изображения либо объекта, что характеризует его форму, цвет, ориентацию в пространстве, расположение

относительно смотрящего, а также степень потенциальной опасности. В случае, когда заполненные тестовые формы без труда визуально сопоставляются с эталонами (рис. 2), идентификация индивида не представляет сложностей, и результат имеет высокую степень точности. Но большинство реципиентов представляют средневыраженные и спорные результаты.

На рис. 3 представлены три степени выраженности «шахматной» структуры, характерной для типа «рационал». Если в примерах (рис. 3, а, рис 3, б) данный тип структуры очевиден, то пример (рис. 3, в) у ряда зрителей может быть трактован как смешанный вариант.

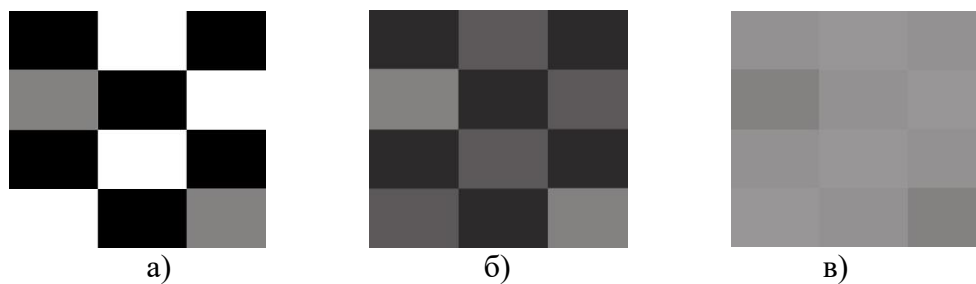


Рис. 3. Степень выраженности «шахматной» структуры изображения:
а – выраженная; б – средневыраженная, в – слабовыраженная

Особое значение в распознавании типов индивидов по методике тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» имеют характерные цветовые сочетания и оттенки, используемые реципиентами. Помимо обозначенного, цвет оказывает влияние и на восприятие структуры. Индивидуальное цветовосприятие человека, при условии отсутствия диагностированных аномалий, зависит от многих факторов, среди которых:

- 1) условия наблюдения (освещенность помещения);
- 2) текущее психоэмоциональное и физическое состояние наблюдателя;
- 3) индивидуальная восприимчивость к оттенкам разных тонов спектра.

Кроме вышеперечисленного, важнейшую роль играет наличие либо отсутствие аномалий цветовосприятия, которые могут иметь стертую форму и, тем не менее, оказывать существенное влияние на процесс оценивания сложных по цвето-колористическому наполнению композиций. Согласно исследованиям, описанным Е.Б. Рабкиным в книге «Полихроматические таблицы для исследования цветоощущения» (1971), расстройства цветового зрения более характерны для мужчин, нежели для женщин. Ряд исследователей (Е.Я. Мадиевская, Р.Е. Санович, Е.Г. Соколова, Л.Г. Негло, Е.В. Торговицкая, С.Я. Фрейман, Е.И. Лосева, Т.Л. Соснова, С.С. Перлова, Н.П. Цветкова и др.) обследовали особенности цветовосприятия более 40 000 человек. Основной контингент реципиентов составляли учащиеся средних школ и техникумов, студенты вузов, а также сотрудники различных учреждений. Результаты проведенных исследований показали, что врожденные расстройства цветового зрения составляют 8 % для мужчин и 0,5 % для женщин [7]. Тем не менее, даже если исключить мужчин из числа сотрудников, анализирующих готовые тестовые формы, остаются индивидуальные особенности восприятия тех или иных оттенков спектра, различные у каждого индивида, условия освещения и текущее состояние здоровья человека.

Таким образом, человек является относительно ненадежным классификатором, вносящим значительную долю субъективности в анализ тестовых форм, не относящихся к ярко выраженным, что, среди прочих факторов, диктует необходимость разработки компьютерной программы. К примеру, один зритель может в силу врожденных особенностей, различать больше оттенков в пределах пятна одного тона, в то время как другой зритель видит пятно однородным. Оттенки, визуально принимаемые зрителем как единое пятно, вычленяются и отмечаются инструментом «пипетка» любого графического редактора как

три разных оттенка. В зависимости от выбранного режима, цвета могут иметь три или четыре координаты (система RGB, система CMYK).

С учетом рассмотренных аспектов, перевод методики в формат компьютерной программы имеет следующие положительные стороны:

- 1) значительное повышение точности результата, выраженного в процентном соотношении;
- 2) сокращение времени заполнения формы за счет использования инструмента «Заливка»;
- 3) получение результата с рекомендациями сразу после окончания теста;
- 4) отправка по электронной почте работодателю;
- 5) разработка универсального приложения для тестирования через интернет на компьютерах, мобильных устройствах, а также в локальной сети предприятия.

В настоящее время единственной потенциальной, но очень существенной проблемой перевода программы профориентационного тестирования в формат компьютерной программы является вероятность потери типа «авангардист» (рис. 2, з). Разрешенные и запрещенные манипуляции с тестовой формой зачитываются как человеком-куратором, так и электронным голосом одинаково, текст не имеет различий. Тем не менее, если графический редактор, встроенный в компьютерную программу будет слишком сложным, а возможность редактирования сетки-основы (рис. 1) неочевидной, многие реципиенты посчитают, что возможности преобразовать сетку в данной программе невозможно. Работая с тестовой формой вручную, реципиент всегда имеет возможность преобразовать исходную структуру, он может сделать это с помощью карандаша или ручки, либо сразу же заложить разграничения красками (рис. 2, з).

Если же возможность преобразовать структуру будет слишком очевидной, то многие потенциальные «творцы», «скептики» или «рационалы» могут воспользоваться инструментом «линия» или «кисть», так как интерфейс акцентирует внимание на данной возможности. Следовательно, данная часть интерфейса не должна быть выделена в сравнении с «заливкой» чтобы реципиент, изначально планировавший внести изменения в исходную структуру, целенаправленно исследовал интерфейс с целью обнаружения данной возможности.

Таким образом, задача разработчиков программного комплекса ColourUnique Pro состоит не только в выборе верных алгоритмов осуществления анализа тестовых форм, но и в разработке интерфейса, имитирующего условия ручного заполнения теста, где внимание зрителя не будет акцентировано на отдельных возможностях графического редактора. Вместе с тем, при использовании инструмента «линия» или «кисть», они должны быть достаточно легко обнаруживаемы.

Для осуществления перевода методики профориентационного тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» имеются два пути разработки математической модели – математическое описание текущей квазипространственной модели (рис. 1, а) и перевод квазипространственной модели в пространственную (трехмерную). В последнем тестовая форма будет представлять собой геометрическое тело параллелепипед, а эффект квазипространства будет достигаться путем положения камеры относительно параллелепипеда, что создаст похожие перспективные искажения. В.В. Андреевым была предложена идея перевода квазипространства в плоскость (развертку), что получило применение в разработке алгоритмов оценки выполненных тестовых форм.

Разработка программного комплекса ColourUnique Pro выполняется с использованием интернет-технологий, чтобы можно было организовать многопользовательское тестирование и сбор результатов в единую базу данных. На стороне сервера для вычисления координат точек использован язык Python [8]. А.В. Чечиным, Ю.С. Тарасовой, А.В. Шаповалом разработаны алгоритм и компьютерная программа построения квазипространственной модели (с использованием четырехугольных ячеек и подходов центральной перспективы) и монито-

ринга ColourUnique (M), которая войдет в состав программного комплекса ColourUnique Pro. Координаты местоположения ячеек (C) имеют следующую зависимость:

$$C = f(P; k; B; D; S) \quad (2)$$

где P – координаты базовых точек внешнего прямоугольника, k – коэффициент сжатия ячейки, B – блок квазипространственной модели, D – диагонали, S – стороны.

Алгоритм генератора ячеек представлен на рис. 4 и включает следующие основные этапы:

- 1) задание начальных параметров, генерирование базовых точек и расчет пропорций;
- 2) создание четырехугольных ячеек, включая пропорциональную разбивку диагоналей и сторон;
- 3) запись ячеек в базу данных.

Интерфейс окна генератора ячеек квазипространственной модели представлен на рис. 6, а.

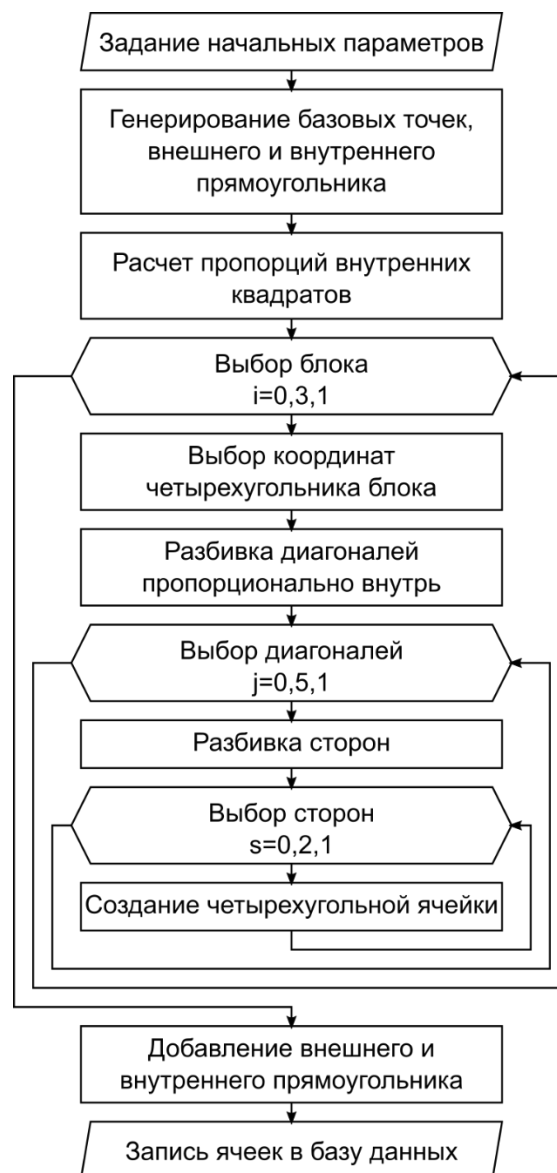


Рис. 4. Блок-схема алгоритма генерации квазипространственной модели

Для начала тестирования пользователь загружает программу и заполняет форму (рис. 5). Затем пользователь нажимает кнопку «Отправить» и переходит к тестированию. Звучит аудиозапись с инструкцией, и становятся доступными инструменты. Пользователь выбирает нужный цвет справа и указывает прямоугольник в квазипространственной модели для закраски (рис. 6, б). Изменения цвета фиксируются в базе данных.

Для студентов творческих направлений планируется сохранить ручное заполнение тестовой формы, так как данная процедура позволяет оценить практические навыки владения цветом (механическое смешивание цветов с помощью гуашевых красок).

В случае продолжения практики ручного заполнения тестовых форм для студентов творческих направлений, необходимо будет разработать конвертер, либо дополнительную возможность для будущей компьютерной программы, чтобы соотносить сканированные изображения с программной моделью.

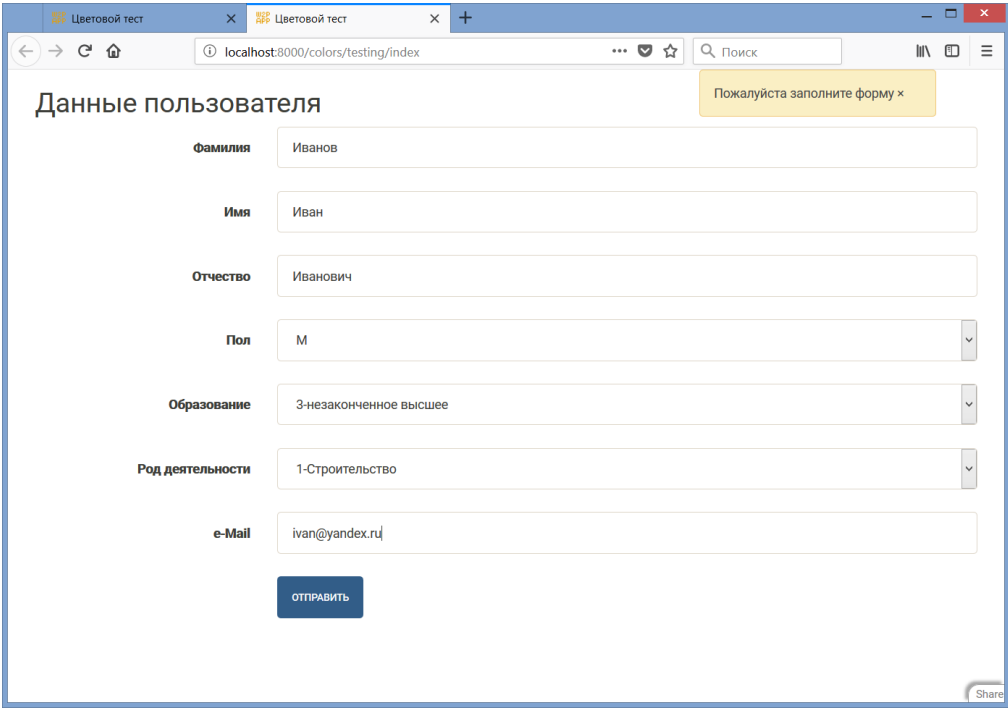
The image shows a web browser window with two tabs titled "Цветовой тест". The address bar shows "localhost:8000/colors/testing/index". The page content is titled "Данные пользователя" and contains a form with the following fields: "Фамилия" (Ivanov), "Имя" (Ivan), "Отчество" (Ivanovich), "Пол" (M), "Образование" (3-незаконченное высшее), "Род деятельности" (1-Строительство), and "e-Mail" (ivan@yandex.ru). A blue "ОТПРАВИТЬ" button is at the bottom. A yellow warning box at the top right says "Пожалуйста заполните форму x".

Рис. 5. Интерфейс программы ColourUnique (M): форма данных пользователя

На текущей стадии работы с методикой профориентационного тестирования «Ассоциативное цветовое пространство» группой разработчиков создана программа ColourUnique (M), содержащая упрощенную тестовую форму и графический редактор (рис. 6, б), дающий возможность производить тестирование без поиска и скачивания сторонних программ. Пока результат оценивается преподавателем или психологом.

Автоматизирован процесс сбора данных и заполнения тестовой формы. Время, затрачиваемое на сбор данных и заполнение тестовой формы, существенно сократилось (среднее время заполнения тестовой формы, представленной на рис. 1, а, составляет 180 мин, а формы, созданной с помощью программы ColourUnique (M) – порядка 60 мин).

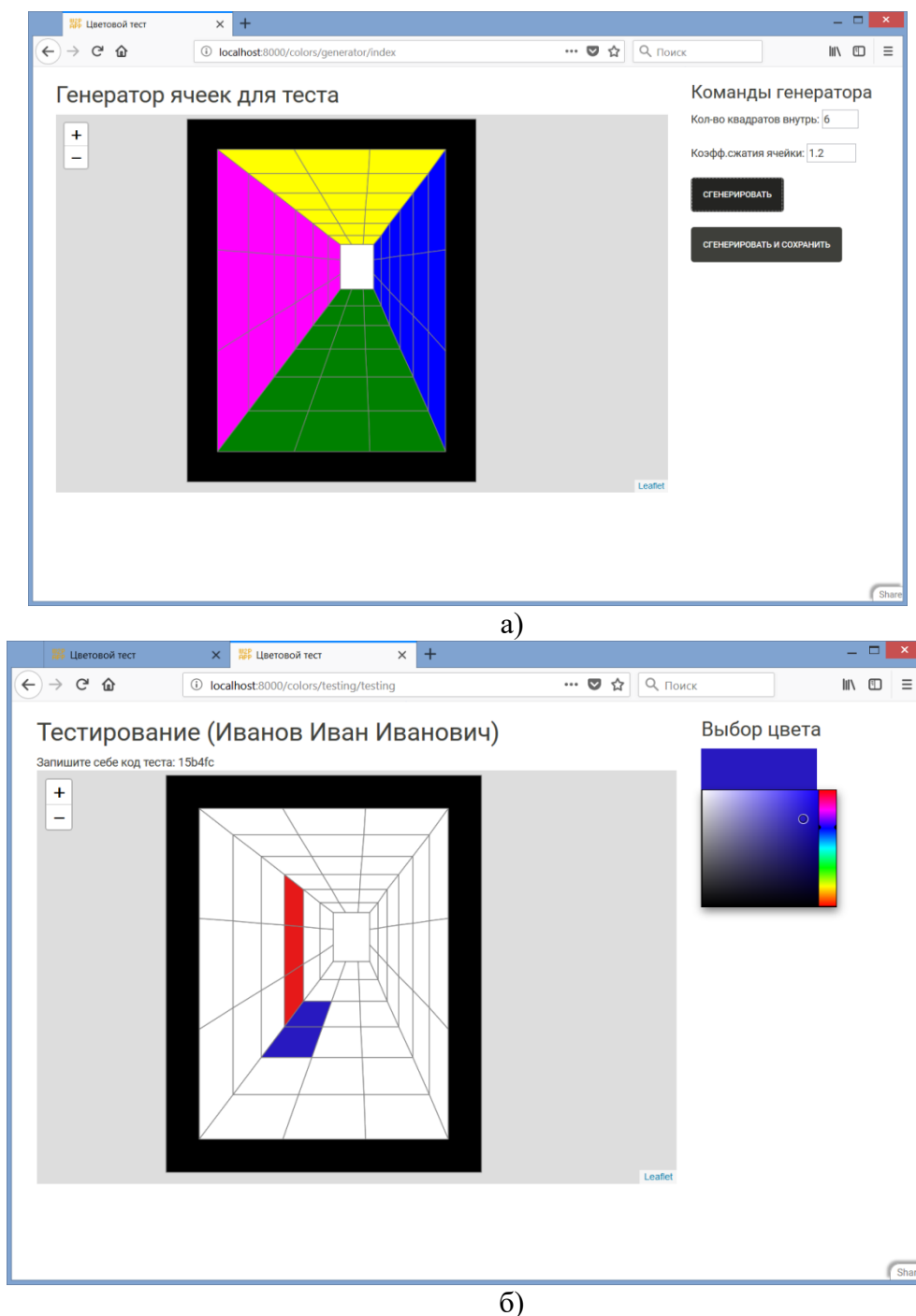


Рис. 6. Интерфейс программы ColourUnique (М):
 а – генератор ячеек, б – тестирование (заполнение цветом)

Библиографический список

1. Шаповал, А.В. Отечественная экспериментальная эстетика в постиндустриальный период: монография / А.В. Шаповал. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2009, – 167 с.
2. Шаповал, А.В. Теория формальной композиции: учебное пособие для вузов / А.В. Шаповал. – Казань: Дизайн-квартал, 2016, – 175 с.
3. Шаповал, А.В. Метод количественной оценки системой технического зрения значений интегративных признаков объектов хроматического изображения предметно-пространственной среды / А.В. Шаповал, Е.А. Мартемьянова // Приволжский научный журнал. – 2017. – №1. – С. 69-75.

4. **Тарасова, Ю.С.** Прогнозирование распределения визуальной массы доминирующих цветовых сочетаний на основе анализа квазипространственной модели / Ю.С. Тарасова, В.В. Андреев, Е.А. Мартемьянова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – С. 256-260.
5. **Тарасова Ю.С.** Развитие квазипространственной цветовой модели как средства компьютерного профориентационного тестирования на основе больших данных / Ю.С. Тарасова, В.В. Андреев, Е.А. Мартемьянова // Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» ИСТ-2018. – Н. Новгород: НГТУ. – С. 1066-1072.
6. **Григорьева, М.В.** Психология труда. Конспект лекций / М.В. Григорьева. – М.: Высшее образование, 2006, – 192 с.
7. **Рабкин Е. Б.** Полихроматические таблицы для исследования цветоощущений / Е. Б. Рабкин. – М.: Медицина, 1971, – 250 с.
8. **Чечин, А.В.** Обработка геоданных с использованием языка Python // Труды научного конгресса 20-го Международного научно-промышленного форума «Великие Реки 2018» – Н. Новгород: ННГАСУ. – С. 379-380.

*Дата поступления
в редакцию: 17.04.2019*

V.V. Andreev¹, Y.S. Tarasova², E.A. Martemyanova², A.V. Shapoval², A.V. Chechin²

THE AUTOMATIZATION OF CAREER GUIDANCE TESTING BASED ON ASSOCIATIVE COLOR SPACE

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseev¹
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering²

Purpose: Automatization of the methodology of vocational guidance testing «Associative color space method» by implementing it in the form of the software package ColourUnique Pro.

Design/methodology/approach: The theoretical basis of the study is a five-year monitoring of recipients who have undergone vocational guidance testing according to the «Associative color space method»: analysis, systematization, formulation of recommendations, and the search for correlation with classical vocational guidance testing methods. The prerequisites are formulated and the ways of automating the vocational guidance testing in the form of the software package ColourUnique Pro using Internet technologies, including the organization of multi-user testing and collecting the results into a single database, programming language – Python, are proposed.

Findings: The theoretical basis of the study can be used to develop algorithms for the software package ColourUnique Pro, which includes the computer program ColourUnique M, which allows for automated filling out of a test form and collecting user (recipient) data.

Research limitations/implications: This study serves as the basis for the further development of the automation of the methodology of vocational guidance testing «Associative color space method».

Originality/value: The method of vocational guidance testing «Associative color space method» measures the individual style of activity, which alone or in conjunction with the classical methods of vocational guidance diagnostics will provide updated and detailed recommendations for employers and recipients (applicants).

Keywords: career guidance, types of individuals, quasi-space, algorithms, individual style of activity, multi-user testing, database, generation, computer program.