

ISSN Online: 2658-4026



ЭРГОДИЗАЙН

2020, №4 (10)

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

- Аверченков А.В., Андросов А.А., Малахов Ю.А. Анализ и применение генеративно-состязательных сетей для получения изображений высокого качества. 167
- Ерохин Д.В., Кротенко Т.Н. Цифровизация экономики в постиндустриальном обществе с позиций институциональных и технологических изменений. 177

ЭРГОНОМИКА. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭСТЕТИКА. ПРОМЫШЛЕННЫЙ И СРЕДОВЫЙ ДИЗАЙН

- Вехтер Е.В., Ефременко А.А., Радченко В.Ю., Шкляр А.В. Особенности визуального восприятия информационно-коммуникационных объектов. 186
- Денисов Д.П., Огрызков В.Е. Алгоритмы виртуального выбора и эргономика дистанционных услуг в образовании. 194
- Рытов М.Ю., Спасенников В.В. Теоретико-прикладные вопросы отбора и подготовки операторов человеко-машинных комплексов в отечественной эргономике. 203

Главный редактор

д.пс.н., проф. СПАСЕННИКОВ В.В. (Брянск)

Председатель редакционного совета

д.пс.н., проф. ФЕДОТОВ С.Н. (Москва)

Редакционный совет:

д.т.н., проф. АВЕРЧЕНКОВ В.И. (Брянск)

д.пс.н., доц. АРПЕНТЬЕВА М.Р. (Калуга)

д.ф.н., проф. ДЕМИДЕНКО Э.С. (Калининград)

д.ф.н., проф. ЕФСТИФЕЕВА Е.А. (Тверь)

д.ф.н., проф. ЗАДОРЖНИК И.Е. (Москва)

к.т.н., доц. КАЗАКОВ Ю.М. (Брянск)

д.т.н., проф. КИРИЧЕК А.В. (Брянск)

к.т.н., доц. КУШНИР А.П. (Москва)

д.т.н., проф. КОСЬКИН А.В. (Орел)

д.ф.н., проф. КУХТА М.С. (Томск)

д.т.н., проф. МАРТЫНОВ В.В. (Уфа)

д.с.н., проф. МИЛОШЕВИЧ ЗОРАН (Сербия)

к.соц.н. МОРОЗОВА А.В. (Брянск)

д.э.н., проф. НЕВЕРОВ А.Н. (Саратов)

д.т.н., проф. ПАДЕРНО П.И. (Санкт-Петербург)

д.пс.н., проф. СЕРГЕЕВ С.Ф. (Санкт-Петербург)

д.э.н., проф. СУХАРЕВ О.С. (Москва)

д.т.н., проф. УРАНЧИМЕГ ТУДЕВДАГВА (Монголия)

д.пс.н., проф. ХУДЯКОВ А.И. (Санкт-Петербург)

к.пс.н., доц. ЦЫНЦАРЬ А.Л. (Бендеры,

Приднестровская Молдавская Республика)

д.м.н., проф. ЧУНТУЛ А.В. (Москва)

д.т.н., доц. ЯКИМОВ А.И. (Могилев, Беларусь)

Зам. главного редактора

к.б.н. КУЗЬМЕНКО А.А. (Брянск)

Ответственный секретарь

АНДРОСОВ К.Ю. (Брянск)

Редакционная коллегия

АЛИСОВ А.А. (Брянск)

к.пс.н., доц. ГОЛУБЕВА Г.Ф. (Брянск)

д.т.н., проф. ЗАХАРОВА А.А. (Брянск)

к.э.н., доц. ЛАРИЧЕВА Е.А. (Брянск)

д.т.н., проф. ЛОЗБИНЕВ Ф.Ю. (Брянск)

к.т.н., доц. ПОДВЕСОВСКИЙ А.Г. (Брянск)

к.т.н., доц. РЫТОВ М.Ю. (Брянск)

DOI:10.30987/issn.2619-1512

issn 2658-4026 (Online)

Журнал распространяется учредителем.

Заявки принимаются по адресу: 241035, Брянская

область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.

Тел. редакции: 8-(4832)-58-82-80, 8-962-139-39-92.

E-mail: ergodizain@yandex.ru

Адрес размещения: <https://ergodizain.ru>

Журнал строго придерживается международных

стандартов публикационной этики, обозначенных в

документе COPE (Committee on Publication Ethics).

<http://publicationethics.org>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-73849 от 05 октября 2018 года

Журнал публикует статьи по группам специальностей:

Управление в социальных и экономических системах;

Эргономика. Техническая эстетика. Промышленный и средовой дизайн

Журнал включен в международную систему библиографических ссылок CrossRef.

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикуемых в журнале «Эргодизайн», допускаются со ссылкой на источник информации и только с разрешения редакции.

Журнал строго придерживается международных стандартов публикационной этики, обозначенных в документе COPE (Committee on Publication Ethics).

<http://publicationethics.org>

CONTENTS

Editor-in-chief

D. Psychol., Prof. **SPASENNIKOV V.V.** (Bryansk)

Chairman of Editorial Committee

D. Psychol., Prof., **FEDOTOV S.N.** (Moscow)

Editorial Committee:

d.en.s., prof. **AVERCHENKOV V.I.** (Bryansk)

d.psychol., prof. **ARPENTIEVA M.R.** (Kaluga)

d.phil., prof. **DEMIDENKO E.S.** (Kaliningrad)

d. phil., prof. **YEFSTIFEEVA E.A.** (Tver)

d. phil., prof. **ZADOROZHNYUK I.E.** (Moscow)

can.en.s., ass. prof. **KAZAKOV Yu.M.** (Bryansk)

d.en.s., prof. **KIRICHEK A.V.** (Bryansk)

c.en.s., ass. prof. **KUSHNIR A.P.** (Moscow)

d.en.s., prof. **KOSKIN A.V.** (Orel)

d.ph.s., prof. **KUHTA M.S.** (Tomsk)

d.en.s., prof. **MARTYNOV V.V.** (Ufa)

d.sociol.s., prof. **MILOSHEVICH ZORAN** (Serbia)

can. sociol., **MOROZOVA A.V.** (Bryansk)

d.econ., prof. **NEVEROV A.N.** (Saratov)

d.en.s., prof. **PADERNO P.I.** (St. Petersburg)

d.psychol., prof. **SERGEEV S.F.** (St. Petersburg)

d.en.s., prof. **SUKHAREV O.S.** (Moscow)

d.en.s., prof. **URANCHIMEG TUDEVDAVGA** (Mongolia)

d.psychol., prof. **KHUDYAKOV A.I.** (St. Petersburg)

can.psychol., ass. prof. **TSYNTSAR A. L.**

(Transdnistrian Moldavian Republic)

d.m.s., prof. **CHUNTUL A.V.** (Moscow)

d.en.s., ass. prof. **YAKIMOV A.I.** (Mogilev, Belarus)

Deputy chief editor

can. bio., ass. prof. **KUZMENKO A. A.** (Bryansk)

Executive Secretary of the Editorial Board

ANDROSOV K.Yu. (Bryansk)

EDITORIAL BOARD

ALISOV A.A. (Bryansk)

can. psychol., ass. prof. **GOLUBEVA G.F.** (Bryansk)

d.en.s., prof. **ZAKHAROVA A.A.** (Bryansk)

c.econ., ass. prof. **LARICHEVA E.A.** (Bryansk)

d.en.s., prof. **LOZBINEV F.Yu.** (Bryansk)

c.en.s., ass. prof. **PODVESOVSKY A.G.**

(Bryansk)

c.en.s., ass. prof. **RYTOV M.Yu.** (Bryansk)

MANAGEMENT IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

Averchenkov A.V., Androsova A. A., Malakhov Yu. A. Analysis and application of generative-competitive networks for obtaining high Quality images 167

Erokhin D. V., Kotenko T. N. Digitalization of the economy in post-industrial society from the perspective of institutional and technological changes. 177

ERGONOMICS. TECHNICAL AESTHETICS. INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL DESIGN

Vechter E. V., Efremenko A. A., Radchenko V. Yu., Shklyar A.V. Features of visual perception of information and communication objects. . 186

Denisov D. P., Ogryzkov V. E. Virtual choice algorithms and ergonomics of distance services in education 194

Rytov M. Yu., Spasennikov V. V. Theoretical and applied issues of selection and training of operators of human-machine complexes in Russian ergonomics. 203

DOI:10.30987/issn.2619-1512

issn 2658-4026 (Online)

The journal is distributed by the founder.

Applications are accepted at: 7, 50 Years of October

Avenue, Bryansk, Russia, 241035

Editorial office Ph: 8-(4832)-58-82-80, 8-962-139-39-92

E-mail: ergodizain@yandex.ru

URL: <https://ergodizain.ru>

The magazine strictly adheres to international

standards of publication ethics indicated in

document COPE (Committee on Publication Ethics).

<http://publicationethics.org>

The Journal is registered by the Federal Service for

Supervision in the Sphere of Telecom, Information

Technologies and Mass Communications of Russian

Federation (ROSKOMNADZOR). Registration

certificate Эп № ФЦ77-73849 от 05.10.2018

The journal publishes articles on groups of specialties:
Management in social and economic systems;
Ergonomics. Technical aesthetics. Industrial and environmental design

The journal is included in the international system of bibliographic references CrossRef.

Reprint is possible only with the reference to the journal «Ergodesign».

The magazine strictly adheres to international standards of publication ethics indicated in document COPE (Committee on Publication Ethics).

<http://publicationethics.org>

А.В. Аверченков
А.А. Андросов
Ю.А. Малахов

Анализ и применение генеративно-сопоставительных сетей для получения изображений высокого качества

В статье рассматриваются генеративно-сопоставительные сети для получения изображений высокого качества. Представлены модели, архитектура и сравнение работы сетей. Рассмотрены особенности построения моделей глубокого обучения в процессе выполнения задачи суперразрешения, а также методы связанные с улучшением производительности.

Ключевые слова: нейронная сеть, высокое разрешение, генерирование, глубокое обучение, изображения.

A.V. Averchenkov
A.A. Androsov
Y.A. Malakhov

Analysis and application of generative-adversarial networks for producing high quality images

The article discusses generative adversarial networks for obtaining high quality images. Models, architecture and comparison of network operation are presented. The features of building deep learning models in the process of performing the super-resolution task, as well as methods associated with improving performance, are considered.

Keywords: neuralnetwork, highresolution, generation, deeplearning, images.

Генеративные сопоставительные нейронные сети (generative adversarial network, GAN) – это модель порождения данных, фактически построенная на основе двух моделей, состоящих между собой в своеобразной игре. Этими двумя «игроками» является генератор и дискриминатор (Ч. Аггарвал [1], С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская [3], G. Vox, G. Jenkins [6], A. Tsantekidisi др. [10]).

Как правило генеративно-сопоставительные сети используют для генерирования объектов изображения с различными типами контекста. В настоящее время наиболее распространенной сферой применения GAN является обработка изображений. Сеть-генератор предназначена для работы в этих условиях, называют сетью обращения свертки, или деконволюционной сетью (deconvolution network). Наиболее популярные способы создания деконволюционных сетей для GAN обсуждают-

ся в целом ряде работ [4, 5, 8, 11, 12 и др.].

Спектр использования GAN достаточно широк [1, 4, 7, 8, 9, и др.] в данной статье рассмотрены модели GAN глубокого обучения направленные на получение изображений с высоким качеством разрешения изображений.

Чтобы понять GAN, необходимо знать, как работают генеративные алгоритмы, и для этого полезно сравнивать их с дискриминационными алгоритмами. Дискриминационные алгоритмы пытаются классифицировать входные данные, то есть, учитывая особенности экземпляра данных, они предсказывают метку или категорию, к которой относятся эти данные.

Например, учитывая все слова в электронном письме (экземпляр данных), дискриминационный алгоритм может предсказать, является ли сообщение спамом или не спамом. Спам – это одна из меток, а пакет слов, со-

бренных из электронного письма, - это функции, которые составляют входные данные. Когда эта проблема выражена математически, метка называется y , а функции - x . Формулировка $p(y | x)$ используется для обозначения «вероятности y при заданном x », что в этом случае будет означать «вероятность того, что электронное письмо является спамом с учетом содержащихся в нем слов».

Таким образом, дискриминационные алгоритмы отображают характеристики на метки. Они касаются исключительно этой взаимосвязи. Один из способов понять генеративные алгоритмы состоит в том, что они делают противоположное. Вместо того, чтобы предсказывать метку на основе определенных функций, они пытаются предсказать особенности на основе определенной метки [2].

Вопрос, на который пытаются сгенерировать генеративный алгоритм, заключается в следующем: если предположить, что это письмо является спамом, насколько вероятны эти функции? В то время как дискриминационные модели заботятся о связи между y и x , генеративные модели заботятся о том, «как получается x ». Они позволяют захватить $p(x | y)$, вероятность x , заданную y , или вероятность признаков, заданных меткой или категорией. (Тем не менее, генеративные алгоритмы также могут использоваться в качестве классификаторов. Просто так получается, что они могут делать больше, чем классифицировать входные данные.)

Следует отличать дискриминационные модели от генеративных:

- Дискриминационные модели учат границу между классами.
- Генеративные модели моделируют распределение отдельных классов.

Одна нейронная сеть, называемая генератором, генерирует новые экземпляры данных, а другая, дискриминатор, оценивает их на подлинность; то есть дискриминатор решает, принадлежит ли каждый экземпляр данных, которые он просматривает, к фактическому набору данных или нет.

Например сгенерировать рукописные цифры, подобные тем, которые находятся в наборе данных MNIST, взятом из реального мира. Цель дискриминатора, когда показан экземпляр из истинного набора данных MNIST - распознать подлинные.

Тем временем генератор создает новые синтетические изображения, которые он передает дискриминатору. Это делается в надежде, что они тоже будут считаться подлинными,

даже если они являются поддельными. Цель генератора - генерировать проходимые рукописные цифры: лгать, не быть пойманным. Цель дискриминатора состоит в том, чтобы идентифицировать изображения, поступающие от генератора, как поддельные. [1]

Шаги предпринимаемые GAN:

Генератор принимает случайные числа и возвращает изображение.

Это сгенерированное изображение подается в дискриминатор вместе с потоком изображений, взятых из фактического набора данных с истинным основанием.

Дискриминатор принимает как реальные, так и поддельные изображения и возвращает вероятности, числа от 0 до 1, где 1 представляет прогноз подлинности, а 0 - поддельный.

Итак, есть двойной цикл обратной связи:

Дискриминатор находится в петле обратной связи с основополагающей правдой изображений, которые мы знаем.

Генератор находится в контуре обратной связи с дискриминатором.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема GAN.

Можно представить GAN как противодействие фальшивомонетчику и полицейскому в игре в кошки-мышки, где фальшивомонетчик учится передавать фальшивые заметки, а полицейский учится их обнаруживать. Оба являются динамическими; то есть, полицейский тоже обучается (для продолжения аналогии, может быть, центральный банк отмечает пропущенные векселя), и каждая сторона постоянно изучает методы другой.

Для MNIST сеть дискриминатора представляет собой стандартную сверточную сеть, которая может классифицировать поступающие в нее изображения, а биномиальный классификатор маркирует изображения как реальные или поддельные. Генератор представляет собой инверсную сверточную сеть, в некотором смысле: в то время как стандартный сверточный классификатор берет изображение и уменьшает частоту его дискретизации для получения вероятности, генератор берет вектор случайного шума и увеличивает частоту дискретизации его до изображения. Первый отбрасывает данные с помощью методов понижающей дискретизации, таких как max-pooling, а второй генерирует новые данные [7].

Max-pooling слоев - это «уменьшение». Оно позволяет более поздним сверточным слоям работать на больших участках данных, потому что небольшие патчи после слоя объединения соответствуют гораздо большему патчу перед

ним. Они также делают нас инвариантными к некоторым очень небольшим преобразова-

ям данных.

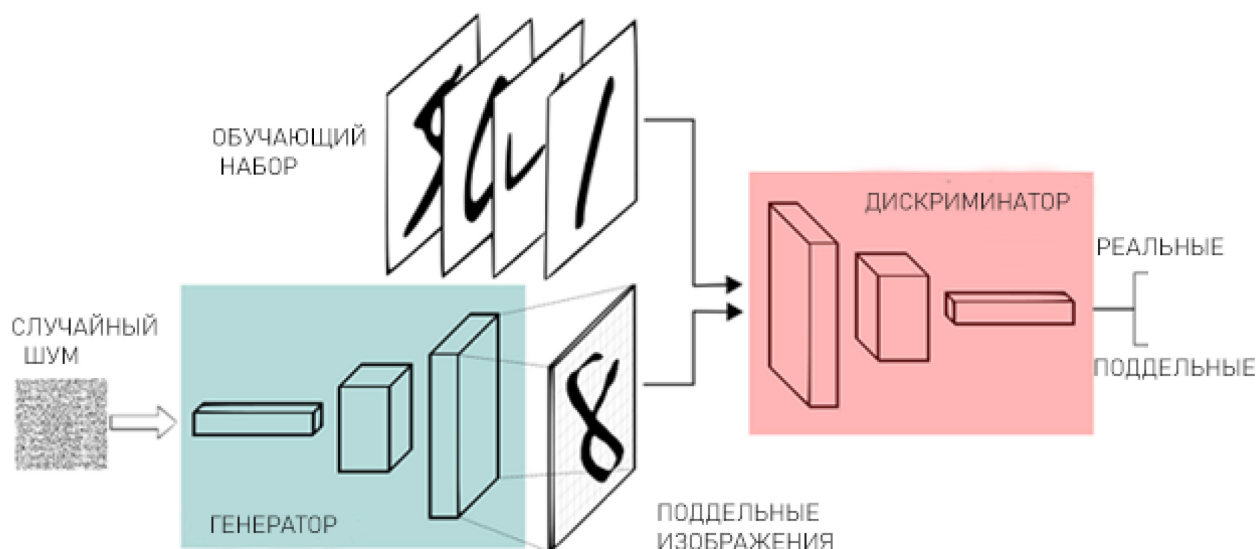


Рис.1. Принципиальная схема генеративно-сопоставительной сети

Обе сети пытаются оптимизировать другую и противоположную целевую функцию или функцию потерь в игре с нулевым размахом. По сути, это модель актер-критик. Как дискриминатор меняет свое поведение, так и генератор, и наоборот. Их потери давят друг на друга.

Когда обучается дискриминатор, значения генератора держатся постоянными и когда тренируется генератор, постоянным держится дискриминатор. Каждый должен тренироваться против статического противника. Например, это дает генератору лучшее представление о градиенте, которому он должен научиться.

Аналогичным образом, предварительная подготовка дискриминатора к MNIST перед началом обучения генератора установит более четкий градиент.

Каждая сторона GAN может одолеть другую. Если дискриминатор слишком хорош, он будет возвращать значения настолько близкие к 0 или 1, что генератор будет пытаться прочитать градиент. Если генератор слишком хорош, он будет постоянно использовать слабости в дискриминаторе, которые приводят к ложным негативам. Это может быть смягчено соответствующими темпами обучения сетей. Две нейронные сети должны иметь одинаковый «уровень квалификации» [8].

Генеративно-сопоставительные сети занимают много времени на обучение. На одном графическом процессоре GAN может занять несколько часов, а на одном процессоре - более

суток. Несмотря на сложность настройки и использования, GAN стимулировали множество интересных исследований и написания.

Область применения генеративно-сопоставительных нейросетей

Искусственные нейронные сети доказали свою эффективность в решении многих задач, однако эта эффективность в большей мере зависит от умения подбирать правильную архитектуру сети под каждую конкретную задачу анализа данных.

GAN имеет огромный потенциал применения. Например, создание картинок для интернет-магазина, аватаров для игр, видеоклипов, сгенерированных автоматически, исходя из музыкального бита произведения, или даже виртуальных ведущих для ТВ-программ. Благодаря работе GAN и генеративных моделей возникает синтез данных, на которых потом будут обучаться другие системы. Этот подход уже используется в современных смартфонах и некоторых программах. Он позволяет менять на фотографии выражение лица, количество морщин и причёску, менять день на ночь, состаривать изображения и т.п.

Генерация потрясающе реалистичных изображений знаменитостей (а на самом деле — несуществующих людей) с помощью PG GAN от nVidia. С помощью этой сети можно также генерировать изображения любых других категорий. Перенос стиля из одного изображе-

ния на другое позволяет при помощи нейросетей делать такие впечатляющие вещи как “превратить лошадь в зебру”.

Изменение эмоций, возраста, выражения лица человека – всего этого можно достичь, правильно обучив и запрограммировав нейронные сети GAN. На практике это выглядит следующим образом: на входе модели подается исходное фото и указывается эмоция, которую нужно показать на выходе.

Также нейронные сети GAN используют для генерации реалистичного видео городской

среды. Например, при создании фильмов, игр, виртуальной реальности.

Основная идея – автоматизация производства контента, который раньше требовал усилий дизайнеров.

Пространство возможных нейронных сетей (рис. 2), в котором ведется поиск, огромно. При проектировании нейронных сетей специалисты пользуются определенными эвристическими правилами и инструментами диагностики, однако полноценной методологией такой поиск назвать сложно, это скорее творческий процесс [1].

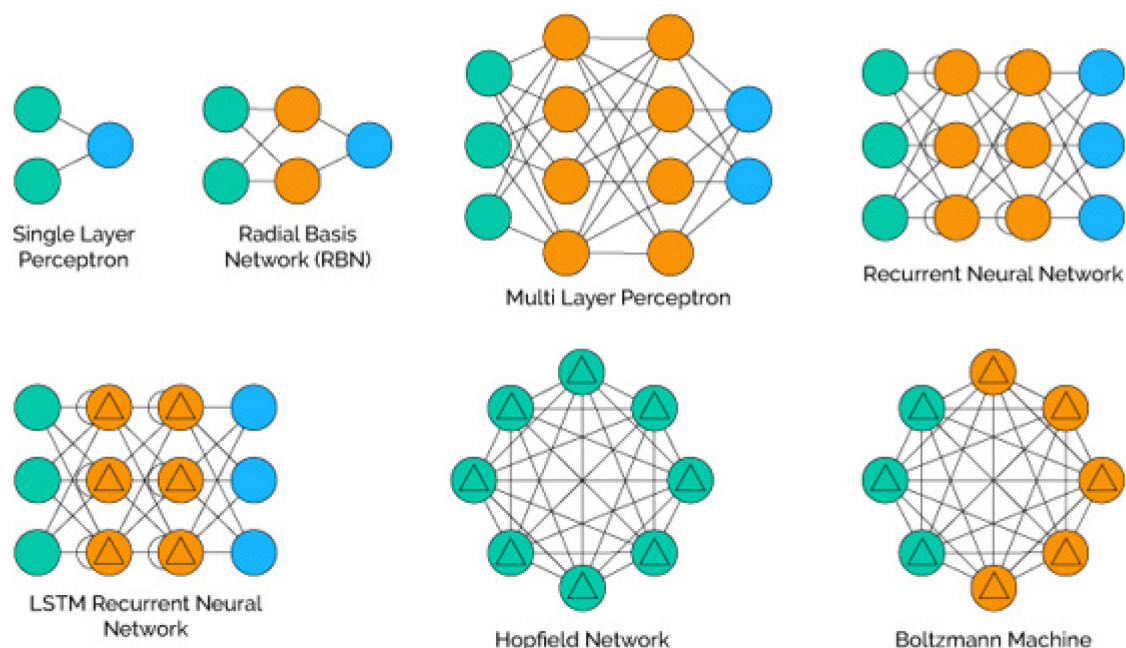


Рис.2. Примеры архитектуры нейросетей

Супер-разрешение — это результат восстановления изображения с высоким разрешением (HR) из данного изображения с низким разрешением (LR). В статье приведены основные подходы для решения задачи генерации супер-разрешения изображения с учителем. Изображение может иметь «более низкое разрешение» из-за меньшего пространственного разрешения (то есть размера) или из-за ухудшения качества (такого как размытие). Мы можем связать изображения HR и LR с помощью следующего уравнения: $LR = degradation(HR)$.

Очевидно, что при применении функции ухудшения качества мы получаем изображение LR из изображения HR. Но можно сделать обратное. Если мы знаем точную функцию деградации, применяя ее инверсию к изображению LR, мы можем восстановить изображе-

ние HR.

Но в этом и заключается проблема. Обычно мы не знаем эту функцию заранее. Непосредственная оценка обратной функции деградации является некорректной задачей. Несмотря на это, методы глубокого обучения доказали свою эффективность для супер-разрешения. Используя изображение HR в качестве цели и изображение LR в качестве входных данных, можно рассматривать это как задачу обучения с учителем.

Одним из простых способов получения данных LR является ухудшение данных HR. Это часто делается с помощью размытия или добавления шума. Изображения с более низким пространственным разрешением также можно масштабировать с помощью классического метода повышения дискретизации, такого как билинейная или бикубическая интерпо-

ляция. Особенности JPEG и аномалии квантования также могут быть использованы для ухудшения изображения.

Помимо классических 2D-сверток, в сетях можно использовать несколько интересных вариантов для улучшения результатов (рис. 3).

Развернутые (злокачественные) свертки могут обеспечить более широкое поле зрения, то

есть, использовать информацию, расположенную на большом расстоянии.

Такие приемы, как пропуск соединений, пространственный пирамидальный пулинг и полносвязные блоки объединяют признаки как низкого, так и высокого уровня для повышения производительности.

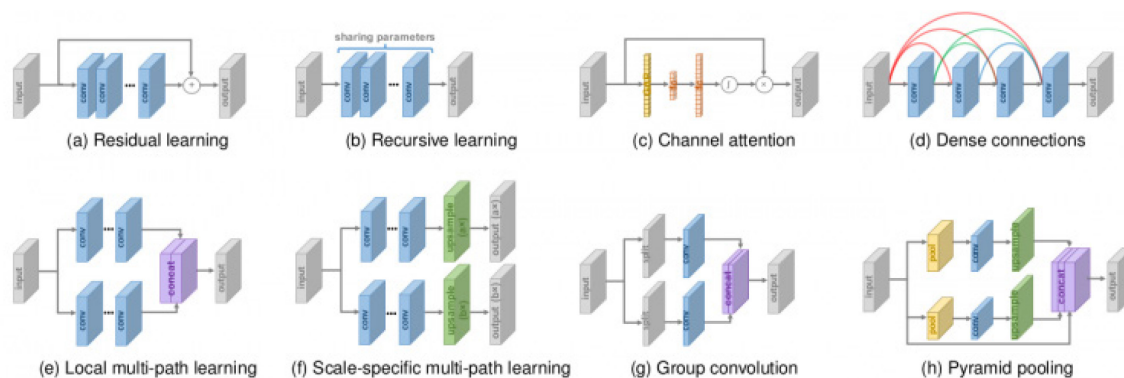


Рис.3. Ряд стратегий проектирования сетей

В этой группе методов изображения с низким разрешением сначала интерполируются для получения «грубых» изображений с большим разрешением. Теперь CNN используются для обучения end-to-end отображения от интерполированных изображений с низким качеством до изображений с высоким качеством. Идея этой группы методов состоит в

том, что может быть проще сначала увеличить разрешение изображений, используя традиционные методы (такие как билинейная интерполяция), а затем сделать результирующий результат, чем изучить прямое отображение из низкоразмерного пространства в многомерное пространство (рис. 4).

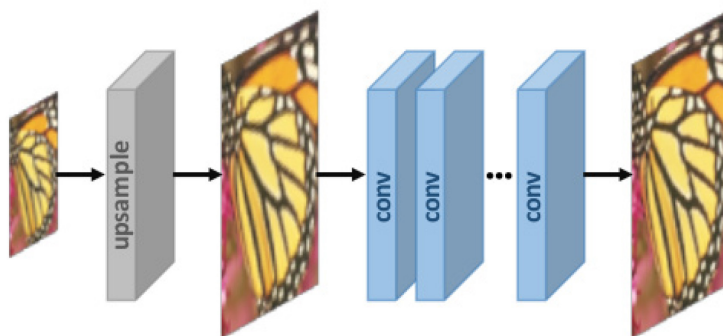


Рис.4. Обыкновенная Pre-Upsampling сеть

Пост-увеличение разрешения (Post-Upsampling)

В этом случае на CNN подаются оригинальные изображения с низким разрешением. Повышение разрешения выполняется на последнем обучаемом слое (рис. 5).

Преимущество этого метода состоит в том, что извлечение признаков выполняется в пространстве меньшего размера (перед повышением разрешения), и, следовательно, вычислительная сложность уменьшается. Кроме того,

используя обучаемый слой upsampling, модель можно обучать end-to-end.

Прогрессивное увеличение разрешения (Progressive Upsampling)

В группе методов с пост-увеличением разрешения, хотя вычислительная сложность и была снижена, но использовалась только одна свертка с повышением размерности.

Это усложняет процесс обучения при больших коэффициентах масштабирования.

Для устранения этого недостатка, в таких работах, как сеть Laplacian Pyramid SR (Lap SRN) и Progressive SR (Pro SR), была принята концепция прогрессивного увеличения разрешения. Модели в этом случае используют кас-

кад CNN для постепенного восстановления изображений с высоким разрешением при меньших коэффициентах масштабирования на каждом этапе (рис. 6).

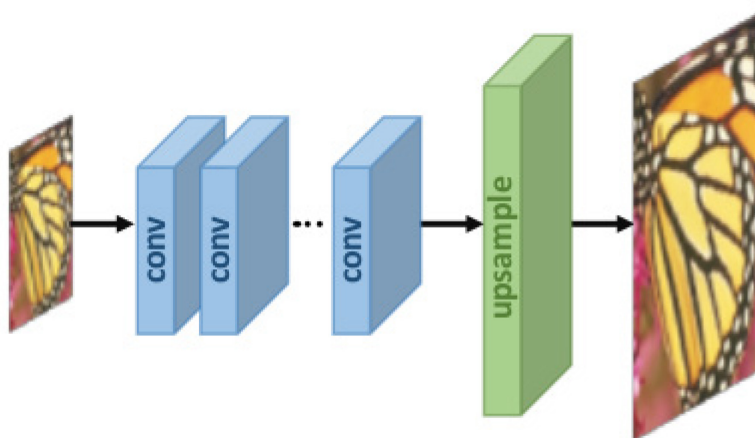


Рис.5. Пост-увеличение разрешения (Post-Upsampling)

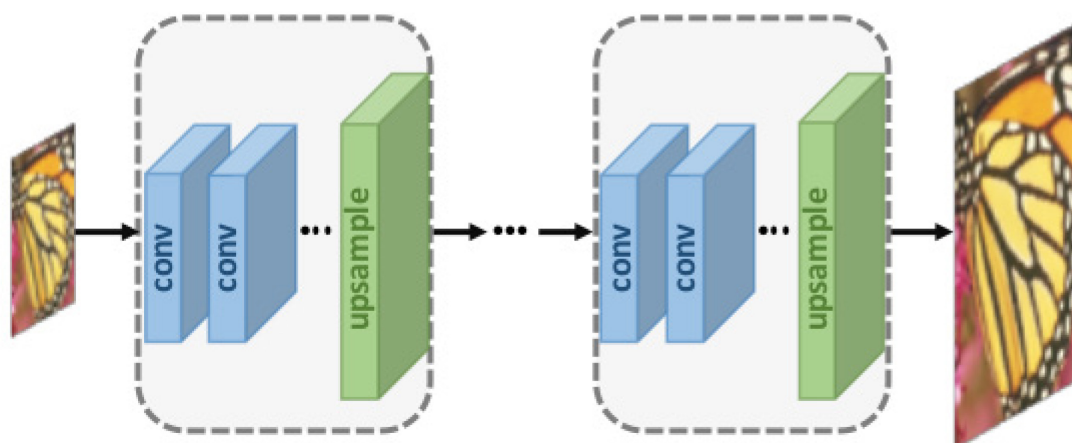


Рис. 6. Прогрессивное увеличение разрешения (Progressive Upsampling)

Раскладывая сложную задачу на более простые, трудность в обучении значительно снижается, и можно добиться лучшей производительности. Кроме того, стратегии обучения, такие как обучение по учебному плану, могут быть интегрированы для дальнейшего снижения сложности обучения и повышения итоговой успеваемости.

Итеративное понижение и повышение разрешения

Другой популярной моделью архитектуры является структура песочных часов (или U-Net). В некоторых вариантах, таких как сеть Stacked Hourglass, используется несколько последовательных структур песочных часов, ко-

торые эффективно чередуются между процессами повышения и понижения размерности (рис. 7).

Модели в этой структуре могут лучше определить глубокие отношения между парами изображений LR-HR и, таким образом, обеспечить более качественные результаты реконструкции.

Не редкой в GAN используются ошибки текстуры. Чтобы позволить сгенерированному изображению иметь тот же стиль (текстуру, цвет, контраст и т.д.), что и у настоящего изображения, используется вычисление ошибки текстуры (или ошибка реконструкции стиля). Текстура изображения, определяется как корреляция между различными характерными каналами. Каналы объектов обычно получают

из карт признаков, извлеченных с использованием предварительно обученной сети классификации изображений (Φ).

$$G_{ij}^{(l)}(I) = \text{vec}(\phi_i^{(l)}(I)) \cdot \text{vec}(\phi_j^{(l)}(I)).$$

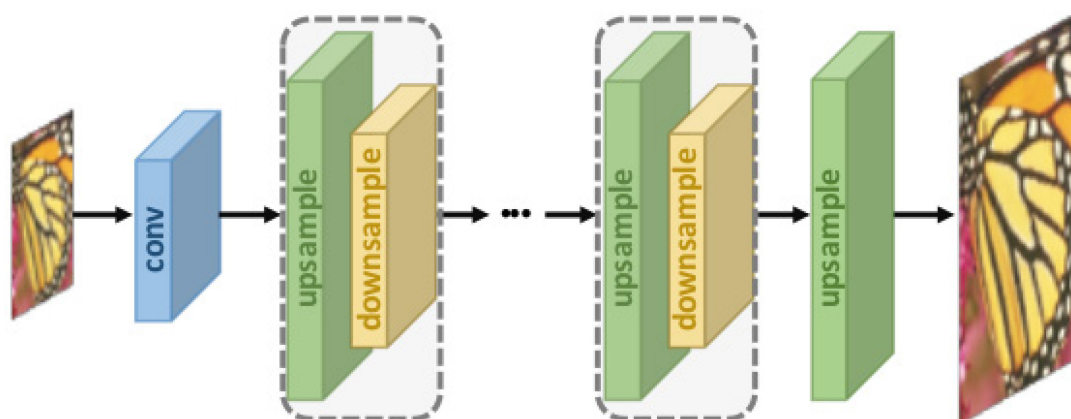


Рис. 7. Структура песочных часов или U-Net

Корреляция между картами признаков представлена **матрицей Грама** (G), которая является внутренним произведением между векторизованными картами объектов i и j на

слое l . Как только матрица Грамма рассчитана для обоих изображений, вычисляется ошибка текстуры:

$$\mathcal{L}_{\text{texture}}(\hat{I}, I; \phi, l) = \frac{1}{c_l^2} \sqrt{\sum_{i,j} (G_{i,j}^{(l)}(\hat{I}) - G_{i,j}^{(l)}(I))^2}.$$

Используя эту ошибку, модель мотивируется создавать реалистичные текстуры и визуально более удовлетворительные результаты [7].

Ошибка суммарного отклонения (TV) используется для подавления шума в сгенериро-

ванных изображениях. Он берет сумму абсолютных разностей между соседними пикселями и измеряет, сколько шума на изображении. Для сгенерированного изображения ошибки TV рассчитываются, как показано ниже:

$$\mathcal{L}_{\text{TV}}(\hat{I}) = \frac{1}{hwc} \sum_{i,j,k} \sqrt{(\hat{I}_{i,j+1,k} - \hat{I}_{i,j,k})^2 + (\hat{I}_{i+1,j,k} - \hat{I}_{i,j,k})^2}.$$

Здесь i, j, k перебирает высоту, ширину и каналы соответственно.

Один большой вопрос заключается в том, как можно количественно оценить производительность модели. Ряд методов оценки качества изображения (IQA) (или метрики) используются для одного и того же. Эти метрики можно в целом классифицировать на две категории - субъективные метрики и объективные метрики.

Субъективные метрики основаны на оценке восприятия человеком-наблюдателем, тогда

как объективные метрики основаны на вычислительных моделях, которые пытаются оценить качество изображения. Субъективные метрики часто являются более «точными для восприятия», однако некоторые из этих метрик неудобны, трудоемки или дороги для вычисления. Другая проблема заключается в том, что эти две категории метрик могут не соответствовать друг другу. Следовательно, исследователи часто анализируют результаты, используя метрики из обеих категорий.

PSNR

Пиковое отношение сигнал/шум (PSNR) — это обычно используемая объективная метрика для измерения качества восстановления преобразования с потерями. PSNR обратно пропорционально логарифму средней квадратичной ошибки (MSE) между настоящим и сгенерированным изображением.

$$\text{MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (I(i) - \hat{I}(i))^2,$$

$$\text{PSNR} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{L^2}{\text{MSE}} \right).$$

В приведенной выше формуле L — максимально возможное значение пикселя (для 8-

битных изображений RGB — 255). Неудивительно, что, поскольку PSNR заботится только о разнице между значениями пикселей, он не так хорошо отражает воспринимаемое качество.

SSIM

Структурное сходство (SSIM) — это субъективная метрика, используемая для измерения структурного сходства между изображениями на основе трех относительно независимых сравнений, а именно: яркости, контрастности и структуры. Абстрактно, формула SSIM может быть показана как взвешенное произведение яркости, контраста и структуры, вычисленных независимо.

$$\text{SSIM}(I, \hat{I}) = [C_l(I, \hat{I})]^\alpha [C_c(I, \hat{I})]^\beta [C_s(I, \hat{I})]^\gamma,$$

В приведенной выше формуле альфа, бета и гамма являются весами функций сравнения яркости, контраста и структуры соответствен-

но. Обычно используемое представление формулы SSIM показано ниже:

$$\text{SSIM}(I, \hat{I}) = \frac{(2\mu_I \mu_{\hat{I}} + C_1)(\sigma_{I\hat{I}} + C_2)}{(\mu_I^2 + \mu_{\hat{I}}^2 + C_1)(\sigma_I^2 + \sigma_{\hat{I}}^2 + C_2)}.$$

В приведенной выше формуле $\mu(I)$ представляет среднее значение конкретного изображения, $\sigma(I)$ представляет стандартное отклонение конкретного изображения, $\sigma(I, I')$ представляет ковариацию между двумя изображениями и C_1, C_2 задают константы, чтобы избежать нестабильности. Структурное сходство может быть использовано при решении инженерных, эргономических и дизайнерских творческих задач [8].

Заключение и выводы

Из-за возможного неравномерного распределения статистических характеристик или искажений изображения локальная оценка качества изображений надежнее, чем его оценка в глобальном масштабе. Среднее значение SSIM (MSSIM), которое разбивает изображение на несколько окон и усредняет значение

SSIM, полученное в каждом окне, является одним из таких методов оценки качества на локальном уровне.

В любом случае, SSIM оценивает качество реконструкции с точки зрения зрительной системы человека, эта метрика лучше соответствует требованиям оценки восприятия.

В статье были рассмотрены некоторые вводные материалы и процедуры обучения моделей глубокого обучения для выполнения задачи супер-разрешения. Были рассмотрены методики, которые могут дать лучшую производительность супер-разрешения без учителя, лучших методов нормализации и лучших репрезентативных метрик, которые могут значительно расширить область понимания генеративно-состязательных сетей. Перспективным направлением исследования является анализ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аггарвал, Ч. Нейронные сети и глубокое обучение: учебный курс: Перевод с английского [Текст] / Ч. Аггарвал. – СПб.: ООО “Диалектика”, 2020. – 752 с. – ISBN 978-5-907203-01-3.
2. Жадаев, Д.С. Особенности нейросетевого анализа уровня подготовки студентов в процессе адаптивного тестирования их профессиональных компетенций [Текст] / Д.С. Жадаев, А.А. Кузьменко, В.В. Спасенников // Вестник Брянского государственного технического университета – 2019. – №2(75). – С. 90-98.
3. Николенько, С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей [Текст] / С. Николенько, А. Кадурин, Е. Архангельская. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2018. – 482 с.
4. Патент RU 2309457 Модель нейронной сети МПК G06N3/06 / К.Н. Шевченко, Н.В. Шевченко, Б.В. Шульгин Приоритет 06.05.2006, Опубликовано 27.10.2007, БИ. №30.
5. Гудфеллоу, И. Дж. Генеративные состязательные сети, в: Advances в системах обработки нейронной информации [Текст] / И. Дж. Гудфеллоу, Дж. Пуже-Абади, М. Мирза, Б. Сюй, Д. Вард-Фарли, С. Озер, А.С. Курвиль, Ю. Бенжю // 27-я Ежегодная конференция по нейронным системам. – 2014. – С. 2672-2680.
6. Бокс, Дж. Анализ временных рядов: прогнозирование и контроль [Текст] / Дж. Бокс, Д.М. Дженкинс // Journal of Time. – №31. – 1976. – С. 238-242.
7. Дин, Х. Глубокое обучение для прогнозирования акций на основе событий, в: Материалы Двадцать четвертой Международной совместной конференции по искусственному интеллекту [Текст] / Х. Дин, Ю.Чжан, Т. Лю, Дж. Дуань // IJCAI, 2015. – С. 2327-2333.
8. Синюй, Чж, Прогноз фондового рынка. Высоочастотные данные с использованием генеративных состязательных сетей [Текст] / Чж. Синюй, П. Чжисун, Х. Гуо, Т. Сыци, Ч. Чжао // Математические проблемы. Инжиниринг. – 2018. – С. 7-10.
9. Разер, А.М. Рекуррентная нейронная сеть и гибридная модель для прогнозирования доходности акций [Текст] / А.М. Разер, А. Аггарвал, В.Н. Састри // Экспертная система. Appl., - №42. – 2015. - С. 3234-3241.
10. Цантэкидис, А. Прогнозирование цен на акции из книги лимитных заявок с помощью сверточных нейронных сетей [Текст] / А. Цантэкидис, Н. Пассалис, А. Тефас, Дж. Канниайнен, М. Габбуж, А. Иосифидис // 19-е. Конференция IEEE по бизнес-информатике, CBI 2017. – С. 7–12.
11. Zeiler, M. Visualising and understanding convolution networks. European Conference on Computer Vision [Электронный ресурс] / M. Zeiler, R. Fergus. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1311.2901.pdf> (дата обращения 29.09.2020).
12. Zhang, H. Character-level convolutional networks for text classification [Текст] / H. Zhang, J. Zhao, Y. Le Cun // NIPS Conference. – 2015. - С. 649-657.

REFERENCES

1. Aggarwal, Ch. Neural networks and deep learning: course English [Text] / Ch. Aggarwal. – SPb: LLC “Dialectic”, 2020. – 752p. – ISBN 978-5-907203-01-3.
2. Zhadaev, D. S. Features neural network analysis of level of preparation of students in the process of adaptive testing of their professional competence [Text] / D. S. Zhadaev, A. A. Kuzmenko, V. V. Spasennov // Bulletin of the Bryansk state technical University. – 2019. - №2 (75). – P. 90-98.
3. Nikolenko, S. Deep learning. Immersion in the world of neural networks [Text] / S. Nikolenko, A. Kadurin, E. Arkhangel'skaya. - SPb.: Publishing house "Peter", 2018. – 482 p.
4. Patent RU 2309457 Model of the neural network IPCG06N3/06 / K. N. Shevchenko, N. V. Shevchenko, B. V. Shulgin Priority 06.05.2006, published 27.10.2007, BI. no. 30.
5. Goodfellow, I. J. Generative competitive networks, in: Advances in neural information processing systems [Text] / I. J. Goodfellow, J. Pouge-Abadi, M. Mirza, B. Xu, D. Ward-Farley, S. Ozer, A. S. Courville, Y. Benjio // 27th annual conference on neural systems. - 2014. – P. 2672-2680.
6. Box, J. Analysis of time series: forecasting and control [Text] / J. Box, D. M. Jenkins // Journal of Time. - No. 31. – 1976. – С. 238-242.
7. Ding, X. Deep learning for predicting stocks based on events, in: Proceedings of the Twenty-fourth International joint conference on artificial intelligence [Text] / H. Ding, Yu. Zhang, T. Liu, J. Duan // IJCAI, 2015. – P. 2327-2333.
8. Sinyu, Zhi, Stock market forecast. High-frequency data using generative adversarial networks [Text] / Zh. Sinyu, P. Zhixun, H. Guyu, T. Siqi, Ch. Zhao // Mathematical problem. Engineering. – 2018. – P. 7-10.
9. Razer, A.M. Recurrent neural network and hybrid model for predicting stock returns [Text] / A.M. Razer, A. Agarwal, V. N. Sastri // Expert system. Appl., - №42. – 2015. - P. 3234-3241
10. Tsantekidis, A. Forecasting stock prices from the book of limit orders using convolutional neural networks [Text] / A. Tsantekidis, N. Passalis, A. Tefas, J. Kannianen, M. Gabbudzh, A. Iosifidis // 19-e. IEEE conference on business Informatics, CBI 2017. – P. 7-12.
11. Zeiler, M. Visualising and understanding convolution networks. European Conference on Computer Vision [Electronic resource] / M. Zeiler, R. Fergus. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1311.2901.pdf> (accessed 29.09.2020).
12. Zhang, H. Character-level convolutional networks for text classification [Text] / H. Zhang, J. Zhao, Y. Le Cun // NIPS Conference. – 2015. - C. 649-657.

Ссылка для цитирования: Малахов Ю.А. Анализ и применение генеративно-сопоставительных сетей для получения изображений высокого качества / Ю.А. Малахов, А.А. Андросов, А.В. Аверченков // Эргодизайн. – 2020 - №4 (10). – С. 167-176. - DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-167-176.

Сведения об авторах:

Малахов Юрий Антонович

доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы» Брянского государственного технического университета

E-mail: yumal55@yandex.ru

ORCID 0000-0001-8474-0927

Андросов Александр Андреевич

аспирант Брянского государственного технического университета

E-mail: shkafiara@bk.ru

Аверченков Андрей Владимирович

профессор кафедры «Компьютерные технологии и системы» Брянского государственного технического университета

E-mail: mahar@mail.ru

Abstracts:

Y.A. Malakhov

Associate Professor, Department of Computer Technologies and Systems, Bryansk State Technical University

E-mail: yumal55@yandex.ru

ORCID 0000-0001-8474-0927

A. A. Androsov

master of Bryansk State Technical University

E-mail: shkafiara@bk.ru

A. V. Averchenkov

Professor, Department of Computer Technology and Systems, Bryansk State Technical University

E-mail: mahar@mail.ru

Статья поступила в редколлегию 29.09.2020 г.

Рецензент:

д.т.н., профессор Санкт-Петербургского государственного технического университета

(«ЛЭТИ им. В.И. Ульянова-Ленина»)

член редакционного совета журнала "Эргодизайн"

Падерно П.И.

Статья принята к публикации 10.10.2020 г.

Д.В. Ерохин,
Т.Н. Кротенко

Цифровизация экономики в постиндустриальном обществе позиций институциональных и технологических изменений

Осуществлен анализ и дана характеристика правительственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Показана связь цифровой экономики не только с электронной коммерцией и электронным бизнесом, но и созданием условий развития экономики знаний в России для определения перспектив технологического развития. Выявлена проблема коммерциализации знаний, связанная с оценкой публикаций и научных разработок отечественных ученых.

Ключевые слова: экономика знаний, цифровизация экономики, информационный ресурс, технологические измерения, научные публикации.

D.V. Erokhin,
T.N. Krotenko

Digitalization of the economy in a post-industrial society from the perspective of institutional and technological changes

The author analyzes and characterizes the government program "Digital economy of the Russian Federation". It shows the connection of the digital economy not only with e-Commerce and e-business, but also the creation of conditions for the development of the knowledge economy in Russia to determine the prospects for technological development. The problem of knowledge commercialization related to the evaluation of publications and scientific developments of domestic scientists is revealed.

Keywords: knowledge economy, digitalization of the economy, information resource, technological measurements, scientific publications.

Введение

Развитие информационных технологий в третьем тысячелетии повлекло за собой трансформацию всех сфер жизнедеятельности общества, при этом с позиций институцио-

нальных изменений и экономической психологии инновационного менеджмента новая экономика («цифровая экономика») основана на знаниях и использует информационные ресурсы, которые имеют существенные отличия от традиционных ресурсов (табл. 1) [27].

Таблица 1. Свойства информационного ресурса

Традиционный ресурс	Информационный ресурс
Материальные потоки и запасы	Нематериальные потоки и запасы
В процессе использования уменьшается	В процессе использования увеличивается
Частное благо	Общественное благо
Ограниченный	Неограниченный
Тиражируемый с большими затратами	Тиражируемый с малыми затратами
Убывающая предельная полезность	Сетевые эффекты и возрастающая предельная полезность

Информационный ресурс постиндустриальной экономики, как показано в целом ряде исследований, актуализирует необходимость

пересмотра концептуальной модели построения рационального хозяйства по отношению к традиционному ресурсу [3, 6, 11, 14, 16, 22, 25].

1. Анализ институциональных изменений, связанных с четвертой промышленной революцией и основные положения правительственной программы «Цифровая экономика»

Основными отличительными особенностями цифровизации экономики с позиций институциональных изменений в постсоветский период являются [2, 4, 13, 17, 20]:

- сетевые способы координации экономических связей реализуются на основе создания кластерно-сетевых систем с горизонтальными связями и механизмами пространственной интеграции и взаимодействия;
- развитие видов деятельности переносится на услуги образования, сферы туризма и рекреации, здравоохранения, финансы и др.;
- преобладающей формой знаний являются неявные знания;
- преобладающие инновации в экономике – открытые;
- основными ресурсами становятся информация и человеческий капитал;
- помимо традиционных отраслей (промышленность, транспорт и др.) происходит рост инвестиций в креативные отрасли.

В работах по институциональной экономике и экономической психологии, в практической деятельности ряда стран появилось понятие «цифровая экономика» [5, 8, 10, 26, 30 и др.].

Начало XXI в. принесло развитие цифровых технологий на основе информационной революции и процессов глобализации экономики. В руках человека информация преобразуется в знания, а социально-экономические отношения переносятся в сетевое пространство. Ключевым фактором цифровой трансформации в деятельности субъектов рынка является развитие цифровой культуры [7].

Стремительный рост цифровой культуры населения позволяет предложить концептуальную модель построения рационального взаимодействия субъектов хозяйствования (рис. 1).

Согласно разработанной схеме предлагается использовать следующую последовательность формирования альтернатив регулирующих функций для различных уровней управления и методики прогнозирования пространственно-временного развития при анализе показателей социально-экономического роста хозяйства [5].

1. Анализируется состояние хозяйства. Это

включает обзор системы ведения хозяйства, его институционального обеспечения.

2. Определяются уровни ведения хозяйства.

3. Определяются субъекты рационального хозяйства. Выделены три основных субъекта функционирования рационального хозяйства с учетом уровней ведения: хозяйство, менеджмент хозяйства, потенциал хозяйства.

4. Определяются показатели выделенных субъектов рационального хозяйства, которые влияют на его рациональный качественный социально-экономический рост.

5. Проводится сбор статистической информации по показателям.

6. Обосновывается метод исследования, например, метод факторного анализа, индексный метод, ранжирование, экспертный метод и др. с применением нейротехнологий для цифровой информационно-аналитической системы.

7. По данным методики расчета происходит формулирование выводов с определением неопределенности, рисков, угроз, опасности внутренней и внешней.

Проводятся корректирующие действия для обеспечения безопасности рационального хозяйства от внутренних и внешних угроз институциональных деформаций.

Реализация представленной на рис. 1 концептуальной модели связана с необходимостью анализа программы «Цифровая экономика Российской Федерации», которая введена распоряжением правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р [1].

Анализ правительственной программы показал, что она включает разделы экономики и сферу социальных услуг, имеет подробную дорожную карту исполнения до 2024 года, предусматривает участие научных ресурсов, подготовку профессиональных кадров, гранты для талантливой молодежи, повышение компьютерной грамотности и приобщение к глобальной сети интернет всех слоев населения.

Согласно программе, цифровая экономика представлена следующими тремя уровнями:

1. Рынки и отрасли, где производится внедрение цифровых технологий.

2. Платформы и технологии, позволяющие провести внедрение цифровой экономики.

3. Среда, которая создает условия для развития платформ и технологий, эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики, она же включает в себя создание информационной безопасности для реализации проектов цифровой экономики.

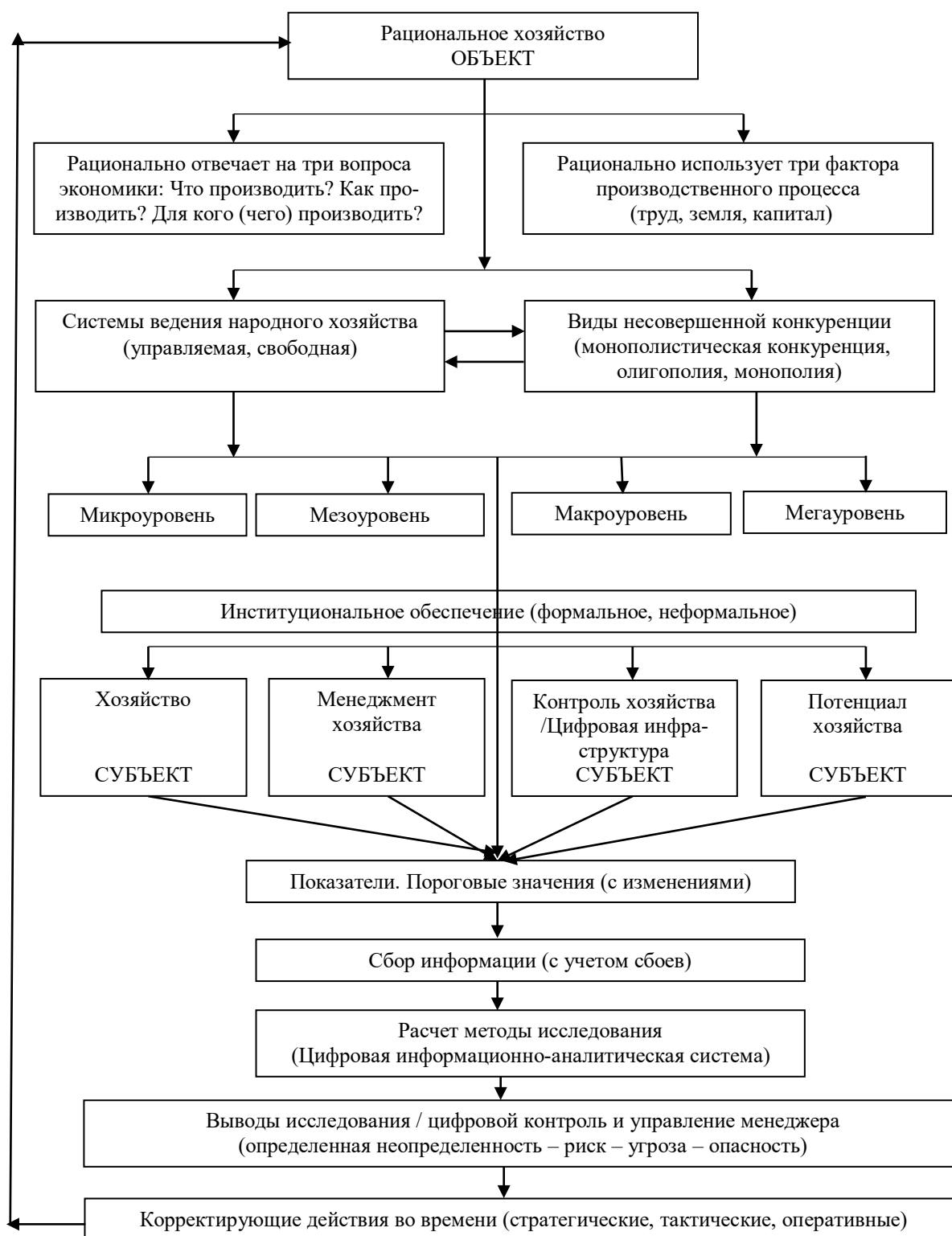


Рис. 1. Концептуальная модель построения рационального хозяйства с учетом цифровизации экономики [7]

2. Технологические и научно-образовательные проблемы цифровизации экономики

Как показано в работах О.С. Сухарева, на пути внедрения цифровых технологий в процессе реализации правительственной про-

граммы «Цифровая экономика» существует целый ряд проблем, связанных с содержанием технологического процесса в ИТ-секторе [20, 21].

Общая схема технологического процесса в ИТ-секторе представлена на рис.2 [22].

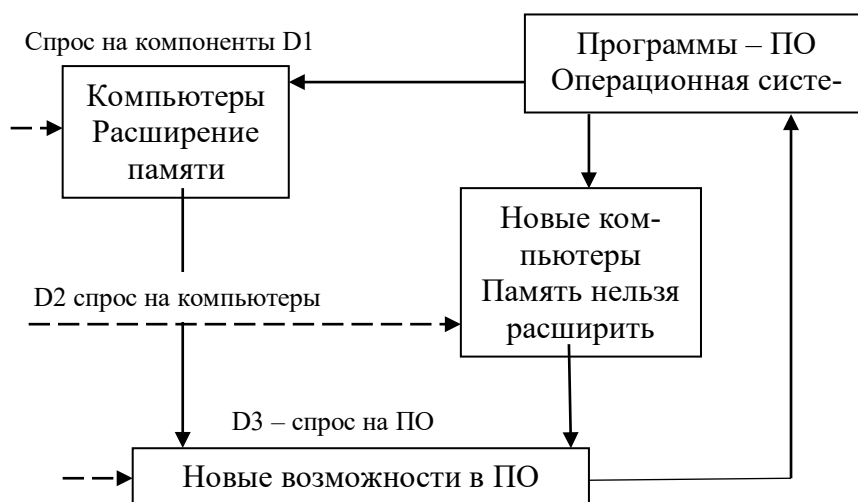


Рис. 2. Общая схема технологического процесса на ИТ-рынке (ПО – программное обеспечение)

На рис. 2 показаны три вида спроса:

- на элементы компьютера (память, диск), которые можно модернизировать и не требуется покупка нового компьютера, т.е. позволяют потребителю обойтись меньшими затратами (D1);
- на готовые компьютеры, обладающие возможностями постановки нового программного обеспечения, включая операционную систему (D2);
- на программное обеспечение, имеющее новые возможности, информацию о которых потребитель в основном получает заблаговременно от производителя.

Как видно из имеющихся связей, показанных на рис.2, каждый вид спроса мультиплицирует другой вид спроса. Образуется раскручивающийся замкнутый маховик развития данного сектора, включающего многие рынки со встроенным спекулятивным механизмом,

позволяющим выжимать из рынка значительную прибыль, привязывая потребителя к определенной модели поведения осуществления перманентных затрат на компьютеры и программное обеспечение. Указанный эффект оказывает влияние на рынок знаний и механизмы обмена, распространения знаний. Спекулятивный потенциал здесь значительный, так как само знание обладает высокой неопределенностью в применении. Причем данная неопределенность выше, чем на рынке компьютеров и программного обеспечения [22].

Спрос на новые технологии возрастает и подталкивает спрос на улучшение действующих технологий, а спрос на старые технологии резко сокращается, так же как и сами используемые технологии вытесняются новыми технологиями, причем довольно активно (рис. 3) [22].

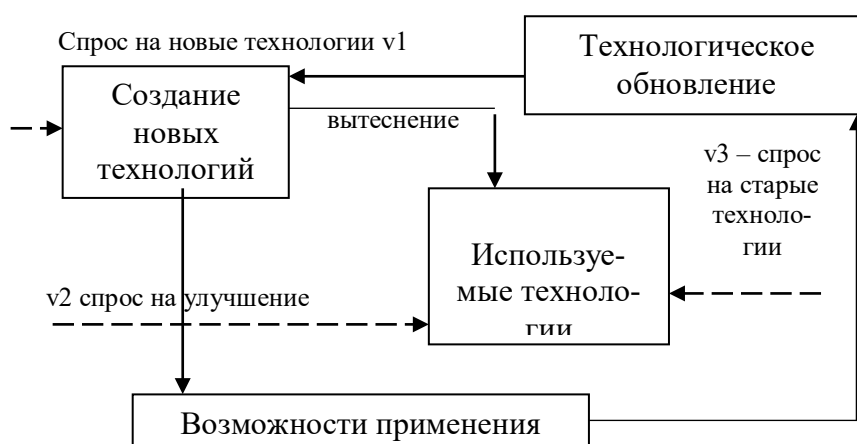


Рис. 3. Схема технологического пузыря

О.С. Сухарев показал, что из схемы технологического пузыря следует, что $dv_1/dt > dv_3/dt$, причем $dv_3/dt < 0$, $dv_1/dt > dv_2/dt$, при этом спрос на улучшение может возрасти, но на меньшую величину. Важным условием технологического пузыря является то, что изменение спроса на новые технологии становится функцией этого изменения, т.е. $dv_1/dt = f(dv_1/dt)$. Данный цикл работает не только для вытеснения всех используемых технологий, которые возможно вытеснить (до нуля в идеале), но и пока не исчерпается возможность генерации новых технологий, пока $dv_1/dt = \text{const}$ либо $dv_1/dt < 0$. Если заменить слово «технология» на «знание», то приведенные рассуждения окажутся справедливыми относительно знаний.

В работах по институциональной экономике и экономической психологии показано, что институты оказывают существенное влияние на воспроизводство и распространение знаний [9, 12, 19, 27 и др.]. Накопленный интеллектуальный капитал, выраженный в виде авторских свидетельств, патентов, изобретений, созданных полезных моделей, совершенных открытий, разработанных методик, формул, составляет базу применения и генерации новых знаний. Однако интеллектуальная собственность, закрепленная в указанных институтах, обеспечивает монополизм на рынке знаний и одновременно выступает институциональным ограничением на то, чтобы происходил полный обмен знаниями. Именно в силу наличия данных институтов осуществляется частич-

ный обмен знаниями, т.е. полный обмен является идеальной конструкцией [22].

Для ускорения технологического развития (рывка) требуется обогащение экономики знаниями, имеющими свое приложение. Повышение издержек обмена знаниями, тиражирования и обучения будет действовать в направлении элиминирования такого ускорения.

Существующая система оценки приращенных знаний, публикационной и изобретательской активности, не способствует появлению патентоспособных идей и новых российских технологических инноваций [17, 18].

В России установленный приоритет только двух баз индексирования научных публикаций в журналах Scopus и Web of Science (табл. 2), засчитываемых в заработную плату, приводит не только к монополизации рынка печатной научной продукции и зависимости журналов от внешних стандартов (блокируется появление нового научного журнала, не обладающего соответствующим импакт-фактором), но и к потере принципа приоритета по времени. Когда срок ожидания для опубликования результатов в данных журналах велик, то за меньший период времени, опубликовав в иных журналах те же идеи, можно получить научный приоритет и выиграть конкурентную борьбу. Сама же публикация в журналах, относимых к какой-то базе индексирования, не гарантирует ни научности, ни приоритета, если рассматривать конкуренцию при распространении и использовании знаний [16, 22, 25].

Таблица 2. Характеристики компаний, индексирующих научные журналы, устанавливающих правила и контролирующих рынок научных публикаций

Характеристика	Web of Science (Clarivate Analytics)	Scopus (Elsevier)
Штаб-квартира и год основания	Филадельфия (США), 2016	Амстердам (Нидерланды), 2004
Материнская компания или владелец, вид услуги	Onex Corporation (Акционерное общество), инвестиционные услуги	Reed Elsevier (Акционерное общество), информация и аналитика
Число сотрудников в 2019 г., тыс. чел.	192	30
Активы/прибыль на 2018 г., млн. долл. США	45 417 / 6222	13 999 / 1428
Число охваченных журналов, шт.	11 459	23 700
Услуги (платные)	Защищает более 90% известных брендов в мире, патентный анализ и правовое регулирование, проведение исследований	Получение информации по любому направлению исследований, статуса сотрудника и индекса цитируемости. Издательства Elsevier, Springer и Wille у монополизировали рынок и контролируют его

Источник: данные сведены на основе информации: Onex Corporation. URL: <https://ru.investing.com/equities/onex-corp-financial-summary>; RELX. URL: <http://ru.investing.com>.

Как следует из таблицы 2, контроль баз индексирования, по которым делается вывод о престижности публикаций в России, принадлежит частным лицам – акционерным обществам. Причем деятельность этих компаний касается не только издательской, но и патентной деятельности в части установления стандартов в области опубликования научной информации. Следовательно, речь идет о создании институтов и организаций, выполняющих функцию формирования рынка не только научной продукции, но и идей, потому что через опубликование происходит доведение идей до широкой общественности. Это один из способов влияния на развитие экономики знаний посредством создания правил и стандартов и их распространения на других агентов – игроков рынка. Такой подход обеспечивает подчинение этих агентов, так как инициатор изменений оказывается изначально в выигрышном положении, поскольку контролирует полностью начальную точку движения, формируя для остальных отстающий режим рынков, научных журналов и даже патентной информации превращает частные компании Scopus и Web of Science в глобальные банки не просто данных и информации, но и знаний, которые можно контролировать [25].

Российские ученые публикуют статьи с английской аннотацией, где указываются цель, методология и результаты исследования, т.е. дается справка о содержании исследования. С одной стороны, это нужно, чтобы облегчить восприятие исследования другими членами научного сообщества. Однако зачем нужен перевод на иностранный язык внутри России, ведь конкурирующая сторона не делает аналогичного на русском или китайском языках, т.е. не облегчает восприятие научной информации учеными другой страны [22]. Неравноправные условия конкуренции в науке и экономике знаний заданы по направлению наук и образования. Вследствие внешнего лоббизма российские научные журналы оказались привязанными к частным компаниям и контролируемым ими базам индексирования, понижая конкурентный потенциал российских журналов, привязывая их к внешним нормативам с потерей приоритетности (первой публикации). Посредством сложившегося положения дел наносится существенный вред развитию науки и образования в России [25].

К проблемам цифровой экономики и экономики знаний можно отнести оптимизацию системы образования, чтобы обеспечить возможность планирования образовательного

процесса, которое позволит оценить общественную потребность в квалифицированных врачах, педагогах, инженерах, программистах и специалистах для экономики знаний, а не выпускать низкоквалифицированных юристов, маркетологов, специалистов по связям с общественностью, представителей других невостребованных гуманитарных специальностей [8].

Наряду с проблемами цифровизации экономики можно выделить ряд преимуществ цифровой экономики для населения, которое является потребителем товаров и услуг. Появилась возможность оперативного получения товара или услуги, отсутствует необходимость ожидания. Уменьшается стоимость товара, так как производители не расходуют средства на логистику и хранение товаров. Ресурс электронных товаров практически неисчерпаем, в отличие от материальных, доступ к ним и выбор значительно облегчен. Это в конечном итоге приводит к повышению качества жизни населения [15].

Анализ цифровизации экономики показал, что внедрение цифровой экономики во все сферы человеческой деятельности может разрушить национальный суверенитет страны. Данный факт эксперты связывают с развитием большинства технологий на базе зарубежных цифровых платформ [5, 20, 23, 25].

Важной проблемой может стать резкое снижение рабочих мест для представителей профессий низкой квалификации. В связи с этим могут исчезнуть с рынка труда такие профессии, как продавец, кассир, водитель, что приведет к значительному повышению уровня безработицы. Необходимо разработать программы профессиональной переориентации и трудоустройства данной категории граждан [9].

Нерешенной проблемой цифровой экономики продолжает оставаться безопасность данных. Несостоятельность системы безопасности на любом из этапов внедрения программы цифровизации может привести к увеличению цифровых экономических преступлений. Поэтому дальнейшая цифровизация экономики потребует создания и внедрения беспрецедентной системы безопасности.

Заключение. Результаты и обсуждение

1. Цифровая экономика охватила все сферы человеческой деятельности и отрасли народного хозяйства: промышленность, сельское хозяйство, здравоохранение, образование,

коммунальные услуги, индустрию развлечений и туризма, возникли транспортные проекты класса цифровой железной дороги и преобразования городов и энергетических систем.

Теоретический анализ источников по институциональной экономике и экономической психологии позволяет определить цифровую экономику как систему производственно-экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых технологий, формирующих логистические системы.

2. Программа «Цифровая экономика», разработанная Экспертным советом при Правительстве РФ по цифровой экономике, направлена на решение следующих задач:

- рост включенности граждан и хозяйствующих субъектов в работу в цифровом пространстве;
- создание инфраструктуры, обеспечивающей взаимодействие субъектов в цифровом пространстве;
- образование устойчивых цифровых экосистем для хозяйствующих субъектов;
- снижение издержек хозяйствующих субъектов и граждан при взаимодействии с госу-

дарством и между собой;

- повышение конкурентоспособности экономики, хозяйствующих субъектов и граждан за счет цифровых преобразований во всех сферах жизнедеятельности общества.

Для интенсификации развития экономики знаний в России недостаточно программы цифровизации и информатизации экономики, поскольку требуется создание спроса на новые знания и технологическое обновление во всех сегментах экономики.

Институциональные коррекции системы науки и образования связаны с ростом трансакционных издержек, ухудшая процесс адаптации, и оборачиваются потерей научных школ, уводя от содержания научной работы и перенося ответственность за коммерциализацию на ученых, не являющихся субъектами спроса на свои же результаты.

Выходом из сложившейся ситуации является защита от «утечки мозгов», необходимость правовой авторской охраны интеллектуальной собственности российских ученых и изобретателей в сфере цифровизации экономики и информационных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цифровая экономика Российской Федерации: программа: распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р [Текст] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2017. – №32. – Ст. 5138; URL: <http://www.pravo.gov.ru> (03.08.2017).
2. Азизкулов, Д.М. Цифровая экономика: понятие, особенности и перспективы на российском рынке [Текст] / Д.М. Азизкулов // Вектор экономики. – 2018. – №3(21). – С. 62.
3. Андреева, Е.Ю. Цифровая экономика будущего. Индустрия 4.0 [Текст] / В.Ю. Андреева, В.Д. Фильчакова // Прикладная математика и фундаментальная информатика. – 2016. – №3. – С. 214-218.
4. Бабкин, А.В. Модель национальной инновационной системы на основе экономики знаний [Текст] / А.В. Бабкин, Т.Ю. Хватова // Экономика и управление. – 2010. – №12(62). – С. 170-176.
5. Бабкин, А.В. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития [Текст] / А.В. Бабкин, Д.Д. Буркальцева, Д.Г. Костень, Ю.Н. Воробьев // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – Т.10. – №3. – С. 9-25.
6. Баранов, Д.Н. Сущность и содержание категории «Цифровая экономика» [Текст] / Д.Н. Баранов // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – №2. – С. 15-23.
7. Буркальцева, Д.Д. Концептуальная модель рационального взаимодействия субъектов хозяйствования с учетом влияния институциональных факторов в современных

REFERENCES

1. Digital economy of the Russian Federation: program: decree of the government of the Russian Federation No. 1632-R of July 28, 2017 [Text] // Collection of legislation of the Russian Federation. – 2017. – no. 32. – St. 5138. – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (03.08.2017).
2. Azizkulov, D.M. Digital economy: the concept, characteristics and prospects for the Russian market [Text] / D.M. Aitkulov // Economy vector. – 2018. – №3(21). – P. 62.
3. Andreeva, E.Yu. Digital economy of the future. Industry 4.0 [Text] / V.Yu. Andreeva, V.D. Filchakova // Applied mathematics and fundamental Informatics. – 2016. – no. 3. – P. 214-218.
4. Babkin, A.V. Model of the national innovation system based on the knowledge economy [Text] / A.V. Babkin, T.Yu. Khvatova // Economics and management. – 2010. – №12(62). – P. 170-176.
5. Babkin, A.V. Formation of the digital economy in Russia: the nature, characteristics, technical normalization, the problems of development [Text] / V.A. Babkin, D.D. Burkaltseva, D. Kosten, J.N. Sparrows // Scientific and technical statements of SPbGPU. Economic Sciences. – 2017. – Vol. 10. – No. 3. – P. 9-25.
6. Baranov, D.N. The essence and content of the category "Digital economy" [Text] / D.N. Baranov // Bulletin of the Witte Moscow University. Series 1: Economics and management. – 2018. – No. 2. – P. 15-23.
7. Burkaltseva, D.D. Conceptual model of a rational interaction of business entities with regard to the influence of institutional factors in modern conditions [Text] / D.D. Burkaltseva

условиях [Текст] / Д.Д. Буркальцева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2017. – № 3. – С. 179-182.

8. Гальперина, А.Д. Анализ типологий корпоративных культур: в аспекте модели Digital-Wood [Текст] / А.Д. Гальперина // Российский экономический вестник. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С.247-253.

9. Джурицкий, А.Н. Цифровое образование в Западной Европе и США: надежды и реальность [Текст] / А.Н. Джурицкий // Сибирский педагогический журнал. – 2019. – № 3. – С. 162-168.

10. Ерохин, Д.В. Экономико-психологические особенности использования цифровых технологий в бизнес-процессах и управлении персоналом [Текст] / Д.В. Ерохин, Л.А. Вестимая, О.И. Трутнев // Эргодизайн. – 2020. – №1(07). – С. 25-31. - doi:10.30987/2658-4026-2020-1-25-31.

11. Зозуля, Д.М. Цифровизация российской экономики и индустрия 4.0: вызовы и перспективы [Текст] / Д.М. Зозуля // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8. – №1. – С. 1-14. - doi: 10.18334/vinec.8.1.38856.

12. Кошкин, Р.П. Цифровая экономика – новый этап развития информационного общества в России [Текст] / Р.П. Кошкин // Стратегические приоритеты. – 2017. – №3(15). – С. 4-15.

13. Куприяновский, В.П. Демистификация цифровой экономики [Текст] / В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, С.А. Синягов // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т.4. – №11. – С. 59-63.

14. Маракулин, М.В. Введение понятия «цифровая экономика» в современную практику государственного управления Российской Федерации [Текст] / М.В. Маракулин // Управление инвестициями и инновациями. – 2018. – №2. – С. 67-73.

15. Полянская, О.А. Положительные и отрицательные тенденции развития цифровой экономики в России [Текст] / О.А. Полянская, В.В. Беспалова, В.Н. Татаренко // Петербургский экономический журнал. – 2018. – №3. – С. 24-30.

16. Розанова, Н.М. Преподавание в эпоху Digital generation: обучение с использованием LMS [Текст] / Н.М. Розанова // Terra Economicus. – 2012. – Т.10. – № 4. – С. 139-149.

17. Спасенников, В.В. Первая Всероссийская конференция «Психология и экономика» (Калуга, 3-5 февраля 2000 г.) [Текст] / В.В. Спасенников, Э.Х. Локшина, В.М. Соколинский // Вестник Российского гуманитарного фонда. – 2001. – №1. – С. 236-242.

18. Спасенников, В.В. Экономическая психология: учебник [Текст] / В.В. Спасенников. – М.: PerSe, 2019. – 448 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/8842html>. - ISBN 978-5-4486-0880-3.

19. Спасенников, В.В. Региональная образовательная система и местные рынки труда: поиск баланса спроса и предложения квалифицированных кадров [Текст] / В.В. Спасенников // Социология образования. – 2008. – №10. – С. 29-46.

20. Сухарев, О.С. Информационная экономика: знание, конкуренция и рост [Текст] / О.С. Сухарев. – М.: Финансы и статистика, 2015. – 288 с. – ISBN 978-5-279-03565-6.

21. Сухарев, О.С. Информация и агенты: как формируется модель поведения [Текст] / О.С. Сухарев // Экономическая наука современной России. – 2016. – №3. – С. 43-55.

22. Сухарев, О.С. Экономика знаний: перспективы технологического рынка [Текст] / О.С. Сухарев // Экономика. Налоги. Право. – 2020. – №2. – С. 16-33. - doi: 10.26794/1999-849X-2020-13-2-16-33.

// Humanitarian, socio-economic and social Sciences. – 2017. – No. 3. – P. 179-182.

8. Galperina, A.D. Analysis of typologies of corporate cultures: in the aspect of the Digital-Wood model [Text] / A.D. Galperina // Russian economic Bulletin. – 2020. – Vol. 3. – No. 1. – P. 247-253.

9. Dzhurinsky, A.N. Digital education in Western Europe and the United States: hopes and realities [Text] / A.N. Dzhurinsky // Siberian pedagogical journal. – 2019. – No. 3. – P. 162-168.

10. Erokhin, D.V. Economic and psychological characteristics of the use of digital technologies in business processes and personnel management [Text] / D.V. Erokhin, L.A. Vestimaya, O.I. Trutnev // Ergodesign. – 2020. – №1(07). – P. 25-31. - doi:10.30987/2658-4026-2020-1-25-31.

11. Zozulya, D.M. Digitalization of the Russian economy and industry 4.0: challenges and prospects [Text] / D.M. Zozulya // Questions of innovation economy. – 2018. – Vol. 8. – No. 1. – P.1-14. - doi: 10.18334/vinec. 8. 1. 38856.

12. Koshkin, R.P. Digital economy – a new stage in the development of the information society in Russia [Text] / R.P. Koshkin // Strategic priority. – 2017. – №3(15). – P. 4-15.

13. Kuprianovsky, V.P. Demystification of the digital economy [Text] / V.P. Kuprianovsky, D.E. Namiot, S.A. Sinyagov // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Vol. 4. – No. 11. – P. 59-63.

14. Marakulin, V.M. Introduction of the concept of "digital economy" in contemporary practice of public administration of the Russian Federation [Text] / M.V. Marakulin // Investment Management and innovation. – 2018. – No. 2. – P. 67-73.

15. Polyanskaya, O.A. Positive and negative trends in the development of the digital economy in Russia [Text] / O.A. Polyanskaya, V.V. Bepalov, V.N. Tatarenko // St. Petersburg economic journal. – 2018. – no. 3. – P. 24-30.

16. Rozanova, N.M. Teaching in the era of Digital generation: learning using LMS [Text] / N.M. Rozanova // Terra Economicus. – 2012. – Vol. 10. – No. 4. – P. 139-149.

17. Spasennikov, V.V. First All-Russian conference "Psychology and Economics" (Kaluga, February 3-5, 2000) [Text] / V.V. Spasennikov, E.H. Lokshina, V.M. Sokolinsky // Bulletin of the Russian humanitarian Fund. - 2001. – No. 1. – P. 236-242.

18. Spasennikov, V.V. Economic psychology: textbook [Text] / V. V. Spasennikov. – M.: PerSe, 2019. – 448 p. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/8842html>. - ISBN 978-5-4486-0880-3.

19. Spasennikov, V.V. Regional education system and local labour markets: the search for a balance of supply and demand of skilled personnel [Text] / V.V. Spasennikov // Sociology of education. – 2008. – No. 10. – P. 29-46.

20. Sukharev, O.S. Information economy: knowledge, competition and growth [Text] / O.S. Sukharev. – M.: Finances and statistics, 2015. – 288 p. – ISBN 978-5-279-03565-6.

21. Sukharev, O.S. Information and agents: how the behavior model is formed [Text] / O.S. Sukharev // Economic science of modern Russia. – 2016.- no. 3.- P. 43-55.

22. Sukharev, O.S. Knowledge Economy: prospects of the technological market [Text] / O.S. Sukharev // Economy. Taxes. Pravo. – 2020. - no. 2. – P. 16-33. - doi: 10.26794/1999-849X-2020-13-2-16-33.

23. Трухина, О.А. Формирование цифровой экономики в России: сущность, особенности, проблемы развития [Текст] / О.А. Трухина, И.В. Смирнова // Инновационное развитие экономики. – 2018. – №4(46). – С. 117-124.

24. Фролов, Д.П. Эволюционная экономика на пике и кризисе [Текст] / Д.П. Фролов // Journal of Institutional Studies. – 2020. – №12(1). – С. 19-37.

25. Цаликова, И.К. Научные исследования по вопросам формирования Soft Skills (обзор данных в международных базах Scopus, Web of Science) [Текст] / И.К. Цаликова, С.В. Пахотина // Образование и наука. – 2019. – Т. 21. – №8. – С. 187-207.

26. Шваб, К. Четвертая промышленная революция [Текст] / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.

27. Экономика, основанная на знаниях: учеб. пособие [Текст] / под общ. ред. А.Л. Гапоненко. – М.: Российская академия государственной службы при Президенте Российской Федерации, 2006. – 352 с.

28. Юдина, Т.Н. Осмысление цифровой экономики [Текст] / Т.Н.Юдина // Теоретическая экономика. – 2016. – №3(33). – С. 12-16.

29. Kahneman, D. Prospect theory: An analysis of decision under risk [Текст] / D. Kahneman, A. Tversky // Econometrica, 1979. – Vol. 47. – P. 263-291.

30. Liagouras, G. The challenge of Evo-Devo: implications for evolutionary economists [Текст] / G. Liagouras // Journal of Evolutionary Economics. – 2017. – Vol. 27(4). – P. 795-823.

31. Negroponte, N. Being Digital [Текст] / N. Negroponte. – New York Inc. knopf A., 1995. – 259 p.

32. Weber, A. The role of education and development in developing countries [Текст] / A. Weber // Social and Behavioral Sciences. – 2011. – Vol. 15. – P. 2589-2594.

23. Trukhina, O.A. Formation of the digital economy in Russia: essence, features, problems of development [Text] / O.A. Trukhina, I.V. Smirnova // Innovative development of economy. – 2018. – №4(46). – P. 117-124.

24. Frolov, D.P. Evolutionary Economics on the peak and crisis [Text] / D.P. Frolov // Journal of Institutional Studies. – 2020. – №12(1). – P. 19-37.

25. Tsalikov, I.K. Research on the formation of Soft Skills (survey data in international databases Scopus, Web of Science) [Text] / I.K. Tsalikov, S.V. Pakhotina // Education and science. – 2019. – T. 21. – No. 8. – P. 187-207.

26. Shvab, K. Fourth industrial revolution [Text] / K. Shvab. – Moscow: Eksmo, 2016. – 208 p.

27. An economy based on knowledge: studies'. manual [Text] / under the General editorship of A. L. Gaponenko. – M.: Russian Academy of public administration under the President of the Russian Federation, 2006. – 352 p.

28. Yudina, T.N. Understanding the digital economy [Text] / T.N. Yudina // Theoretical Economics. – 2016. – №3(33). – P. 12-16.

29. Kahneman, D. Prospect theory: An analysis of decision under risk [Text] / D. Kahneman, A. Tversky // Econometrica, 1979. – Vol. 47. – P. 263-291.

30. Liagouras, G. The challenge of Evo-Devo: implications for evolutionary economists [Text] / G. Liagouras // Journal of Evolutionary Economics. – 2017. – Vol. 27(4). – P. 795-823.

31. Negroponte, N. Being Digital [Text] / N. Negroponte. – New York Inc. knopf A., 1995. – 259 p.

32. Weber, A. The role of education and development in developing countries [Text] / A. Weber // Social and Behavioral Sciences. – 2011. – Vol. 15. – P. 2589-2594.

Ссылка для цитирования:

Ерохин Д.В. Цифровизация экономики в постиндустриальном обществе с позиций институциональных и технологических изменений / Д.В. Ерохин, Т.Н. Кротенко // Эргодизайн. – 2020 - №4 (10). – С. 177-185. - DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-177-185.

Сведения об авторах:

Ерохин Дмитрий Викторович

Брянский Государственный технический университет
канд. эконом.наук, проф.

заведующий кафедрой «Экономика и Менеджмент»

E-mail: erohin1951@mail.ru

ORCID

Кротенко Татьяна Николаевна

ГБПОУ Республики Крым «Феодосийский
политехнический техникум»

преподаватель

E-mail: krotenko_tn@mail.ru

ORCID

Abstracts:

D.V. Yerokhin,

Bryansk State technical University

candidate of economic Sciences, Professor,

head of the Department of Economics and Management,

E-mail: erohin1951@mail.ru

ORCID

T. N. Krotenko

COLLEDGE of the Republic of Crimea "Feodosia Polytechnic College",

teacher

E-mail: krotenko_tn@mail.ru

ORCID

Статья поступила в редколлегию 22.08.2020 г.

Рецензент: д.пс.н., профессор Брянского государственного технического университета
главный редактор журнала «Эргодизайн» Спасенников В.В.

Принята к публикации 10.09.2020 г..

Эргономика. Техническая эстетика. Промышленный и средовый дизайн

УДК 659.125.013:659.157

DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-186-193

Е.В. Вехтер,
А.А. Ефременко,
В.Ю. Радченко,
А.В. Шкляр

Особенности визуального восприятия информационно-коммуникационных объектов

В данной статье рассмотрены основные принципы визуального восприятия информации с объектов знаковой коммуникации. Выделены особенности визуальной коммуникации, особенности восприятия информации, основные критерии и правила при проектировании знаков визуальной коммуникации. В статье рассмотрена роль когнитивной эргономики и психологии восприятия, и выявлен исходный набор критериев и приемов, обеспечивающий эффективный и функциональный процесс проектирования знаков визуальной коммуникации. Рассмотрены основные группы пользователей детских художественных школ и предложены варианты дизайна визуальной коммуникации для детской художественной школы.

Ключевые слова: визуальная коммуникация, дизайн, психология восприятия, когнитивная эргономика, детская художественная школа.

E.V. Vekhter,
A.A. Efremenko,
V.Ju. Radchenko,
A.V. Shklyar

Features of the visual perception of information and communication object

This article discusses the basic principles of visual perception of information with objects of sign communication. The features of visual communication, the features of the perception of information, the main criteria and rules for the design of signs of visual communication are highlighted. The article discusses the role of cognitive ergonomics and psychology of perception, as well as the initial set of criteria and techniques that provides an effective and functional process for designing visual communication signs. The main groups of users of children's art schools are considered and options for the design of visual communication for a children's art school are proposed.

Keywords: visual communication, design, perception psychology, cognitive ergonomics, children's art school.

Введение

Знания эргономики широко используются при проектировании различных изделий. Промышленность в настоящее время обладает относительно хорошим и широким пониманием того, как применять физическую эргономику в дизайне. В отличие от этого, в отрасли относительно плохо понимают, как применять в дизайне то, что иногда называют «когнитивной эргономикой», т.е. проектировать и планировать оборудование и рабочую среду та-

ким образом, чтобы поддерживать перцептивные и психологические процессы, связанные с пониманием состояния мира, рассуждениями о нем и принятием решений.

Чтобы понять, что такое визуальные коммуникации, необходимо рассмотреть основные составные части данной группы (рис.1) [4].

Визуальные коммуникации могут считываться различными методами восприятия. Например, результатом визуально графиче-

ского восприятия могут являться графика, фотография, цвет или, например, шрифт и т.д.

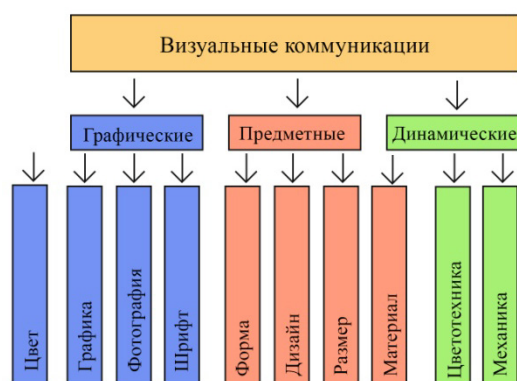


Рис.1. Визуальная система коммуникаций

Для создания знаков визуальной коммуникации критерии визуального восприятия очень важны, так как позволяют создать более понятную среду для комфортной работы, взаимодействия и коммуникации. В настоящее время, именно особенности визуального восприятия и психологии восприятия редко используются и учитываются на этапе проектирования. Что способствует появлению многих проблем в дальнейшей эксплуатации.

Когнитивная эргономика и психология восприятия

Основной задачей промышленного дизайна является привнесение эстетической ценности в объект, создаваемый промышленным способом, с оптимизацией и улучшением взаимодействия человека с ним.

В данном случае объектом является система знаков коммуникации. Дизайн коммуникаций – это передача информации с помощью визуальных объектов, которые формируют определенный образ у зрителя.

Когда начинается процесс проектирования, дизайнеру нужно подробно изучить, как человек будет с данным предметом взаимодействовать, какова конечная цель этого процесса, в каких условиях проходит взаимодействие, какие основные ошибки прослеживаются в подобных аналогах, какие предпочтения есть у конкретного слоя населения, кто будет использовать данный объект, выявить проблемы и устранить их.

В этом направлении помогает эргономика. Антропометрические данные человека – средние показатели роста, веса, угол поворота головы, глаз, и так далее помогают частично

решить проблемы и улучшить проектируемый объект. Но также стоит брать во внимание и психологические аспекты восприятия человека. Эти факторы непосредственно играют одну из важных ролей [7].

Именно эти аспекты очень важны при создании знаков визуальной коммуникации. Чем сложнее слова, заложенные в значение будущего знака, чем больше смысл знака, тем сложнее дизайнеру создать символ, и тем сложнее понимание пользователя.

Взяв во внимание все каналы восприятия информации дизайнер коммуникаций преобразует слова в символы, которые в дальнейшем считывает пользователь и преобразует символ обратно в слова. В этом аспекте очень важно зрительное восприятие, так как порядка 80% информации человек получает с помощью зрения. Поэтому дизайн коммуникаций очень сильный инструмент, который может формировать определенные визуальные объекты и определенные образы у зрителя.

Знание психологии помогает создать дизайн, который заставит пользователей выполнять ожидаемые действия. Многие люди отмечают, что часто только беря в руки новый предмет он им категорически не нравится. Такие негативные реакции связаны с ошибками разработчиков при проектировании и создании дизайна. На реакцию человека может повлиять расположение кнопок управления, сложная инструкция или непонятное использование, выбранные материалы, цветовое решение, неудобная форма и многое другое.

При проектировании системы визуальной коммуникации следует брать во внимание закон Хика. Закон гласит, что чем больше вариантов доступно пользователям, тем дольше они принимают решение. Это означает, что чем больше вариантов вы предоставляете пользователям, будь то продукты или изображения, на которые вы смотрите, тем больше времени и энергии требуется для принятия решения о следующем шаге взаимодействия. Возможным результатом здесь является то, что пользователи делают выбор, но испытывают неприятные ощущения после использования продукта, или, в худшем случае, они могут не захотеть предпринять такие значительные усилия и просто уйти. Поэтому дизайнерам рекомендуется свести к минимуму любые параметры, включая кнопки, картинки, страницы. Убирая ненужные варианты, вы повышаете эффективность использования продукта.

Важным аспектом является психология

цветов. Цвета оказывают большое влияние на восприятие пользователей. Вот почему дизайнеры должны сознательно выбирать цвета, чтобы убедиться, что их работа представляет собой правильное сообщение и настройку.

При проектировании объектов визуальной коммуникации, следует затронуть такой термин как «перцепция». Это восприятие окружающего нас мира с помощью чувственного восприятия. Или же первичная реакция человека на информацию, которая представляется перед ним в качестве графики, музыки, фотографий и ощущений.

Перцепция, как было уже сказано, основана на органах чувств:

- Зрительные органы чувств
- Осязательные органы чувств
- Слух

Важными для удобного и комфортного восприятия информации являются такие принципы гештальтпсихологии, как принцип близости, принцип симметрии, сходства, единства и т.д.

Изображения в визуальной коммуникации играют большую роль. Красивый образ помогает создать связь с аудиторией, произвести на нее впечатление еще до того, как они прочитают первое слово. Для положительного зрительного восприятия, изображение должно соответствовать следующим критериям:

1) Следует использовать изображение высокого качества. Таким образом, знаки визуальной коммуникации будут восприниматься с положительным восприятием при первом взгляде на продукт.

2) Содержание знака или изображение должно быть понятным и близким пользователю.

3) Цветовое решение изображения должно гармонично вписываться в общий дизайн знаков визуальной коммуникации.

Чтобы минимизировать текстовую информацию следует использовать инфографику. Это достаточно удобный инструмент для структурирования сложной информации и придания привлекательного внешнего вида.

Грамотная визуализация сохраняет в себе смысл повествования, даже без сопроводительного текста. Главная задача инфографики – это представление большого объема информации в схематично наглядном виде, который дает полное представление с первого взгляда.

Доказано, что большинство людей обращают внимание на текстовую информацию чаще, если присутствуют иллюстрации и изображения. Например, 80% людей охотнее

читают материал, который сопровождается изображениями, в том числе инфографикой. Помимо этого, инфографика оказывает большое влияние на узнаваемость бренда [6].

Чтобы определить, что людям нравится, а что нет, необходимо определить целевую аудиторию и их потребности. При помощи полученных знаний дизайнер может влиять на выбор и решения пользователя.

Основная группа пользователей детских художественных школ

Для создания грамотной и успешной визуальной коммуникации в детской художественной школе на первых шагах необходимо определить группу пользователей и то, в каких условиях проходит взаимодействие.

Сегодня тенденция ориентированного на пользователя дизайна заставляет дизайнеров пересмотреть подход к своей работе и углубиться в понимание целевой аудитории.

Чтобы лучше понять потребности людей, дизайнерам рекомендуется учитывать психологические принципы человеческого поведения, стремления и мотивации [2].

В детских художественных школах целевую аудиторию составляют:

- Дети (12-18 лет)
- Преподаватели (30-50 лет)
- Родители (30-50 лет)

Чтобы оценить психологию восприятия и особенности визуального восприятия данных групп, следует определить несколько характерных признаков, присущих творческим людям:

- Чуткое восприятие мира, активность и эмоциональность
- Отсутствие стереотипов, независимость в мнениях
- Стремление искать новые пути, способность видеть новые пути решения проблем

Поскольку группа детей и взрослых по-разному воспринимают окружающий мир. То лучше создать визуальную коммуникацию с дифференциацией на данные группы. Однако дублирование информации в разных вариациях для взрослых и детей не только не целесообразно, но также это заметно сократит свободное внутреннее пространство детской художественной школы, где, например, могли бы располагаться выставки работ учащихся.

Поэтому стоит определить основные критерии для разработки грамотного оборудования визуальной коммуникации.

Прежде всего это простота. Простота пред-

ставленной информации хорошо воспринимается как взрослыми, так и детьми.

Классификация и информативность. Этот показатель указывает на то, что вся необходимая информация для детей должна находиться на едином стенде. Точно также, как и информация объявлений для родителей и персонала. Классификацию на различные группы пользователей лучше производить за счет зонирования блоков различными цветами.

Минимум текста. Весь текст, который можно заменить на схемы и изображения следует подавать именно в графическом виде. Это упростит восприятие. И будет оказывать положительное влияние на все выделенные группы пользователей.

Полученная классификация дает возможности для вариативности знаков коммуникации. Типы визуальных схем внутри помещения могут быть как едины для всех, так и подразделяться в соответствии с выделенными группами. Для лучшего понимания следует создавать визуальную коммуникацию с учетом разделений на конкретных пользователей.

Применение когнитивной эргономики для разработки знаков визуальной коммуникации

Визуальные схемы и знаки подразделяются на несколько типов:

- Информационные
- Навигационные
- Общие

Основная задача ориентирующей графики в рассматриваемом средовом пространстве, детской художественной школы, обеспечение посетителей и сотрудников необходимой информацией.

Система визуальной коммуникации в школе может включать такие средства как:

- Информационные панели. Стилистика всех информационных панелей должна быть одина. Как правило, информационные панели с символикой детской художественной школы размещаются в холле, чтобы наглядно и удобно представить любую актуальную информацию, начиная от расписания занятий и заканчивая различными объявлениями.

- Указатели. Все посетители быстро и легко находят нужные кабинеты благодаря грамотному размещению напольных, подвесных и настенных панелей.

- Таблички. Выразительные и понятные визуальные средства дают возможность пользователям без лишних вопросов и сложностей

находить нужные аудитории, кабинеты и объекты в зданиях с любой планировкой.

- Интерактивные конструкции. Такие системы служат для узнаваемости организации и привлечения внимания. Для детской художественной школы такие системы наиболее востребованы, поскольку у детей острую необходимость носит взаимодействие и возможность участия в процессе.

Современная система ориентирования в школе должна сочетать комфортную навигацию для всех посетителей.

Физическая среда оказывает прямое влияние на качество образовательных результатов. Поэтому проектирование дизайна визуальных схем внутри детской художественной школы играет большую роль.

Коридоры и помещения художественной школы являются инструментом для преподавателей и учеников. При эффективном использовании пространства результат образовательных услуг повышается. Внутренне пространство и дизайн помещения способно увеличить мотивацию и работоспособность, создать вовлеченность в рабочий процесс посредством комфортной и понятной среды.

Дизайн знаков визуальной коммуникации должен отражать основные ценности и задачи детской художественной школы. Подчеркивать общую направленность деятельности учреждения. Благодаря этому потенциальная аудитория пользователей, будут чувствовать себя частью единого целого, и более осознанно и мотивационно относиться к своей работе и образовательному процессу. Творческий подход к выбору стиля и формата навигационных элементов позволяет создать неповторимый и запоминающийся образ учреждения, его собственное узнаваемое «лицо».

С развитием дизайна все чаще используются знаки визуальной коммуникации в различных школах и детских организациях.

При создании грамотной системы знаков визуальной коммуникации важно учитывать:

- Контекст и время. В какой среде будет жить ваше сообщение и как долго оно будет существовать. Например, изображения при различных выставках графики и живописи, которые меняются с некой периодичностью и изображения навигационных указателей, которые длительное время остаются неизменными.

- Скорость считывания информации. Сколько зритель потратит времени на расшифровку сообщения, которое вы хотите сказать.

• Эмоции. Какие эмоции будут у зрителя после получения информации. Как человек будет взаимодействовать с предметом.

Для разделения информации для различных групп пользователей следует использовать определенную палитру цветов. Поскольку организация детская, то лучше использовать яркие цвета с понятными для понимания знаками. На данный момент основные цвета в логотипе детской художественной школы включают три цвета (рис.2).

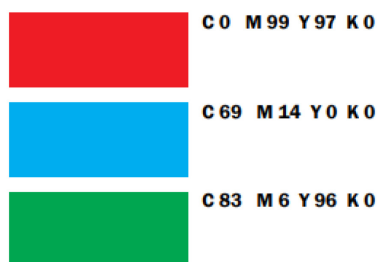


Рис.2. Основные цвета

Однако существующая палитра не является гармоничной. К тому же, три цвета не позволят создать полноценный дизайн с учетом разделения информации для трех подгрупп. Для гармоничного дизайна необходимо создать палитру минимум из 4 цветов с вариативностью оттенков [8,9].

Сложно различимые цвета лучше использовать для одной общей группы знаков, но для разных групп такие палитры не подойдут (рис.3).

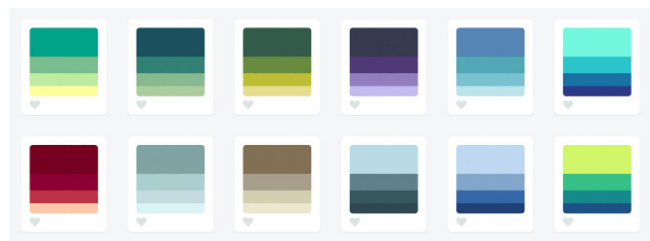


Рис.3. Близкие цвета

К тому же маленькие различия цветового диапазона будут затруднять считывание информации при визуальном сканировании [5].

Для трех подгрупп следует выбрать как минимум 4 основных цвета. Первые три цвета для выделенных групп пользователей: дети, родители, персонал. Четвертый цвет необходим для общей информации, которая будет указываться для всех трех групп, например, такая информация как навигация или таблички кабинетов.

Так как основную и главную группу пользователей составляют дети, то базовое решение при выборе цветовой палитры основывалось именно на восприятии цвета детьми.

Все теплые цвета (красные, оранжевые, желтые) относятся к активным цветам и усиливают жизнедеятельность организма: возбуждают и поднимают настроение, увеличивают мышечную работоспособность, влияя тем самым на трудовые процессы. Холодные цвета (голубые, синие, фиолетовые) относятся к пассивным цветам, замедляющим жизнедеятельность организма, пассивные цвета успокаивают и даже угнетают психику человека. Удачный подбор тонов оборудования не только имеет эстетическое значение, но и существенным образом влияет на эмоциональное состояние школьников, их самочувствие и работоспособность [1].

С учетом особенностей и психологии визуального восприятия пользователей были составлены возможные варианты цветовой палитры (рис.4).

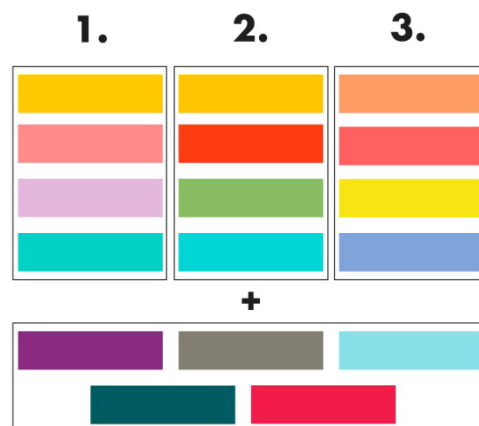


Рис.4. Варианты цветовой палитры для визуальной коммуникации

При создании образа элементов навигации внутри помещения художественной школы важно понимать о их назначении. Например, более важная информация может изображаться более крупно.

Также важен аспект визуального считывания информации с различного расстояния. Важную информацию должно быть видно издалека. А общий дизайн должен способствовать вовлечению в информацию визуальных знаков. То есть, с какого расстояния дизайн визуальной коммуникации способен зацепить зрителя.

Согласно Гештальт психологии при создании дизайна важна форма объекта. Люди сна-

чала идентифицируют форму объекта. И простой объект будет легче вступать в контакт, чем объект с тяжело распознаваемым контуром.

Таким образом, для знаков визуальной коммуникации следует использовать простые геометричные формы, с помощью которых можно создавать оригинальные композиции и ритмы (рис.5)[3].

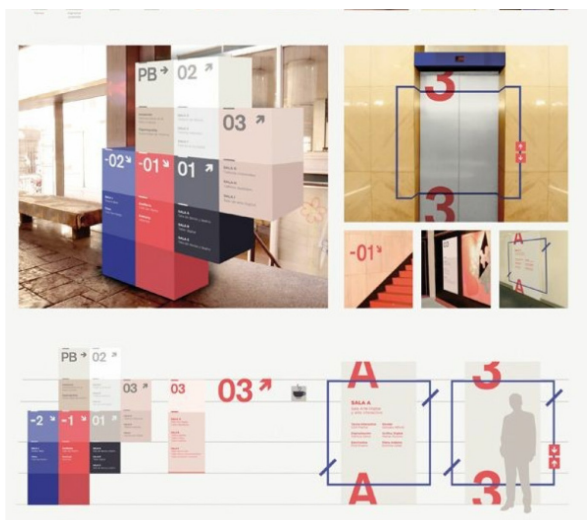


Рис.5. Использование простых форм в дизайне визуальных коммуникаций

Удачным решением при проектировании знаков визуальной коммуникации является использование знаков гигантских размеров. Таким образом, рельефы помещения и проемы дверей будут создавать некий ритм с архитектурой навигационных изображений и букв. Такие навигации взаимодействуют с пространством помещения, играя при этом еще и роль декора стен. Дополнительную интригу вносит то, что слова и буквы как бы текут по разным плоскостям, переходя со стены на дверь (рис.6).



Рис.6. Навигация в БВШД

Создание концепции

Рассмотрев особенности зрительного восприятия с точки зрения когнитивной эргономики были разработаны варианты концептов визуальных знаковых систем для детской художественной школы г. Северска.

В основу концепций легли аналоги современных систем знаковой коммуникации в детских организациях (рис.7).

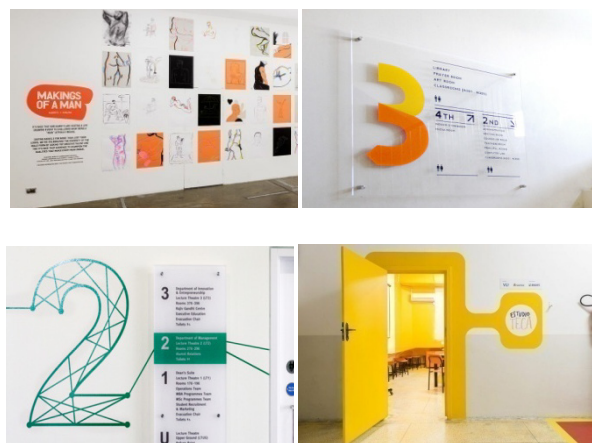


Рис.7. Аналоги визуальной коммуникации в детских организациях

Данные аналоги являются примерами оформления знаков визуальной коммуникации в школах, университетах и музеях. Аналоги с крупными цифрами выполнены компанией SP Group, г. Москва. Остальные два примера являются разработками европейских компаний.

Выбор в пользу именно этих аналогов обусловлен тем, что все они соответствуют выделенным ранее критериям, касаясь выбора формы, размера, цветового решения и т.д.

Основываясь на характерных чертах выбранных аналогов, и полученной информации в ходе исследования были разработаны два варианта будущего концепта.

Первый вариант основан на смешивании цветов. Данный аспект очень важен для детей детских художественных школ. Наглядные визуальные коммуникации будут способствовать улучшению усвоения информации по смешиванию цветов. Вместе с этим использование теплой цветовой гаммы и крупный размер будет оказывать положительное влияние на пользователей (рис.8).

Поскольку внутреннее пространство художественной школы не всегда может позволить размещение крупных знаков визуальной коммуникации был предложен второй вариант навигации внутри детской организации. Он

имеет более компактный внешний вид. Здесь вся информация разделена на блоки. Каждый блок предназначен для определенной группы пользователей (рис.9).

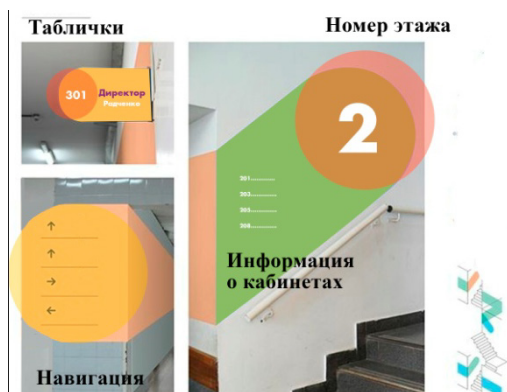


Рис.8. Первый концепт

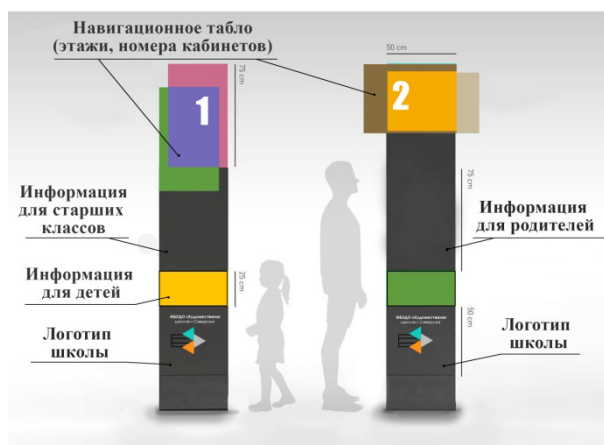


Рис.9. Второй концепт

Такой стенд располагается на каждом этаже и дает полное понимание о расположении, расписании и прочей необходимой информации.

Оба разработанных варианта соответствуют выявленным требованиям в ходе исследования:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базыма, Б.А. Цвет и психика [Текст] / Б.А. Базыма. — Харьков: XFAK, 2001. — 172 с.
2. Томич, М. Придумай. Сделай. Сломай. Повтори. Настольная книга приемов и инструментов дизайн мышления; пер. с англ. Елизаветы Пономаревой [Текст] / М. Томич, К. Ригли, М. Бортвик и др. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 208 с.
3. Прокопенко, В.Т. Психология зрительного восприятия: Учебное пособие [Текст] / В.Т. Прокопенко, В.А. Трофимов, Л.П. Шарок. — СПб.: СПбГУИТМО, 2006. — 73 с.

• Соответствие целевой аудитории. Это позволяет правильно подавать информацию и влиять на восприятие.

• Лаконичный и понятный дизайн и внешний вид. Данный критерий способствует положительному эмоциональному отклику при взаимодействии с знаковой системой навигации.

• Минимум текстовой информации, визуализация информации. Передача информации в виде образов позволяет быстрее донести смысл и сделать его легко считываемым.

• Ограниченность цветовой палитры.

• Чёткая структура. Простая структура обеспечит большую ясность при взаимодействии.

• Учет когнитивной эргономики. Позволяет грамотно спроектировать оборудование и определить степень влияния на эмоционально психологические стороны пользователей.

Заключение

Психология зрительного восприятия, когнитивная эргономика - эффективные инструменты в дизайне, которые делают творческий процесс более продуктивным, в то время как результат будет более ориентированным на пользователя.

В процессе исследования проблемы особенностей визуального восприятия информационно-коммуникационных объектов были определены основные аспекты, влияющие на визуальное восприятие пользователя.

Был выделен ряд критериев, для создания эффективной и функциональной системы знаков визуальной коммуникации.

Полученные результаты в ходе исследования были использованы и рассмотрены на примере разработки дизайна знаков визуальной коммуникации для детской художественной школы г. Северска.

REFERENCES

1. Bazima, B.A. Color and psyche [Text] / B.A. Bazima. - Kharkiv: XFAK, 2001. - 172 p.
2. Tomic, M. Invent. Do It. Break. Repeat. Desktop book of techniques and tools for design thinking; TRANS. from English. Elizabeth Ponomareva [Text] / M. Tomic, K. Wrigley, M. Borthwick. - M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2019. - 208 p.
3. Prokopenko, V.T. Psychology of visual perception: Textbook [Text] / V.T. Prokopenko, V.A. Trofimov, L.P. Sharok. - Saint Petersburg: Spbguitmo, 2006.- 73 p.

4. Прохожев, О.А. Проектирование средств визуальной коммуникации: учеб.-метод. пос. [Текст] / О.А. Прохожев; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун - т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – 113 с.

5. Собчик, Л.Н. Метод цветовых выборов. Модифицированный цветовой тест Люшера [Текст] / Л.Н. Собчик. – М.: Когито-Центр, 1990. – 87 с.

6. Солсо, Р.Л. Когнитивная психология [Текст] / Р.Л. Солсо. – М.: Тривола, 1996. – 600 с.

7. Фех, А.И. Эргономика: учебное пособие [Текст] / сост. А.И. Фех; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 119 с.

8. Цойгнер, Г. Учение о цвете. [Текст] / Г. Цойгнер. – М.: "Стройиздат", 1971. – 194 с.

9. Яньшин, П.В. Цвет как фактор психической регуляции [Текст] / П.В. Яньшин // Прикладная психология – 2000. – No4. – С. 14-27 с.

4. Prokhozhev, O.A. Design of visual communication tools: textbook-method. POS. [Text] / O.A. Prokhozhev; Nizhegor. gosudarstvenny. architecture-builds. UN – t-N. Novgorod: NNGASU, 2019. – 113 p.

5. Sobchik, L.N. Method of color choices. Modified lusher color test [Text] / L.N. Sobchik. – M.: Kogito-Center, 1990. – 87 p.

6. Solso, R.L. Cognitive psychology [Text] / R.L. Solso. – Moscow: Trivola, 1996. – 600 p.

7. Fech, A.I. Ergonomics: textbook [Text] / comp. a. I. Fech; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing house, 2014. – 119 p.

8. Zeugner, G. Doctrine of color [Text] / G. Zeugner. – M.: "Stroizdat", 1971. – 194 p.

9. Yanshin, P.V. Color as a factor of mental regulation [Text] / P.V. Yanshin// Applied psychology. -2000. - No4. - P. 14-27.

Ссылка для цитирования:

Вехтер, Е.В. Особенности визуального восприятия информационно-коммуникационных объектов / Е.В. Вехтер, А.А. Ефременко, В.Ю. Радченко, А.В. Шкляр // Эргодизайн. – 2020 - №4 (10). – С. 186-193. - DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-186-193.

Сведения об авторах:

Вехтер Евгения Викторовна

Томский Политехнический Университет,
гор. Томск (Россия),

к.п.н., доцент Отделения автоматизации и
робототехники, зав. Лабораторией 3D-моделирования
и промышленного дизайна

E-mail: vehter@tpu.ru

Ефременко Анастасия Андреевна

Томский Политехнический Университет,
гор. Томск (Россия),

студентка Отделения автоматизации и робототехники

E-mail: nastyafremenko@mail.ru

Радченко Валерия Юрьевна

МБУДО "Художественная школа",
гор. Северск (Россия),

директор

E-mail: art@tomsk-7.ru

Шкляр Алексей Викторович

Томский Политехнический Университет,
гор. Томск (Россия),

ст. преподаватель

Отделения автоматизации и робототехники

E-mail: shklyarav@tpu.ru

Abstracts:

E.V. Vekhter

National Research Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia,

Candidate of pedagogic science (PhD in Pedagogy), associ-
ate Professor, School of Information Technology and Ro-
botics

E-mail: vehter@tpu.ru

A.A. Efremenko

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk,
Russia,

student School of Information Technology and Robotics

E-mail: nastyafremenko@mail.ru

V.Yu. Radchenko

Municipal budgetary institution of additional education

«Art School», Seversk, Russia, teacher of the highest quali-
fication category, Director

E-mail: art@tomsk-7.ru

A.V. Shklyar

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk,
Russia,

senior teacher, School of Information Technology and Ro-
botics

E-mail: shklyarav@tpu.ru

Статья поступила в редколлегию 02.10.2020 г.

Рецензент:

д.т.н., профессор

Брянского государственного технического университета

Захарова А.А.

Статья принята к публикации 08.10.2020 г.

Алгоритмы виртуального выбора и эргономика дистанционных услуг в образовании

Умение взаимодействовать в виртуальном мире, сети – это умение выбирать. Приоритетным направлением в работе преподавателя является поиск средств, способных оказать реальную помощь студенту в обеспечении комфорта на расстоянии, повышения мотивации учащихся к выбору подобных средств. В статье раскрыты особенности метода virtual selection – технологии выбора, модификации исходных заданий с целью улучшения их эргономичности. Оптимальная конфигурация комплекта пособий для дистанционного образования определяется путем анкетирования и расчета параметров эталона (идеала).

Ключевые слова: образование, эргономика, комфорт, виртуальный выбор, алгоритм, нейронная сеть, идеал.

D.P. Denisov,
V.E. Ogryzkov

Virtual choice algorithms and ergonomics of distance services in education

The ability to interact in the virtual world, the network is the ability to choose. The priority direction in the work of the teacher is the search for tools that can provide real assistance to the student in providing comfort at a distance, increasing the motivation of students to choose such tools. The article reveals the features of the virtual selection method, which is a technology for selecting and modifying source tasks to improve their ergonomics. The optimal configuration of a set of manuals for distance education is determined by questioning and calculating the parameters of the standard (ideal).

Keywords: education, ergonomics, comfort, virtual selection, algorithm, neural network, ideal.

Введение

В широком смысле слова эргономичность оказания услуг в образовательных целях подразумевает комплекс факторов – комфортность, наглядность и удобство применения дидактических средств, состояние учебных классов и оборудования, отсутствие пыли, шума, освещенность, вентиляцию, и многое другое. Как правило, факторы акцентируются при на расстоянии, когда пользователь не знает или не в состоянии воссоздать систему комфортабельной работы для себя.

Отсутствие физического взаимодействия в процессе обучения неизбежно порождает множество проблем [16], которые обусловлены спецификой самой природы учебной среды (эффект одинокого обучающегося). В этой связи многие авторы полагают, что дизайн современных сетевых курсов под силу только профессионалам – командам, объединяющими специалистов в области разработки учебного процесса, графики, продюсеров, программистов, преподавателей. [4]. Особую роль в процессе создания технических и информацион-

ных систем различного вида играет эргономическая экспертиза пользовательского интерфейса в плане снижения напряженности деятельности – уровня психологических, психофизиологических и физиологических характеристик, необходимых для эффективного и комфортного выполнения работы [11].

В настоящей работе изложена методика оптимизации содержания и форматов комплектов электронных заданий посредством «виртуального выбора» – virtual selection, широко применяемого в среде игр.

1. Взаимосвязь социальных сетей, игровой индустрии и эргономики «виртуальной реальности»

Испытывая дефицит общения, современный студент неизбежно обращается к «виртуальной реальности»; в образовательных целях – к ресурсам социальных сетей и поисковику. Вне сомнения, современная техника, через призму, полифонию форматов и данных, обеспечивает, предоставляет и поддерживает различные ветви, каналы познания, так и их

определенный контроль; с точки зрения преподавателя – возможность предвидеть и раскрывать технологию, тонкости осуществления этого процесса. Учащимся, находящимся на расстоянии, на наш взгляд, важно предоставить не только методические указания по выполнению работ, но и возможность самостоятельно выбирать задачи из комплекта, как и средства, алгоритмы их решения.

Социальные сети позволяют технически реализовать то, в чем нуждается современный студент – общедоступные социальные инструменты и средства взаимодействия для построения своего собственного информационного пространства, наблюдается интеграция сетей с учебным контентом [3]. По мнению исследователей, рекомендуется поощрять продвижение электронных курсов в социальных сетях для привлечения потенциальных студентов и из мотивации к знаниям [15].

Активное продвижение онлайн курсов повышает мотивацию студентов к выбору среды дистанционного образования, круглосуточный доступ к контенту позволяет совмещать учебную и профессиональную деятельность; внедрение интерактивных и адаптивных форм тестирования знаний и компетенций обеспечивает более качественное управление образовательным учреждением, его инфраструктурой и материально-технической базой [1].

На современном этапе важнейшим, интегральным показателем качества систем, продуктов и технологий в образовании выступает «эстетичность» (т.е. целостность, рациональность организации формы, художественная выразительность), которая может быть достигнута путем применения арсенала математических средств [5]. Связь эргономики с другими науками и сферами деятельности человека раскрывается при анализе предметных областей этих наук: инженерная психология изучает средства взаимодействия человека и техники, как и требования, предъявляемые к учащимся относительно приема, переработки информации, полученной в результате этого взаимодействия [7].

Большинство учебных задач по алгоритму решения – однозначны, это облегчает автоматизацию их проверки. По этой причине реализация дидактического потенциала и спектра возможностей виртуального выбора, приходится на эргономику, т.е. дизайн и модификацию формы представления данных, подсказок, озвучивания, иллюстраций, обеспечивающий пользователю максимальное удобство и комфорт.

Умение играть, взаимодействовать в виртуальном мире, сети – это умение выбирать. В популярных играх, в плане настройки, всегда доступны – «уровень мастерства», палитра цветов, количество и формат объектов и т.д., некоторый многолетний и «успешный» опыт рекламы и продвижения игр может быть трансформирован, перенесен в сферу образования.

Образовательная практика не может повторять и аккумулировать методы построения и дизайн программ, предназначенных для досуга – как есть. Более того, тривиальная задача обычно сводится к нахождению единственно правильного решения, и это неизбежно сказывается на общем подходе к ее логике, визуализации ответа, интерфейсу.

2. Обоснование методики и инструментария виртуального выбора

В плане нейропсихологического воздействия обучающего примера на пользователя – любой эргономичный фактор X_j можно рассмотреть как *триггер* – некий скрытый механизм, запускающий тот или иной элемент ощущения комфорта, улучшения условий, мотивации – *толчка* к выбору правильного действия или принятия решения – «да или нет». Например, цветопередача может оказаться полезной для осмысления условий решения задачи, или ее логики.

В общем виде, если существует некоторая зависимая (измеряемая) характеристика Y , т.е. отклик (Таблица 1), отражающий комфорт под влиянием совокупности факторов $X_1, X_2, \dots, X_m$ в конечном итоге оптимизация сводится к выбору такого варианта представления задания, в котором слабо влияющие, т.е. «лишние» факторы исключены.

Студент переживает различного уровня эмоции и трудности – в адрес преподавателей, семинаров, лекций, контрольных работ и т. д., которые определенным образом настраивают мышление, восприятие, участвуют в принятии решений; побуждая не только непреднамеренные, но и сознательные действия [12]. Современные теоретико-экспериментальные исследования подтверждают, в частности, широкие диагностические и прогностические возможности цветовой диагностики для изучения личностных особенностей, темперамента, самооценки, эмоциональных предпочтений, статусных и ролевых позиций студентов в малых группах [14].

Приоритетным направлением *virtual selec-*

tion является поиск –инструментов и средств способных оказать реальную помощь студенту в обеспечении комфорта на расстоянии; повышение надежности подобных средств, мотивации учащихся к их выбору. Актуально улучшить пример – в более совершенной программе, изменить палитру оттенков, добавить анимацию, наводящие изображения, видео, звуковую подсказку, и многое другое. Например, целесообразно трансформировать тест – в кроссворд, использовать задания в целях контроля и оценки качества знаний [2].

Принцип подхода virtual selection применительно к процессу клонирования и модификации исходного задания (y_1) можно отразить на примере построения факторного плана, табл. 1. Усредненный эффект (полезность) i -того фактора определяется путем суммирования откликов y_i – с отрицательным знаком для нижних градаций факторов. Если эффект незначителен, параметр опорного задания менять не следует.

Таблица 1. Факторный план исследования показателей комфорта

Отклик, Y	Цвет, X_1	Форма, X_2	...	Фактор, X_m
y_1	-1	-1	...	-1
y_2	1	-1	...	-1
			...	...
y_i	1	1	1	1

На практике чаще приходится оценивать действие факторов по конечному результату (данным анкетирования). При этом $y_i \approx \sum a_{ij}x_{ij}$,

и дискретные значения, соответствующие градациям признаков, представляются в форме непрерывных величин x_{ij} , табл. 2.

Таблица 2. Построение матрицы наблюдений при анкетировании

№ объекта (испытания)	Отклик Y	Наблюдаемое значение j -того параметра для i -того объекта (испытания)			
		Цвет, X_1	Форма, X_2	... X_j	Параметр, X_m
1	y_1	x_{11}	x_{12}	x_{1j}	x_{1m}
2	y_2	x_{21}	x_{22}	x_{2j}	x_{2m}
...	...	...	...	...	...
n	y_n	x_{n1}	x_{n2}	x_{nj}	x_{nm}

Проблема состоит в том, что эмоции, эстетические предпочтения виртуальной реальности зависят от рекламы, моды, техники, и отклик, характеризующий комфорт, не выражается одной переменной или конкретным числом. Атмосфера коллективного взаимодействия, мобильные устройства, знания, эргономика, игровая индустрия и переживания пользователя сочетаются, пересекаются между собой в самых различных и непредсказуемых проекциях: существует масса триггеров, прямо или косвенно инициирующих, тормозящих или ускоряющих этот процесс.

Например, в образовании значимы как звуковые, визуальные, так и тактильные триггеры сенсорной усталости, установленные для респондентов из разных групп [8]. В нашей модели продуктивная работа в сети, как и внутренне стремление к комфорту, в наиболее обобщенном рассмотрении, определяются

тремя взаимосвязанными составляющими:

- навыком (умением) преодолевать утомление, y_1 ;
- мотивацией к новизне - y_2 ;
- способностью ценить прекрасное - y_3 .

Методика проектирования эргономичных, сбалансированных электронных заданий с использованием virtual selection учитывает конфигурацию аппаратного обеспечения, которое использует студент, и направление вектора познавательной активности (предпочтения).

Опросник представляет собой несложный, но продолжительный тест, включает 32 вопроса и соответствующие иллюстрации [6, 9, 10]. Ответы на вопросы анкеты относительно применения устройств: x_1 – стаж самостоятельной работы за компьютером, лет; x_2 – количество установленных программ; x_3 – дневной сеанс работы за ПК, часов, x_4 – число персональных страниц в сетях, x_5 – количество

друзей (контактов) в социальных сетях; x_6 – суммарное число применяемых типов ПК. Имущественный контекст в формулировках вопросов отсутствует.

Алгоритм оценки познавательно – сенсорной активности в образовательных условиях обобщен под аббревиатурой АСМР (автономная сенсорная меридиональная реакция – Autonomous Sensory Meridian Response – ASMR. Первоначально мы не связывали мобильные устройства, ASMR и комфорт, рассматривая планшеты, игры, видеоролики на уроках информатики – в исключительно негативном плане. Конфиденциальная форма опроса предопределила характер визуализации результатов обработки данных:

Собственно, ASMR раскрывается на 15 вопросах анкеты (триггерах) по сумме оценок – x_7 ; далее учитываем x_8 – максимальный период продуктивной работы, мин; x_9 – объем текста, читаемого без перерыва, страниц, x_{10} –

количество просмотренных кинолент за текущий месяц, x_{11} – объем мобильной фонотеки, файлов, x_{12} – число изображений в альбомах социальной сети. Разноплановые величины соотносятся с универсальной шкалой: отсчеты центрируются и преобразуются с помощью сигмоиды (*sigmoid function*): зависимости вида $s(x) = 1/(1 + \exp(-a \cdot x))$. Величина коэффициента a определяет наклон графика, рис. 1, и рассчитывается для каждого параметра путем минимизации суммы отклонений от экстремальных (за пределами интервала $-3\sigma \div 3\sigma$) дат.

Вклад x_j в вариацию y_k , по аналогии с нейронной сетью, корректируется весами w_{jk} , (k – индекс выходной переменной), рис. 2. Отсутствие линейной зависимости между оценками y_k проверяем построением матрицы корреляций $||w_{jk}||$; при $w_{jk} = 0$ фактор на выходную переменную не влияет. Универсальным «индикатором» y_k служит модифицированная секторная диаграмма, рис. 3.

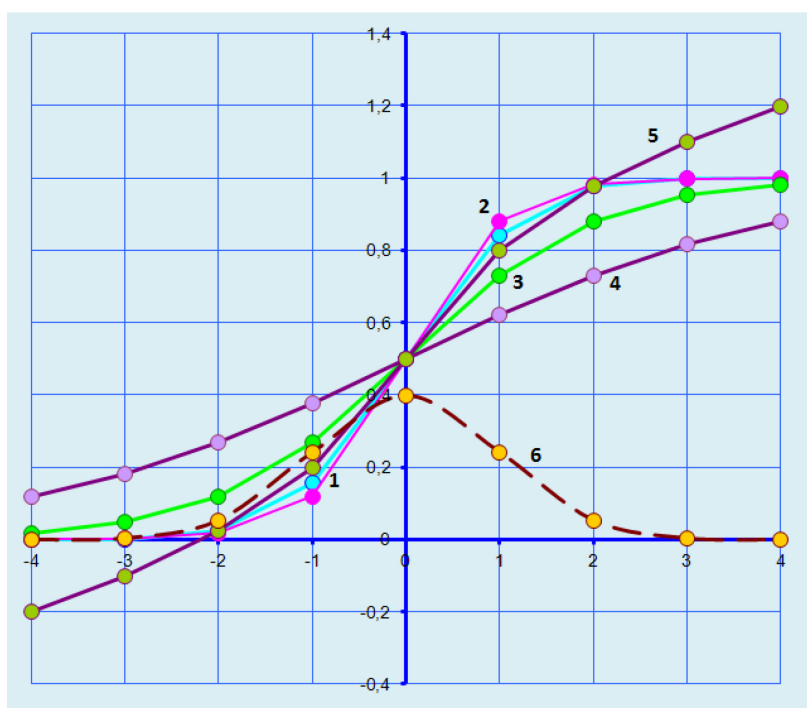


Рис. 1. Сравнение функций, применяемых для преобразования дат: 1) распределение Гаусса, интегральная функция, F_x ; 2) сигмоида, $a = 2$; 3) $a = 1$; 4) $a = 0,5$ соответственно; 5) логарифм, основание 10; 6) дифференциальная функция, f_x

На рис. 3 отражены результаты обработки данных анкетирования гипотетической (удобной для рассмотрения) группы, параметры которой типичны для студентов, увлеченных играми. Лепестковая диаграмма «сенсорная роза», наглядно отражает проблемы подобных групп, как и статусные предпочтения в электронном социуме. Цвет фона «розы» акценти-

рует минимальный отсчет одного из трех индикаторов, в данном случае, стрелка и «роза» сигнализируют о критическом снижении уровня эмоций в гипотетической группе.

Как правило, наиболее простые задания и тесты комплекта (в частности, тесты в системе «Moodle») учащиеся решают с помощью карманных средств. Соотношение карманных,

портативных и стационарных устройств иллюстрирует небольшая секторная диаграмма, расположенная под индикатором «Работоспособность». Под индикаторами и обобщенными оценками отражено количество слушателей в

группе соответственно уровням (по секторам u_k и векторам сенсорной розы).

Потенциальная гиперреактивность учащихся выделена желтым цветом.

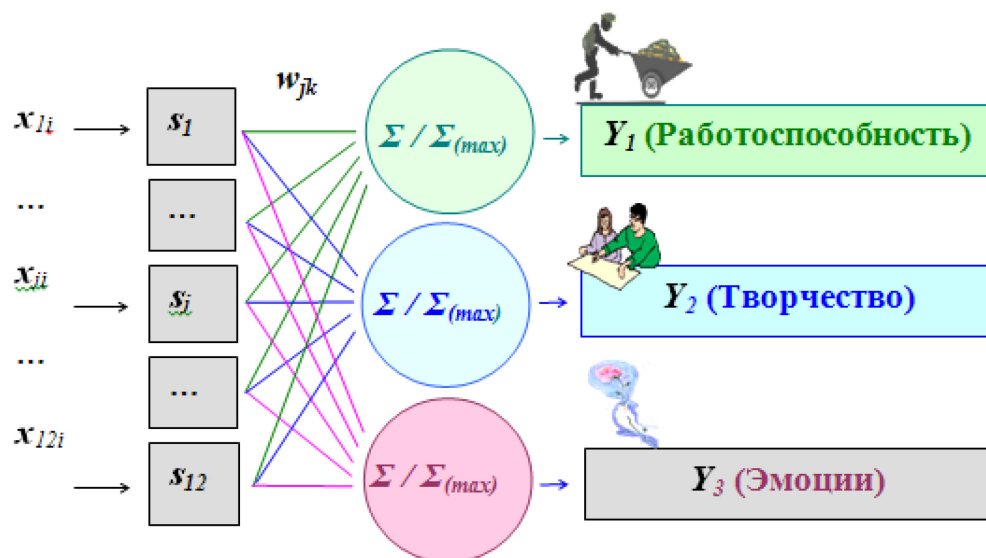


Рис. 2. Схема обработки ответов, s_j – преобразованные даты

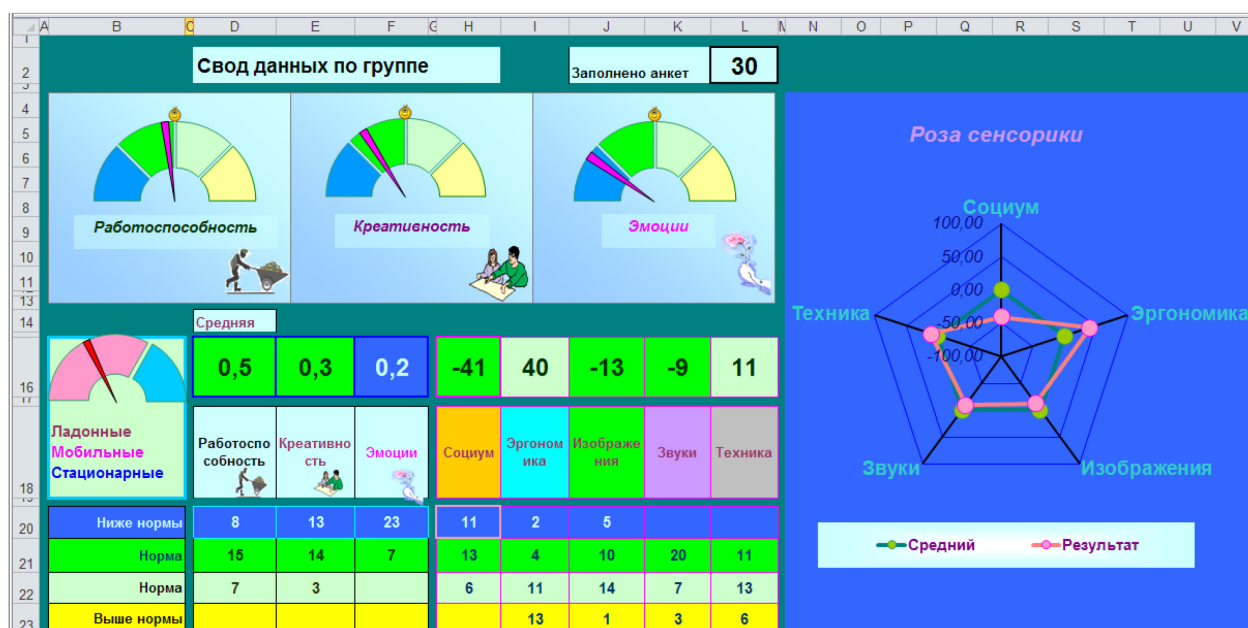


Рис.3. Индикация ответов гипотетической группы

По контуру «розы» (зелеными кружками ограничен выпуклый, т.е. правильный пятиугольник, который отражает средние отсчеты за последние 3 года) делаем вывод о проблемах в группе относительно реального общения.

Идентичные по интерфейсу диаграммы строятся по каждой анкете, и полезны для индивидуальных рекомендаций. По данным во-

просников (обрабатываем не менее 100 анкет ежегодно) рассчитываем корреляционную матрицу (рис. 4); значимые корреляции акцентированы цветом.

3. Анализ результатов исследований и рекомендации

Обобщенная матрица для 12-ти параметров

(2014-2019 гг.) обнаруживает утомление от видеороликов (рис. 4), как и избытка программных продуктов: анимацию и видеоклипы рекомендуется применять точно. Аналогично расчеты выполняем на уровне потоков и групп. Учитывая основные тенденции, корректируем конфигурацию комплектов на уровне потоков, групп, слушателей.

В комплект включаем однотипные по содержанию задания, различные по форме – более современные, комфортабельные, эргономичные. Соответственно рекомендациям, требованиям и регламенту работ по конкретным темам пользователь выбирает наиболее приемлемые варианты и средства решения задач.

При этом считаем целесообразным указать основные характеристики, конфигурацию компьютерных средств, рекомендуемых для успешной, продуктивной работы, например: AMD Ryzen 3 3200G, AM4, Box /AS Rock B450M-HDV R4.0 /Hyper X Fury HX430C15FB3K2/16 16GB / Gigabyte 128Gb

GP-GSM2NE3128GNTD + Toshiba HDWD110UZSVA 1Tb / Gigabyte Radeon RX 570 GAMING 4GB/24" AOC G2460VQ6 и т.д.

Модель, указанная в качестве эталона, позволит выполнить любое из заданий предельной сложности.

Студенты с низким уровнем компьютерной и сенсорной активности нуждаются в простых примерах, с яркой подсказкой (сопровождающей, иллюстрирующей неверные или успешные действия пользователя).

Учащиеся, отличающиеся показателями выше средних, как правило, справляются с любыми видами заданий. Группам с избыточной эмоциональностью яркие контрасты – не к чему, они ценят доступность объяснений, индивидуальные консультации и комфорт.

Если пользователь, по данным анкетирования, обнаруживает проблемы обращения к социуму, рекомендуем ссылки на популярные образовательные порталы.

			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Сколько лет работаю за ПК	X ₁		1,00	-0,08	0,22	0,26	0,38	-0,23	0,58	0,02	0,30	-0,39	0,53	0,42
Количество используемых типов программ	X ₂		-0,08	1,00	-0,28	0,02	0,85	-0,38	-0,76	-0,88	0,40	0,83	-0,14	-0,39
Количество страниц, почтовых узлов	X ₃		0,22	-0,28	1,00	0,73	-0,14	0,21	0,36	-0,08	-0,25	0,02	0,33	-0,38
Средняя продолжительность дневного сеанса работы за ПК	X ₄		0,26	0,02	0,73	1,00	0,30	-0,51	-0,04	-0,20	-0,53	0,21	0,72	0,02
Сколько у меня друзей в социальных сетях	X ₅		0,38	0,85	-0,14	0,30	1,00	-0,63	-0,46	-0,70	0,36	0,53	0,34	-0,03
Количество типов устройств, всего	X ₆		-0,23	-0,38	0,21	-0,51	-0,63	1,00	0,45	0,22	0,41	-0,26	-0,60	-0,55
Количество триггеров ASMR	X ₇		0,58	-0,76	0,36	-0,04	-0,46	0,45	1,00	0,66	0,16	-0,87	0,27	0,29
Минут учебы до разрядки	X ₈		0,02	-0,88	-0,08	-0,20	-0,70	0,22	0,66	1,00	-0,26	-0,91	0,26	0,58
Объем текста за сеанс, страниц	X ₉		0,30	0,40	-0,25	-0,53	0,36	0,41	0,16	-0,26	1,00	-0,01	-0,27	-0,33
Количество фильмов обсудил за месяц	X ₁₀		-0,39	0,83	0,02	0,21	0,53	-0,26	-0,87	-0,91	-0,01	1,00	-0,32	-0,61
Объем мобильной фонотеки, песен	X ₁₁		0,53	-0,14	0,33	0,72	0,34	-0,60	0,27	0,26	-0,27	-0,32	1,00	0,52
Количество изображений в любимой соц-сети	X ₁₂		0,42	-0,39	-0,38	0,02	-0,03	-0,55	0,29	0,58	-0,33	-0,61	0,52	1,00
														

Рис. 4. Корреляционная матрица для 12-ти параметров, 2014-2019 гг.

Оптимизацию комплекта электронных заданий существенно ускоряет «идеал» – виртуальный шаблон, эталон, разработанный по результатам многолетнего анкетирования на базе характеристик, форматов, проверенных практикой – опорных заданий.

При выборе параметров идеала придерживаемся следующих правил:

- Альтернативный фактор (цвет, форма, и т.д.) исследуем не менее пристально, чем объект. Например, замена монохромного задания – цветным потребует учета гаммы от-

тенков, оценки степени риска психологического утомления пользователей;

- Полезность, результативность выбора определяется гармонией характеристик «идеала» (эталона) и совокупности. Модифицируя исходный вариант задания – делая его более читаемым, глубоким, комфортным для слушателя, мы неизбежно нарушаем некоторые статистические (усредненные) пропорции; т.е. практически всегда идеальный выбор эксцентричен;

- Фактические (или виртуальные, в современном понимании) параметры идеала (эталона) обуславливают восхождение. Последовательно выполняя примеры в рамках одной темы, студент чувствует успех, мотивацию, азарт – подобно игре.

Примечательно, что данная схема виртуального выбора (в современном формате – опирается на оптимизацию и алгоритмы нейронной сети), заимствована из опыта традиционной селекции, т.к. отрасли растениеводства.

В конце 70-х увидела свет коллективная (вторая по счету) монография В.А. Савицкой [13], популярность исследователя очень быстро вышла за пределы научной прессы. Коллеги воспринимали автора – лишь необъяснимо удачливым экспериментатором (награждена орденом «Знак почета»). Многолетний опыт клонирования многотысячных блоков, а с ним, и понятие «идеала», т.е. базиса виртуального выбора, осталось в тени.

Благодаря появлению мощных вычислительных средств и алгоритмам оптимизации

нам удалось найти для «идеала» – некоторое вычислительное решение, приемлемое для образования [10].

В настоящее время в сети несложно подобрать обойму примеров по заданной тематике, если определены основные характеристики комплекта и их взаимосвязь

Заключение

Эргономические характеристики комплектов учебных пособий, предлагаемых для дистанционных услуг, могут быть улучшены посредством оптимизации их структуры.

Основным приемом виртуального выбора, как эффективного инструмента оптимизации комплектов, является клонирование или трансформация опорных заданий путем вовлечения дополнительных (альтернативных) факторов, улучшающих эргономику. Форматы данных и конфигурация аппаратных средств, которые использует студенческая аудитория, учитываются путем конфиденциального опроса.

Многовековая образовательная практика показывает, что для уроков незаменимы простые и понятные примеры. Фешенебельные порталы, сайты и электронное общение – дублируют, множат тривиальные задания в десятки, сотни, тысячи интерактивных страниц, иллюстраций, слайдов, видео: в современном океане знаний следует ориентироваться не только на логику и правильные ответы, но и уметь находить, ценить гармонию, комфорт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андросов, К.Ю. Перспективы развития цифрового образования и массовых открытых онлайн-курсов в оценках преподавателей и студентов [Текст] / К.Ю. Андросов, Г.Ф. Голубева, Е.В. Спасенникова // Эргодизайн. – 2019 № 4 (6). – С. 214-222. – doi:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-214-222
2. Андросов, К.Ю. Кроссворды в текущем контроле знаний как средства оптимизации банка тестовых задач в развитии и обучении дистанционных курсов [Текст] / К.Ю. Андросов, Г.Ф. Голубева, Е.В. Спасенникова // Эргодизайн. – 2020 № 2 (8). – С. 81-92. – doi: 10.30987/2658-4026-2020-2-81-92.
3. Богомолов, С.А. Принципы и методика разработки электронного учебного пособия по дисциплине «Эргономическое проектирование и экспертиза» в образовательной среде «Moodle» [Текст] / С.А. Богомолов, Д.С. Жадеев, Р.В. Яцков // Эргодизайн. – 2018 № 1 (1). – С. 10-16. – doi:10.30987/article_5bbf0a8baf1492.03929873.
4. Гарбузова Г.В. Педагогический дизайн и эффективность учебных интернет – курсов [Текст] / Г.В. Гарбузова, И.В. Мельников // Эргодизайн. – 2018 № 1 (1). – С. 17-22. –

REFERENCES

1. Androsov K.Yu. Prospects for the development of digital education and mass open online courses in the assessments of teachers and students [Text] / K.Yu. Androsov, G.F. Golubeva, E.V. Spasennikova // Ergodesign. – 2019 No. 4 (6). – P. 214-222. – doi:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-214-222.
2. Androsov K.Yu. Crosswords in the current control of knowledge as a means of optimizing the Bank of test problems in the development and training of distance courses [Text] / K.Yu. Androsov, G.F. Golubeva, E.V. Spasennikova // Ergodesign. – 2020 № 2 (8). – P. 81-92. – doi: 10.30987/2658-4026-2020-2-81-92.
3. Bogomolov, S.A. Principles and methods of developing an electronic textbook on the discipline "Ergonomic design and expertise" in the educational environment "Moodle" [Text] / S.A. Bogomolov, D.S. Zhadaev, R.V. Yatskov // Ergodesign. – 2018 № 1 (1). – P. 10-16. – doi:10.30987/article_5bbf0a8baf1492.03929873.
4. Garbuzova, G.V. Pedagogical design and effectiveness of educational Internet courses [Text] / G.V. Garbuzova, I.V. Melnikov // Ergodesign. – 2018 №1 (1) – P. 17-22. –

doi: 10.30987/article_5bbf0a8ed07f74.73833346.

5. Гарбузова, Г.В. Моделирование эстетических показателей изделий и технологий в эргодизайне с использованием теории нечетких множеств [Текст] / Г.В. Гарбузова, И.О. Дынина, И.В. Мельников // Эргодизайн. – 2019 № 1 (3). – С. 3-12. – doi: 10.30987/article_5c518d8c4f49b8.92246032.

6. Денисов, Д.П. Факторы комфорта и сенсорные устройства в сфере образовательных услуг [Текст] / Д.П. Денисов, В.Е. Огрызков // Открытое и дистанционное образование. – 2018. – № 3(71). – С. 55–63. – doi: 10.17223/16095944/71/1.

7. Дергачев, К.В. Анализ взаимосвязи объекта и парадигмы исследования в эргономике с использованием информационных технологий [Текст] / К.В. Дергачев, А.А. Кузьменко, В.В. Спасенников // Эргодизайн. – 2019. – №1(3). – С. 12-22. – doi: 10.30987/article_5c518d8bd8e3d8.46297271.

8. Михальчи, Е.В. Изучение взаимосвязи между развитием сенсорной усталости и наличием нарушений здоровья среди респондентов [Текст] / Эргодизайн. – 2020 №3 (9). – С. 120-134. – doi:10.30987/2658-4026-2020-3-120-134.

9. Огрызков, В.Е. Методика и алгоритмы диагностики ASMR и их использование в образовательном процессе [Текст] / В.Е. Огрызков, Д.П. Денисов, И.А. Курьяков // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2014. – № 1(19). – С. 83-88.

10. Огрызков, В.Е. Приемы и алгоритм виртуального отбора (virtual selection) в образовательных условиях [Текст] / В.Е. Огрызков, Д.П. Денисов // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2015. – № 2(21). – С. 89-91.

11. Падерно, П.И. Эргономическая экспертиза пользовательских интерфейсов в разрабатываемых информационных системах [Текст] / П.И. Падерно, Н.А. Назаренко // Эргодизайн. – 2018 № 2 (2). – С. 14-20. – doi: 10.30987/article_5bf98b62c47c84.95349720.

12. Пырьев, Е. А. Практика эмоциональной мотивации: опыт психологического анализа [Текст] / Е.А. Пырьев // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена [Текст]. – Санкт-Петербург, 2016. – №182. – С. 28-36.

13. Савицкая, В.А., Синицын, С.С., Широков, А.И. Твердая пшеница в Сибири [Текст] / В.А. Савицкая, С.С. Синицын, А.И. Широков. – М.: Колос, 1980. – 184 с. : ил. ; 20 см. – Библиогр.: с. 180-182.

14. Спасенников, В.В. Феномен цветовосприятия в эргономических исследованиях и цветоконсультировании [Текст] / В.В. Спасенников // Эргодизайн. – 2019 № 2 (4). – С. 51-60. – doi: 10.30987/article_5cb22163c8b6b7.59336480.

15. Fidalgo, P. Students' perceptions on distance education: A multinational study [Текст] / P. Fidalgo, J. Thormann, O. Kulyk, J.A. Lencastre // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020. – vol. 17, № 18. – P. 1-18. – doi.org/10.1186/s41239-020-00194-2.

16. Sadeghi, M.A. Shift from classroom to distance learning: advantage and limitations [Текст] / M.A. Sadeghi // International Journal of Research in English Education. – 2019. – Vol. 4, №1. –P. 80-88.

doi: 10.30987/article_5bbf0a8ed07f74.73833346.

5. Garbuzova, G.V. Modeling of aesthetic indicators of products and technologies in ErgoDesign using the theory of fuzzy sets [Text] / G.V. Garbuzova, I.O. Dynina, I.V. Melnikov // Ergodesign. – 2019 No. 1 (3) – P. 3-12. – doi: 10.30987/article_5c518d8c4f49b8.92246032.

6. Denisov, D.P. Comfort factors and sensory devices in the field of educational services [Text] / D.P. Denisov, V.E. Ogryzkov // Open and distance education. – 2018. – № 3(71). – C. 55–63. – doi: 10.17223/16095944/71/1.

7. Dergachev, K.V. Analysis of the relationship between the object and the paradigm of research in ergonomics with the use of information technology [Text] / K.V. Dergachev, A.A. Kuzmenko, V.V. Spasennikov // Ergodesign. – 2019. – №1(3). – P. 12-22. – doi: 10.30987/article_5c518d8bd8e3d8.46297271.

8. Mihalchi, E.V. The study of the relationship between the development of sensory fatigue and the presence of health problems among respondents [Text] / Ergodesign. – 2020 No 3 (9). – P. 120134. – doi:10.30987/2658-4026-2020-3-120-134.

9. Ogryzkov, V.E. Methods and algorithms for ASMR diagnostics and their use in the educational process [Text] / V.E. Ogryzkov, D.P. Denisov, I.A. Kuryakov // Siberian trade and economic journal. – 2014. – No. 1(19). – P. 83-88.

10. Ogryzkov, V.E. Methods and algorithm of virtual selection in educational conditions [Text] / V.E. Ogryzkov, D.P. Denisov // Siberian trade and economic journal. – 2015. – No. 2(21). – P. 89-91.

11. Paderno, P. I. Ergonomic expertise of user interfaces in developed information systems [Text] / P.I. Paderno, N.A. Nazarenko // Ergodesign. – 2018 № 2 (2). – P. 14-20. – doi: 10.30987/article_5bf98b62c47c84.95349720.

12. Pyriev, E.A. Practice of emotional motivation: experience of psychological analysis [Text] / E.A. Pyriev // Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni A.I. Herzen [Text]. – Saint Petersburg, 2016. – N 182. – P. 28-36.)).

13. Savitskaya, V.A., Sinitsyn S.S. Shirokov, A.I. Durum wheat in Siberia [Text] / V.A. Savitskaya, S.S. Sinitsyn, A.I. Shirokov. – M. : Kolos, 1980. – 184 p.: Il. ; 20 cm.. – bibliography.: P. 180-182.

14. Spasennikov, V.V. Phenomenon of color vision in ergonomic research and color consulting [Text] / V.V. Spasennikov // Ergodesign. – 2019 № 2 (4). – P. 51-60. – doi: 10.30987/article_5cb22163c8b6b7.59336480.

15. Fidalgo, P. Students' perceptions on distance education: A multinational study [Text] / P. Fidalgo, J. Thormann, O. Kulyk, J.A. Lencastre // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2020.- vol. 17, № 18. – P. 1-18. – doi.org/10.1186/s41239-020-00194-2.

16. Sadeghi, M.A. Shift from classroom to distance learning: advantage and limitations [Text] / M.A. Sadeghi // International Journal of Research in English Education. – 2019. – Vol. 4, №1. –P. 80-88.

Ссылка для цитирования:

Денисов, Д.П. Алгоритмы виртуального выбора и эргономика дистанционных услуг в образовании / Д.П. Денисов, В.Е. Огрызков // Эргодизайн. – 2020 - №4 (10). – С. 194-202. – DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-194-202.

Сведения об авторах:

Денисов Дмитрий Павлович
Сибирская региональная школа бизнеса
к.с.-х. наук, преподаватель
Омск, РФ
E-mail: dmid6@rambler.ru
ORCID

Огрызков Владимир Евгеньевич
Сибирский институт бизнеса и информационных
технологий
к.т.н., доцент
Омск, РФ
E-mail: ra9magg@mail.ru
ORCID

Abstracts:

D.P. Denisov
Siberian regional business school
candidate of agricultural Sciences, teacher,
Omsk, Russia
E-mail: dmid6@rambler.ru
ORCID

V.E. Ogryzkov
Siberian Institute of business and information technologies
candidate of technical Sciences,
associate Professor,
Omsk, Russia
E-mail: ra9magg@mail.ru
ORCID

Статья поступила в редколлегию 22.08.2020 г.
Рецензент: д.пс.н., профессор
Брянского государственного технического университета
главный редактор журнала «Эргодизайн»
Спасенников В.В.
Статья принята к публикации 10.09.2020 г..

М.Ю. Рытов
В.В. Спасенников

Теоретико-прикладные вопросы отбора и подготовки операторов человеко-машинных комплексов в отечественной эргономике

Раскрыты основные критерии, этапы и направления профессионального отбора операторов систем «человек-машина-среда». Представлены математические модели оценки профессиональной пригодности, основанные на использовании последовательного отношения вероятностей и теории распознавания образов. Приведен подход к оценке эффективности профотбора с учетом точности, надежности и достоверности прогноза профпригодности операторов, обоснована возможность оценки профпригодности операторов и качества деятельности на рабочих местах по временным, точностным и вероятностным показателям. Рассмотрены современные тренажерные технологии, используемые в человеко-машинных комплексах военного и гражданского назначения.

Ключевые слова: человеко-машинные комплексы, эргономика, профотбор, профпригодность, тренажеры, математические модели, качество деятельности.

M.Yu. Rytov
V.V. Spasennikov

Theoretical and applied issues of selection and training of operators of human-machine complexes in domestic ergonomics

The main criteria, stages and directions of professional selection of operators of the "man-machine-environment" systems are revealed. Mathematical models of professional aptitude assessment based on the use of a sequential probability ratio and the theory of pattern recognition are presented. Given the approach to assessment of efficiency of professional selection, taking into account the accuracy, reliability and validity of the forecast of professional suitability of operators and the possibility of assessing the professional suitability of operators and the quality of the workplace for temporary tochnostyu and probabilistic indicators. Modern training technologies used in military and civil man-machine complexes are considered.

Keywords: human-machine complexes, ergonomics, professional selection, professional aptitude, simulators, mathematical models, quality of activity.

Введение

Проблема профессионального отбора и обучения операторов современных эргатических систем (человеко-машинных комплексов) связана с необходимостью решения целого ряда научно-практически задач обеспечения эргономической эффективности труда. Однако исследованиям эффективности деятельности профессионала как функции психофизиологических возможностей оператора для реализации безопасной, качественной и надежной работы в конкретных условиях эксплуатации систем «человек-машина-среда» уделяется явно недостаточное внимание (С.А. Багрецов, 1987, [5], Б.И. Беспалов, 2014, [7], В.А. Бодров, 2005, [9], И.М. Жданько, М.В. Найченко, В.Р. Осипов, Д.А. Абрашкин, 2018,

[16], В.В. Кобзев, 2005, [19], П.А. Корчемный, 2017, [22], Л.В. Маришук, 2016, [27], С.Ф. Сергеев, 2008, [29], А.В. Смирнов, Т.В. Левашова, А.В. Пономарев, 2020, [31] и др.).

Эргономическая эффективность труда в процессе эксплуатации систем «человек-машина-среда» определяется внедрением комплекса научно-практических мероприятий профессионального отбора на основе критериев пригодности операторов по психофизиологическим показателям и обеспечением эффективного контроля качества подготовки операторов при работе на специальных тренажерах и в реальных условиях операторской деятельности. Рассмотрим результаты исследования отечественных эргономистов в сфере профессионального отбора и подготовки операторов с использованием тренажерно-имитационных

средств в человеко-машинных системах различного целевого назначения.

1. Принципы профессионального отбора и критерии профессиональной пригодности операторов по психофизиологическим показателям

Профессиональный отбор – это научно обоснованный допуск людей к определенному виду профессионального обучения и деятельности. Профотбор зависит от лимита времени, отпускаемого на обучение и адаптацию к деятельности, от наличия достаточного количества претендентов на рассматриваемую профессию, от уровня требований к надежности работы, от вероятности аварий и катастроф, от стоимости обучения. (В.А. Бодров, 2005, [9], П.А. Корчемный, 2017, [23], и др.)

В основе принятия экспертного решения в профотборе лежит оценка профессиональной пригодности. Профессиональная пригодность – это вероятностная характеристика, отражающая возможности человека в овладении какой-либо профессиональной деятельностью. В профотборе профессиональная пригодность может оцениваться по нескольким критериям: по медицинским показателям, в том числе по показателям физической подготовленности; по данным образовательного ценза или конкурсным экзаменам; с помощью психологического обследования (психологический отбор); с учетом некоторых показателей, отражающих социальное лицо претендента (социальный

отбор); с учетом достигнутого уровня профессиональной адаптации и др. (Л.В. Марищук, 2016, [27]).

Существует две классические задачи профотбора – отбор кандидатов из неограниченного контингента претендентов на ограниченное число специальностей (например, отбор в отряд космонавтов) и задача рационального распределения («профдифференциация») ограниченного контингента претендентов на ряд специальностей (например, распределение по профессиям молодых солдат в воинских подразделениях). [17, 24, 26, 28, 32 и др.]

Указанные задачи решаются путем применения процедур психологического тестирования и определения соответствия психологического профиля претендента профилю профессии. Степень соответствия определяет уровень профессиональной пригодности кандидата. [5, 13, 28, 36 и др.]

Эффективность профессионального отбора зависит от *трудности профессии* и от *цены ошибки* в случае неправильных действий оператора. Поэтому отбор эффективен при работе человека в экстремальных условиях. Это авиационно-космические системы, системы объектов военной техники и вооружений, системы управления динамическими объектами с быстротекущими процессами и т.д. [1, 2, 3, 11, 28 и др.].

В эргономической литературе выделяют четыре компонента (направления) профессионального отбора, представленные в табл. 1 [2].

Таблица 1. Компоненты профессионального отбора в операторской и водительской деятельности

№ п/п	Компонент	Цель
1	Медицинский	Определение состояния здоровья на основе медицинских процедур – измерение уровня развития и сформированности организма человека и его отдельных функциональных систем
2	Психофизиологический	Учет конкретного функционального состояния оператора: -степень его усталости и работоспособности; -уровень подверженности стрессогенным факторам.
3	Педагогический	Оценка сформированности специальных знаний у оператора, развитости его конкретных умений и практических профессиональных навыков
4	Психологический	Выявление и оценка задатков и способностей оператора, его профессиональной направленности, интеллекта, надежности.

Как отмечает В.А. Толочек, количество видов (направлений) профессионального отбора может быть различным и определяется спецификой предстоящей деятельности [16].

В современных системах «человек-машина-среда» требуются повышенное внимание, быстрота и точность двигательных реакций и ряд других психофизиологических качеств. В

связи с этим особую актуальность приобретает специальный подбор людей, обладающих необходимым уровнем адаптационных возможностей организма к специфическим факторам среды [2, 5, 7, 23, 38 и др.].

Психофизиологический отбор является составной частью профессионального отбора, он направлен в первую очередь на выявление лиц, которые по профессиональным способностям и индивидуальным психофизиологическим качествам соответствуют конкретным требованиям их будущей профессиональной деятельности.

В целом ряде исследований показано, что эффективность отбора по психофизиологическим показателям требует высоких затрат, при

этом их окупаемость определяется точностью, надежностью и достоверностью прогноза профпригодности оператора. (К.Ю. Андросов, А.Н. Сударик, С.Н. Федотов, 2018, [2], Б.Н. Беспалов, 2014, [7], Л.В. Маришук, 2016, [27], В.А. Толочек, 2018, [36] и др.).

В наших и других исследованиях показано, что в процессе определения профессиональной пригодности к освоению большинства водительских и операторских специальностей используется трехэтапная процедура профессионального отбора. (С.А. Багрецов, 1987, [5], В.А. Бодров, 2005, [9], В.М. Герасимов, 1982, [13], И.М. Жданько, 2018, [16], В.В. Спасенников, 1992, [32] и др.).



Рис.1. Основные этапы профессионального отбора операторов

Первый этап—отбор по медицинским показателям, который проводится медицинскими учреждениями.

Второй этап - отбор по степени пригодности. В этом случае возможно формирование контингента трех групп: безусловно пригоден, условно пригоден и непригоден.

Третий этап - контрольный. На этом этапе

решаются вопросы планового контроля, проводимого с целью оценки психофизиологических показателей в динамике работоспособности, а также подтверждается правильность решения вопросов на первых двух этапах.

На рис. 1 видно, что профотбор вначале реализуется на первом этапе и продолжается на втором этапе. Второй этап, учитывая ком-

плексные свойства индивида, рассматривает его как специалиста.

При профотборе используются разные методы исследования: беседа, самоотчет, наблюдение, тестирование. Каждый из этих методов имеет преимущества и недостатки. Первые три метода требуют привлечения квалифицированных экспертов. С целью уменьшения влияния субъективного фактора при оценке специалиста (оператора) наиболее приемлемым является метод тестов, при этом валидные и надежные тестовые методики должны разрабатываться эргономистами и психологами, имеющими практический опыт профессиональной деятельности. (В.В. Спасенников, 1994, [33]).

С позиций макроэргономики, безопасности и охраны труда основными направлениями профотбора операторов являются физиологи-

ческое, психофизиологическое и профессиональное, которые представлены на рисунке 2.

Каждое из направлений можно представить рядом свойств, позволяющих оценить оператора в каждой конкретной ситуации. Физиологическую характеристику возможно наделить следующими свойствами: оценка чувствительности анализаторов оператора, оценка быстродействия, оценка выносливости, оценка утомляемости, оценка точности действий, оценка координации движений. Для психофизиологической оценки используется оценка памяти, оценка мышления, оценка скорости обработки информации, оценка психологической совместимости. Профессиональная оценка базируется на оценке профессиональных знаний и оценке рисков. [2, 14, 18, 21, 33 и др.].



Рис. 2. Основные направления профотбора с позиций макроэргономики, безопасности и охраны труда

Современные исследования в профотборе базируются на разработках в области когнитивных и личностных тестов. Главными

направлениями совершенствования отбора являются тестирование и обучение на тренажерах. В процессе тестирования внимание

уделяется в большей степени таким профессионально-важным качествам, как: переключение внимания, координация, эмоциональная устойчивость. Новыми являются исследования в области отбора для разрабатываемых перспективных систем, а также компьютерное адаптивное тестирование. Эргономические исследования базируются не только на расширении общих знаний о человеческих способностях и компетенциях и их влиянии на успешность деятельности операторов, но и на исследованиях новых путей измерения профессионально-важных качеств.

Профессиональную пригодность лиц, проходящих психофизиологический отбор, оценивают в соответствии с разработанными заранее критериями.

Наибольшее распространение получили четыре типа критериев, основанных на использовании следующих методов [2, 5, 13, 21, 32 и др.]:

- последовательного статистического отношения вероятностей;
- теории распознавания образов;
- корреляционного и регрессионного анализа;
- оценки профессиональных возможностей по результатам их деятельности непосредственно на рабочих местах.

Рассмотрим более подробно основные из упомянутых типов критериев [32].

Использование первого из них предполагает предварительное накопление информации о значениях показателей $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$, характеризующих возможности индивидуумов. Для этого необходимо иметь две экспериментальные группы индивидуумов, которые соответствовали бы нашему пониманию пригодности (группа А) и непригодности (группа Б) их к данной деятельности. Накопление информации заключается в получении одномерных распределений вероятностей показателей для группы А

$$f_A^{(1)}(q_1), f_A^{(2)}(q_2), \dots, f_A^{(n)}(q_n),$$

и группы Б

$$f_B^{(1)}(q_1), f_B^{(2)}(q_2), \dots, f_B^{(n)}(q_n).$$

Информативность показателей можно оценить по критерию Пирсона χ^2 , а затем с помощью корреляционных матриц выявить взаимозависимость этих показателей и в случае ее наличия выбрать один из них, обладающий

наибольшей информативностью.

Дальнейшая процедура заключается в расчете диагностических коэффициентов (баллов), которые можно рассматривать как весовые коэффициенты показателей.

Диагностический коэффициент i -го показателя j -й градации вычисляют по формуле

$$D_j^i = l_g \frac{A_j^i N_B^i}{B_j^i N_A^i}$$

где A_j^i и B_j^i - частоты появления i -го показателя в j -й градации для групп А. и Б соответственно; N_B^i и N_A^i - общее число субъектов в каждой из групп, данные которых использовались при построении распределений для i -го показателя.

Подобный расчет проводят для всех градаций выбранных информативных показателей и составляют таблицу значений в зависимости от этих градаций [2].

Для определения порога пригодности (непригодности) необходимо заранее задаться допустимыми значениями ошибок 1-го и 2-го рода, которые численно могут быть представлены в виде вероятностей отбора «непригодного» кандидата (α) и отсева «пригодного» (β). В этом случае порог пригодности

$$P_A = \ln(1 - \beta)/\alpha,$$

а порог непригодности

$$P_B = \ln \beta / (1 - \alpha).$$

При установлении допустимых значений α и β следует учитывать возможные последствия участия непригодных лиц в работе, а также имеющее место соотношение между потребностью в специалистах и людскими ресурсами, из которых осуществляется выбор. Если из большого контингента требуется отобрать небольшое число лиц для дальнейшей работы, то можно принять $\alpha = \beta = 0,1$ или $0,05$.

Если окажется, что допуск «непригодного» кандидата к работе принесет больше вреда, чем отсев способного индивидуума выбирают разные значения для α и β (т. е. $\alpha \neq \beta$).

Полученные для каждой специальности критерии вместе с изложением организационно-методических форм проведения психофизиологического отбора приводятся в специальных инструкциях. В общих чертах методи-

ка определения профессиональной пригодности состоит в следующем. Для каждого индивидуума, проходящего психофизиологический отбор, находят количественные значения установленных заранее показателей. В соответствии со значениями этих показателей по таблице определяют значения диагностических коэффициентов, после чего для каждого индивидуума вычисляют алгебраическую сумму этих коэффициентов Π .

Если $\Pi > \Pi_A$, принимается решение о пригодности кандидата; если $\Pi < \Pi_B$, то кандидат непригоден к работе по данной операторской специальности, если $\Pi_B < \Pi < \Pi_A$, то для выбранных порогов для принятия решения о пригодности информации недостаточно.

Вторая группа критериев профессиональной пригодности, основанная на теории распознавания образов, отличается от других более строгим научным обоснованием системы оценок качества выполнения кандидатами заданий (тестов) в процессе психофизиологического отбора и порогов пригодности (непригодности) этих кандидатов к работе по данной специальности [32, 33, 34].

Использование этих критериев также требует предварительного накопления диагностической информации в соответствии с рекомендациями, изложенными выше.

Исходя из теории статистической проверки гипотез можно считать, что способности индивидуума характеризуются некоторой совокупностью значений показателей $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ в зависимости от того, превышает или не превышает рассчитываемый по этим показателям логарифм отношения правдоподобия

$$L(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) = \ln \frac{f_A(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)}{f_B(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)} \quad (1)$$

некоторую постоянную величину L_0 , выбираемую из условия обеспечения требуемых значений ошибок.

В выражении (1) $f_A(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)$ и $f_B(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)$ представляют условные плотности распределения совокупности показателей тестов $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ в каждой из групп. Если каждый из тестов имеет один показатель и показатели независимы, то

$$L(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n L_i(q_i) = \sum_{i=1}^n \frac{f_A^{(i)}(q_i)}{f_B^{(i)}(q_i)} \quad (2)$$

Где $L(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n)$ алгебраическая сумма баллов, полученная кандидатом по результатам его работы с тестами; $f_A^{(i)}(q_i)$ и $f_B^{(i)}(q_i)$ - плотности распределения i -го показателя.

По аналогии с первым типом критериев логарифм отношения $f_A^{(i)}(q_i) / f_B^{(i)}(q_i)$ может быть назван диагностическим коэффициентом, или баллом i -го показателя.

Таким образом, кандидат считается пригодным для работы по данной специальности, если рассчитанный по результатам его работы суммарный балл $L \geq L_0$. Кандидат считается непригодным для работы по данной специальности, если $L \leq L_0$, где L_0 - пороговое значение суммарного балла для данной специальности.

Для получения значения L_0 необходимо по известным значениям $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ определить значения L для каждого испытуемого экспериментальных групп А и Б и построить эмпирические функции распределения значений суммарного балла в каждой группе. Эти функции используются для установления порогового значения L_0 из условий обеспечения

допустимых значений α и β .

Деление испытуемых на способных и неспособных к высокоэффективной работе по данной операторской специальности показано на рисунке 3.

При обосновании допустимых значений ошибок первого и второго рода необходимо в первую очередь установить допустимое значение наиболее критичной из них.

Например, если необходимо отобрать небольшое число лиц из большого контингента кандидатов и назначение на какую-либо должность недостойного кандидата может привести к существенному снижению эффективности системы, а отсеб подходящего кандидата не принесет большого ущерба, то наиболее критичной окажется ошибка первого рода. В этом случае в первую очередь следует выбирать значение α , которое должно быть достаточно малым. По значению α графическим путем определяют значения β и L_0 . Если полученные значения β и L_0 не удовлетворяют поставленной задаче, необходимо уточнить принятое ранее значение α .

В процессе отбора при обследовании больших контингентов лиц, могут быть установле-

ны два порога $L_0^{\cdot}$ и $L_0^{\cdot\cdot}$, первый из которых соответствует минимальной вероятности отбора непригодного кандидата, а второй – минимальной вероятности отсева пригодного кандидата. Графически эти случаи представлены на рис. 3. Принимая α_{min} и β_{min} близкими к нулю, всех кандидатов, проходящих отбор, можно разделить на 3 группы:

лица, для которых $L \geq L_0^{\cdot}$, относятся к кате-

гории пригодных к работе по данной специальности (область 1);

лица, для которых $L \leq L_0^{\cdot\cdot}$, относятся к категории непригодных к работе по данной специальности (область 2);

лица, для которых $L_0^{\cdot\cdot} < L < L_0^{\cdot}$, могут рассматриваться в качестве резерва для пополнения группы пригодных кандидатов (область 3).

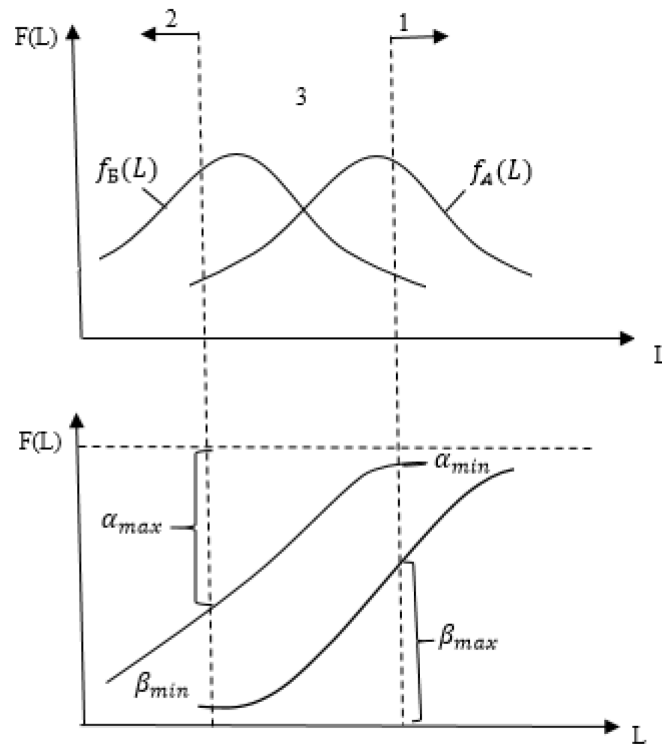


Рис. 3. Выбор пороговых значений при профотборе

Значения диагностических коэффициентов (баллов) находят в определенной последовательности. По результатам выполнения тестов лицами, явно пригодными и явно непригодными к работе по данной специальности, строят гистограммы плотности распределения, после чего проводят их сглаживание. Полученные плотности распределения i -го показателя теста в каждой из групп $f_A^{(i)}(q_i)$ и $f_B^{(i)}(q_i)$ являются исходными для вычисления значения баллов:

$$L_i(q_i) = \ln[f_A^{(i)}(q_i) / f_B^{(i)}(q_i)].$$

Значения функции $L_i(q_i)$ могут быть табулированы с любым шагом квантования, в результате чего получаются таблицы баллов для разных тестов. При сглаживании функций плотности распределения, построенных по

ограниченному статистическому материалу, когда возможны неточности, целесообразно исключать выпадающие точки как наиболее неточные части, чтобы не допускать необоснованного превышения (принижения) веса некоторых тестов над другими [32].

При применении критериев профессиональной пригодности, основанных на использовании методов корреляционного и регрессионного анализа, интегральная оценка результатов психологического обследования также определяется суммированием оценок выполнения заданий по отдельным тестам с учетом весовых коэффициентов, присвоенных каждому из них. Однако весовые коэффициенты в этом случае определяются из уравнения множественной регрессии, которое строится по результатам решения системы линейных уравнений на основе матрицы интеркорреляций, включающей в виде переменных по-

казателей наиболее информативных тестов и оценку профессиональной эффективности будущей водительской или операторской деятельности.

Как показано в наших исследованиях высокая достоверность результатов отбора операторов на рабочих местах при оценке профессиональной пригодности испытуемых может быть достигнута за счет использования и регистрации временных и точностных показателей качества деятельности [5, 13, 32].

После краткого разъяснения характера трудовой деятельности на рабочих местах кандидаты начинают выполнять свои функциональ-

ные обязанности. В дальнейшем через каждые 1-2 ч работы осуществляется контрольная запись значений выбранного показателя, характеризующего качество работы.

Полученные данные аппроксимируются экспоненциальными функциями (рис. 4) вида

$$Q = Q_{\text{пр}} - (Q_{\text{пр}} - Q_0)e^{-t/t_0}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{пр}}$ – предельное значение этого показателя, характерное для идеально работающего оператора.

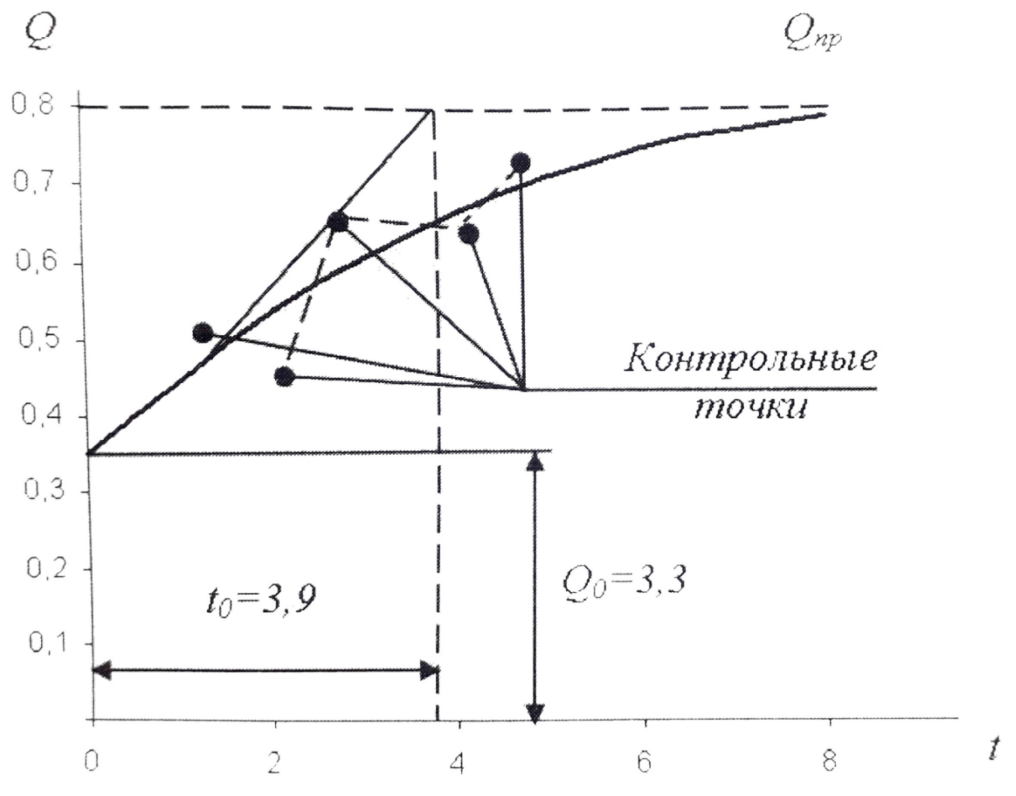


Рис. 4. Аппроксимация экспериментальных данных

После аппроксимации (графически и аналитически) определяют значения t_0 и Q_0 для каждого кандидата, а затем с учетом заранее выбранных значений $Q_{\text{пр}}$ и Q_3 (Q_3 – заданный уровень качества деятельности (подготовки)) – необходимое время для подготовки каждого из них по формуле

$$t_n = t_0 \ln[(Q_{\text{пр}} - Q_0)/(Q_{\text{пр}} - Q_3)]. \quad (4)$$

Профессиональную пригодность (непригодность) кандидата к работе по результатам второго этапа отбора оценивают следующим образом. Кандидат считается пригодным, если

время, необходимое ему для достижения заданного уровня подготовки, не превышает времени $T_{\text{доп}}$, отводимого для этих целей, т.е. для пригодных кандидатов $t_n < T_{\text{доп}}$, для непригодных $t_n > T_{\text{доп}}$.

В психолого-эргономических исследованиях выделяют две группы проблем, которые необходимо решить для внедрения профотбора операторов в практику [34]:

1. Как разработать психодиагностические и психофизиологические методики, которые обладают высокой степенью валидности и надежности для прогнозирования успешности освоения данного вида оперативной деятель-

ности;

2. Каким образом оценить эффективность профотбора.

1. Для определения унифицированного комплекта тестов следует сформулировать комплекс оптимизационных задач:

- Определить минимальное количество тестов для того, чтобы достоверность результатов (по каждому из профессиональных качеств) была не ниже заданного уровня.

- Определить такой набор тестов, затраты на проведение которого были бы не выше определенного уровня.

- Определить такое множество тестов, у которого привлекательность тестов была не ниже заданного уровня, а время проведения было минимально.

2. Для определения эффективности профотбора необходимо установить точность, надежность и достоверность прогноза профпригодности операторов.

- **Точность** прогноза можно определить путем сравнения прогнозируемой пригодности операторов по результатам отбора с тем уровнем, который определили эксперты. Он выявляется посредством оценки показателей абсолютной точности прогноза и погрешностей прогноза в сторону его завыше-

ния/занижения.

Показатель абсолютной точности (АТП) отражает вероятность совпадения результатов отбора с экспертной оценкой деятельности оператора:

$$\text{АТП} = \frac{n_a(A) + n_b(B) + n_b(B)}{N_0} 100\%; \quad (5)$$

где: $n_a(A)$, $n_b(B)$, $n_b(B)$ – количество операторов, у которых совпали категории прогнозируемой и реальной профпригодности; N_0 – общее количество персонала, прошедшего диагностику.

Эффективность диагностики устанавливается при совпадении предварительного прогноза с реальной оценкой профессионализации персонала в 65% и более случаях.

Показатели завышенного (ТПВ) или заниженного (ТПН) прогноза указывают на направление ошибки прогнозирования пригодности. Они дают возможность оценить и провести необходимую коррекцию диагностической модели и приведения ее в соответствие с установленными требованиями. Показатели погрешности, связанные с завышением/занижением категории пригодности (ТПВ/ТПН) рассчитываются по формулам:

$$\text{ТПВ} = \frac{n_a(B.B) + n_b(B)}{N_0} 100\% \quad \text{ТПН} = \frac{n_b(A) + n_b(A.B)}{N_0} 100\%; \quad (6)$$

где: $n_a(B.B)$ – количество операторов, у которых прогнозировалась категория пригодности «А», а экспертиза показала их принадлежность к категориям «Б» и «В»; $n_b(B)$ – количество операторов, у которых прогнозировалась категория пригодности «Б», а экспертиза показала их принадлежность к категории «В»; $n_b(A)$ – количество операторов, у которых прогнозировалась категория пригодности «Б», а экспертиза показала их принадлежность к категории «А»; $n_b(A.B)$ – количество операторов, у которых прогнозировалась категория пригодности «В», а экспертиза показала их принадлежность к категориям «А» и «Б»; N_0 – общее количество обследованных операторов.

Вывод о завышении/занижении прогноза профпригодности персонала осуществляется по соотношению ТПВ и ТПН. Если их разность не превышает 10%, то прогноз профпригодности считается нормальным. Если – более 10%, то принимается, соответственно, завышенным или заниженным.

Учитывая вид фактического распределения категорий профпригодности и тенденцию к

занижению надежности тестов со временем необходимо периодически корректировать модель психодиагностики. Эта задача может выполняться, во-первых, путем проверки достоверности психодиагностических методик, их критериальной валидации, во-вторых, подбора новых адекватных технологий, а также, в-третьих, изменения интерпретационной модели профессиональной диагностики операторов посредством смещения границ категорий пригодности в противоположную сторону рассчитанному завышению/занижению прогноза. При завышенном прогнозе «нижняя» граница категории «А» и «верхняя» граница категории «В» смещаются в сторону больших значений на то количество процентов (от балла, определяющего границу категории), которое определяет это завышение. При заниженном прогнозе профпригодности «нижняя» граница категории «А» и «верхняя» граница категории «В» смещаются в сторону меньших значений на то количество процентов (от балла, определяющего границу категории), которое определяет это занижение.

Например, при завышении прогноза на 15% (ТПВ-ТПР=15) для коррекции границ категорий пригодности, измеренных в 10-ти балльной шкале, нижняя граница категории «А» (8,01) и верхняя граница категории «В» (2,01) смещаются в сторону больших значений на 1,5 балла и составят соответственно 9,51 и 3,51 баллов.

Математическая (теоретическая) коррекция точности модели профотбора должна проверяться эмпирически в ходе реального исследования ежегодно [28].

• **Надежность** диагностического прогноза (НДП) – это стабильность прогноза успешности / не успешности профессиональной деятельности операторов

$$\text{НДП} = \frac{n_{аб}(А,Б) \cdot N_{Б}}{n_{в}(А,Б) \cdot N_{а,б}}, \quad (7)$$

где: $n_{аб}(А, Б)$ – количество операторов, у которых совпадает прогноз с экспертной оценкой их реальной профессиональной деятельности; $n_{в}(А, Б)$ – количество операторов, у которых прогнозировалась категория «В», а фактически эксперты их деятельность оценивают на уровне категорий «А» и «Б»; $N_{а,б}$, $N_{в}$ – общее количество операторов соответственно категории «А», «Б» и «В».

Вывод о надежности диагностического прогноза осуществляется при повышении значений эмпирически рассчитанного допустимого уровня НДП равного 2. Если НДП больше 2, то прогноз может считаться надежным.

• **Достоверность** диагностического прогноза (ДДП) определяется посредством вычисления доли операторов, прогнозируемая оценка которых не ниже реальной оценки операторской деятельности.

$$\text{ДДП} = \frac{n_a(A) + n_b(A,Б) + n_{в}(А,Б,В)}{N_0} * 100\%; \quad (8)$$

где: $n_a(A)$, $n_b(A, Б)$, $n_{в}(А, Б, В)$ – количество операторов, у которых реальная оценка не ниже, чем был ее прогноз; N_0 – общий объем испытуемых.

Результаты диагностического прогноза считаются достоверными, если ДДП более 75%.

По данным экономических исследований экономическая выгода приема наиболее подходящих сотрудников в организацию составляет примерно 6-20% от существующего уровня эффективности производства. Психологический отбор в ВВС США снизил отсе-

курсантов по непригодности с 75% до 36%, при этом было сэкономлено около 1 млн. долл. На каждые 100 успешно окончивших обучение летчиков. В целом отбор персонала снижает: а) текучесть кадров с 30-40% до 5-8%; б) аварийность по вине персонала на 40-70%; в) затраты на его подготовку на 30-40% [28].

После отбора кандидатов наступает этап профессионального обучения, целью которого является создание условий для усвоения обучаемым определенной совокупности знаний, умений и навыков, обеспечивающих его эффективную деятельность в системах «человек-машина-среда».

2. Контроль уровня подготовки операторов с использованием тренажерно-обучающих систем

В современных человеко-машинных комплексах основным техническим средством, обеспечивающим реализацию дидактических задач по формированию элементов профессиональной готовности оператора, является тренажер.

ГОСТ 21036-75 определяет тренажер как «техническое средство профессиональной подготовки человека-оператора, предназначенное для формирования и совершенствования у обучаемых профессиональных навыков и умений, необходимых им для управления материальным объектом, путем многократного выполнения обучаемым действий, свойственных управлению реальным объектом».

В данном определении сделан упор на педагогический метод - повторения, что не совсем точно отражает современный уровень развития технических, психологических и педагогических знаний, отражаемых в понятии «тренажер». Более точно можно определить тренажер как техническую систему, реализующую искусственную обучающую среду, деятельность в которой приводит к формированию у обучаемого требуемого уровня профессиональной компетенции [29].

Внедрение в практику разработанных нами изобретений показало, что высокая достоверность результатов отбора операторов на рабочих местах при оценке профессиональной пригодности достигается за счет использования прямых показателей качества операторской деятельности [32].

В наших исследованиях показано, что оценка уровня подготовки оператора должна основываться на анализе параметров, опреде-

ляющих точностные, временные и надежность показатели его деятельности и характеризующих в конечном счете вероятность выполнения им поставленной задачи [32].

Несмотря на то, что аналитические выражения для оценки вероятности выполнения задачи в каждом конкретном случае различные, весьма часто они являются некоторой функцией математического ожидания и дисперсии измеряемой величины.

Пусть $p(m, D)$ – вероятность выполнения задачи при математическом ожидании m и дисперсии контролируемой величины D . В этом случае возможны два варианта оценки.

При первом варианте необходимо знание закона распределения контролируемого параметра. В ряде случаев такие законы заранее известны, и использование первого варианта оценки не вызывает больших трудностей. Например, если предполагается оценить реализуемую оператором точность сопровождения отметки на экране, то в качестве контролируемого параметра можно принять отклонение визира от центра отметки, подчиняющееся нормальному закону распределения.

В этом случае в качестве функции $p(m, D)$ можно принять вероятность того, что отклонение визира оператора по одной из координат от центра отметки не превышает величины l :

Поскольку определение параметров $\hat{m}$ и $\hat{D}$ по статистическому материалу требует трудоемких вычислений, в работе введена в рассмотрение величина $x=1/t$, распределенная по нормальному закону

$$p(m_x, D_x) = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{\frac{1}{T_0} - m_x}{\sqrt{D_x}} \right) \right], \quad (13)$$

где m_x, D_x – математические ожидание и дисперсия случайной величины x .

При втором варианте оценки знание законов распределения контролируемой величины необязательно. В этом случае под вероятностью понимают следующее:

- при оценке временных характеристик – вероятность выполнения операции (или всей работы) за время t_i , не превышающее ее заданного значения T_0 ;

$$p(m, D) = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{1-m}{\sqrt{D}} \right) + \Phi \left(\frac{1+m}{\sqrt{D}} \right) \right], \quad (9)$$

где $\Phi(u) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-t^2} dt$ – табулированная функция Лапласа.

При оценке производительности труда оператора в качестве контролируемого параметра принимают время выполнения им трудовых операций, подчиняющееся альфараспределению:

$$f(t) = \frac{c\hat{\beta}}{t^2\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\hat{\beta}}{t} - \hat{\alpha} \right)^2 \right]}, \quad (10)$$

Где $\hat{\alpha}$ – коэффициент однородности производительности труда исполнителей (относительная средняя производительность труда); $\hat{\beta}$ – относительный объем работы; C – нормирующий множитель.

Параметр $\hat{\beta}$ имеет размерность времени, параметр $\hat{\alpha}$ безразмерен. На практике можно считать $C \approx 1$ и применять альфараспределение вида

$$f(t) = \frac{\hat{\beta}}{t^2\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\hat{\beta}}{t} - \hat{\alpha} \right)^2 \right]}, \quad (11)$$

При использовании (11) в качестве исходной функции для определения $p(m, D)$ можно принять вероятность выполнения задачи за время не более заданного T_0 :

$$p = \int_0^{T_0} \frac{\hat{\beta}}{t^2\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\hat{\beta}}{t} - \hat{\alpha} \right)^2 \right]} dt = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{\hat{\beta}}{T_0} - \hat{\alpha} \right) \right]. \quad (12)$$

- при оценке точностных характеристик (как например при съеме плоскостных координат при автоматизированном сопровождении оператором воздушной цели) – вероятность выполнения операции с ошибками r_i , не превышающими заданной величины R_0 ;

- при оценке правильности принятия решений – вероятность того, что число безошибочных решений L_i из L , принимаемых в процессе выполнения задачи, не менее заданной величины L_0 .

В соответствии с этими показателями процесс оценки вероятности выполнения задачи заключается в определении отношения числа благоприятных событий, в которых

$$t_i \leq T_0, r_i \leq R_0, L_i \leq L_0 \quad (14)$$

к общему числу измерений.

При оценке точности работы вычисления

осуществляются по формулам:

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; D_y = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - m_y)^2 \quad (15)$$

$$P = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{l - m_y}{\sqrt{D_y}} \right) + \Phi \left(\frac{l + m_y}{\sqrt{D_y}} \right) \right], \quad (16)$$

где y_i – контролируемый параметр; m_y и D_y – математическое ожидание и дисперсия контролируемого параметра.

При оценке временных характеристик качества деятельности используются следующие зависимости:

$$x_i = \frac{1}{t_i}; m_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; D_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2; \quad (17)$$

$$P = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{\frac{1}{T_0} - m_x}{\sqrt{D_x}} \right) \right] \quad (18)$$

В практических расчетах вероятность P выполнения задачи определяется отношением числа появления благоприятных событий C к общему числу событий n , т.е. по частоте этих событий:

$$P = C/n \quad (19)$$

С точки зрения простоты вычислений наиболее предпочтительным является использование оценки типа зачет-незачет.

Оценку при двухбалльном контроле можно связать с вероятностью выполнения задачи следующим образом:

- оператору выставляется оценка «зачет», если вероятность выполнения задачи $p > p_1$;

- оператору выставляется оценка «незачет», если вероятность выполнения задачи $p < p_0$;

- если $p_0 < p < p_1$, то контроль должен быть продолжен.

При выставлении оператору той или иной оценки могут быть допущены ошибки двух родов: занижение, либо завышение оценки.

При известных практических значениях вероятности для выставления однозначной оценки (p_0 и p_1) задача сводится к выбору та-

кого значения p_* ($p_0 < p_* < p_1$) и такого количества экспериментов n , при которых оператору выставлялась бы оценка «зачет», если $p > p_1$, и «не зачет», если $p < p_0$; причем вероятности завышения и занижения оценки составляли бы соответственно α и β .

Приближенное значение вероятности выполнения задачи, определяемое по ограниченному числу измерений можно с достаточной для практики точностью считать распределенным по нормальному закону с дисперсией $p(1-p)/n$, значения p_* и n можно определить из следующей системы уравнений:

$$\int_{-\infty}^{p_*} f(p, p_0, n) dp = 1 - \alpha \quad (20)$$

$$\int_{-\infty}^{p_*} f(p, p_1, n) dp = \beta \quad (21)$$

$$\text{где } f(p, p_i, n) = \frac{1}{\sqrt{\frac{2\pi p_i(1-p_i)}{n}}} e^{-\frac{(p-p_i)^2}{2 \frac{p_i(1-p_i)}{n}}}; \quad i=0,1 \quad (22)$$

Выражения для определения p_* и n имеют вид:

$$n = \frac{\psi(1-\alpha)\sqrt{p_0(1-p_0)} - \psi(\beta)\sqrt{p_1 - (1-p_1)^2}}{(p_1-p_0)^2} \quad (23)$$

$$p_* = p_0 + \psi(1-\alpha)\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}} \quad (24)$$

$$p_* = p_1 + \psi(\beta)\sqrt{\frac{p_1(1-p_1)}{n}}, \quad (25)$$

где $\psi(z)$ – функция, обратная функции

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \text{ т.е. } \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\psi(z)} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = z; \quad z=1-\alpha; \quad (26)$$

Сокращения числа изменений можно достичь, используя метод последовательного анализа, при котором число наблюдений заранее не фиксируется, а для оценки качества работы оператора по каждому измерению принимается одно из двух решений: выставляется определенная оценка или продолжается проверка. По сравнению с методом однократной выборки, при котором для оценки качества работы оператора берется одна случайная выборка определенного объема (определенного числа измерений) и по характеристикам этой выборки принимается решение о выставлении оператору той или иной оценки, об эффективности применения последовательного анализа обычно судят по значениям среднего числа требуемых измерений.

Эффективность применения последовательного анализа по сравнению с методом однократной выборки, основанным на критерии нормальности распределения выборочных оценок, возрастает при уменьшении α и β , т. е. при увеличении достоверности оценок. Например, для экспоненциального и биномиального законов распределения последовательный анализ довольно эффективен до значений α и β , приблизительно равных 0,2.

При значениях α и β , больших 0,2, применение последовательного анализа дает незначительный выигрыш в числе измерений. Сохраняя принцип определения вероятности выполнения оператором задачи по относительному числу благоприятных исходов, можно получить следующий математический аппарат для целей контроля. Пусть p - вероятность выполнения задачи, свойственная данному оператору, а ξ_i - результат измерения ($\xi_i = 1$, если при i -м наблюдении $t_i \leq T_0$, $r_i \leq R_0$, $L_i \leq L_0$ и т.п., в противном случае $\xi_i = 0$). Тогда можно выбрать таких два значения p_0 и p_1 , чтобы оценка «незачет» выставлялась при $p < p_0$, а «зачет» при $p > p_1$, причем вероятности завышения и занижения оценки в этом случае не должны превышать соответственно α и β . Вероятность получения выборки ($\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$) cd_n благоприятными исходами ($\xi_i = 1$) будет равна $p^{d_n}(1-p)^{n-d_n}$, где d_n означает число благоприятных исходов среди первых n измерений. Если $p = p_0$, то

$$p_{0n} = p^{d_n}(1-p_0)^{n-d_n}; \quad (27)$$

если $p = p_1$, то

$$p_{1n} = p_1^{d_n}(1-p_1)^{n-d_n}. \quad (28)$$

Оценочные границы можно определить в

соответствии с выражениями

$$a_n = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}} + n \frac{\ln \frac{1-p_0}{1-p_1}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}; \quad (29)$$

$$r_n = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}} + n \frac{\ln \frac{1-p_0}{1-p_1}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}. \quad (30)$$

Если $d_n < a_n$, (2) то оператор получает «незачет»;

Если $d_n > r_n$, (3) то оператор получает «зачет»;

Если $a_n \leq d_n \leq r_n$, то проверка продолжается.

Так как a_n и r_n зависят только от p_0 , p_1 , α и β , то они могут быть рассчитаны и табулированы заранее. В этом случае возможно использование табличного метода контроля.

Линейная зависимость a_n и r_n позволяет использовать достаточно распространенный метод контроля с помощью оценочных графиков (рис. 5).

В системе координат (d_n, r_n) можно построить две параллельные прямые с общим для них условным коэффициентом

$$S = \frac{\ln \frac{1-p_0}{1-p_1}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}; \quad (31)$$

и точками пересечения с вертикальной осью, координаты которых определяются из выражений:

$$h_0 = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}; h_1 = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}. \quad (32)$$

Точки d_n , n наносятся на график по ходу контроля, и эксперимент проводится до тех пор, пока очередная точка не выйдет за пределы полосы, заключенной между L_0 и L_1 . Если точка выше L_1 , то оператор получает «зачет», если ниже L_0 , - «незачет».

При оценке по многобалльной системе принцип построения оценочных графиков или таблиц аналогичен изложенному, причем для i -го балла браковочные числа определяются в зависимости от заданных значений p_0 и p_1 , для $(i+1)$ -го балла - в зависимости от p_1 и p_2 ; для $(i+2)$ -го балла в зависимости от p_2 и p_3 и т. д.

Максимум математического ожидания числа измерений при ведении контроля по методу последовательного анализа определяется по формуле

$$E(n) = \frac{-\ln \frac{\beta}{1-\alpha} \ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} - \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}} \quad (33)$$

В процессе последовательной проверки возможны случаи, когда определение оценки требует чрезмерно большого числа наблюдений n . Поэтому в тех случаях, когда условия (2) и (3) оказываются невыполнимыми, а допустимое число измерений уже исчерпано, контроль можно закончить, используя усечен

ный критерий, что соответствует снижению достоверности оценки (увеличению значений α и β). В этом случае при

$$d_n \geq (a_n + r_n)/2$$

оператор получает «зачет», а при

$$d_n < (a_n + r_n)/2$$

он получает «незачет».

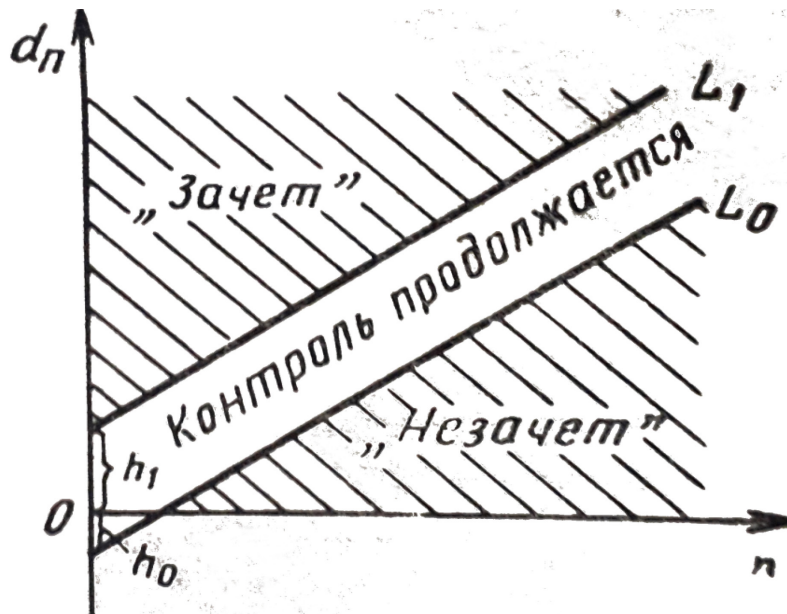


Рис.5 Графический метод контроля при использовании последовательного анализа

Для приближенной оценки новых значений α' (β') при полностью $n \neq E(n)$ можно использовать следующий способ [32].

Принимается, что

$$\alpha' = \begin{cases} \frac{1}{2} \text{ при } n = 0; \\ \alpha + \frac{1}{2} \text{ при } n = E(n); \\ \alpha \text{ при } n \rightarrow \infty. \end{cases} \quad (34)$$

Следовательно, зависимость $\alpha'(n)$ можно выбрать в виде

$$\alpha'(n) = \alpha + (1/2 - \alpha)e^{-kn^3}. \quad (35)$$

Величина k определяется из условия

$$\alpha + (1/2 - \alpha)e^{-kE^2(n)} = (\alpha + 1/2)/2, \quad (36)$$

откуда

$$k = \frac{\ln 2}{E^2(n)}. \quad (37)$$

Графики зависимостей вероятностей ошибок первого и второго рода при усеченном последовательном анализе от числа измерений для операторов автоматизированных систем сбора и обработки информации приведены в работе [32].

Определенный интерес представляет метод, основанный на использовании информационного критерия, который с точки зрения нужного числа измерений занимает промежуточное место между методом выборки и методом последовательного анализа.

Необходимое число измерений при этом методе определяется формулой

$$n_k \geq \frac{\alpha \ln \frac{\alpha}{1-\beta} + (1-\alpha) \ln \frac{1-\alpha}{\beta}}{p_1 \ln \frac{p_1}{p_0} + (1-p_1) \ln \frac{1-p_1}{1-p_0}}. \quad (38)$$

На рис. 6 приведена зависимость выигрыша в числе измерений от вероятности выполнения задачи

$$f(p) = [1 - E(n)/n_h]100\% \quad (39)$$

при различных методах контроля для слу-

чая, когда $p_0 = 0,3$, $p_1 = 0,5$, $\alpha = 0,1$, $\beta = 0,2$.

Средний выигрыш в числе измерений, получаемый при последовательной проверке, оказывается наибольшим, когда $p < p_0$ и $p > p_1$, т.е. при контроле оператора с очень низким или очень высоким уровнем подготовки.

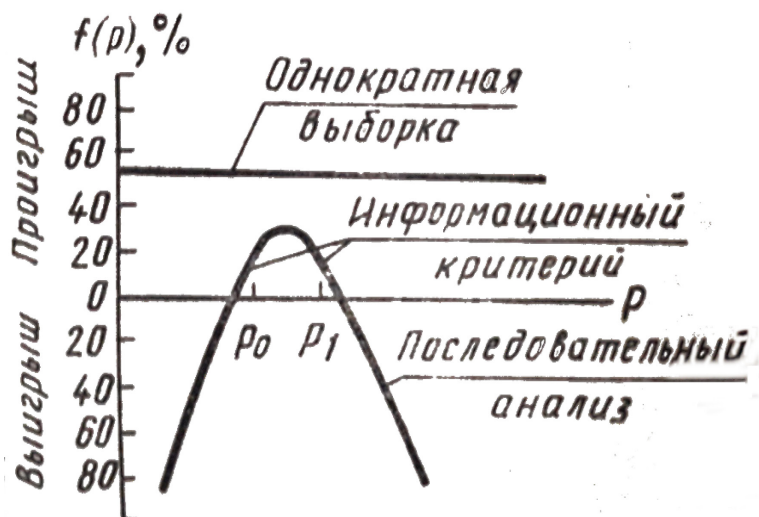


Рис. 6 Средний выигрыш в числе наблюдений при контроле с использованием информационного критерия

Применение информационного критерия дает значительный выигрыш в необходимом числе измерений по сравнению с методом однократной выборки и даже по сравнению с последовательным анализом на участке $p_0 \leq p \leq p_1$, т.е. при контроле операторов со средним уровнем подготовки.

Из рис.6 видно, что число измерений по сравнению с методом последовательного анализа уменьшается примерно на 30%, а по сравнению с методом однократной выборки более чем на 50%.

В работах [5, 13, 32] показано, что число измерений в процессе объективного построения работы оператора ограничено техническими возможностями, при этом используется следующий тип контроля:

- Начало контроля: используется метод последовательного анализа,
- Завершение контроля: используется метод последовательного анализа при условии, что для определения оценки с заданной надежностью число измерений не превышает n_k

Используется метод однократной выборки с использованием информационного критерия при условии, что для определения оценки с заданной надежностью число измерений по методу последовательного анализа превышает n_k .

Современные средства контроля уровня подготовки операторов различных систем «человек-машина-среда» военного и гражданского назначения связаны с разработкой адаптивных обучающих моделей и алгоритмов для компьютерных тренажеров, представляющих собой автоматизированные аппаратно-программные функциональные ориентированные комплексы обучения операторов.

Индустрия отечественных тренажерных технологий представляет собой системы моделирования и стимуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики поддержки принятия качественных и быстрых решений.

В работе [14] приведен обзор проблематики построения применения компьютерных тренажеров для обучения операторов технологических процессов в рамках периодизации научной рациональности от классической и неклассической к постнеклассической. Представлены ключевые постнеклассические характеристики современных тренажеров саморазвитие, междисциплинарность, антропоцентрический фактор, ориентация на практику. Особое внимание уделено технике имитационного моделирования как принципиально новому способу определения отклика сложной технической системы на произвольные вмешательства пользователей, а также иммерсив-

ным инструментам воспроизведения рабочей среды обучаемого оператора. Исследована постнеклассическая роль инструктора, сочетающая функции организатора тренинга, агента развития, инициирующего перенастройку компонентов тренажера и совершенствование методик обучения, а также ключевого звена капитализации знаний лучших профессионалов. Показаны принципиальные изменения в организации и реализации тренажёрного проекта, охватывающего теперь не только стадии исследования и разработки, но и сопровождение, и развитие тренажерных систем.

Тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение – к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе. [1, 3, 4, 15, 16, 35, 40].

В общем случае тренажер представляет собой программно-аппаратный комплекс, имеющий структуру, представленную на рисунке 7.

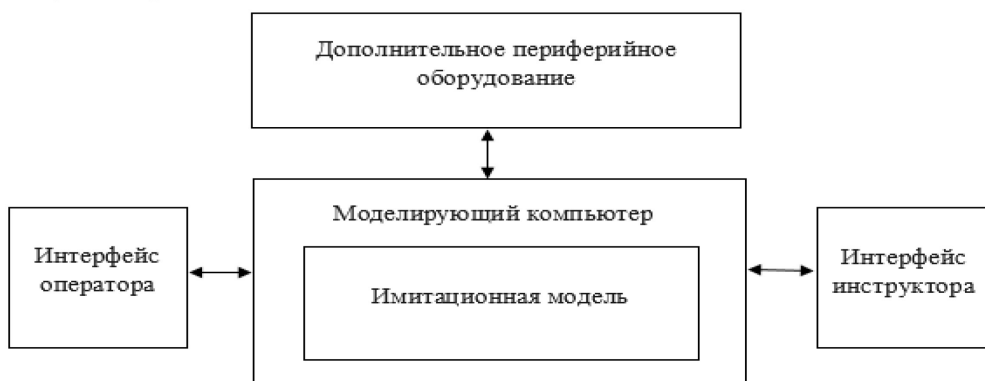


Рис. 7 Структура автоматизированного тренажерно-обучающего комплекса

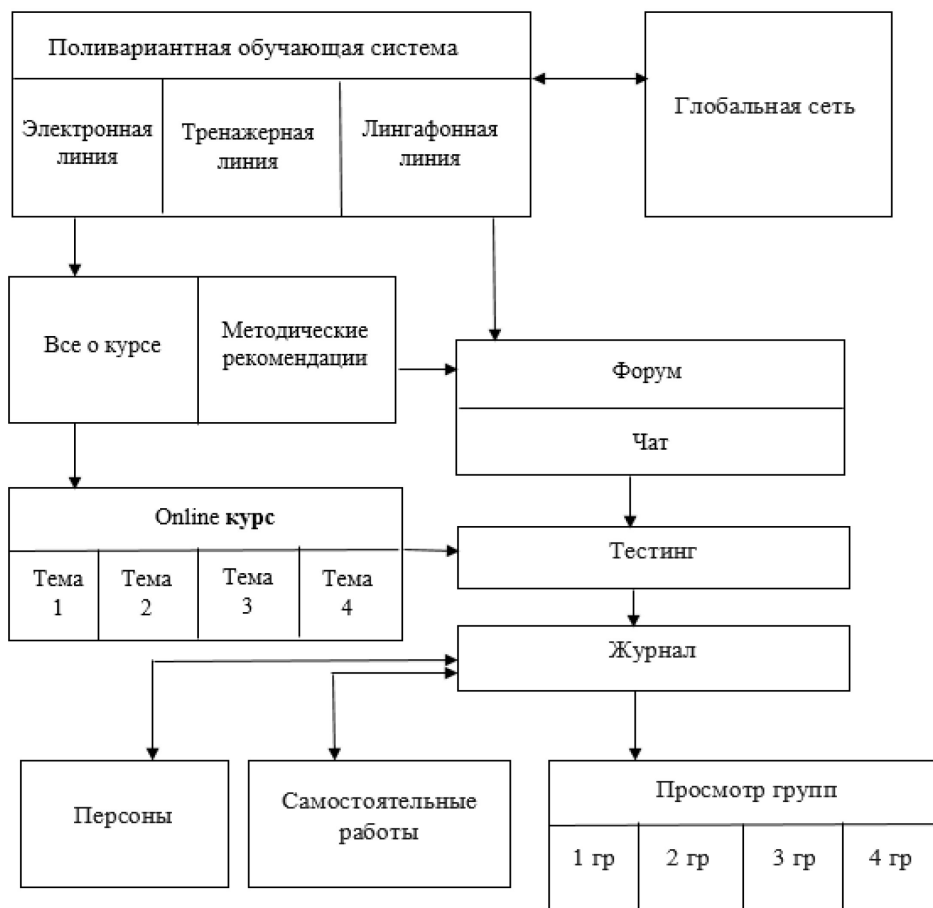


Рис. 8 Поливариантная обучающая система, патент RU 2 414 754, МПК G09B19/00

В настоящее время имеется целый ряд запатентованных тренажеров военного и гражданского назначения в подклассах МПК А61В5/16 и G09В9/00, которые в случае их внедрения в практику могут дать значительный экономический эффект. [5, 13, 33, 39 и др.].

Целый ряд обучающих устройств и систем может быть использован в образовательных учреждениях, как например устройство, описанное в [8].

Устройство позволяет координировать одновременные действия оперирования обучающими блоками данных учебного материала в индивидуальном, групповом и полигрупповом режимах восприятия, управление их самостоятельной работой.

В рамках электронной сети поливариантной обучающей системы имеет выделенную тренажерную линию с программными симуляторами на сетевых компьютерах, выполняющую функцию обучающихся.

Структура патента, описанного в [8] представлена на рис.8.

Большинство современных тренажерных систем является сложными программно-аппаратными комплексами. Именно такой вариант реализации обеспечивает максимальную эффективность подготовки операторов. Преимуществами компьютерных тренажеров является их невысокая стоимость, компактность, возможность расположения практически в любом помещении. Недостатки проявляются в невозможности обеспечения высокой степени приближенности к реальной обстановке моделируемого объекта. В ряде областей применение компьютерных тренажеров ограничено и возможно только на начальных этапах обучения. В большинстве случаев требования к тренажерным системам и комплексам достаточно жесткие, особенно это касается эргономических требований для подготовки космонавтов, летчиков, операторов различных систем военного назначения, операторов АЭС, систем управления воздушным движением и некоторых других специальностей, связанных с потенциально опасными технологиями.

Заключение

Приведенный обзор теоретико-прикладных отечественных эргономических исследований по вопросам отбора и подготовки операторов современных систем «человек-машина-среда» позволяет сделать целый ряд выводов.

1. Профессиональный отбор на операторские специальности связан с вероятной оценкой профессиональной пригодности человека в процессе изучения возможностей овладения определенной специальностью для достижения требуемого уровня подготовки и эффективного выполнения операторской деятельности.

2. Использование психодиагностических тестов с целью прогнозирования профессиональной пригодности может осуществляться на основании аналитического и синтетического подходов. Аналитический подход предусматривает изучение и оценку отдельных психологических показателей (внимания, памяти, двигательной координации и др.), необходимых для успешности обучения и деятельности. Синтетический подход предусматривает изучение целостной деятельности или важных ее элементов, и потому в рамках этого метода применяются различные тренажеры, с помощью которых моделируются такие элементы и профессиональные действия.

3. Наибольшее распространение для определения профессиональной пригодности на водительские и операторские специальности получили математические модели, основанные на последовательном статистическом отношении вероятностей, теории распознавания образов, корреляционном и регрессионном анализе, оценке качества деятельности непосредственно на рабочих местах ко времени, точностным и вероятностным характеристикам.

4. Эффективность профессионального отбора можно определить на основе оценки точности, надежности и достоверности прогноза профпригодности операторов.

Точность прогноза определяется путем сравнения прогнозируемой пригодности операторов по результатам отбора с уровнем, установленным на основе экспертного оценивания.

Надежность прогноза определяется стабильностью прогноза успешности или не успешности операторской деятельности.

Достоверность прогноза определяется посредством вычисления доли операторов, прогнозируемость оценки которых не ниже реальной оценки деятельности операторов.

5. Современный тренажер оператора состоит из подсистемы сенсорного моделирования (визуальных, слуховых, тактильных воздействий), подсистемы моделирования органов управления и рабочего места оператора, подсистемы объективного контроля, подси-

стемы моделирования учебных задач и создания обратной связи, подсистемы обеспечения деятельности инструктора, подсистемы документирования результатов обучения, подсистемы оперативной диагностики состояния оператора. Данные элементы структуры в некоторых тренажерах могут отсутствовать или заменяться организационно методическими мероприятиями и приемами исходя из технической и экономической целесообразности.

6. Высокая сложность и цена реальных объектов управления ведут к низкой пропуск-

ной способности систем подготовки с тренажерами высокой степени подобия. Вместе с тем низкая степень имитации, особенно динамических свойств реального объекта управления, ведет к появлению проблемы переноса навыков, полученных на тренажере, на деятельность в реальном объекте. В процессе обучения на компьютерных тренажерах существует опасность подготовки не реальных, а «виртуальных операторов», которые на реальных объектах не смогут выполнить функции операторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков, В.И. Математическое моделирование профессионального тестирования с использованием шкалы цветовых предпочтений [Текст] / В.И. Аверченков, С.В. Кондратенко, В.В. Спасенников // Информационные системы и технологии. – 2016. – №2(94). – С.5-13.
2. Андросов, К.Ю. Разработка унифицированного комплекта тестов и его программная апробация при решении задач профессионального отбора в операторской и водительской деятельности [Текст] / К.Ю. Андросов, А.Н. Сударник, С.Н. Федотов // Эргодизайн, 2018. – №1(01). – С.28-35. – doi:10.30987/article_5bbf0a8fec8106.43951726.
3. Арепин, Ю.И. Тренажер для подразделений радиотехнических войск [Текст] / Ю.И. Арепин, Н.Б. Момот, В.А. Долгий, А.И. Коваленко // Программные продукты и системы. – 2013. – №1. – С. 6.
4. Афанасьев, А.Н. Модель и метод разработки и анализа компьютерных тренажеров [Текст] / А.Н. Афанасьев, Н.Н. Войт, Д.С. Кинев // Автоматизация процессов управления. – 2015. – №2(40). – С.65-70.
5. Багрецов, С.А. Устройство для оценки профессиональной пригодности операторов автоматизированных систем управления [Текст] / С.А. Багрецов, В.Л. Гайдуков, В.В. Спасенников, А.А. Филимонов // А.С. SU 1437898, МПК G09B 9/00, Заявка №4249640, Дата регистрации 26.05.1987.
6. Бартош, В.С. Информационное пространство оператора в тренажерных и обучающих системах [Текст] / В.С. Бартош, И.В. Беисло, С.А. Кузиковский, М.М. Лаврентьев // Вестник кибернетики. – 2017. – №1(25). – С.136-148.
7. Беспалов, Б.И. Профессионально-важные компоненты деятельности человека и подходы к их психодиагностике [Текст] / Б.И. Беспалов // Организационная психология. – 2014. – том 4. – №4. – С.12-50.
8. Бобрышева, И.Е. Поливариантная обучающая система синергетического тренингового устройства [Текст] / И.Е. Бобрышева, М.В. Бобрышев. Патент RU 2 414 754, МПК G09B 19/00, Заявка 20101151 74/12, 16.04.2010.
9. Бодров, В.А. Психология профессиональной пригодности [Текст] / В.А. Бодров. – М.: PerSe, 2005. – 349 с.
10. Войтович, Н.К. Критерии эффективности электронного обучения и качества электронных образовательных

REFERENCES

1. Averchenkov, V.I. Mathematical modeling of professional testing using the color preference scale [Text] / V.I. Averchenkov, S.V. Kondratenko, V.V. Spasennikov // Information systems and technologies. – 2016.- No. 2(94). – P. 5-13.
2. Androsov, K.Yu. Development of a unified set of tests and its software approbation in solving problems of professional selection in operator and driver activities [Text] / K.Yu. Androsov, A.N. Sudarnik, S.N. Fedotov // Ergodesign, 2018. - №1(01). – P. 28-35. – doi:10.30987/article_5bbf0a8fec8106.43951726.
3. Arepin, Yu.I. Simulator for divisions of radio engineering troops [Text] / Yu. I. Arepin, N.B. Momot, V.A. Dolgiy, A.I. Kovalenko // Software products and systems. – 2013.- No. 1. – P. 6.
4. Afanasyev, A.N. Model and method of development and analysis of computer simulators [Text] / A.N. Afanasyev, N.N. Voit, D.S. Kinev // Automation of management processes. – 2015. - No. 2(40). – P. 65-70.
5. Bagretsov, S.A. Device for assessing the professional suitability of operators of automated control systems [Text] / S.A. Bagretsov, V.L. Gaidukov, V.V. Spasennikov, A.A. Filimonov // A. S. SU 1437898, IPC G09B 9/00, Application no. 4249640, registration date 26.05.1987.
6. Bartosh, V.S. Information space of the operator in training and training systems [Text] / V.S. Bartosh, I.V. Beislo, S.A. Kuzikovskiy, M.M. Lavrentiev // Bulletin of Cybernetics. – 2017.- No. 1(25). – P. 136-148.
7. Bepalov, B.I. Professionally important components of human activity and approaches to their psychodiagnostics [Text] / B.I. Bepalov // Organizational psychology. – 2014. – volume 4.- No. 4. – P. 12-50.
8. Bobrysheva, I.E. Polyvariant training system of synergetic training device [Text] / I.E. Bobrysheva, M.V. Bobryshev. Patent RU 2 414 754, IPC G09B 19/00, application 20101151 74/12, 16.04.2010.
9. Bodrov, V.A. Psychology of professional fitness [Text] / V.A. Bodrov. – M.: PerSe, 2005. – 349p.
10. Voitovich, N.K. Criteria for the effectiveness of e-learning and the quality of electronic educational programs in

программ в вузе [Текст] / Н.К. Войтович // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2014. - №4(145). – С.152-153.

11. Галактионов, А.И. Особенности формулирования психического образа аварийных ситуаций при обучении оператора АСУ [Текст] / А.И. Галактионов, И.В. Грошев // Психологический журнал. - 1996. - Том. 17. - № 2. - С. 46-55.

12. Герасимов, Б.М. Имитационная модель для оценки комплексного влияния инженерно-психологических факторов на эффективность эргатической системы [Текст] / Б.М. Герасимов, Г.В. Ложкин, С.В. Скрыль, В.В. Спасенников // Кибернетика и вычислительная техника. - 1984/ – вып.61. – С.88-95.

13. Герасимов, Б.М. Устройство для оценки пригодности оператора автоматизированной системы управления [Текст] / Б.М. Герасимов, Г.В. Ложкин, В.В. Спасенников, В.Н. Немтинов // А.С. SU 1068975, МПК GG09B9/00, №3508259, Дата регистрации 29.10.1982, Дата публикации 23.01.1984.

14. Дозорцев, В.М. Компьютерные тренажеры для обучения операторов технологических процессов [Текст] / В.М. Дозорцев. – М.: Синтег, 2009. – 372с.

15. Дозорцев, В.М. От неклассической к постнеклассической науке: пример компьютерных тренажеров для обучения операторов технологических процессов [Текст] / В.М. Дозорцев // Проблемы управления. – 2020. - №2. – С.69-82.

16. Жданько, И.М. Направления развития эргономического обеспечения создания авиационной техники военного назначения [Текст] / И.М. Жданько, М.В. Найченко, В.Р. Осипов, Д.А. Абрашкин // Военно-медицинский журнал. – 2018. – №2. – С.37-44.

17. Кадневский, В.М. Тесты в системе профессионального отбора и профессионального образования: история и современность [Текст] / В.М. Кадневский, О.В. Могиль, Т.А. Ширшова // Вестник Омского университета. – 2014. - №2. – С.185-190.

18. Климов, С.А. С помощью виртуальной реальности [Текст] / С.А. Климов, П.В. Краснов, С.М. Сергеев // Вестник военного образования. – 2018. - №3(12). – С.68-73.

19. Кобзев, В.В. Методы создания технических средств обучения корабельных операторов [Текст] / В.В. Кобзев, К.Ю. Шилов. – СПб.: Наука, 2005. – 156 с.

20. Кобзев, В.В. Автоматизированный контроль работы оператора в комплексной обучающей системе [Текст] / В.В. Кобзев, А.Д. Лямкин, В.К. Позняк, Д.К. Шилов // Морской вестник – 2013. - №1(45). – С.66-68.

21. Кондратенко, С.В. Методы анализа и моделирования деятельности операторов в процессе эргономического обеспечения разработки и эксплуатации человека-машинных комплексов [Текст] / С.В. Кондратенко, В.В. Спасенников // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015. - №1(45). – С.87-94.

22. Корчемный, П.А. Компетенция как психологическая система [Текст] / П.А. Корчемный // Человеческий капитал. – 2017. - №5(101). – С.90-94.

23. Корчемный, П.А. Психологические механизмы формирования и проявления компетенций [Текст] / П.А. Кор-

higher education [Text] / N.K. Voitovich // Bulletin of Tomsk state pedagogical University. – 2014. - no. 4(145). – P. 152-153.

11. Galaktionov, A.I. Features of formulating the mental image of emergency situations when training an automated control system operator [Text] / A.I. Galaktionov, I.V. Groshev // Psychological journal, 1996, vol. 17, no. 2, P. 46-55.

12. Gerasimov, B.M. Simulation model for evaluating the complex influence of engineering and psychological factors on the effectiveness of the ergatic system [Text] / B.M. Gerasimov, G.V. Lozhkin, S.V. Skryl, V.V. Spasennikov // Cybernetics and computer engineering. – 1984. – issue 61. – P. 88-95.

13. Gerasimov, B.M. Device for evaluating the suitability of an automated control system operator [Text] / B.M. Gerasimov, G.V. Lozhkin, V.V. Spasennikov, V.N. Nemtinov // A. S. SU 1068975, IPC GG09B9/00, No. 3508259, registration date 29.10.1982, publication date 23.01.1984.

14. Dozortsev V.M. Computer simulators for training operators of technological processes [Text] / V.M. Dozortsev. – M.: Sinteg, 2009. – 372 p.

15. Dozortsev, V.M. From non-classical to post-non-classical science: an example of computer simulators for training operators of technological processes [Text] / V.M. Dozortsev // Management problems. – 2020.- No. 2. – P. 69-82.

16. Zhdanko, I.M. Directions of development of ergonomic support for the creation of military aviation equipment [Text] / I.M. Zhdanko, M.V. Naichenko, V.R. Osipov, D.A. Abrashkin // Military medical journal. – 2018.– No. 2. – P. 37-44.

17. Kanevskii, V.M. Tests in vocational selection and vocational education: history and modernity [Text] / V.M. Kanevskii, Grave O.V., Shirshova T.A. // Bulletin of Omsk University. - 2014. - no. 2. – P. 185-190.

18. Klimov, S.A. Using virtual reality [Text] / S.A. Klimov, P.V. Krasnov, S.M. Sergeev // Bulletin of military education. – 2018.- No. 3(12). – P. 68-73.

19. Kobzev, V.V. Methods for creating technical training tools for ship operators [Text] / V.V. Kobzev, K.Yu. Shilov. – St. Petersburg: Nauka, 2005. – 156p.

20. Kobzev, V.V. Automated control of the operator's work in a complex training system [Text] / V.V. Kobzev, A.D. Lyamkin, V.K. Poznyak, D.K. Shilov // Marine Bulletin. – 2013.- No. 1(45). – P. 66-68.

21. Kondratenko, S.V. Methods of analysis and modeling of operators' Activities in the process of ergonomic support for the development and operation of human-machine complexes [Text] / S.V. Kondratenko, V.V. Spasennikov // Bulletin of Bryansk state technical University. – 2015. - no. 1(45). – P. 87-94.

22. Korchemny, P.A. Competence as a psychological system [Text] / P.A. Korchemny // Human capital. – 2017. - №5(101). – P. 90-94.

23. Korchemny, P.A. Psychological mechanisms of formation and manifestation of competencies [Text] / P. A. Kor-

чемный // Человеческий капитал. – 2017. - №6(102). – С.24-31.

24. Кротенко, Т.Н. Соотношение понятий профессия, специальность, рабочее место с позиций профориентологии и эргономики [Текст] / Т.Н. Кротенко // Эргодизайн. – 2019. - №4(06). – С.162-172. – doi:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-162-172.

25. Ложкин, Г.В. Оценка качества функционирования эргатических систем при бимодальном и мономодальном предъявлении информации [Текст] / Г.В. Ложкин, В.В. Спасенников // Кибернетика и вычислительная техника. – 1986. – вып.72. – С.33-38. – EID: 2-s2.0-0022947054.

26. Львов, В.М. Инженерно-психологические вопросы проектирования деятельности операторов [Текст] / В.М. Львов, В.В. Павлюченко, В.В. Спасенников // Психологический журнал. – 1989. – том 10. - №5. – С.66-74.

27. Маришук, Л.В. К вопросу о способностях, профпригодности и профессиональном психологическом отборе [Текст] / Л.В. Маришук // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2016. - №4. – С.26-38.

28. Носс, И.Н. Профессиональная психодиагностика: психологический отбор персонала [Текст] / И.Н. Носс. – М.: Психотерапия. – 2009. – 464 с. - ISBN 978-5-903182-57-2.

29. Сергеев, С.Ф. Курс лекций по инженерной психологии и эргономике [Текст] / С.Ф. Сергеев – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. – 184с. - ISBN 978-5-288-04640-7.

30. Сергеев, С.Ф. Эргономика сложных систем: типы научной рациональности и энактивизм [Текст] / С.Ф. Сергеев // Эргодизайн. – 2019. - №4(06). – С.156-161. – doi:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-156-161.

31. Смирнов, А.В. Поддержка принятия решений на основе человеческого коллективного интеллекта: современное состояние и концептуальная модель [Текст] / А.В. Смирнов, Т.В. Левашова, А.В. Пономарев // Информационно-управляющие системы. – 2020. - №2. – С. 60-70.

32. Спасенников, В.В. Анализ и проектирование групповой деятельности в прикладных психологических исследованиях [Текст] / В.В. Спасенников. – М.: Институт психологии. – 1992. – 202 с.

33. Спасенников, В.В. Критерии охраны авторских прав создателей психодиагностических тестовых методик [Текст] / В.В. Спасенников // Психологический журнал. – 1994. – том 15. - №3. – С.123-127.

34. Спасенников, В.В. Анализ динамики патентования изобретений в сфере удовлетворения жизненных потребностей человека [Текст] / В.В. Спасенников, С.В. Кондратенко, А.А. Кузьменко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. - №4(57). – С.183-191.

35. Спасенников, В.В. Феномен цветовосприятия в эргономических исследованиях и цветоконсультировании [Текст] / В.В. Спасенников // Эргодизайн. – 2019. - №2(04) – С.51-60. – doi:10.30987/article_5cb22163c8b6b7.59336480.

36. Толочек, В.А. Профессиональный отбор: история и перспектива постановки задач [Текст] / В.А. Толочек //

chemny // Human capital. – 2017. - №6(102). – P. 24-31.

24. Krotenko, T.N. Correlation of the concepts of profession, specialty, workplace from the positions of vocational guidance and ergonomics [Text] / T.N. Krotenko // Ergodesign. – 2019. - №4(06). – P. 162-172. – doi: 10.30987/2619-1512-2019-2019-4-162-172.

25. Lozhkin, G.V. Evaluation of the quality of functioning of ergatic systems in bimodal and monomodal presentation of information [Text] / G.V. Lozhkin, V.V. Spasennikov // Cybernetics and computer engineering. – 1986.– issue 72. – P. 33-38. - EID: 2-s2.0-0022947054.

26. Lvov, V.M. Engineering and psychological issues of designing operators ' activities [Text] / V.M. Lvov, V.V. Pavlyuchenko, V.V. Spasennikov // Psychological journal. – 1989. – volume 10.- No. 5. – P. 66-74.

27. Marishchuk, L.V. On the question of abilities, professional aptitude and professional psychological selection [Text] / L.V. Marishchuk // Bulletin of the Moscow University. Series 14. Psychology. – 2016. - №4. – C.26-38.

28. Noss, I.N. Professional psychodiagnostics: psychological selection of personnel [Text] / I.N. Noss. – M.: Psychotherapy. – 2009. – 464 p. - ISBN 978-5-903182-57-2.

29. Sergeev, S.F. Course of lectures on engineering psychology and ergonomics [Text] / S.F. Sergeev – St. Petersburg: publishing house of St. Petersburg. UN-TA, 2008. – 184p. - ISBN 978-5-288-04640-7.

30. Sergeev, S.F. Ergonomics of complex systems: types of scientific rationality and enactivism [Text] / S.F. Sergeev // Ergodesign. – 2019. - №4(06). – P. 156-161. – doi: 10.30987/2619-1512-2019-2019-4-156-161.

31. Smirnov, A.V. Support for decision-making based on human collective intelligence: current state and conceptual model [Text] / A.V. Smirnov, T.V. Levashova, A.V. Ponomarev // Information and control systems. – 2020.- No. 2. – P. 60-70.

32. Spasennikov, V.V. Analysis and design of group activity in applied psychological research [Text] / V.V. Spasennikov. – M.: Institute of psychology. – 1992. – 202p.

33. Spasennikov, V.V. Criteria for copyright protection of creators of psychodiagnostic test methods [Text] / V.V. Spasennikov // Psychological journal. – 1994. – volume 15. - no. 3. – P. 123-127.

34. Spasennikov, V.V. Analysis of the dynamics of patenting of inventions in the field meet vital human needs [Text] / V.V. Spasennikov, S.V. Kondratenko, A.A. Kuzmenko // Bulletin of the Bryansk state technical University. – 2017. - №4(57). – P. 183-191.

35. Spasennikov, V.V. The phenomenon of color perception in ergonomic research and color consulting [Text] / V.V. Spasennikov // Ergodesign. – 2019.- No. 2(04). – P. 51-60. – doi: 10.30987/article_5cb22163c8b6b7.59336480.

36. Tolocheck, V.A. Professional selection: history and perspective of problem setting [Text] / V. A. Tolocheck // Izvestiya

Известия Саратовского университета. Новая серия: акмеология образования, психология развития. – 2018 – том 7, вып. 2(26). – С.118-128.

37. Усков, Д.А. Обучение студентов и подготовка работников теплоэлектроцентрали с использованием компьютерного тренажера [Текст] / Д.А. Усков, А.С. Шубина, Д.И. Менделеев, Г.Е. Марьин, А.Р. Хаертдинова // Вестник КГЭУ. – 2017. - №2(34) – С.131-141.

38. Харина, Н.П. Тестирование особенностей мышления и прогнозирование успешности обучения будущих автоводителей [Текст] / Н.П. Харина, А.Ю. Терещенко, В.Е. Хапалова // Эргодизайн, 2018. - №2(02). – С.29-32. – doi:10.30987/article_5bf98b671a4036.32038415.

39. Шевченко, В.Ф. Автоматизированное рабочее место оператора РЛС [Текст] / В.Ф. Шевченко, А.В. Прокоченко, Г.С. Дементьев // Патент RU 2334 245, МПК G01S 7/00 – 09.01.2007.

40. Яцков, Р.В. Морфологический синтез комплекса имитационных моделей с учетом адаптивного информационного взаимодействия операторов с объектом управления [Текст] / Р.В. Яцков // Эргодизайн. – 2018 -№2(02). – С.29-32. – doi:10.30987/article_5bf98b6402c571.26314373.

Saratovskogo universiteta. New series: psychology of education, developmental and educational psychology. – 2018. – volume 7, issue 2(26). – P. 118-128.

37. Uskov, D.A. Training of students and training of heat and power plant employees using a computer simulator [Text] / D.A. Uskov, A.S. Shubina, D.I. Mendelev, G.E. Maryin, A.R. Khaertdinova // Bulletin of the Kazan state power engineering University. – 2017. - №2(34) – P. 131-141.

38. Kharina, N.P. Testing the features of thinking and predicting the success of training future drivers [Text] / N.P. Kharina, A.Yu.Tereshchenko, V.E. Khapalova // Ergodesign, 2018.- No. 2(02). – P. 29-32. – doi: 10.30987/article_5bf98b671a4036.32038415.

39. Shevchenko, V.F. Automated workplace of the radar operator [Text] / V.F. Shevchenko, A.V. Prokopchenko, G.S. Dementiev // Patent RU 2334 245, IPC G01S 7/00 – 09.01.2007.

40. Yatskov, R.V. Morphological synthesis of a complex of simulation models taking into account adaptive information interaction of operators with the control object [Text] / R.V. Yatskov // Ergodesign. – 2018. -No. 2(02). – P. 29-32. – doi: 10.30987/article_5bf98b6402c571.26314373.

Ссылка для цитирования:

Рытов М.Ю. Теоретико-прикладные вопросы отбора и подготовки операторов человеко-машинных комплексов в отечественной эргономике / М.Ю. Рытов, В.В. Спасенников // Эргодизайн. – 2020 - №4 (10). – С. 203-224. - DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-203-223.

Сведения об авторах:

Рытов Михаил Юрьевич

Брянский государственный технический университет
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7 (4832) 51-13-77
E-mail: rmy@tu-bryansk.ru
ORCID

Спасенников Валерий Валентинович

Брянский государственный технический университет
Доктор психологических наук, профессор
Тел.: +7 (4832) 58-82-80
E-mail: spas1956@mail.ru
ORCID 0000-0002-4378-3426

Abstracts:

M. Yu. Rytov

Bryansk State Technical University,
Can. Sc. Tech., Ass.Prof.
Tel.: +7 (4832) 51-13-77
E-mail: rmy@tu-bryansk.ru
ORCID

V.V. Spasennikov

Bryansk State Technical University,
D. Psychol., Prof.
Tel.: +7 (4832) 58-82-80
E-mail: spas1956@mail.ru
ORCID 0000-0002-4378-3426

Статья поступила в редколлегию 25.09.2020 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета
член редакционного совета журнала «Эргодизайн»

Киричек А.В.

Статья принята к публикации 05.10.2020 г.

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации



ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Факультет отраслевой и цифровой экономики



педагогический дизайн в высшем и среднем профессиональном образовании

18 декабря 2020 г

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

СЕКЦИЯ 1: Педагогический дизайн как область научного знания и как процесс проектирования среды обучения.

СЕКЦИЯ 2: Обучение в виртуальной информационной среде и разработка цифровых учебных материалов.

СЕКЦИЯ 3: Эргономическое обеспечение педагогического дизайна сетевых технологий обучения.

Материалы конференции будут опубликованы в сборнике научных трудов. Сборнику будет присвоен ISBN. Выходные данные статей будут доступны в электронном виде на сайте uninti.tu-brvansk.ru, feu-bstu.ru, elibrary.ru.

Статьи будут размещены в РИНЦ. Лучшие статьи будут рекомендованы для опубликования в журнале «Эргодизайн».

Сайт журнала: <http://www.ergodizain.ru>

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Брянский государственный технический университет"

Адрес редакции и издателя: 241035, Брянская область, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Телефон редакции журнала: 8-960-549-95-94, 8-(4832) 58-82-80. E-mail: ergodizain@yandex.ru
Адрес страницы сайта: <http://www.ergodizain.ru>

Вёрстка А.А. Алисов. Технические редакторы А.А. Алисов, К.Ю. Андросов. Корректор К.Ю. Андросов.

Подписано в печать 15.12.2020. Выход в свет 30.12.2020. Объём 50 Мб.

Минимальные системные требования: Pentium 330 МГц, ОС Windows 98 и выше,
ОЗУ 512 Мб. Internet Explorer, Adobe Reader 5.0 и выше.

URL: <https://ergodizain.ru>

12+