

СОЮЗ КИНЕМАТОГРАФИСТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ЗАПИСЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ
ОБЪЁМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ
В КИНЕМАТОГРАФЕ, НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ,
МЕДИА И В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ**

**XV МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

(Москва, 3–5 апреля 2023 года)

МАТЕРИАЛЫ И ДОКЛАДЫ

**МОСКВА
ИПП «КУНА»
2023**

УДК 778.534.1 (038)

ББК 37.95

3-32

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Тихомирова Г. В.*

доктор технических наук, профессор *Башарин С. А.*

- 3-32 Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях: XV Международная научно-практическая конференция, Москва, 3–5 апреля 2023 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. — Москва : ИПП «КУНА», 2023. — 347 с.
ISBN 978-5-98547-144-1

В сборнике приведены доклады и выступления на XV Международной научно-практической конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях», состоявшейся 3–5 апреля 2023 г. в г. Москве, а также материалы XII Международного 3D-стерео кинофестиваля.

Для кинематографистов всех специальностей, а также для студентов вузов, аспирантов, инженеров, операторов и других специалистов, в сферу интересов которых входят аудиовизуальные технологии, формирующие, преобразующие и воспроизводящие объёмные изображения.

УДК 778.534.1 (038)

ББК 37.95

ISBN 978-5-98547-144-1

© Коллектив авторов, 2023

УДК 778.534.1

ББК 37.95

Кувшинов С. В., Пронин М. А., Раев О. Н.

15 ЛЕТ КОНФЕРЕНЦИИ ОБ ОБЪЁМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Кувшинов Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент

E-mail: kuvshinov@rsuh.ru

Международный институт новых образовательных технологий

Российского государственного гуманитарного университета

Пронин Михаил Анатольевич, кандидат медицинских наук

E-mail: pronin@iph.ras.ru

Институт философии РАН

Раев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент

E-mail: ncenter@list.ru

Технологический университет имени дважды Героя Советского

Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,

Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного
университета кинематографии имени С. А. Герасимова

В статье подведены итоги 15 лет работы Международной научно-практической конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и в других областях».

Подробно представлены материалы XV Международная научно-практическая конференция, состоявшаяся 3–5 апреля 2023 г. в городе Москва, а также круглый стол «Научные основы и терминология технологий виртуальной реальности», проведённый в рамках конференции 3 апреля 2023 года.

Ключевые слова: объёмные изображения, стереокино, виртуальная реальность, дополненная реальность, заместительная реальность, иммерсивный кинематограф.

Конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и в других областях» была задумана в 2008 году. Тогда о всём мире происходил всплеск всеобщего интереса к объёмному кино, широко стала распространяться импортная техника стереосъёмки и стереопоказа. Вместе с ней в нашу страну пришёл термин «3D». Реклама, средства массовой информации, дистрибьютеры, дилеры, продавцы аппаратных и программных средств содействовали широкому распространению информации о так называемых 3D-технологиях, 3D-фильмах, 3D-проекторах, 3D-очках, 3D-кинотеатрах и т. д. В результате термин «3D» вышел за пределы профессионального терминологического поля, был включён в русский разговорный язык. Термин тут же подхватили профессионалы и любители из разных отраслей, термин стал модным.

В то время перед российским кинематографом открывались новые возможности и перспективы. Для этого необходимо было консолидировать усилия учёных и специалистов разных звеньев кинотехнического и кинотворческого процесса. Для достижения этой цели и было предложено организовать научно-техническую конференцию «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и в других областях». Инициатором конференции было Московское конструкторское бюро киноаппаратуры [3]. В результате соорганизаторами конференции выступили:

- Московское конструкторское бюро киноаппаратуры,
- Научно-исследовательский кинофотоинститут,
- Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения,
- Московский киноvideоинститут.

Проведение конференции было поддержано Министерством культуры Российской Федерации и Союзом кинематографистов Российской Федерации.

Конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и в других областях» была проведена 23–24 апреля 2009 года в Московском конструкторском бюро киноаппаратуры и Московском киноvideоинституте. В конференции приняло

участие более 100 ведущих учёных и специалистов из 52 организаций страны.

По окончании конференции участниками конференции единогласно была выработана рекомендация проводить конференцию ежегодно и печатать сборники материалов и докладов, что и было реализовано в последующее время.

Сборники всех проведённых за 15 лет конференций можно почитать и бесплатно скачать на сайте МИНОТ РГГУ [7].

Со временем к участию в конференции всё больше стали привлекаться учёные и специалисты из других областей, что отразилось и в изменении названия конференции. Так в 2023 году конференция уже имела название «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях».

Всего с 2009 года по 2023 год было проведено 15 конференций, в которых приняли участие учёные и специалисты из 15 стран: Австрия, Беларусь, Болгария, Германия, Казахстан, Кыргызстан, Латвия, Литва, Российская Федерация, Соединённые Штаты Америки, Украина, Финляндия, Чехия, Швейцария, Япония. На проведённых конференциях было зачитано 407 докладов и 5 лекций, проведено 12 круглых столов, экспонировалось 35 выставок.

Очередная XV научно-практическая конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях» в 2023 году была проведена 3–5 апреля 2023 г. (см., например, [1, 7]).

Организаторами XV конференции в 2023 году выступили:

— Гильдия кинотехников Союза кинематографистов Российской Федерации,

— Международный институт новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета,

— Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,

— Институт философии Российской академии наук (исследовательская группа «Виртуалистика»),

— Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова,

— Лига образования Российской Федерации,

— Секция «Философские проблемы виртуалистики» Российского философского общества,

— НОТК «Просвещение».

Докладчики и слушатели конференции работали либо присутствуя очно очно, либо дистанционно в режиме on-line по ZOOM.

На конференции были зачитаны и обсуждены доклады следующих учёных, специалистов, преподавателей, аспирантов:

— *Андреев Виктор Павлович*, Международный институт новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета, лекция «Проблемы и опыт использования свойств зрения человека в системах технического зрения».

— *Бирючинский Сергей Борисович*, компания Vigitek Inc. (США), «Аппаратное обеспечение нейронных сетей».

— *Борисова Мария Витальевна*, Государственный музей-заповедник «Кузьминки-Люблино», «Формирование комбинаторного пространственного мышления у школьников: опыт проведения программы “Головоломка от Леонардо” в историко-архитектурном музее».

— *Бохоров Константин Юльевич*, Московский государственный психолого-педагогический университет, «Объёмность в экологических видеоэссе Урсулы Биманн».

— *Воронков Юрий Сергеевич*, Международный учебно-научный центр перспективных медиатехнологий Российского государственного гуманитарного университета; *Кувшинов Сергей Викторович*, Международный институт новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета; «3D-моделирование замкнутых зеркальных пространств по мотивам творчества Леонардо да Винчи».

— *Лиховцева Анастасия Владимировна*, ФКУКиИ «Культурный центр МВД России», «Художественные решения построения образа счастья в произведениях искусства и кино в исторической ретроспективе».

— *Полищук Екатерина Юрьевна*, Государственный музей-заповедник «Кузьминки-Люблино», «Прототипирование трёхмерных объектов для музейной экспозиции с использованием фото- и видеосъёмки с дистанционно-пилотируемого летательного аппарата».

— *Попова Лиана Владимировна*, Государственный университет управления, «Пространство и время в фильмах С. Эйзенштейна и А. Тарковского».

— *Пряничников Валентин Евгеньевич*, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук, «Разра-

ботка дистанционных сенсорно-управляющих систем, использующих свёртки изображений».

— *Раев Олег Николаевич*, Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова, Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, «Зрительное восприятие в реальном мире и в виртуальной реальности».

— *Репях Татьяна Александровна*, школа «Логос М», г. Мытищи Московской области, «Использование анаглифных стереофотографий и видеоматериалов в проектной деятельности учащихся на занятиях гуманитарного цикла».

— *Рожкова Галина Ивановна*, Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук, «Игнорируемые различия в восприятии реальных 3D-сцен и их стереоизображений».

— *Рыжков Валерий Павлович*, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, «Применение пакета MATLAB для визуализации данных томографии объектов в процессе подготовки инженеров».

— *Кувшинов Сергей Викторович*, Международный институт новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета; *Ткачук Игорь Анатольевич*, Ассоциация экспортеров и импортеров; «N-мерное пространство метавселенных как новая среда обитания человека».

— *Харин Константин Викторович*, *Шанно Станислав Аркадьевич*, Международный учебно-научный центр перспективных медиатехнологий Российского государственного гуманитарного университета, «Развитие пространственного воображения учащихся на занятиях по бионическому дизайну».

— *Чекалин Дмитрий Геннадьевич*, Филиал «Научно-исследовательский кинофотоинститут» АО ТПО «Киностудия им. М. Горького», «Специфические особенности зрительного восприятия стереоскопических изображений».

— *Шульц Сергей Анатольевич*, «К ритуально-мифологической теории балета (ракурс объёмности)».

— *Яманчева Юлия Михайловна*, школа «Логос М», г. Мытищи Московской области, «Формирование пространственного мышления учащихся с помощью ЦОР “ЯКласс”».

В настоящем сборнике XV научно-практической конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях» 2023 года напечатано 18 статей, подготовленных по материалам докладов, зачитанных и обсуждённых на конференции.

КРУГЛЫЙ СТОЛ ПО ВИРТУАЛИСТИКЕ

К началу 2010-х годов технологии виртуальной реальности стали доступными для широкого применения и, разумеется, не могли не попасть в сферу интересов широкого круга российских учёных и специалистов. Уже в 2012 году на IV конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях» был зачитан и обсуждён первый для конференции доклад, посвящённый технологиям дополненной реальности [2].

А с 2017 года проблемы технологий виртуальной реальности и достижения в сфере их внедрения стали активно разбираться на отдельных секциях и круглых столах на ежегодных конференциях «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях» [7] и «Инновационные технологии в кинематографе, медиаиндустрии и образовании» [8], а также круглых столов, проводимых вне указанных конференций (см., например, [10]).

В ходе проведения перечисленных мероприятий была разработана «Декларация этики технологий виртуальной реальности (ТВР) и иммерсивного кинематографа» [4], с которой призываем ознакомиться и поддержать её всех, кто исследует, разрабатывает, изготавливает и внедряет технологии виртуальной реальности.

В рамках XV научно-практической конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях» 3 апреля 2023 года был проведён круглый стол «Научные основы и терминология технологий виртуальной реальности» [6, 9], на котором выступили:

— *Авдошин Георгий Валерьевич*, Казанский государственный энергетический университет, «Взаимодействие видимого и невидимого в силовом поле образа».

— *Елфимова Галина Сергеевна*, Российская государственная библиотека для слепых, «Полиmodalная когнитивно-информационная среда библиотеки для людей с сенсорными ограничениями».

— *Искандарян Рубен Александрович*, «Контринтуитивные эффекты взаимодействия с виртуальной реальностью».

— *Киященко Лариса Павловна*, Институт философии Российской академии наук, «Концептуализация виртуальной реальности через трансфер технологий терминов».

— *Королёв Андрей Дмитриевич*, Институт философии Российской академии наук, «Имена, баллы, числа. Что дальше?».

— *Ольховая Анастасия Михайловна*, Компания VR Concept, «Возможности применения технологий виртуальной реальности в сфере образования».

— *Пронин Михаил Анатольевич*, Институт философии Российской академии наук, *Бубнов Александр Владимирович*, Бюро «АРС» (Атлас ресурсов сети), «Сетевой интеллект и природная виртуальность: к философским и прикладным проблемам и решениям».

— *Раев Олег Николаевич*, Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова, Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова; *Полякова Карина Владиславовна*, Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова; «О терминах “социальные сети” и “виртуальные социальные сети”».

— *Раев Олег Николаевич*, Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова, Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, «Проявленная и непроявленная виртуальная реальность».

— *Тищенко Виктор Иванович*, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, «Конвергенция понятий “виртуальная реальность” и “сетевое пространство”».

— *Фалько Владимир Иванович*, Мытищинский филиал Московского государственного технического университета (национальный исследовательский университет) имени Н. Э. Баумана, «Неразличимость как свойство виртуальной реальности и нераздельно-неслитное единство в духовном бытии».

— *Ярославцева Елена Ивановна*, Институт философии Российской Академии наук, «Понимание виртуальности в цифровых имитациях расширяющихся техно-коммуникаций человека».

Участники круглого стола констатировали:

1. Существует проблема несоответствия отраслевых терминологических полей в области технологий виртуальной реальности.

2. Терминологическое поле технологий виртуальной реальности должно соответствовать требованиям системности и междисциплинарности.

Участники круглого стола рекомендовали провести очередной круглый стол по теме «Технологии виртуальной реальности для людей с сенсорными ограничениями».

В настоящем сборнике напечатано 11 статей, подготовленных по материалам докладов, зачитанных и обсуждённых на круглом столе «Научные основы и терминология технологий виртуальной реальности» 3 апреля 2023 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам обсуждения докладов, зачитанных на XV научно-практической конференции «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании, медиа и в других областях», и выступлений во время дискуссии после завершения конференции, участники конференции коллективно выработали следующие рекомендации:

1. Продолжать ежегодную конференцию как востребованную сообществом учёных и специалистов.

2. Проанализировать оптимальность времени, выделяемого на доклад и обсуждение доклада.

3. Признать удачным опыт проведения в рамках конференции публичных приглашённых лекций.

4. Записывать и публиковать в интернете видеозаписи конференции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. XV Международная ежегодная научно-практическая конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях», 4–5 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] // Институт философии РАН : сайт. URL: https://iphras.ru/archives_2023.htm (дата обращения: 20.04.2023).

2. Горбунов А. Л. Современные дисплейные решения дополненной реальности и перспективы развития стереотехники // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: IV Международная научно-техническая конфе-

рениция, Москва, 26–27 апреля 2012 г.: Материалы и доклады. Москва : МКБК, 2013. С. 256–262.

3. *Гордеев В. Ф., Раев О. Н.* История российской кинотехники: Московское конструкторское бюро киноаппаратуры. Москва : ФГУП «МКБК», 2009. 136 с.

4. Декларация этики технологий виртуальной реальности (ТВР) и иммерсивного кинематографа // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и других областях: XI Международная научно-практическая конференция, Москва, 18–19 апреля 2019 г.: Материалы и доклады. Москва : ИПП «КУНА», 2019. С. 29–35.

5. Декларация этики технологий виртуальной реальности (ТВР) и иммерсивного кинематографа [Электронный ресурс] // Сайт [virtualistika.ru](http://www.virtualistika.ru). URL: http://www.virtualistika.ru/declar_tvr_ethic_ru.html (дата обращения: 20.04.2023).

6. Круглый стол «Научные основы и терминология технологий виртуальной реальности», 3 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] // Институт философии РАН : сайт. URL: https://iphras.ru/archives_2023.htm (дата обращения: 20.04.2023).

7. Международная научно-практическая конференция «Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях» [Электронный ресурс] // МИНОТ РГГУ : сайт. URL: <https://oldinot.rsuh.ru/inot.rsuh.ru/newsd9c9.html?s=13017> (дата обращения: 20.04.2023).

8. Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в кинематографе и образовании» [Электронный ресурс] // МИНОТ РГГУ : сайт. URL: <http://inot.rsuh.ru/news.html?s=13015> (дата обращения: 12.11.2022).

9. Научные основы и терминология технологий виртуальной реальности [Электронный ресурс] // Сергиево-Посадский филиал ВГИК : сайт. URL: <https://goo-gl.me/TVfB7> (дата обращения: 20.04.2023).

10. *Пронин М. А., Раев О. Н.* Этическое сопровождение разработок и применения технологий виртуальной реальности в России: первые шаги // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и других областях: XI Международная научно-практическая конференция, Москва, 18–19 апреля 2019 г.: Материалы и доклады. Москва : ИПП «КУНА», 2019. С. 11–28.

Sergey V. Kuvshinov, Mikhail A. Pronin, Oleg N. Raev

15 YEARS OF THE CONFERENCE ON VOLUMETRIC IMAGES

Sergey V. Kuvshinov, PhD (Engineering)

E-mail: kuvshinov@rggu.ru

International Institute of the New Educational Technologies,

Russian State University for the Humanities

Mikhail A. Pronin, PhD (Medicine)

E-mail: pronin@iph.ras.ru

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences

Oleg N. Raev, PhD (Engineering), assistant professor

E-mail: ncenter@list.ru

Leonov University of Technology,

Sergiev Posad branch of the All-Russian State University

of Cinematography named after S. A. Gerasimov

The article summarizes the results of 15 years of the International Scientific and Practical Conference “Recording and Reproducing Volumetric Images in Cinematography and Other Fields”.

The materials of the XV International Scientific and Practical Conference held on April 3-5, 2023 in Moscow are presented in detail, as well as the round table “Scientific Foundations and Terminology of Virtual Reality Technologies” held within the conference on April 3, 2023.

Key words: volumetric images, stereo cinema, virtual reality, augmented reality, substitutive reality, immersive cinema.

REFERENCES

1. XV Mezhdunarodnaya ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh”, 4–5 April 2023. [Elektronnyi resurs] // Institut filosofii RAN : sait. URL: https://iph.ras.ru/archives_2023.htm (data obrashcheniya: 20.04.2023).

2. Gorbunov A. L. Sovremennye displeinye resheniya dopolnennoi real’nosti i perspektivy razvitiya stereotekhniki // Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: IV Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya, Moscow, 26–27 April 2012: Materialy i doklady. Moscow : MKBK, 2013. P. 256–262.

3. Gordeev V. F., Raev O. N. Istoriya rossiiskoi kinotekhniki: Moskovskoe konstruktorskoe byuro kinoapparatury. Moscow : FGUP “MKBK”, 2009. 136 p.

4. Deklaratsiya etiki tekhnologii virtual’noi real’nosti (TVR) i immersivnogo kinematografa // Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i drugikh oblastiakh: XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 18–19 April 2019: Materialy i doklady. Moscow : IPP “KUNA”, 2019. P. 29–35.

5. Deklaratsiya etiki tekhnologii virtual’noi real’nosti (TVR) i immersivnogo kinematografa [Elektronnyi resurs] // Sait virtualistika.ru. URL: http://www.virtualistika.ru/declar_tvr_ethic_ru.html (data obrashcheniya: 20.04.2023).

6. Kruglyi stol “Nauchnye osnovy i terminologiya tekhnologii virtual’noi real’nosti”, 3 April 2023. [Elektronnyi resurs] // Institut filosofii RAN : sait. URL: https://iphras.ru/archives_2023.htm (data obrashcheniya: 20.04.2023).

7. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh” [Elektronnyi resurs] // MINOT RGGU : sait. URL: <https://oldinot.rsuh.ru/inot.rsuh.ru/newsd9c9.html?s=13017> (data obrashcheniya: 20.04.2023).

8. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya “Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii” [Elektronnyi resurs] // MINOT RGGU : sait. URL: <http://inot.rsuh.ru/news.html?s=13015> (data obrashcheniya: 12.11.2022).

9. Nauchnye osnovy i terminologiya tekhnologii virtual’noi real’nosti [Elektronnyi resurs] // Sergievo-Posadskii filial VGIK : sait. URL: <https://goo-gl.me/TVfB7> (data obrashcheniya: 20.04.2023).

10. Pronin M. A., Raev O. N. Eticheskoe soprovozhdenie razrabotok i primeneniya tekhnologii virtual’noi real’nosti v Rossii: pervye shagi // Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i drugikh oblastiakh: XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 18–19 April 2019: Materialy i doklady. Moscow : IPP “KUNA”, 2019. P. 11–28.

УДК 778.534.19

ББК 85.37

Кувшинов С. В., Раев О. Н., Соловьева М. В.

ДВЕНАДЦАТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЬ

Кувшинов Сергей Викторович, кандидат технических наук

E-mail: kuvshinov@rsuh.ru

Международный институт новых образовательных технологий
Российского государственного гуманитарного университета

Раев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент

E-mail: ncenter@list.ru

Технологический университет имени дважды Героя Советского
Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,

Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного
университета кинематографии имени С. А. Герасимова

Соловьева Мария Викторовна

E-mail: krahiva@yandex.ru

Университет Париж 1 Пантеон-Сорбонна

В статье приведены итоги XII Международного 3D-стерео кинофестиваля, состоявшегося 4–7 апреля 2023 года в городе Москва. В конкурсную программу XII фестиваля были включены 8 стереофильмов из Ирака, Кореи, Российской Федерации, Соединённых Штатов Америки в номинациях: анимационные стереофильмы, документальные стереофильмы, игровые стереофильмы, музыкальные стереофильмы, экспериментальные стереофильмы.

В молодёжной секции экспериментальных фильмов кинофестиваля в конкурсной программе участвовало 25 молодёжных фильмов из Азербайджана, Армении, Германии, Гонконга, Индии, Индонезии, Ирана, Казахстана, Мексики, Объ-

единённых Арабских Эмиратов, Российской Федерации, Соединённых Штатов Америки, Турции в номинациях: анимационные фильмы, документальные фильмы, игровые фильмы, экспериментальные фильмы.

Ключевые слова: кинофестиваль, стереокино, экспериментальное кино, мо-лодёжное кино.

1. XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ 2023 ГОДА

XII Международный 3D-стерео кинофестиваль проходил 4–7 апреля 2023 года в г. Москва в Международном институте новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета (см., например, [1–4]).

Фестиваль организован при официальной поддержке Союза кинематографистов Российской Федерации.

Организаторами XII Международного 3D-стерео кинофестиваля стали:

— Гильдия кинотехников Союза кинематографистов Российской Федерации;

— Международный институт новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета;

— Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова;

— Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова;

— Исследовательская группа «Виртуалистика» Института философии Российской академии наук;

— НОТК «Просвещение»;

— Лига образования Российской Федерации.

Партнёрами XII Международного 3D-стерео кинофестиваля выступили компании Romanoff и «Хопёр».

Подготовку и проведение фестиваля освещали информационные партнёры: Городской проект «Школа новых технологий» и журнал «Мир техники кино».

В жюри XII Международного 3D-стерео кинофестиваля в 2023 году вошли:

— *Барский Иосиф Давидович*, кандидат технических наук, доцент;

— *Кувшинов Сергей Викторович*, кандидат технических наук, доцент, директор Международного института новых образователь-

ных технологий Российского государственного гуманитарного университета;

— *Масуренков Дмитрий Иванович*, кинооператор, доцент Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, член Союза кинематографистов Российской Федерации;

— *Пронин Михаил Анатольевич*, кандидат медицинских наук, руководитель исследовательской группы «Виртуалистика» Института философии РАН;

— *Раев Олег Николаевич*, кандидат технических наук, доцент, доцент Технологического университета имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова, доцент Сергиево-Посадского филиала Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, президент Гильдии кинотехников Союза кинематографистов Российской Федерации;

— *Соловьева Мария Викторовна*, режиссёр, сценарист, искусствовед;

— *Харин Константин Викторович*, директор Международного учебно-научного центра перспективных медиатехнологий Российского государственного гуманитарного университета.

1.1. КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ 2023 ГОДА

В конкурсной программе XII Международного 3D-стерео кинофестиваля участвовало 8 стереофильмов из Ирака, Кореи, Российской Федерации, Соединённых Штатов Америки.

Конкурсные фильмы были пяти видов.

Анимационные стереофильмы (два конкурсных фильма):

— «Быстрый бурый лис и большая собака», Соединённые Штаты Америки;

— «Птичий щебет», Ирак.

Документальные стереофильмы (три конкурсных фильмов):

— «Камеры кинолюбителей (музейный этюд)», Российская Федерация;

— «Лев Толстой: по ту сторону фотографий», Российская Федерация;

- «Старый, Новый и Другой», Корея.
- Игровые стереофильмы (один конкурсный фильм):
- «В джазе только девушки», Российская Федерация.
- Музыкальные стереофильмы (один конкурсный фильм):
- «Песня о Москве 2020», Российская Федерация.
- Экспериментальные стереофильмы (один конкурсный фильм):
- «Дом чудес», Российская Федерация.

1.2. ЛАУРЕАТ КОНКУРСНОЙ ПРОГРАММЫ XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ 2023 ГОДА

Согласно решению жюри, лауреатом XII Международного 3D-стерео кинофестиваля стал стереофильм «Дом чудес».

Экспериментальный стереофильм «Дом чудес» произведён студией КИС (Российская Федерация).

Автор сценария, режиссёр, оператор: Павел Семочкин.

Хронометраж: 7 мин.

В фильме использованы фотографии старой, запущенной и очаровательной усадьбы в посёлке Осташево Московской области и отреставрированного Новоиерусалимского монастыря. Для многих кадров фильма характерна большая стереоскопичность, параллаксы близки к предельно допустимым. Если говорить о философском подтексте и смысле, то фильм о том, какой разной бывает красота, и как короток путь от расцвета до увядания, и, быть может, до нового расцвета.

Фильм-лауреат XII Международного 3D-стерео кинофестиваля 2023 года — стереофильм «Дом чудес» — получил диплом лауреата и приз фестиваля.

Остальные конкурсные стереофильмы отмечены дипломами участников XII Международного 3D-стерео кинофестиваля.

2. МОЛОДЁЖНАЯ СЕКЦИЯ XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ 2023 ГОДА

Молодёжными признаются фильмы, если возраст их авторов не превышает 28 лет. На конкурс принимаются только экспериментальные молодёжные фильмы. Под экспериментами понимаются не только инновации в кинотехнике и кинотехнологиях, но и лю-

бые эксперименты в творческой составляющей сложного кинематографического процесса.

В жюри молодёжной секции XII Международного 3D-стерео кинофестиваля 2023 года вошли:

— *Беляков Виктор Константинович*, кандидат искусствоведения, доцент Сергиево-Посадского филиала Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, член Союза кинематографистов Российской Федерации;

— *Жукова Елена Александровна*, преподаватель Сергиево-Посадского филиала Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова;

— *Кувшинов Сергей Викторович*, кандидат технических наук, доцент, директор Международного института новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета;

— *Масуренков Дмитрий Иванович*, кинооператор, доцент Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, член Союза кинематографистов Российской Федерации;

— *Пронин Михаил Анатольевич*, кандидат медицинских наук, руководитель исследовательской группы «Виртуалистика» Института философии РАН;

— *Раев Олег Николаевич*, кандидат технических наук, доцент, доцент Технологического университета имени дважды Героя Советского Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова, доцент Сергиево-Посадского филиала Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова, президент Гильдии кинотехников Союза кинематографистов Российской Федерации;

— *Рябокоть Анастасия Васильевна*, киновед;

— *Соловьева Мария Викторовна*, режиссёр, сценарист, искусствовед;

— *Харин Константин Викторович*, директор Международного учебно-научного центра перспективных медиатехнологий Российского государственного гуманитарного университета;

— *Штандке Анастасия Александровна*, режиссёр неигрового кино, аспирант Всероссийского государственного института кинематографии имени С. А. Герасимова, член Гильдии неигрового кино.

2.1. КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА МОЛОДЁЖНОЙ СЕКЦИИ XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ

В основной конкурсной программе молодёжной секции XII Международного 3D-стерео кинофестиваля в 2023 году участвовало 25 молодёжных фильмов из Азербайджана, Армении, Германии, Гонконга, Индии, Индонезии, Ирана, Казахстана, Мексики, Объединённых Арабских Эмиратов, Российской Федерации, Соединённых Штатов Америки, Турции.

Конкурсные фильмы были представлены в четырёх номинациях молодёжной секции фестиваля.

Анимационные молодёжные фильмы (шесть конкурсных фильмов):

- «Звезданутый», Российская Федерация;
- «Касатик», Российская Федерация;
- «Метаморфоза», Германия;
- «Прелюдия», Иран;
- «Супермен», Российская Федерация;
- «Хорошее во мне», Российская Федерация.

Документальные молодёжные фильмы (четыре конкурсных фильма):

- «Автун», Армения;
- «Тщета преемственности», Гонконг;
- «Хрупкая метафизика любви», Азербайджан;
- «Vivo (Музыка есть жизнь)», Российская Федерация.

Игровые молодёжные фильмы (двенадцать конкурсных фильмов):

- «Ветеринарка», Российская Федерация;
- «Головоломка», Соединённые Штаты Америки;
- «Двери», Мексика;
- «Замах и промах», Азербайджан;
- «Когда ты получишь свободу?», Индия;
- «Невыразимая грусть», Индонезия;
- «Пап, нам спеть что-нибудь?», Казахстан;
- «Проект “Хакер” — Начало», Объединённые Арабские Эмираты;

- «Такая весна», Российская Федерация;
- «Укрощение строптивой», Российская Федерация;
- «Шикастаги», Индия;
- «Noneu», Российская Федерация.

Экспериментальные молодёжные фильмы (три конкурсных фильма):

- «Исследования пяти фигур в цоколе», Турция;
- «Колыбельная для дома», Российская Федерация;
- «Сумерки», Российская Федерация.

2.2. ЛАУРЕАТЫ МОЛОДЁЖНОЙ СЕКЦИИ XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ

Лауреатами молодёжной секции XII Международного 3D-стерео кинофестиваля 2023 года, согласно решению жюри молодёжной секции фестиваля, стали три фильма:

- молодёжный анимационный фильм «Касатик»;
- молодёжный документальный фильм «Автун»;
- молодёжный игровой фильм «Невыразимая грусть».

1. Молодёжный анимационный фильм «Касатик» произведён студентами Сергиево-Посадского филиала ВГИК (Российская Федерация).

Автор сценария: Анна Белоногова.

Режиссёры: Казакова Варвара, Ангелина Маюлова, Мария Гизатулина, Анастасия Пастухова, Анна Парфенова.

Хронометраж: 5 мин 50 с.

Фильм-фантазия, выполненный к 60-летию легенды русского рока.

Эксперимент в том, что визуальное решение фильма создавалось без сценарного плана коллективно несколькими авторами по образам, которые у них вызывало музыкальное произведение.

2. Молодёжный документальный фильм «Автун» создан студентами Ереванского государственного института театра и кино (Армения).

Авторы сценария: Ани Григорян, Тереза Амрян.

Режиссёр: Ани Григорян.

Оператор: Фрюнге Загарян.

Дополнительные участники: Люзин Мирзоян, Артур Сахакьян, Григ Балазаньян, Давит Давтян, Тигран Харутюнян.

Хронометраж: 26 мин 35 с.

События происходят в одной из заброшенных армянских деревень под названием Автона. Герой — 12-летний езидский мальчик Суко. Фильм изображает два мира мальчика, их различия. Один мир — это воображаемая сказка, в которой Суко воображает себя, другой — реальный мир, в котором он живёт.

Эксперимент: через статическую, почти фотографическую композицию кадра, выразить динамику сюжета, мысли автора, чувств героев.

3. Молодёжный игровой фильм «Невыразимая грусть» создан студентами Indonesian Institute of the Arts (Индонезия).

Автор сценария, режиссёр: Пандэ Кадек Сафра Виднийяна.

Продюсеры: Анне Альварез, Адриана Сильвестре.

Актёры главных ролей: София де Йака, Лучио Гименез Ка-чо-Годед.

Хронометраж: 12 мин 46 с.

Лара ограничена культурой своей семьи, что делает её уникальным замкнутым человеком. У неё есть только Гиланг — место, где она может быть самой собой. Первая же попытка выйти из этого мира приводит Лару к большим житейским проблемам.

Фильм — это всего лишь одно из средств повествования. Авторы ищут средства массово заинтересовать зрителей молодёжными историями.

2.3. НАГРАДЫ МОЛОДЁЖНОЙ СЕКЦИИ

XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ

Лауреаты молодёжной секции XII Международного 3D-стерео кинофестиваля 2023 года получили дипломы лауреатов и призы фестиваля.

Авторы остальных молодёжных конкурсных фильмов XII Международного 3D-стерео кинофестиваля 2023 года отмечены дипломами участников Двенадцатого 3D-стерео кинофестиваля.

2.4. ЭХО МОЛОДЁЖНОЙ СЕКЦИИ

XII МЕЖДУНАРОДНОГО 3D-СТЕРЕО КИНОФЕСТИВАЛЯ

Для популяризации молодёжных экспериментальных фильмов было принято решение проводить Эхо молодёжной секции XII Международного 3D-стерео кинофестиваля.

Уже 11 и 12 апреля 2023 года было проведено Эхо молодёжной секции 3D-стерео кинофестиваля с показом конкурсных молодёжных фильмов в Галичском педагогическом колледже и в Галичском краеведческом музее в г. Галич Костромской области.

Позже 27 апреля 2023 года второе Эхо было проведено в Сергиево-Посадском филиале Всероссийского государственного университета кинематографии имени С. А. Герасимова в г. Сергиев Посад Московской области (см., например, [5]).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На круглом столе «Будущее фестиваля», проведённом в последний день фестиваля 7 апреля 2023 года, было высказано общее мнение о продолжении фестиваля.

Кроме того, предложено:

1. В рамках фестиваля стереофильмов проводить выставки стереофотографий.

2. Перенести молодёжную секцию на октябрь–ноябрь.

3. Рассмотреть формат и условия привлечения школьных медиа-классов к участию их фильмов в молодёжной секции фестиваля или организовать для них отдельную школьную секцию.

4. Проанализировать возможности привлечения зрителей к мероприятиям фестиваля.

5. Одобрить и продолжить практику проведения Эха молодёжной секции 3D-стерео кинофестиваля.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. XII Международный 3D-стерео кинофестиваль. [Электронный ресурс] // Технологический университет : сайт. URL: <https://ies.unitech-mo.ru/posts?action=show&postid=1818> (дата обращения: 20.04.2023).

2. Международный 3D-стерео кинофестиваль. [Электронный ресурс] // МИНОТ РГГУ : сайт. URL: <https://oldinot.rsuh.ru/inot.rsuh.ru/section4a92.html?id=13126> (дата обращения: 20.04.2023).

3. Приглашаем принять участие в мероприятиях 3-7 апреля 2023 года. [Электронный ресурс] // Мир техники кино : сайт. URL: <http://mtk-edition.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).

4. Фестиваль, круглый стол, конференция. [Электронный ресурс] // НИКФИ : сайт. URL: <http://nikfi.ru/2023/02/22/festival-kruglyj-stol-konferentsiya/> (дата обращения: 20.04.2023).

5. Эхо молодёжной секции экспериментальных фильмов XII Международного 3D-стерео кинофестиваля. [Электронный ресурс] // Сергиево-Посадский филиал ВГИК: сайт. URL: <https://goo-gl.me/bsyRN> (дата обращения: 20.04.2023).

Sergey V. Kuvshinov, Oleg N. Raev, Mariya V. Solovyova

THE TWELFTH INTERNATIONAL 3D STEREO FILM FESTIVAL

Sergey V. Kuvshinov, PhD (Engineering)

E-mail: kuvshinov@rggu.ru

International Institute of the New Educational Technologies, Russian State University for the Humanities

Oleg N. Raev, PhD (Engineering), assistant professor

E-mail: ncenter@list.ru

Leonov University of Technology,

Sergievs Posad branch of the All-Russian State Institute of Cinematography named after S. A. Gerasimov

Maria V. Solovyova

E-mail: krahiva@yandex.ru

Paris 1 Panthéon-Sorbonne university

The article describes the results of the XII International 3D-stereo film festival which took place on April 4-7, 2023 in Moscow. Eight stereo films from Iraq, Korea, Russian Federation, United States were included in the competition program of the XII Festival in the following categories: animated stereo films, documentary stereo films, game stereo films, musical stereo films, experimental stereo films.

In the youth section of experimental films of the Festival 25 youth films from Armenia, Azerbaijan, Germany, Hong Kong, India, Indonesia, Iran, Kazakhstan, Mexico, Russian Federation, United Arab Emirates, United States of America, Turkey participated in the competition program in the following nominations: animated films, documentaries, fiction films, experimental films.

Key words: film festival, stereo cinema, experimental cinema, youth cinema.

REFERENCES

1. XII Mezhdunarodnyi 3D-stereo kinofestival'. [Elektronnyi resurs] // Tekhnologicheskii universitet : sait. URL: <https://ies.unitech-mo.ru/posts?action=show&postid=1818> (data obrashcheniya: 20.04.2023).
2. Mezhdunarodnyi 3D-stereo kinofestival'. [Elektronnyi resurs] // MINOT RGGU : sait. URL: <https://oldinot.rsuh.ru/inot.rsuh.ru/section4a92.html?id=13126> (data obrashcheniya: 20.04.2023).
3. Priglashaem prinyat' uchastie v meropriyatiyakh 3-7 aprelya 2023 goda. [Elektronnyi resurs] // Mir tekhniki kino : sait. URL: <http://mtk-edition.ru/> (data obrashcheniya: 20.04.2023).
4. Festival', kruglyi stol, konferentsiya. [Elektronnyi resurs] // NIKFI : sait. URL: <http://nikfi.ru/2023/02/22/festival-kruglyj-stol-konferentsiya/> (data obrashcheniya: 20.04.2023).
5. Ekho molodezhnoi seksii eksperimental'nykh fil'mov XII Mezhdunarodnogo 3D-stereo kinofestivalya. [Elektronnyi resurs] // Sergievo-Posadskii filial VGIK: sait. URL: <https://goo-gl.me/bsyRN> (data obrashcheniya: 20.04.2023).

Часть I. ВОСПРИЯТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

УДК 778.534.1

ББК 37.95

Рожкова Г. И.

ИГНОРИРУЕМЫЕ РАЗЛИЧИЯ В ВОСПРИЯТИИ РЕАЛЬНЫХ 3D-СЦЕН И ИХ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Рожкова Галина Ивановна, доктор биологических наук, кандидат физико-математических наук, профессор

E-mail: gir@iitp.ru

Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича
Российской академии наук

В статье подчёркивается, что дискомфорт, ощущаемый зрителями при восприятии виртуальных стереообъектов, которые формируются не в плоскости экрана, а в предэкранном или заэкранном пространстве, связан не только с давно обсуждаемым рассогласованием аккомодации и конвергенции. Это рассогласование относится к сенсорному уровню зрительного восприятия, и его влияние на процесс наблюдения стереоизображений в общих чертах изучено. Однако нельзя игнорировать и рассогласования, имеющие место на последующих уровнях обработки зрительной информации — перцептивном и когнитивном. Оценивая общий дискомфорт, следует учитывать специфику процесса восприятия виртуальных стереообъектов на всех уровнях. В частности, представления о параметрах видимых объектов, формирующиеся при наблюдении стереоизображений в монокулярных подсистемах зрительного анализа, резко отличаются от представлений, формирующихся в бинокулярных подсистемах, тогда как в случае реальных сцен они согласованы. Это приводит к необходимости корректировать привычные правила функционирования когнитивных

механизмов интерпретации афферентных сигналов и процедуру интеграции частных гипотез о видимых объектах, которые создаются различными параллельными подсистемами анализа сетчаточных изображений. В качестве иллюстрации на простом примере рассматриваются изменения в работе механизмов константности восприятия размера и оценки направления движения наблюдаемого объекта.

Ключевые слова: восприятие стереоизображений, зрительный дискомфорт, бинокулярный и монокулярный анализ, конкуренция параллельных механизмов, нарушения константности восприятия.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве работ по восприятию стереоизображений основное внимание уделяется дискомфорту, связанному с рассогласованием аккомодации и конвергенции при рассматривании виртуальных стереообъектов, формирующихся не в плоскости экрана, а перед ним или позади него. Для обеспечения чёткости восприятия система аккомодации должна при фокусировке настраиваться на плоскость экрана, куда проецируется стереограмма, а система вергенции — на закодированный в стереограмме виртуальный стереообъект, находящийся на другом расстоянии от наблюдателя. Это рассогласование нарастает с удалением виртуальных стереообъектов от экрана, увеличивая дискомфорт, связанный с непривычными условиями функционирования зрительных механизмов, и определяет рабочую зону, в пределах которой указанный дискомфорт почти не замечается наблюдателем или остаётся терпимым. Расчётам протяжённости этой зоны, определяемой оптикой глаз (главным образом, глубиной фокуса) и физиологическими закономерностями взаимодействия механизмов аккомодации и конвергенции, посвящено много работ. Результаты этих расчётов составляют основу стереографических рекомендаций для создателей стереофильмов, имеющих целью устранить обсуждаемый дискомфорт. Однако, по имеющимся статистическим данным, даже в случае просмотра стереографически грамотных фильмов у значительного процента зрителей возникают неудачи или сбои при наблюдении стереоэффектов, ощущается повышенная напряжённость, регистрируется чрезмерная утомляемость. Результаты анализа индивидуальных особенностей восприятия сцен с виртуальными стереообъектами указывают на то, что в этом случае процесс формирования видимых образов на

всех уровнях обработки информации существенно отличается от привычного процесса создания образов реальных сцен. Соответственно, зрительной системе приходится решать не только задачи оптимизации взаимодействия систем аккомодации и конвергенции в непривычных условиях, но и адаптировать к этим условиям функционирование всех зрительных подсистем и механизмов.

Одна из главных причин неудачи с быстрым массовым внедрением стереотехнологий — недооценка всего комплекса психофизиологических проблем, отличающих восприятие человеком стереоизображений, представленных стереопарами на плоском экране, от восприятия реальных пространственных физических сцен. При этом специфичность этих проблем такова, что на перцептивном и когнитивном уровнях отношения между различными зрительными механизмами и подсистемами удобнее описывать уже не физиологическими, а социологическими терминами: сотрудничество, конкуренция, подавление, доминирование, игнорирование, изменение приоритетов, компромисс и т. п., как в большом рабочем человеческом коллективе.

Обсуждаемые отношения касаются многих механизмов зрения, в том числе базовых — таких, как механизмы константности восприятия формы, размера, пространственного расположения, движения. Для примера в настоящей статье проводится сопоставление восприятия реальной простой трёхмерной динамической сцены и её стереоизображения.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБЩАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ВИДИМЫХ ОБРАЗОВ

В норме при формировании видимого образа во всех случаях имеет место комбинирование информации, поступающей в мозг из левого и правого глаза по разным каналам и обрабатываемой параллельно в нескольких автономных подсистемах, каждая из которых создаёт свой вариант видимого образа. Между этими подсистемами имеются принципиальные различия, у каждой есть свои особенности, позволяющие ей в определённых условиях лучше других определять некоторые параметры наблюдаемых сцен, вносить в видимый образ специфический вклад, который не могут внести другие. Следовательно, для оптимизации процесса зрения

его нужно организовать таким образом, чтобы в различных условиях за оценку разных свойств и параметров видимой картины могли отвечать разные подсистемы. При формировании единого образа, который видит наблюдатель, параллельные подсистемы должны вступать в кооперативно-конкурентные взаимодействия, задача которых — обеспечить синтез наиболее правдоподобного представления (модели), рассматриваемой сцены.

Процесс зрения заключается в непрерывной дешифровке проекций наблюдаемых сцен, создаваемых оптическим аппаратом глаз на сетчатках. Каждая сетчатка содержит поле сенсоров — фоторецепторов, поглощающих свет, — и несколько нейронных слоёв, производящих первичную обработку оптических изображений. В результате такой первичной обработки оптическое изображение наблюдаемой сцены трансформируется в нейронное изображение (совокупность реакций выходных нейронов сетчатки — ганглиозных клеток) и передаётся по зрительному нерву в мозг. Дальнейшей переработкой зрительной информации занимается множество отделов мозга, производящих детальный и разнокачественный анализ нейронных изображений с привлечением необходимой для этого дополнительной информации, поступающей из глазодвигательной, аккомодационной и других систем. Благодаря развитию эффективных технологий, позволяющих детально исследовать структуру зрительных отделов мозга и свойства зрительных нейронов, к настоящему времени стало ясно, что переработкой зрительной информации занимается почти весь мозг. В частности, оказалось, что в коре мозга зрительные зоны находятся не только в затылочных областях, как считалось ранее, но также и в теменной, височной, лобной [2, 5]. Разные зоны предназначены для анализа разных свойств наблюдаемых объектов — формы, цвета, расположения в пространстве, движения и др. Показано, что многие зоны организованы ретинотопически, т. е. представляют собой своеобразные карты сетчатки, отражающие наличие в поле зрения объектов с определёнными свойствами. Но у значительной части зрительных зон структура ещё недостаточно исследована в связи с методическими трудностями. Процесс зрения завершается формированием видимой картины наблюдаемой сцены, содержащей образы опознанных объектов, которые в идеале пространственно совмещаются с рассматриваемыми реальными физическими объектами.

По очевидным причинам, основная часть нейрофизиологических экспериментальных исследований зрительных зон мозга выполняется на животных, а на человеке проводятся преимущественно психофизиологические и психофизические эксперименты. В связи с этим, для человека быстрее разрабатываются не анатомические, а функциональные схемы переработки поступающей зрительной информации. При этом считается, что о свойствах зрительных нейронов человека можно судить по нейронам человекообразных обезьян, относительно которых получена достаточно богатая информация [5].

В психофизиологии зрительного восприятия различают 3 уровня переработки поступающего в глаза оптического потока: сенсорный, перцептивный и когнитивный.

Сенсорный уровень — это уровень восприятия оптических изображений, формируемых на сетчатке проекционным аппаратом глаза, их трансформации в нейронные изображения в результате поглощения фотонов пигментами фоторецепторов и запуска процессов генерации электрических сигналов. К сенсорному уровню также относят первичную обработку получаемых нейронных изображений «полевыми» алгоритмами для увеличения отношения сигнал/шум, усиления контрастов, выделения границ и т. д.

Перцептивный уровень — это начальный этап перехода к объектному описанию рассматриваемой сцены: формирование частных «моделей-полуфабрикатов» в отдельных подсистемах зрительного анализа на основе выделения информативных признаков, сегментации, кластеризации, учёта априорных оценок параметров объектов и их пространственных отношений.

Когнитивный уровень это завершающий этап формирования видимого образа на основе синтеза (интеграции) результатов работы всех зрительных подсистем, вспомогательных аппаратов — аккомодационного, глазодвигательного, вестибулярного и др., а также различных механизмов константности восприятия и информации из памяти.

На рис. 1 приведена упрощенная и редуцированная блок-схема функциональной организации процесса бинокулярного зрения, дающая общее представление о параллельных путях обработки двух сетчаточных проекций рассматриваемой сцены и объединении результатов их работы на этапе формирования видимого образа.

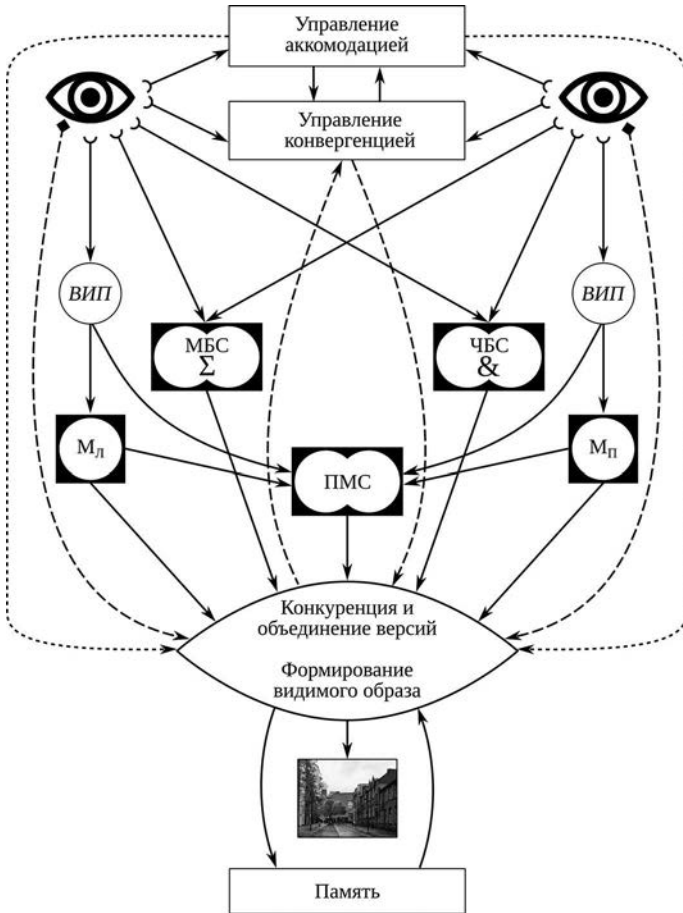


Рис. 1. Блок-схема функционирования бинокулярной зрительной системы человека. Обозначения расшифровываются и поясняются в тексте

Эта схема включает 5 подсистем, выделенных на основе изученных свойств зрительных нейронов. В неё входят две монокулярные подсистемы, M_l и M_p , каждая из которых получает информацию только от одного глаза, и три принципиально различные бинокулярные подсистемы — МБС, ЧБС и ПМС, по-разному комбинирующие информацию от обоих глаз.

Работа моно-бинокулярной системы (МБС) похожа на работу сумматора: её нейроны реагируют на сигналы, поступающие из левого и правого глаза как независимо, так и совместно. При

этом разные подгруппы нейронов МБС в большей или меньшей степени «предпочитают» левый или правый глаз. Нейроны чисто бинокулярной системы (ЧБС) — это специфические бинокулярные нейроны, реагирующие только при одновременном поступлении из обоих глаз согласованных сигналов от рассматриваемых элементов объекта. Главное свойство нейронов ЧБС — чувствительность к диспаратности соответствующих «левых» и «правых» точек, т. е. к их сдвигу, отражающему относительное положение по глубине. На основе анализа диспаратности система ЧБС обеспечивает восприятие так называемых «циклопических» стереообъектов, задаваемых случайно-точечными стереограммами (СТС), которые не могут восприниматься монокулярно. Механизмы постмонокулярной системы (ПМС) также чувствительны к диспаратности, но они могут оперировать не только точками, но и уже сформированными монокулярными образами или фрагментами этих образов, опознанными при монокулярной обработке алгоритмами выделения информативных признаков (ВИП). В ранних моделях бинокулярного зрения считалось, что бинокулярное восприятие всегда основывается на образах, уже сформированных монокулярными системами анализа, M_L и M_P , т. е. что бинокулярное восприятие трёхмерности возможно только после первичного монокулярного определения формы в системах M_L и M_P и последующего анализа различий левой и правой форм из-за различия углов наблюдения. Такие модели не могли объяснить возможность восприятия «циклопических» объектов, кодируемых при помощи СТС, поскольку при монокулярном наблюдении эти объекты не выделяются из фона. Только ЧБС позволяет определять форму исключительно на основе диспаратности. В то же время ПМС может обеспечивать фузирование форм с разными знаками контраста в левом и правом сетчаточном изображениях (что характерно для глянцевых поверхностей) и с иллюзорными (субъективными) контурами, выделяемыми в сложных изображениях на основе механизмов экстраполяции или текстурных различий, тогда как для реагирования нейронов ЧБС требуется наличие на входе реальных и согласованных по контрасту сигналов от двух глаз.

Наряду со зрительными сенсорными путями в схему рис. 1 включены механизмы аккомодации, вергенции и памяти, без которых невозможен зрительный анализ сцен. В схеме также отмечены

и проприоцептивные пути, по которым идут сигналы о позициях и поворотах глаз (они показаны стрелками, начинающимися от ромбиков, изображённых рядом с глазами). Вся необходимая для создания видимой картины информация поступает в блок формирования видимого образа, который должен объединять результаты работы всех зрительных подсистем и вспомогательных механизмов, участвующих в процессе зрения. В зависимости от условий наблюдения (левым глазом, правым глазом, бинокулярно) и содержания рассматриваемой сцены в формировании видимого образа участвуют разные подсистемы и механизмы. Примечательно, что в условиях наблюдения одним глазом функционирует не только соответствующая монокулярная система, но и одна из бинокулярных подсистем — МБС, работая в этом случае как дублёр. Отсюда следует, что повреждение бинокулярных мозговых механизмов может ухудшать и показатели монокулярного зрения. Не останавливаясь на других интересных особенностях функционирования параллельных механизмов формирования зрительного образа, далее обратимся к обсуждаемому в данной статье основному вопросу об игнорируемых отличиях восприятия стереоизображений от восприятия реальных пространственных сцен.

СРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОСПРИЯТИЯ РЕАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СЦЕН И ИХ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Для наглядной демонстрации различий между процессами наблюдения реальных пространственных сцен и их стереоизображений рассмотрим типичный простой случай слежения за одиночным объектом, приближающимся к наблюдателю. На рис. 2, *a* представлен соответствующий комплект схем для движения круглого объекта к наблюдателю из положения 1 в положение 3.

При наблюдении такой реальной сцены каждая из монокулярных подсистем формирования образа, используя аккомодационный механизм для оценки расстояния до объекта, настраивается на его текущие позиции (1, 2, 3) и формирует там образы, ориентируясь на угловые размеры и расстояния. В данном случае увеличение углового размера объекта на сетчатке глаза соответствует уменьшению расстояния, и монокулярно воспринимаемая величина объекта остаётся постоянной — работает механизм константности воспри-

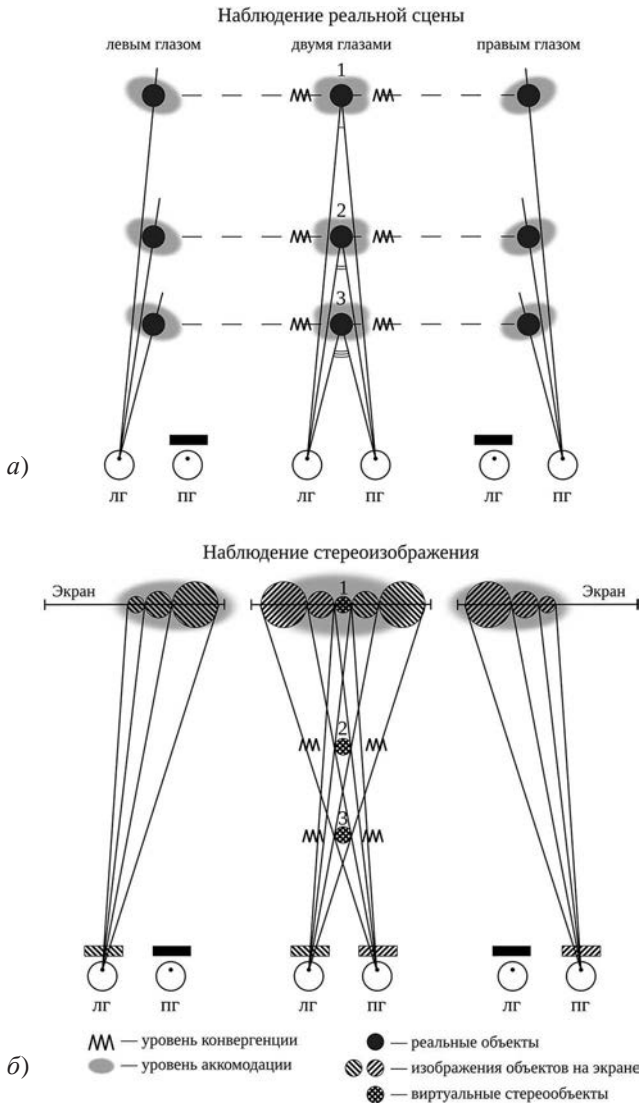


Рис. 2. Образы, формирующиеся в монокулярных и бинокулярных подсистемах зрительного восприятия при наблюдении реального объекта (а) и его стереоизображения на экране (б)

Уровни требуемой аккомодации помечены серыми овалами, уровни конвергенции — зубчатыми линиями. ЛГ и ПГ — левый и правый глаз. Прямоугольнички перед глазами — фильтры, обеспечивающие сепарацию левого и правого изображений стереопары

ятия величины. Что касается бинокулярных подсистем (их работа показана на центральной схеме), то в них имеет место аналогичная ситуация, только расстояние до объекта здесь может оцениваться разными способами — по работе механизмов аккомодации и по конвергенции осей двух глаз на рассматриваемый объект. Соответствующие физические стимулы для этих механизмов определяются положением самого объекта, и потому никаких разногласий тут нет. В итоге все параллельные подсистемы анализа порождают единый образ объекта постоянной величины, движущегося по направлению к наблюдателю.

Совсем иная ситуация имеет место при восприятии стереоизображения (рис. 2, б). В этом случае уровень требующейся аккомодации должен неизменно соответствовать расстоянию до экрана, а изображения движущегося к наблюдателю объекта для левого/правого глаза должны двигаться по экрану вправо/влево, увеличиваясь по ходу движения. Соответственно, левая монокулярная подсистема M_L должна сформировать образ объекта, движущегося вправо и увеличивающегося по мере удаления от центра экрана, а правая монокулярная подсистема M_P — аналогичный образ увеличивающегося объекта, движущегося от центра экрана влево. В бинокулярных подсистемах могут сформироваться два совершенно различных образа:

- 1) образ виртуального объекта неизменного размера, движущегося перпендикулярно экрану от его центра к наблюдателю;
- 2) два образа реальных световых объектов — экранные изображения кругов, движущиеся влево и вправо и увеличивающиеся по мере удаления от центра.

Такова психофизиологическая интерпретационная база восприятия стереоизображения, которое должно имитировать реальную сцену, представленную на рис. 2, а. В этих условиях существуют разные допустимые интерпретации оптического потока, и зрительную систему наблюдателя нужно настроить на то, чтобы в качестве видимого образа выбиралось только одно частное решение, отвечающее поставленной задаче, а остальные возможные варианты игнорировались. Предпочтительный вариант имеет то отличие, что расстояние до объекта наблюдения (пусть и виртуального) определяется по углу конвергенции, а не на основе аккомодации. По-видимому, у части зрителей конвергенция является

доминирующим признаком пространственного расположения, и они легко «отбрасывают» другие варианты, поддаваясь иллюзии наблюдения пространственной картины, соответствующей имитируемой сцене. Однако для других зрителей настройка на «правильное» восприятие затруднительна. Степень затруднений и вид формируемых «неправильных» образов зависят как от параметров стереоизображений, так и от индивидуальных особенностей зрительного восприятия данного человека. В качестве примера можно привести данные наших экспериментов по оценке фузионных резервов, где схема предъявления зрительных стимулов, генерируемых на дисплее, примерно соответствовала рис. 2, б, только объекты представляли собой не однородные круги, а стереопары, и они не изменяли своих размеров при движении от центра экрана [1]. У участников эксперимента было зафиксировано 4 типа формирующихся образов:

- 1) стереообраз приближается к наблюдателю и уменьшается;
- 2) стереообраз сохраняет позицию в центре экрана и не меняет видимый размер;
- 3) стереообраз удаляется за экран;
- 4) стереообраз сначала выходит из экрана, направляясь к наблюдателю, но затем «пятится» назад или совершает «неуверенные» движения.

Эти результаты нельзя объяснить простым игнорированием всех гипотетических образов, кроме одного. Создаётся впечатление, что возможно нахождение компромиссных решений или фрагментарное комбинирование параметров, выделенных разными подсистемами зрительного анализа. Вариативность видимых образов, формирующихся у разных людей при наблюдении стереоизображений, свидетельствует о сложности правил взаимодействия параллельных механизмов на разных уровнях зрительного анализа.

К сожалению, по причине большого разнообразия экспериментальных парадигм, используемых разными исследователями, и специфичности условий экспериментов, пока мало конструктивных обобщений, относящиеся к проблемам восприятия стереоизображений. Более того, несмотря на более чем трёхсотлетнюю историю исследования роли конвергенции и аккомодации в восприятии расстояний до объектов, даже по этим вопросам до сих пор дискуссии продолжаются (см. [6–11] и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сравнении восприятия стереоизображений с восприятием реальных сцен ранее основное внимание обращалось на неизбежное рассогласование аккомодации и конвергенции, которое вызывает дискомфорт и требует приспособления зрительной системы к таким условиям наблюдения. Этому рассогласованию и рекомендациям по созданию комфортных условий наблюдения стереоизображений посвящена обширная литература.

Однако само по себе рассогласование аккомодации и конвергенции как фактор, требующий учёта и приспособления, — это только вершина айсберга, лишь одна из многих проблем, которые при наблюдении стереоизображений возникают на разных уровнях формирования виртуального видимого образа — сенсорном, перцептивном и когнитивном.

Сложность формирования видимых образов на основе функционирования монокулярных и бинокулярных параллельных механизмов анализа стереоизображений заключается в том, что в разных автономных подсистемах формируются существенно различающиеся в разных отношениях образы, более или менее сильно отличающиеся от образа, закодированного в рассматриваемом стереоизображении. Для комфортного наблюдения заданного образа нужно выбрать наиболее близкий к нему результат работы одной из параллельных подсистем зрительного анализа или комбинированный продукт и игнорировать, отсеивать неподходящие варианты. Однако универсальных чётких критериев для этого нет.

Даже естественные условия наблюдения реальных сцен не обеспечивают строгого соответствия нейронных изображений и видимых образов параметрам физических сцен (хотя бы из-за внешних и внутренних шумов и дефектов фоторецепторной матрицы или зрительных нейронных путей). По этой причине и в естественных условиях постоянно возникают ошибки интерпретации оптического потока, приводящие к появлению иллюзорных объектов и феноменов, которые нужно игнорировать.

Для условий наблюдения стереоизображений тех же сцен характерны иные ошибки интерпретации, а главное — перед зрителем стоит другая задача: видеть фантомы, а не физическую реальность. Для успешного решения этой задачи необходима перенастройка зрительной системы на разных уровнях, чему многим

наблюдателям нужно специально учиться. Частично эти проблемы обсуждались нами ранее [3, 4], но теперь стало ясно, что они требуют более глубокого и детального анализа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Васильева Н. Н., Рожкова Г. И.* Восприятие виртуальных стереообъектов: особенности взаимодействия зрительных механизмов и пространственные перцептивные эффекты // Экспериментальная психология. 2021. Т. 14. № 3. С. 79–90.

2. *Пигарев И. Н.* Экстрастриарные зрительные зоны коры мозга / Физиология зрения. Ред. А. Л. Бызов. (Руководство по физиологии). Москва : Наука, 1992. С. 345–400.

3. *Рожкова Г. И., Алексеенко С. В.* Зрительный дискомфорт при восприятии стереоскопических изображений как следствие непривычного распределения нагрузки на различные механизмы зрительной системы // Стереозрение человека и стереотехнологии. Москва : ООО «КУНА», 2022. С. 54–63.

4. *Рожкова Г. И., Васильева Н. Н.* Сравнительные трудности восприятия фильмов в 2D и 3D форматах // Стереозрение человека и стереотехнологии. Москва : ООО «КУНА», 2022. С. 47–53.

5. *Хьюбел Д.* Глаз, мозг, зрение. Москва : Мир, 1990. 239 с.

6. *Baird S. W.* The influence of accommodation and convergence upon the perception of depth // Amer. J. Psychol. 1903. No 14. P. 150–200.

7. *Grant V.* Accommodation and convergence in visual space perception // J. Exp. Psychol. 1942. No 31. P. 89–104.

8. *Erkelens C., Steen J., Steinman R. M., Collewijn H.* Ocular vergence under natural conditions. I. Continuous changes of target distance along the median plane // Proc. Roy. Soc. 1989. B 236. P. 417–440.

9. *Erkelens C., Steinman R. M., Collewijn H.* Ocular vergence under natural conditions. II. Gaze shifts between real targets differing in distance and direction // Proc. Roy. Soc. 1989. B 236. P. 441–465.

10. *Logvinenko A. D., Epelboim J., Steinman R. M.* The role of vergence in the perception of distance: a fair test of Bishop Berkeley's claim // Spatial Vision. 2001. Vol. 15. No 1. P. 77–97.

11. *Nefs H. T., Harris J. M.* Vergence effects on the perception of motion-in-depth. Exp. Brain Res. 2007. Vol. 183(3). P. 313–322.

Galina I. Rozhkova

IGNORED DIFFERENCES IN THE PERCEPTION OF REAL 3D SCENES AND THEIR STEREO IMAGES

Galina I. Rozhkova, PhD, DSci, Professor

E-mail: gir@iitp.ru

Institute for Problems in Information Transmission (Kharkevich Institute) Russian Academy of Sciences

The article emphasizes that the discomfort felt by the observers when perceiving virtual stereo objects in front or behind the plane of the screen is associated not only with the long-discussed mismatch of accommodation and convergence. This mismatch refers to the sensory level of visual perception, and its influence on the process of observing stereo images has been already studied in general terms. However, one should not ignore the mismatches that take place at the subsequent levels of visual information processing - perceptual and cognitive. Assessing the general discomfort, one should take into account the specifics of the stereo object representation at all levels. In particular, it is easy to see that, in the case of stereo images, the ideas about the parameters of visible objects created by the monocular mechanisms of visual analysis could differ sharply from the ideas created by the binocular subsystems, while in the case of real scenes, these ideas are consistent. This leads to the necessity of correcting some usual rules for the cognitive analysis of afferent signals as well as the procedures for integrating partial hypotheses about visible objects that are created by various parallel subsystems for retinal image processing. As an example, a simple scene is considered illustrating crucial impairments in the operation of the constancy mechanisms of size perception and in the estimation of movement direction.

Key words: perception of stereo images, visual discomfort, binocular and monocular analysis, competition of parallel mechanisms, violations of perceptual constancy.

REFERENCES

1. Vasil'eva N. N., Rozhkova G. I. Vospriyatie virtual'nykh stereob"ektov: osobennosti vzaimodeistviya zritel'nykh mekhanizmov i prostranstvennye pertseptivnye efekty // Eksperimental'naya psikhologiya. 2021. T. 14. No 3. P. 79–90.

2. Pigarev I. N. Ekstrastriarnye zritel'nye zony kory mozga / Fiziologiya zreniya. Red. A. L. Byzov. (Rukovodstvo po fiziologii). Moscow : Nauka, 1992. P. 345–400.

3. Rozhkova G. I., Alekseenko S. V. Zritel'nyi diskomfort pri vospriyatii stereoskopicheskikh izobrazhenii kak sledstvie neprivychnogo raspredeleniya nagruzki na razlichnye mekhanizmy zritel'noi sistemy // Stereozrenie cheloveka i stereotekhnologii. Moskva : OOO "KUNA", 2022. P. 54–63.

4. Rozhkova G. I., Vasil'eva N. N. Sravnitel'nye trudnosti vospriyatiya fil'mov v 2D i 3D formatakh // Stereozrenie cheloveka i stereotekhnologii. Moscow : OOO "KUNA", 2022. P. 47–53.

5. Kh'yubel D. Glaz, mozg, zrenie. Moscow : Mir, 1990. 239 p.

6. Baird S. W. The influence of accommodation and convergence upon the perception of depth // Amer. J. Psychol. 1903. No 14. P. 150–200.

7. Grant V. Accommodation and convergence in visual space perception // J. Exp. Psychol. 1942. No 31. P. 89–104.

8. Erkelens C., Steen J., Steinman R. M., Collewijn H. Ocular vergence under natural conditions. I. Continuous changes of target distance along the median plane // Proc. Roy. Soc. 1989. B 236. P. 417–440.

9. Erkelens C., Steinman R. M., Collewijn H. Ocular vergence under natural conditions. II. Gaze shifts between real targets differing in distance and direction // Proc. Roy. Soc. 1989. B 236. P. 441–465.

10. Logvinenko A. D., Epelboim J., Steinman R. M. The role of vergence in the perception of distance: a fair test of Bishop Berkeley's claim // Spatial Vision. 2001. Vol. 15. No 1. P. 77–97.

11. Nefs H. T., Harris J. M. Vergence effects on the perception of motion-in-depth. Exp. Brain Res. 2007. Vol. 183(3). P. 313–322.

УДК 778.534.1
ББК 37.95

Чекалин Д. Г.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Чекалин Д. Г.

E-mail: chekalinnikfi@mail.ru

Филиал «Научно-исследовательский кинофотоинститут» АО ТПО
«Киностудия им. М. Горького»

В статье рассматриваются основанные на бинокулярных механизмах специфические особенности зрительного восприятия стереоскопического изображения. Описаны механизмы восприятия объёмного изображения. Изложены факторы, влияющие на восприятие человеком двухракурсных стереоскопических изображений применительно к коллективному просмотру на одном общем киноэкране в условиях кинозала.

Ключевые слова: объёмное изображение, стереоскопическое изображение, стереоскопия, зрительное восприятие, бинокулярное зрение, стереоскопический кинематограф, стереокино.

ВВЕДЕНИЕ

Ещё с древности художники стремились к изображению окружающего мира с максимальной достоверностью. Совершенствовалась техника передачи светотеней, была разработана теория перспективы, для повышения точности изображения применялись специальные оптические устройства, в том числе, камера-обскура, но добиться настоящей глубины и объёмности для полного соот-

ветствия с реальным изображением не удавалось. Причину того, что «живописцы часто впадают в отчаяние от неестественности своего подражания, видя, что их картины не так же рельефны и живы, как вещи, видимые в зеркале» указал в работе «О живописи и перспективе» Леонардо да Винчи [4, с. 113]. Причиной, верно определённой Леонардо да Винчи является бинокулярность зрения: человек наблюдает реальные предметы одновременно двумя глазами с двух разных ракурсов, что позволяет видеть «одну вещь за другою».

Осуществить запись и воспроизведение объёмных изображений стало возможно после работ Чарльза Уитстона, который в 1838 году зачитал в Королевской Академии Наук в Лондоне доклад «Вклад в физиологию зрения, часть первая: О некоторых замечательных и до сих пор ненаблюдавшихся явлениях бинокулярного зрения». В докладе утверждалось, что разные изображения, попадающие на сетчатки двух глаз, формируют единую картину, также был представлен зеркальный стереоскоп со специальными рисунками к нему, позволявший наблюдать объёмные изображения. Почти через пятьдесят лет в 1889 году Уильям Фриз-Грин создаёт первую стереоскопическую кинокамеру, что можно считать началом эпохи стереоскопического кинематографа, обеспечивающего зрителям возможность наблюдения объёмного подвижного изображения в кинозале.

При просмотре стереоскопического изображения принципиальным является вопрос — отличается ли созданное объёмное изображение от реального и если отличается, то чем? В рамках данной работы рассматриваются основанные на бинокулярных механизмах особенности зрительного восприятия человеком двухракурсных стереоскопических изображений применительно к коллективному просмотру на одном общем киноэкране в условиях кинозала, при демонстрации качественного стереоскопического киноизображения без стереоскопического брака, обусловленного фильмопроизводством и технологией кинопоказа.

МЕХАНИЗМЫ ВОСПРИЯТИЯ ОБЪЁМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Человек обладает несколькими различными механизмами, позволяющими наблюдать окружающий мир пространственным,

объёмным. Эти механизмы могут работать одновременно и параллельно, независимо или взаимосогласованно, иногда дополняя друг друга, а в отдельных случаях (при поступлении противоречивой информации, что характерно для искусственно созданных объёмных изображений) приводя к конфликту восприятия. Информация передаётся в мозг человека, где на основе обработки и синтеза этих данных строится объёмный образ внешнего мира.

Проведены многочисленные исследования механизмов зрительного восприятия и создания объёмных изображений, часть вопросов хорошо изучена, но в целом остаётся много нерешённых, в том числе фундаментальных вопросов и прикладных задач [2, 9, 10, 12].

Механизмы, определяющие пространственное зрительное восприятие, можно классифицировать по разным принципам:

— по использованию одного или двух глаз при наблюдении (монокулярные и бинокулярные);

— в соответствии с природой механизма восприятия (физические, физиологические и психологические/когнитивные).

В качестве основных факторов, определяющих механизмы восприятия объёмного изображения и влияющих на формирование его мысленного образа, можно определить следующие:

— бинокулярный параллакс, позволяющий по различию между изображениями на сетчатках левого и правого глаз реконструировать взаимное расположение предметов наблюдаемой сцены по глубине;

— физиологический фактор, позволяющий по напряжению мышц аккомодационной и глазодвигательной систем, управляющих фокусировкой (аккомодация) и взаимным углом поворота глаз (конвергенция) получать информацию об удалённости предмета;

— монокулярные факторы (перспективные искажения, взаимное перекрытие объектов, угловые размеры известных наблюдателю объектов, светотени и т. д.);

— динамический (или временной) параллакс, возникающий при движении наблюдаемых объектов и/или наблюдателя;

— субъективный фактор предшествующего перцептивного опыта и натренированности наблюдателя;

— индивидуальные физиологические особенности и свойства наблюдателя, включающие возможности зрительного аппарата,

строение и структуру головного мозга и его вычислительные способности.

Восприятие стереоскопических изображений опирается на бинокулярные факторы пространственного зрения и базируется на воссоздании трёхмерной пространственной картины по двум изображениям с сетчаток левого и правого глаза на основе бинокулярного параллакса. Однако на практике при просмотре стереоскопического изображения в условиях кинозала в процессе формирования объёмно-пространственной картины оказываются задействованы не только механизмы стереоскопического зрения, но в некоторых случаях существенную роль могут оказывать и другие факторы восприятия объёмного изображения, включая и монокулярные.

1. ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОСПРИЯТИЕ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Воспринимаемое человеком стереоскопическое изображение имитирует реальный пространственный мир и имеет специфические особенности. К сожалению, как всякая имитация стереоскопическое изображение не лишено недостатков и технологических ограничений, из-за которых стереоскопическое изображение отличается от реального.

Рассмотрим характерные факторы, влияющие на восприятие пространственной картины в кинозале, свойственные двухракурсу стереоскопическому изображению.

1.1. Пространство стереоскопического изображения

Изображения стереопары отображаются на киноэкране и, соответственно, наблюдать воспринимаемое стереоскопическое изображение возможно только в ограниченной рамой экрана зоне. Область пространства, ограниченная общей частью двух воображаемых пирамид, вершины которых располагаются в центрах глаз зрителя, а грани проходят через границы экрана и уходят в заэкранное пространство является пространством стереоскопического изображения [6], внутри которого возможно наблюдение объёмного изображения (рис. 1). Для каждого зрителя формируется своё индивидуальное пространство стереоскопического изображения в зависимости от места его расположения в кинозале (рис. 2).

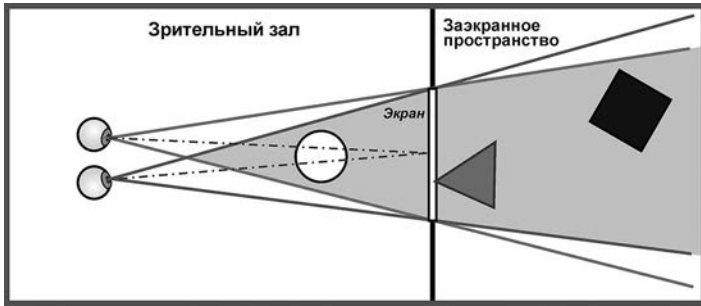


Рис. 1. Зона наблюдаемого в кинозале пространства стереоскопического изображения (выделена на рисунке серым цветом)

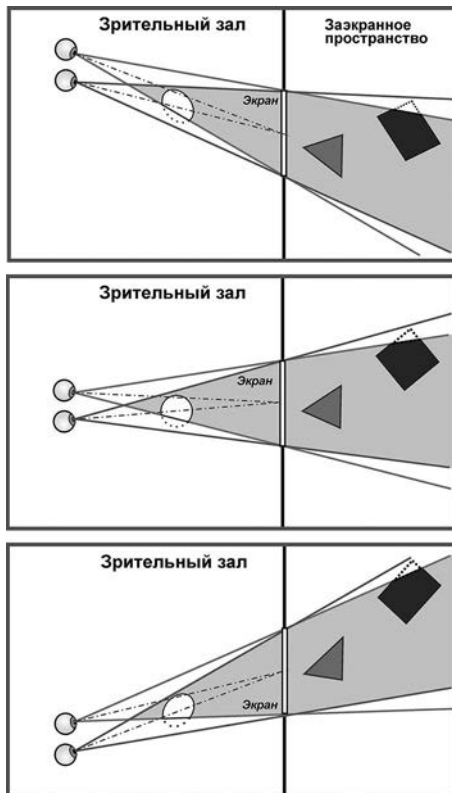


Рис. 2. Изменение расположения и деформация зоны наблюдаемого в кинозале пространства стереоскопического изображения (выделена на рисунке серым цветом) при боковом смещении зрителя относительно центра экрана

Расположение зон и места локализации наблюдаемых стереоскопических изображений для разных зрителей не совпадают и могут значительно различаться по размерам и расположению относительно пространства кинозала. Увидеть изображения в пространстве за пределами зоны нельзя, так как они выходят за границы экрана и грани воображаемой пирамиды будут их «обрезать».

1.2. Объёмно-пространственные искажения

При просмотре стереоизображения зрители наблюдают на экране два совмещённых изображения стереопары (одно для левого глаза, другое для правого). При перемещении зрителя относительно экрана будут изменяться угловые параллаксы наблюдаемых изображений, что будет приводить к изменениям наблюдаемого объёмного стереоскопического изображения. В результате зона наблюдаемого в кинозале пространства стереоскопического изображения и все стереоскопические объекты внутри неё будут подвергнуты объёмно-пространственным искажениям. Пространственно неискажённое изображение (ортоскопическое изображение) возможно только в одной точке для одного зрителя в зале. При приближении к экрану пространство, как и форма объектов, будет сжиматься в продольном направлении, а при удалении, соответственно, будет растягиваться (рис. 3). При

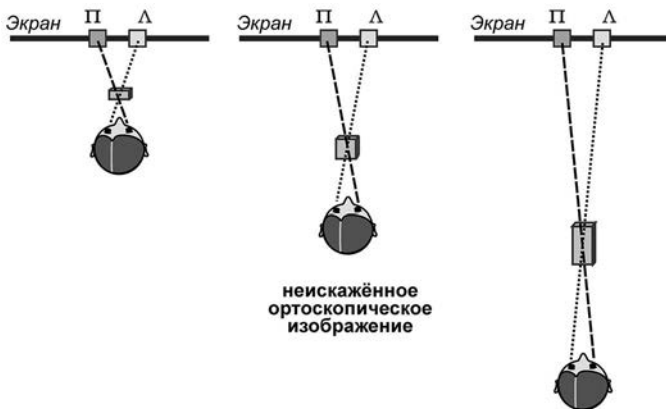


Рис. 3. Деформация в продольном направлении наблюдаемого зрителем стереоскопического изображения куба в зависимости от расстояния зрителя до экрана

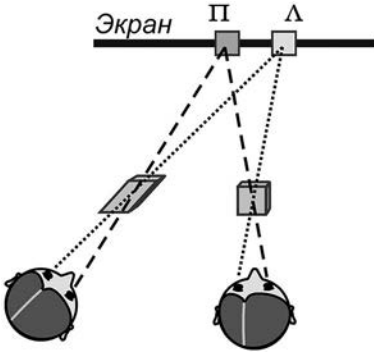


Рис. 4. Деформация формы наблюдаемого зрителем стереоскопического изображения куба при боковом смещении зрителя в сторону от центра экрана

перемещении зрителя от центра экрана в сторону к его боковому краю форма наблюдаемых объектов будет отклоняться в сторону вслед за перемещением наблюдателя и скашиваться вбок. К примеру, куб будет деформироваться и трансформируется в наклонный параллелепипед (рис. 4). Всё это справедливо как при положительных, так и при отрицательных параллаксах соответственно для стереоскопических объектов в заэкранном и предэкранном пространствах.

1.3. Резкость стереоскопического изображения и аккомодация

В реальном мире, когда человек переводит взгляд с одного объекта на другой, изменяется кривизна хрусталика глаза и благодаря механизму аккомодации резкость настраивается на рассматриваемый объект. Изображение не может одновременно находиться в резкости по всей глубине пространства, и человек фокусируется на отдельные рассматриваемые элементы, перемещая зону резкости вслед за точкой фиксации взора. При наблюдении стереоскопического изображения это невозможно — резкость формируется в момент съёмки изображения кинокамерой, поэтому при стереосъёмке стараются добиться максимальной резкости для всех объектов в кадре. Аккомодационные механизмы и механизмы, связанные с анализом относительной резкости разных объектов на сетчатке, при просмотре стереоизображений практически не работают.

При стереоскопическом просмотре зритель должен фокусировать взгляд на плоскость экрана, поэтому для всех объёмных изображений, находящихся вне плоскости экрана, нарушается аккомодационно-вергентная связь, что особенно заметно и может вызывать дискомфорт применительно к стереоизображениям, сформированным в предэкранном пространстве на близких от зрителя расстояниях.

1.4. Отжимающее действие рамки (границ) экрана

Эффект отжимающего действия рамки (границ) экрана нарушает зрительное восприятие объёмно-пространственной картины (стереопсис) и стереоскопический эффект при пересечении стереоскопическими объектами зоны наблюдаемого в кинозале пространства стереоскопического изображения. Эффект вызван конфликтом разных механизмов зрения.

Данная проблема имеет большое практическое значение при создании стереофильмов [5, 11, 13], так как значительно влияет на композицию и построение кадра и ограничивает возможности операторской работы.

При пересечении границ пространства стереоскопического изображения объект обрезается рамкой киноэкрана. Для объектов, которые находятся в плоскости экрана, это воспринимается вполне естественно: экран в этом случае подобен окну, сквозь которое зритель наблюдает происходящее. Несколько сложнее этот процесс выглядит для объектов, находящихся в заэкранном пространстве, рассмотрим подробнее место соприкосновения изображения стереопары и рамки экрана (рис. 5).

Квадрат на рис. 5 за счёт диспаратности зритель видит расположенным в пространстве за экраном, крайний угол квадрата не виден (обрезан) для левого глаза, но виден правым и воспринимается

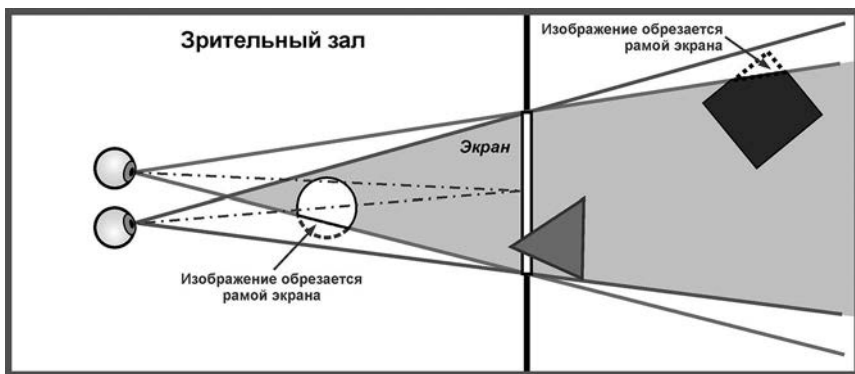


Рис. 5. Стереоскопические изображения объектов, частично выходящих за пределы зоны наблюдаемого в кинозале пространства стереоскопического изображения (выделена на рисунке серым цветом), обрезаются рамой экрана и в силу эффекта «отжимающего действия рамки экрана» воспринимаются зрителями ближе к плоскости экрана

ется в плоскости экрана, при этом рама экрана за счёт и монокулярных и бинокулярных факторов воспринимается в своём реальном положении. Происходит определённый конфликт механизмов восприятия, в результате которого квадрат будет восприниматься ближе к плоскости экрана, относительно положения заданного бинокулярным параллаксом.

Ещё более сложная ситуация возникает для изображений находящихся в предэкранном пространстве (на рис. 5 — это круг). В этом случае к уже вышеописанным механизмам добавляется конфликт, вызванный эффектом окклюзии: так как зритель не видит часть круга на фоне рамы экрана, значит, круг находится сзади рамы и она его перекрывает.

Для объектов в предэкранном пространстве уже могут эффективно работать механизмы аккомодации, и в результате добавляется нарушение аккомодационно-вергентной связи.

В дополнении к перечисленному выше могут оказывать влияние различные монокулярные факторы, связанные с содержанием фильма. В результате конкуренции такого набора различных механизмов и факторов наше восприятие обычно «отжимает» обрезанное рамкой киноэкрана предэкранное стереоскопическое изображение в плоскость экрана.

Степень воздействия этого эффекта на процесс восприятия объёмно-пространственной картины зависит от большого количества разнообразных факторов, в том числе от характера и содержания демонстрируемого контента (скорости и траектории перемещения элементов изображения, их яркости и т. д.).

1.5. Неизменный бинокулярный параллакс

В случае наблюдения реального пространства при перемещении наблюдателя изменяется взаимное расположение объектов, меняется бинокулярная диспаратность и возникает динамическая перспектива пространства. Даже при небольших перемещениях головы возможно осуществить «оглядывание» предметов за счёт смены ракурса наблюдения. При просмотре стереоскопического изображения бинокулярная диспаратность не может изменяться в силу того, что зритель всегда будет видеть только те два ракурса, которые были записаны кинокамерой во время съёмки, и по этой причине при перемещении зрителя изображение не будет менять-

ся. В стереокинозале все зрители видят одинаковое изображение с одной и той же точки съёмки.

В стереокино фиксируются только горизонтальные параллаксы, поэтому в вертикальном направлении бинокулярная информация об объёме отсутствует и при наклоне головы вбок объёмное изображение начнёт разрушаться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наблюдаемое в кинозале двухракурсное стереоскопическое изображение отличается от реального, воспринимаемого человеком окружающего физического мира и имеет специфические особенности, подчиняющиеся определённым закономерностям. Знание и правильное использование этой специфики необходимо при создании стереоскопических фильмов, и должно учитываться уже на предварительной стадии фильмопроизводства при подготовке сценария.

Стереоскопическое воспроизведение объёмного изображения в кино вносит ограничения в съёмочный процесс, но при этом и расширяет творческие и зрелищные возможности, позволяя повысить реалистичность кинематографического образа и эмоциональную вовлечённость зрителя [1].

Демонстрируемое стереоизображение возможно наблюдать только с одного ракурса, соответствующего положению кинокамеры в момент съёмки. С одной стороны, это является фундаментальным ограничением при наблюдении объёмного изображения — перемещаясь в пространстве, зритель всегда будет видеть одно и то же неизменное изображение с фиксированного ракурса. Однако для условий кинотеатрального показа данное ограничение является существенным преимуществом и даже необходимостью — это позволяет всем зрителям видеть одинаковое изображение, соответствующее изначальному режиссёрскому замыслу и композиции, и облегчает процесс съёмки и производства фильма.

Особенности зрительного восприятия стереоскопических изображений необходимо учитывать при проектировании стереокинозалов и организации кинопоказа [3, 7, 8], чтобы обеспечивать максимально комфортные для зрителей условия просмотра стереоскопических фильмов в кинотеатре.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Валюс Н. А.* Стерео: фотография, кино, телевидение. Москва : Искусство, 1986. 262 с.
2. *Валюс Н. А.* Стереоскопия. Москва : Изд-во АН СССР, 1962. 379 с.
3. *Комар В. Г., Рожков С. Н., Чекалин Д. Г.* Необходимость нормирования параметров стереопары и стереопроекции с целью снижения зрительного дискомфорта в условиях кинозала // Мир техники кино. 2012. Т. 6. № 2 (24). С. 31–44.
4. *Леонардо да Винчи.* Избранные произведения / оформ. И. Рерберга. В 2 т. Т. 1–2. Москва ; Ленинград : Academia, 1935.
5. *Раев О. Н.* Эффект отжимающего действия рамки при демонстрации цифровых стереофильмов // Мир техники кино. 2012. № 4. С. 15–19.
6. *Рожков С. Н., Овсянникова Н. А.* Стереоскопия в кино-, фото-, видеотехнике. Терминологический словарь. Москва : Парадиз, 2003. 136 с.
7. *Рожков С. Н., Чекалин Д. Г.* О специальных требованиях к демонстрированию стереофильмов в кинотеатрах и целесообразности стандартизации основных параметров цифровой стереокинопроекции, определяющих её качества // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: Вторая научно-техническая конференция, Москва, 22–23 апреля 2010 г.: Материалы и доклады. Москва : МКБК, 2010. С. 138–158.
8. *Рожков С. Н., Чекалин Д. Г.* Специальные требования к цифровому кинопоказу и возможности улучшения его качества // Мир техники кино. 2010. Т. 4. № 3 (17). С. 17–24.
9. *Рожкова Г. И., Николаев П. П.,* Восприятие объёмной формы объектов и их расположения в трёхмерном пространстве // Стереозрение человека и стереотехнологии, Москва : ООО «КУНА», 2022. С. 9–23.
10. *Чекалин Д. Г.* Особенности восприятия, способы демонстрации и современные технологии воспроизведения объёмных изображений // Мир техники кино. 2017. № 1(11). С. 19–28.
11. *Шепелюк В.* Стереокино. Москва : Госкиноиздат, 1945. 107 с.
12. *Шиффман Х. Р.* Ощущение и восприятие / 5-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 928 с.

13. *Mendiburu B.* 3D Movie Making : Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Oxford: Focal Press, 2009. 223 p.

Dmitry G. Chekalin

**SPECIFIC FEATURES OF VISUAL PERCEPTION
OF STEREOSCOPIC IMAGES**

Dmitry G. Chekalin

E-mail: chekalinnikfi@mail.ru

Cinema and Photo Research Institute JSC “Gorky Film Studio”

The article discusses the specific features of visual perception of a three-dimensional stereoscopic image based on binocular mechanisms. The mechanisms of perception of a three-dimensional image are described. The factors affecting a person’s perception of two-angle stereoscopic images in relation to collective viewing on one common cinema screen in a cinema room are described.

Key words: three-dimensional image, stereoscopic image, stereoscopy, visual perception, binocular vision, stereoscopic cinema, stereoscopic movie.

REFERENCES

1. Valyus N. A. Stereo: fotografiya, kino, televidenie. Moscow : Iskusstvo, 1986. 262 p.

2. Valyus N. A. Stereoskopiya. Moscow : Izd-vo AN SSSR, 1962. 379 p.

3. Komar V. G., Rozhkov S. N., Chekalin D. G. Neobkhodimost’ normirovaniya parametrov stereopary i stereoproektsii s tsel’yu snizheniya zritel’nogo diskomforta v usloviyakh kinozala // Mir tekhniki kino. 2012. T. 6. No 2 (24). P. 31–44.

4. Leonardo da Vinchi. Izbrannye proizvedeniya / oform. I. Rerberga. V 2 t. T. 1–2. Moscow ; Leningrad : Academia, 1935.

5. Raev O. N. Effekt otzhimayushchego deistviya ramki pri demonratsii tsifrovyykh stereofil’mov // Mir tekhniki kino. 2012. No 4. P. 15–19.

6. Rozhkov S. N., Ovsyannikova N. A. Stereoskopiya v kino-, foto-, videotekhnike. Terminologicheskii slovar’. Moscow : Paradiz, 2003. 136 p.

7. Rozhkov S. N., Chekalin D. G. O spetsial’nykh trebovaniyakh k demonstrirovaniyu stereofil’mov v kinoteatrakh i tselesoobraznosti

standartizatsii osnovnykh parametrov tsifrovoi stereokinoproektsii, opredelyayushchikh ee kachestva // Zapis' i vosпроизvedenie ob"emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: Vtoraya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya, Moscow, 22–23 April 2010: Materialy i doklady. Moscow : MKBK, 2010. P. 138–158.

8. Rozhkov S. N., Chekalin D. G. Spetsial'nye trebovaniya k tsifrovomu kinopokazu i vozmozhnosti uluchsheniya ego kachestva // Mir tekhniki kino. 2010. T. 4. No 3 (17). P. 17–24.

9. Rozhkova G. I., Nikolaev P. P., Vospriyatie ob"emnoi formy ob"ektov i ikh raspolozheniya v trekhmernom prostranstve // Stereozrenie cheloveka i stereotekhnologii, Moscow : OOO "KUNA", 2022. P. 9–23.

10. Chekalin D. G. Osobennosti vospriyatiya, sposoby demonstratsii i sovremennye tekhnologii vosпроизvedeniya ob"emnykh izobrazhenii // Mir tekhniki kino. 2017. No 1(11). P. 19–28.

11. Shepelyuk V. Stereokino. Moscow : Goskinoizdat, 1945. 107 p.

12. Shiffman Kh. R. Oshchushchenie i vospriyatie / 5-e izd. St. Petersburg : Piter, 2003. 928 p.

13. Mendiburu B. 3D Movie Making : Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Oxford: Focal Press, 2009. 223 p.

УДК7.01:15+004.5

ББК159.9

Раев О. Н.

ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ В РЕАЛЬНОМ МИРЕ И В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Раев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент

E-mail: ncenter@list.ru

Технологический университет имени дважды Героя Советского
Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,

Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного
университета кинематографии имени С. А. Герасимова

Свет, отражаемый разными объектами, различается не только по количеству, но и по спектральному составу. Поэтому на сетчатке глаза оптические изображения объектов характеризуются различной освещённостью и различным спектром света. Благодаря этому мозг в оптических изображениях на сетчатке различает участки, принадлежащие изображениям разных объектов. Определяя ключевые признаки этих участков и сопоставляя их с ключевыми признаками, хранящимися в памяти, мозг формирует образы объектов и передаёт эти образы в сознание.

Человек не увидит разницы между реальными и виртуальными объектами, если его мозг не будет стабильно обнаруживать разницу в их ключевых признаках.

Ключевые слова: свет, зрение, виртуальная реальность, дополненная реальность, психическая виртуальная реальность.

Сегодня понятие «восприятие» имеет несколько значений:

— обработка чувственных данных [2];

— непосредственно-чувственное отражение окружающего мира человеком и животными [2];

— целостное отражение предметов и явлений в совокупности их свойств и частей при их непосредственном воздействии на органы чувств [4].

Понимая зрительное восприятие как отражение окружающего мира с помощью зрения, проанализируем: отличается ли зрительное восприятие в виртуальной реальности от зрительного восприятия в реальном мире. Для этого кратко приведём основные свойства света, механизм функционирования зрительного аппарата и формирования мозгом зрительных представлений об объектах.

1. НЕОБХОДИМЫЙ МИНИМУМ СВЕДЕНИЙ О ПРИРОДЕ И ХАРАКТЕРИСТИКАХ СВЕТА

В оптике (см., например, [1]) под термином «свет» принято понимать три вида оптического излучения: ультрафиолетовое, видимое человеком и инфракрасное. Такое применение термина «свет», при котором к свету причисляется излучение, как воспринимаемое, так и не воспринимаемое глазами человека, основано на общности физических процессов, характеризующих излучения этих трёх видов.

В рамках данной статьи под светом будем понимать электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом человека, иными словами, видимое излучение, т. е. свет — это электромагнитная энергия, излучаемая в виде отдельных фотонов с частотами электромагнитных колебаний в диапазоне $7,5 \cdot 10^{14} - 4,3 \cdot 10^{14}$ Гц, которые соответствуют в вакууме длинам волн от 400 до 700 нм [3]. Границы частот и длин волн видимого диапазона электромагнитного излучения в разных источниках указываются разные и могут отличаться от значений, приведённых выше. Эти расхождения объясняются:

— низкой чувствительностью фоторецепторов сетчатки глаза к фотонам, частоты которых близки к границам спектральных характеристик фоторецепторов;

— индивидуальными различиями зрения у людей;

— различиями в условиях и методиках проведения исследований зрения человека.

Каждый фотон, как самостоятельный и неделимый элемент света, характеризуется величиной электромагнитной энергии, направлением движения в пространстве (причём каждый фотон движется прямолинейно, пока не встретит на своём пути какое-либо вещество), а также пространственной ориентацией плоскости поляризации. Величина энергии фотона однозначно связана с частотой электромагнитных колебаний. Кроме того, каждый фотон дополнительно может быть описан ещё двумя характеристиками, зависящими от свойств среды, в которой фотон движется: скоростью движения фотона и длиной волны электромагнитных колебаний. Поясним последние две характеристики.

1. В вакууме скорость движения всех фотонов одинакова. Скорость фотонов будет одинаковой и при их движении в однородном оптически прозрачном веществе (например, в воздухе, стекле, воде и т. п.), но разной в разных веществах и меньшей скорости фотонов в вакууме.

2. За время, равное периоду колебаний электромагнитной энергии фотона (период обратно пропорционален частоте), фотон смещается в пространстве на некоторое расстояние, зависящее от скорости его движения. Именно это расстояние и принято называть длиной волны фотона.

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ

Приведём только краткие сведения о взаимодействии света с веществом, необходимые для ответа на вопрос: почему свет может содержать информацию об объектах. Для более подробного ознакомления рекомендуем, например, книгу Роберта Вихарда Поля «Оптика и атомная физика» [5].

Каждый фотон движется, как уже сказано в разделе 1, прямолинейно, пока вещество (среда), в котором он движется, (например, воздух) не закончится и на пути движения фотона не появится другое вещество. В результате взаимодействия фотона со вторым веществом он может быть поглощён одним из атомов этого вещества, в результате чего фотон, как порция электромагнитной энергии, перестаёт существовать, он поглощается атомом, что может привести к структурным изменениям состояния атома (например, появлению в веществе свободного электрона, вышедшего за пределы своей первоначальной орбиты в атоме).

Фотон может отразиться от второго вещества обратно в первое вещество или продолжить своё движение во втором веществе (во второй среде), изменив направление своего движения.

Что именно произойдёт с фотоном на границе двух веществ (отражение или преломление) зависит как от физических свойств обоих веществ, так и от величины электромагнитной энергии фотона (можно сказать: зависит от его частоты как параметра, однозначно связанного с величиной энергии фотона), а также от угла между направлением движения фотона и нормалью к участку поверхности второго вещества, в пределах которого происходит взаимодействие фотона со вторым веществом.

В случае отражения или преломления света фотоны продолжают прямолинейное движение в новых направлениях до тех пор, пока на их пути не встретится новая граница между двумя разными веществами, где снова каждый фотон либо отразится от нового вещества, либо продолжит своё движение в новом веществе в новом направлении, либо поглотится новым веществом.

Таким образом, каждый объект отражает свет в разном количестве в разных направлениях. Количество отражаемого света характеризуется коэффициентом отражения поверхности объекта. Чем больше коэффициент отражения, тем больше света отражается от объекта, и наоборот, чем меньше коэффициент отражения, тем в большей степени свет поглощается объектом или проходит сквозь него (если объект прозрачен для света). Кроме того, коэффициент отражения зависит от частоты электромагнитных колебаний фотонов.

Поверхность объекта может быть зеркальной (оптически гладкая поверхность) или шероховатой (диффузно отражающая поверхность).

Зеркальные поверхности характеризуются направленным (зеркальным) отражением света, когда угол падения света на поверхность объекта равен углу его отражения.

Диффузно отражающая поверхность объекта отражает свет во всех направлениях.

Многие поверхности объектов (например, лакированная мебель) обладают зеркально-диффузным отражением, при котором часть света отражается по закону зеркального отражения, а оставшая часть света — во всех возможных направлениях.

Отражённый от каждого объекта свет попадает на другие объекты или на другие части этого же объекта. В результате изменяется освещённость других объектов. Кроме того, на объектах могут возникнуть световые блики, обусловленные зеркальной компонентой индикатрисы рассеяния света (индикатриса рассеяния это угловое распределение интенсивности отражённого света), рефлексы (отсветы, попадающие на соседние объекты от отражающих свет поверхностей) и авторефлексы (многократные отражения света в складках и углублениях на поверхности объекта). Таким образом, на любой участок любого объекта приходит прямой свет от источников света и отражённый свет от других объектов и других участков этого же объекта. Поэтому освещённость любого участка любого объекта складывается из света, приходящего к нему со всех сторон, и только часть падающего света отражается от объектов.

Движение каждого фотона будет продолжаться до тех пор, пока фотон не поглотится каким-либо веществом. Такова судьба всех фотонов — через какое-то время они все будут поглощены тем или иным веществом. Но источники света непрерывно излучают громадное количество новых фотонов, которые заполняют всё пространство и летят во всевозможных направлениях из-за отражений от объектов, на которые они попадают. В результате через любую точку пространства пролетают многочисленные фотоны двигающиеся в разных направлениях.

Таким образом, отражённый от объектов свет несёт некоторую информацию о результатах его взаимодействия с объектами, точнее об отражательных свойствах объектов, и больше никакой информации.

3. ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

Оптическая система глаза формирует оптическое изображение объектов окружающего человека мира на сетчатке, точнее, на слое светочувствительных клеток — фоторецепторов. Оптическая система глаза состоит из роговицы, передней камеры глаза, заполненной прозрачной жидкостью, хрусталика и стекловидного тела. Свет внутрь глаза проходит через зрачок — отверстие в радужной оболочке, диаметр которого при обычном дневном освещении у взрослого человека составляет около 3,3 мм и может изменяться от 1,5 мм до 9–11 мм [9, 11].

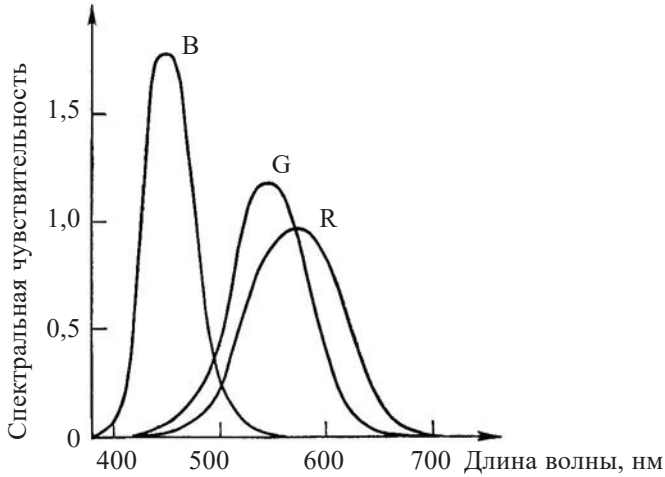


Рис. 1. Спектральные характеристики колбочковых фоторецепторов нормального глаза человека (данные Е. Н. Юостовой (1993) по [11]):
 R — красновосприимчивые (длинноволновые) колбочки, способные поглотить фотоны с длиной волны от 470 нм до 700 нм;
 G — зеленовосприимчивые (средневолновые) колбочки, способные поглотить фотоны с длиной волны от 450 нм до 650 нм);
 В — синевосприимчивые (коротковолновые) колбочки, способные поглотить фотоны с длиной волны от 380 нм до 510 нм

В сетчатке глаза присутствуют фоторецепторы двух типов — палочки и колбочки.

Палочки характеризуются большей, чем у колбочек, светочувствительностью и способностью поглощать любые фотоны, относящиеся ко всему видимому диапазону света, поэтому палочки определяют зрение человека при низкой освещенности, например, в сумерки и ночью.

Колбочки гораздо менее чувствительны к свету, они составляют зрительный аппарат дневного зрения. Колбочки подразделяются на три типа в зависимости от содержащегося в них зрительного пигмента. Пигмент в колбочке способен поглощать фотоны в пределах ограниченного диапазона частот видимого света. Поскольку частоты однозначно связаны с длинами волн, то спектральные чувствительности колбочек удобно рассматривать зависящими от длины волны света (рис. 1).

Плотность расположения колбочек максимальна, а их размеры минимальны, в области сетчатки, называемой фовеола. К перифе-

рии сетчатки плотность колбочек уменьшается, а их размеры увеличиваются. Фовеола смещена относительно точки пересечения сетчатки оптической осью оптической системы глаза в среднем на угол $2-3^\circ$, но не более 5° [9]. Поэтому наиболее резкое восприятие объекта будет тогда, когда его оптическое изображение будет совмещено с фовеолой. Именно поэтому человек непрерывно поворачивает глаза, голову и тело, чтобы направить зрительную ось (направление от центра фовеолы в сторону объекта, на который направлен взор человека) на рассматриваемый в данный момент времени объект или его часть [12].

В зависимости от удалённости рассматриваемого объекта глазные мышцы выполняют вергенцию зрительных осей глаз, совмещая в обоих глазах изображения рассматриваемого объекта с фовеолами, а цилиарные мышцы растягивают или сжимают хрусталики, тем самым изменяя фокусное расстояние оптических систем глаз, что обеспечивает совмещение оптических изображений рассматриваемых объектов с поверхностью фоторецепторов при разных расстояниях глаз от рассматриваемых объектов. Благодаря этому рассматриваемые объекты всегда воспринимаются резко, независимо от их удаления.

Поле зрения одного глаза (область пространства, в пределах которой человек может видеть объекты при неподвижной голове и фиксации взора на объекте, находящемся прямо перед ним) составляет около 150° по горизонтали и около 120° по вертикали [9]. Поле зрения при рассматривании двумя глазами по горизонтали увеличивается почти до 180° . Часто полезно учитывать способность глазодвигательной системы поворачивать глаза, которая характеризуется полем взора. Угол поля взора у взрослого человека составляет до 95° по горизонтали и до 90° по вертикали [9].

4. ПСИХИЧЕСКАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Оптическая система глаза формирует оптические изображения объектов, а аккомодационная система глаза совмещает эти оптические изображения с фоторецепторами, поглощающими фотоны, в результате чего фоторецепторы вырабатывают нервные импульсы. Однако это вовсе не означает, что мозг воспринимает изображения объектов и работает с изображениями. Если бы процесс передачи и хранения информации в мозге был построен на изображениях,

то учитывая, что зрение человека может зарегистрировать изменения во времени, частота которых не превышает 43 Гц (критическая частота слияния мельканий равна 43 Гц [8]), приходим к выводу, что память, например, 20-летнего человека должна хранить около $8 \cdot 10^{18}$ единиц зрительной информации, сопоставление которой с видимыми в каждый новый момент времени объектами длилось бы дольше возраста человека. А это невозможно, так как при такой длительности обработки зрительной информации человек не смог бы существовать. Человек существует поскольку он мгновенно (в его восприятии времени) узнаёт объекты или определяет, что какой-то объект ему незнаком. Кроме того, для мозга неразрешимой была бы задача: а как выявить, что это один и тот же объект, если его изображения на сетчатке будут иметь разные размеры при разном расстоянии человека от объекта, разную форму при разных ракурсах рассмотрения объекта и выглядеть по-разному, в зависимости от того, с какой стороны человек на него смотрит?

Для сокращения объёма воспринимаемой зрительной информации природа выработала такой механизм зрительного восприятия, при котором основная, наиболее важная информация поступает из фовеолы и ближайшей к ней области сетчатки, а периферийная зона сетчатки скорее служит для поддержания представления об окружении объекта, на который в данный момент направлен взор, и реагирует не столько на объекты, сколько на возникновение изменений в их движении, реагирует путём изменения направления взора, чтобы рассмотреть происходящие изменения.

Основным фактором зрения является то, что мозг не работает с изображениями объектов, мозг выделяет ключевые признаки изображений объектов и оперирует наборами ключевых признаков, что и подтверждают современные научные представления о работе зрительного аппарата человека (см., например, [10]). К ключевым признакам на начальном этапе обработки изображений относятся:

- контуры участков с одинаковой яркостью и спектральным составом в изображениях объектов;
- светлые участки на тёмном фоне и тёмные участки на светлом фоне;
- участки, которые освещены светом иного спектрального состава по сравнению со спектром света окружающих их участков и т. д.

Выявление ключевых признаков начинается уже в сетчатке глаза [10], именно поэтому сетчатку, расположенную в глазу, по выполняемым ею функциям относят к части мозга.

Одним из подтверждений уменьшения количества зрительной информации путём выделения из неё ключевых признаков является, например, тот факт, что число палочек в сетчатке глаза у взрослого человека по разным источникам составляет от 78 до 125 млн, а число колбочек — от 4,1 до 6,5 млн, в то время как число волокон в зрительном нерве, выходящем из глазного яблока и идущем в головной мозг, составляет всего около 1,2 млн [9]. Очевидно, что если бы в головной мозг передавались полностью изображения, а не ключевые признаки, то потеря 99% зрительной информации в глазу оказалась бы катастрофической для возможности восприятия человеком объектов.

После выявления на начальном уровне ключевых признаков отдельных участков изображений на следующем уровне происходит:

— поиск ассоциативных связей между отдельными участками и объединение их во взаимосвязанные группы, относящиеся к одному и тому же объекту, в результате формируются ключевые признаки объектов в их целостности;

— соединение зрительных ключевых признаков объектов с ключевыми признаками этих же объектов, получаемым после обработки мозгом информации от других органов чувств;

— сопоставление итоговых ключевых признаков с ключевыми признаками, хранящимися в памяти, полученными от восприятия аналогичных объектов ранее за время жизни человека.

Таким образом, мозг создаёт образы объектов, основываясь на хранящейся в памяти человека информации об объектах, ранее им видимых, и выдаёт сформированные образы объектов в сознание человека. Передаваемая мозгом в сознание совокупность всех образов и есть психологическая виртуальная реальность, т. е. субъективное представление человека об окружающих его объектах. Это субъективное представление человек, естественно, переносит на сами объекты, полагая, что объекты именно таковы, каковы их образы в его сознании. При этом мозг не сообщает сознанию, как и на основании чего он сконструировал эти образы. Более того, мозг часто ошибается, но постоянно себя подправляет, если получает новую зрительную информацию об объектах.



Рис. 2. Фотография облака



Рис. 3. Рисунок А. А. Асанова «Небесный человек» по фотографии облака

В ошибках зрительного восприятия заключается причина существования оптических иллюзий, способность видеть то, чего нет на самом деле. В качестве примера на рис. 2 приведена фотография облаков и струящегося вокруг них света. Глядя на фотографию, зритель может увидеть в облаке что-то другое, связанное с тем, что он видел раньше в своей жизни, или сконструировать (воображение, фантазия) представление о чём-то, чего на фотографии нет. Например, художник Анатолий Алексеевич Асанов увидел в этом облаке небесного человека (рис. 3). Каждый человек может увидеть что-то своё, а кто-то ничего не увидит, кроме облаков. Более того, один и тот же человек может увидеть в разное время разное, в зависимости от его настроения, настроя, самочувствия и т. д.

Память позволяет не только создавать образы объектов, но и поддерживать представление человека обо всём, что его окружает. Действительно, область максимально резкого видения составляет всего несколько угловых градусов, а поле зрения одного глаза не превышает 150° , но в любой момент времени человек знает, что находится не только перед ним, но и сбоку, и за его спиной, особен-

но, когда эти объекты неподвижны, т. е. в своём сознании человек «видит» во всём пространстве в 360° . Конечно, это «видение» не позволяет замечать перемещения объектов, не попадающих в поле зрения, но при повороте головы и/или туловища человек изменяет направление взора и в результате подтверждает или корректирует виртуальные психические образы объектов, которые до поворота не попадали в его поле зрения, но которые он видел до того, как они пропали из его поля зрения. Помогают ориентироваться и другие органы чувств. Например, если сзади раздастся шум, вызываемый движением какого-либо объекта, то человек повернётся, чтобы уточнить из-за чего возник этот шум.

Отметим ещё два аспекта зрительного восприятия, важных для нашего анализа.

1. Скорость движения фотонов настолько велика, что, например, в воздухе 1 метр они пролетают за несколько наносекунд (за $3,3 \cdot 10^{-9}$ секунды). Зрение же человека может зарегистрировать только такие изменения во времени, которые происходят не быстрее, чем за 0,02 секунды, но фотоны за это время успевают пролететь более 6 000 километров! Поэтому в представлении человека световой поток от источников света это не отдельные многочисленные фотоны, а нечто непрерывное и неизменное, фиксируемое человеком только тогда, когда свет попадает в его глаза и поглощается фоторецепторами. Следовательно, свет обеспечивает неизменную освещённость всех наблюдаемых человеком объектов, если яркость источников света постоянна, и часто допустимо рассматривать свет не как поток многочисленных, но самостоятельных фотонов, а как некую световую субстанцию — световое поле.

2. Свет характеризуется спектральным составом электромагнитного излучения. Представление же о цвете формируются исключительно в сознании человека в зависимости от различий в реакциях трёх типов колбочек на падающий на них световой поток (см. рис. 1), которые и позволяют мозгу формировать многообразие цветов. Поэтому цвет — понятие субъективное, и представления о цвете у разных людей могут отличаться. Более того, цвет объектов в восприятии человека изменяется при изменении:

- яркости света, освещающего объекты;
- спектрального состава света, излучаемого источниками света;

— количества света, отражённого от других объектов и попадающего на рассматриваемый объект
и т. д.

5. ЗРИТЕЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Свет, формируемый в технологиях виртуальной реальности, попадая через зрачок в глаз, преобразуется оптической системой глаза в некоторые оптические изображения на сетчатке, которые обрабатываются мозгом точно так же, как если бы это были оптические изображения реальных объектов. В результате мозг создаёт и передаёт в сознание образы объектов, которых на самом деле в это время в этом месте пространства нет. Поэтому такие технологии создания световых полей называются технологиями виртуальной реальности. Примеры таких технологий уже были приведены в предыдущем разделе, где помещена фотография и рисунок облаков (см. рис. 2 и 3). Очевидно, что облаков на 64 странице книги нет, но читатель видит эти облака.

К технологиям виртуальной реальности относятся: скульптура, рисунок, картина, фотография, демонстрация кинофильма, видеофильма и т. д. В большинстве этих технологий виртуальная реальность занимает часть пространства и окружена реальными объектами (например, в кинотеатре зритель видит не только киноизображение на экране, но и других зрителей, кресла и т. д.), поэтому такие технологии правильнее называть технологиями дополненной реальности. Зритель остаётся в реальном мире и как бы заглядывает из реального мира в виртуальный мир через некоторое окно — границы изображения.

Существуют технологии, при которых человек не видит реальных объектов, а видит только изображения. Это, например, CAVE-системы и так называемые «очки/шлемы виртуальной реальности». В этом случае можно говорить об иммерсивном погружении человека в его зрительном восприятии в виртуальную реальность. Но полное погружение человека в виртуальную реальность будет только тогда, когда все органы чувств, а не только зрение, будут передавать в мозг согласованную информацию.

Зрение человека работает одинаково и в реальном мире, и в виртуальной реальности. А требования к световым полям, созда-

ваемым с помощью технологий виртуальной реальности, определяются с учётом свойств света и оптических характеристик глаза.

Возможно погружение человека в виртуальную реальность через воздействие не на его органы чувств, а непосредственно на нервную систему или на структуры головного мозга. Такие технологии в настоящее время только исследуются, и этика их применения [6, 7] пока не стала общепринятой. Результат применения подобных технологий аналогичен галлюцинациям, сновидениям, изменённому состоянию сознания и т. д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зрительное восприятие и обработка мозгом зрительной информации не зависит от того, какой свет попал в глаз: излучаемый или отражаемый реальными объектами или их изображениями, созданными с помощью технологий виртуальной реальности.

Человек увидит разницу между реальными и виртуальными объектами, если его мозг стабильно будет обнаруживать различия в ключевых признаках объектов и созданных человеком изображений объектов. В этом случае реальные и виртуальные объекты в восприятии человека не будут идентичными.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Апенко М. И., Араев И. П., Афанасьев В. А.* и др. Оптические приборы в машиностроении. Справочник. Москва : Машиностроение, 1974. 238 с.

2. *Величковский Б. М.* Восприятие [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/vospriatie-a1adfc> (дата обращения: 10.03.2022).

3. *Гагарин А. П.* Свет // Большая советская энциклопедия. 1976. Том 23. С. 61. Ст. 170.

4. *Овсянникова Е. А.* Основы психологии. [Электронный ресурс] URL: <https://psy.wikireading.ru/23994> (дата обращения: 10.03.2022).

5. *Поль Р. В.* Оптика и атомная физика. Москва : Наука, 1966. 552 с.

6. *Пронин М. А., Раев О. Н.* Регулирование технологий виртуальной реальности: к первому российскому кодексу этического поведения [Электронный ресурс] // Горизонты гуманитарного зна-

ния. 2018. № 5. С. 109–124. URL: <http://journals.mosgu.ru/ggz/issue/view/876>. DOI: 10.17805/ggz.2018.5.9.

7. *Пронин М. А., Раев О. Н.* Этическое сопровождение разработок и применения технологий виртуальной реальности в России: первые шаги // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: XI Международная научно-практическая конференция, Москва, 18–19 апреля 2019 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ИПП «КУНА», 2019. С. 11–28.

8. *Роженцов В. В.* Точность измерения критической частоты световых мельканий // Офтальмология. 2013. Том 10. № 1. С. 47–49.

9. *Рожкова Г. И., Матвеев С. Г.* Зрение детей: проблемы оценки и функциональной корреляции. Москва : Наука, 2007. 315 с.

10. *Хьюбел Д.* Глаз, мозг, зрение / пер. с англ. Москва : Мир, 1990. 239 с.

11. *Шамшинова А. М., Волков В. В.* Функциональные методы исследования в офтальмологии. Москва : Медицина, 2004. 432 с.

12. *Ярбус А. Л.* Роль движений глаз в процессе зрения. Москва : Наука, 1965. 166 с.

Oleg N. Raev

VISUAL PERCEPTION IN THE REAL WORLD AND IN VIRTUAL REALITY

Oleg N. Raev, PhD (Engineering), assistant professor

E-mail: ncenter@list.ru

Leonov University of Technology,

Sergiev Posad branch of the All-Russian State University

of Cinematography named after S. A. Gerasimov

Light reflected by different objects differs not only in quantity but also in spectral composition. Therefore, optical images of objects on the retina are characterized by different illumination and light spectrum. Because of this, the brain in the optical images on the retina distinguishes areas belonging to images of different objects. By identifying the key features of these areas and comparing them with the key features stored in memory, the brain forms images of objects and transmits these images to the consciousness.

A person will not see the difference between real and virtual objects unless his brain steadily detects the difference in their key features.

Key words: light, vision, virtual reality, augmented reality, mental virtual reality.

REFERENCES

1. Apenko M. I., Araev I. P., Afanas'ev V. A. i dr. Opticheskie pribory v mashinostroenii. Spravochnik. Moscow : Mashinostroenie, 1974. 238 p.
2. Velichkovskii B. M. Vospriyatie [Elektronnyi resurs] // Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya. URL: <https://bigenc.ru/c/vospriiatie-a1adfc> (data obrashcheniya: 10.03.2022).
3. Gagarin A. P. Svet // Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya. 1976. T. 23. P. 61. St. 170.
4. Ovsyannikova E. A. Osnovy psikhologii. [Elektronnyi resurs] URL: <https://psy.wikireading.ru/23994> (data obrashcheniya: 10.03.2022).
5. Pol' R. V. Optika i atomnaya fizika. Moscow : Nauka, 1966. 552 p.
6. Pronin M. A., Raev O. N. Regulirovanie tekhnologii virtual'noi real'nosti: k pervomu rossiiskomu kodeksu eticheskogo povedeniya [Elektronnyi resurs] // Gorizonty gumanitarnogo znaniya. 2018. No 5. P. 109–124. URL: <http://journals.mosgu.ru/ggz/issue/view/876>. DOI: 10.17805/ggz.2018.5.9.
7. Pronin M. A., Raev O. N. Eticheskoe soprovozhdenie razrabotok i primeneniya tekhnologii virtual'noi real'nosti v Rossii: pervye shagi // Zapis' i vosproizvedenie ob"emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh: XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 18–19 April 2019: Materialy i doklady / pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : IPP "KUNA", 2019. P. 11–28.
8. Rozhentsov V. V. Tochnost' izmereniya kriticheskoi chastoty svetovykh mel'kaniy // Oftal'mologiya. 2013. T. 10. No 1. P. 47–49.
9. Rozhkova G. I., Matveev S. G. Zrenie detei: problemy otsenki i funktsional'noi korrelyatsii. Moscow : Nauka, 2007. 315 p.
10. Kh'yubel D. Glaz, mozg, zrenie / per. s angl. Moscow : Mir, 1990. 239 p.
11. Shamshinova A. M., Volkov V. V. Funktsional'nye metody issledovaniya v oftal'mologii. Moscow : Meditsina, 2004. 432 p.
12. Yarbus A. L. Rol' dvizhenii glaz v protsesse zreniya. Moscow : Nauka, 1965. 166 p.

УДК 621.865.8

ББК 32.816

Андреев В. П.

ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ЗРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Андреев Виктор Павлович, доктор технических наук, профессор
E-mail: andreevvipa@yandex.ru

Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН», Международный институт новых образовательных
технологий РГГУ

В настоящей статье не предполагается подробное рассмотрение всех аспектов функционирования зрения человека с позиции современной науки. Основная задача автора состоит в определении возможности использования в системе технического зрения отдельных свойств зрения человека, выявленных известным советским учёным-физиологом А. Л. Ярбусом. На основе гипотез, выдвинутых А. Л. Ярбусом, формулируется ряд предложений относительно методов обработки информации в системах технического зрения.

Ключевые слова: система технического зрения, зрение человека, фотоматрица, разностный лапласиан, расфокусировка.

1. ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА И СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Радикальное отличие зрения человека от системы технического зрения заключается в способе получения, передачи и обработки видеoinформации. Зрение человека — это система параллельного

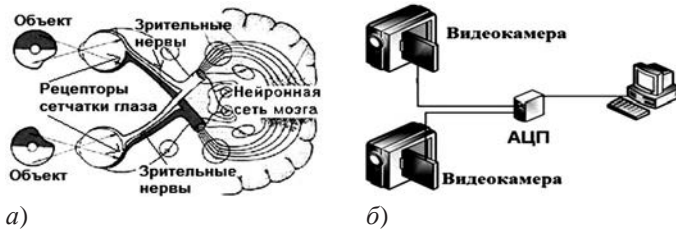


Рис. 1. Получение, передача и обработка видеоинформации: а) в системе зрения человека; б) в системе технического зрения

действия — аналоговая система получения, передачи и обработки зрительной информации (рис. 1, а). С помощью оптической системы двух глаз трёхмерное поле электромагнитного излучения (свет, отражённый от объектов окружающей среды) преобразуется в 2-мерную проекцию изображения на сетчатке глаза. От множества рецепторов сетчатки аналоговый сигнал одновременно по множеству каналов (зрительных нервов) поступает в нейронную сеть мозга, в которой параллельно через синаптические связи между нейронами происходит обработка информации — возникают ощущения.

Система технического зрения (СТЗ) — это система последовательного действия — цифровая система получения, передачи и обработки видеоинформации (рис. 1, б). С помощью оптической системы телекамер 3-мерное поле электромагнитного излучения преобразуется в 2-мерную проекцию окружающего пространства на поле фотоматрицы. В процессе последовательного считывания электрических сигналов со светочувствительных элементов фотоматрицы формируется одномерный поток аналоговых отсчётов (3-мерный RGB-поток для цветного изображения), которые последовательно преобразуются в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и последовательно передаются в память компьютера — числа заполняют ячейки памяти компьютера. В результате разрушается структура изображения (взаимосвязи между первичными элементами изображения — pixels). В компьютере последовательно происходит обработка полученной информации с целью восстановления этих взаимосвязей (согласно парадигме Марра [5]: растровое изображение => сегментация => символическое представление).

Скорость распространения нервного импульса в зрительном нерве невысока (порядка 100 м/с), но за счёт параллельности процессов ощущения (идентификация объектов в сцене) возникают быстро — за доли секунды. Последовательность процессов обработки сигналов в СТЗ приводит к зависимости времени реакции системы от скорости считывания данных с фотоматрицы (размера фотоматрицы и скорости кадровой развёртки), а также от сложности алгоритмов обработки изображений кадровой последовательности и производительности вычислительного устройства.

2. ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА И ФОТОАППАРАТ

Сравним формирование изображения в глазу человека и в фотоаппарате (видеокамере). На рис. 2 приведены упрощённые схематичные изображения разреза глаза человека и фотоаппарата.

Склера 1 глаза и непрозрачная камера 1 фотоаппарата служат для исключения попадания постороннего света на соответственно сетчатку 2 и фотоматрицу 2. Сетчатка глаза имеет форму сферы, а фотоматрица — плоская. Следовательно, проекция изображения объекта на сетчатке будет искажена, т. е., будет иметь место геометрическое несоответствие проекции форме объекта. В то же время, проекция изображения объекта на фотоматрице искажена не будет (за исключением влияния аберраций, вносимых оптикой объектива). Хрусталик 3 и роговица 4 глаза образуют объектив с теми же функциями, что и объектив 3 фотоаппарата. Однако организация фокусировки в фотоаппарате и в глазу человека различна — в фо-

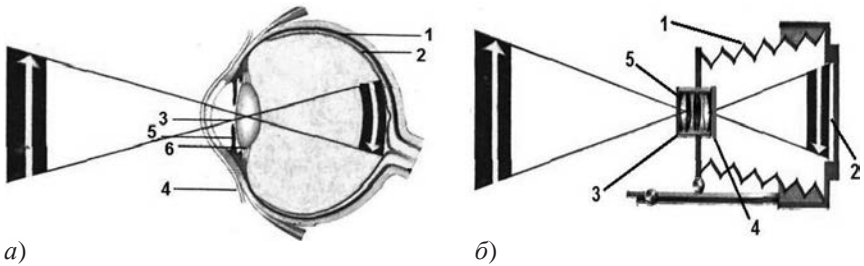


Рис. 2. Схема построения изображения

а) глазом человека: 1 — склера, 2 — сетчатка, 3 — хрусталик, 4 — роговица, 5 — радужная оболочка, 6 — цилиарная мышца;

б) фотоаппаратом: 1 — непрозрачная камера, 2 — фотоматрица, 3 — объектив, 4 — затвор, 5 — диафрагма

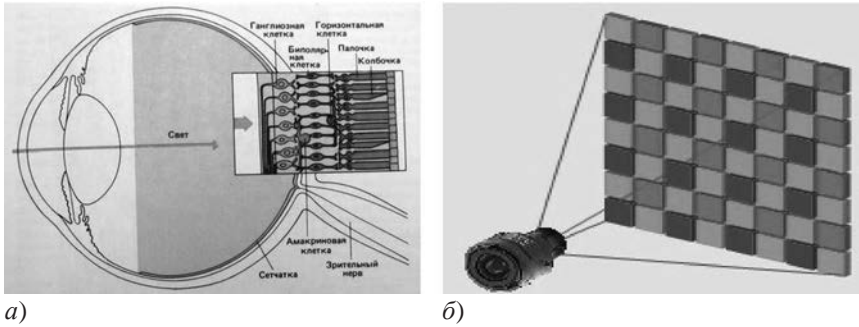


Рис. 3. Структура сетчатки глаза человека (а) и фотоматрицы (б)

тоаппарате фокусировка выполняется за счёт изменения расстояния между объективом и фотоматрицей, а в глазу человека — за счёт изменения кривизны хрусталика, которым управляет цилиарная мышца 6. Количество света, попадающего на фотоматрицу, регулируется диафрагмой 5, которая управляет диаметром относительного отверстия объектива, и механическим или электронным затвором 4, ограничивающим время накопления заряда элементами фотоматрицы. В глазу человека эта функция выполняется радужной оболочкой, с помощью которой изменяется диаметр зрачка, а также специальной обработкой сигналов на уровне сетчатки (латеральное торможение).

Имеется также различие в структуре сетчатки глаза и фотоматрицы (рис. 3).

Сетчатка глаза (рис. 3, а) состоит из 2-х типов рецепторов (чувствительных к свету элементов) — «палочек» и «колбочек», отличающихся друг от друга размерами, формой и функцией. Палочки реагируют только на величину попадающего на них света и обладают большей чувствительностью по сравнению с колбочками. Колбочек имеется 3 типа, каждый реагирует как на величину, так и на цвет падающего на них света — красный (R), зелёный (G) и синий (B). В фотоматрице же все светочувствительные элементы по размерам, форме и функции одинаковы, а выборочная чувствительность к цвету определяется использованием соответствующего светофильтра.

В фотоматрице светочувствительные элементы распределены равномерно в пределах прямоугольной поверхности (рис. 3, б), а на сетчатке рецепторы распределены неравномерно (рис. 4).

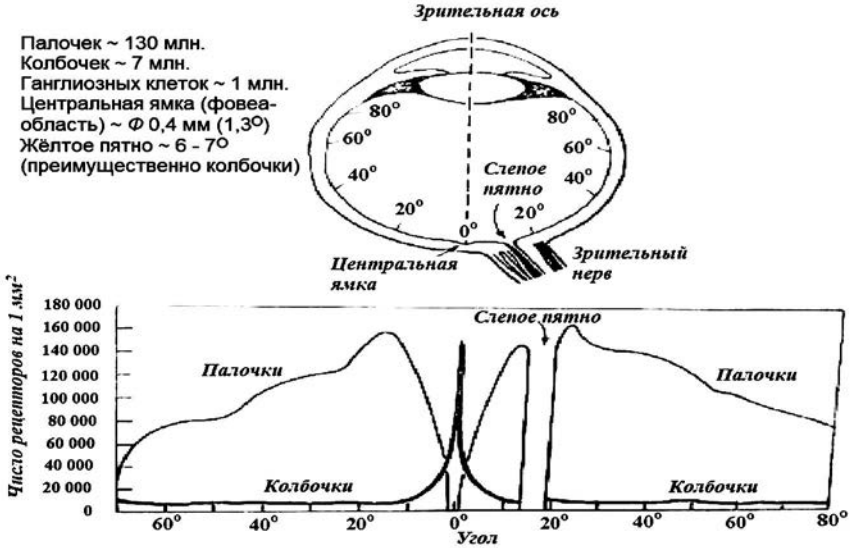


Рис. 4. Распределение рецепторов на сетчатке глаза человека

Наиболее плотно рецепторы располагаются в фовеальной области — области наибольшей разрешающей способности, где каждый рецептор соединён с отдельной биполярной клеткой. По мере удаления от центра сетчатки к периферии плотность биполярных клеток убывает быстрее, чем плотность рецепторов, и с одной биполярной клеткой соединяется несколько рецепторов, причём, чем дальше к периферии, тем больше. Такое строение сетчатки приводит к созданию наиболее чётких сетчаточных (retinal) изображений в фовеальной области, в которой отсутствуют палочки. Слепое пятно соответствует месту выхода из глазного яблока зрительного нерва, поэтому в данном месте сетчатки отсутствуют какие-либо рецепторы.

При падении освещённости до определённого уровня колбочки перестают работать из-за их невысокой чувствительности, и человек перестаёт различать цвета; отсюда поговорка — «Ночью все кошки серы». Тем не менее, за счёт включения в работу палочек достигается большой динамический диапазон светового восприятия человеком. Предполагается, что за счёт объединения палочек в группы (подключаемых к одной биполярной клетке) происходит обработка сигналов уже на уровне сетчатки — предположительно «усреднение» сигналов от этих рецепторов, что эквивалентно фильтрации шума и, тем самым, повышается чувствительность, но

за счёт снижения разрешающей способности. По мере удаления от фовеальной области размер таких групп увеличивается и, соответственно, улучшается фильтрация шума.

3. ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ЧЕЛОВЕКА, ПУСТОЕ ПОЛЕ, КОМЕТА

Рассмотрим ряд свойств зрения человека, выявленных известным советским учёным-физиологом А. Л. Ярбусом [6].

Движения глаз разделяются на две большие группы: макродвижения и микродвижения.

Макродвижения совершаются глазом в процессе слежения за объектом, движущимся в поле зрения, — это плавные движения и скачки. Задача макродвижений — приведение изображения движущегося объекта к статике (нахождения в фовеальной области).

В процессе макродвижений глаз постоянно совершает микродвижения — это дрейф, тремор и саккады. Эти движения обеспечивают постоянное изменение интенсивности света (и цвета), воздействующего на рецепторы. Микродвижения не ощущаются человеком, их по желанию остановить невозможно.

Дрейф — неупорядоченное и относительно медленное движение осей глаз (~6 угл. мин/с), при котором для каждого глаза изображение точки фиксации остаётся внутри фовеальной области. Дрейф для каждого глаза в любых ситуациях протекает независимо и всегда сопровождается тремором.

Тремор — высокочастотные и очень маленькие по амплитуде колебательные движения осей глаз (30÷90 Гц).

Саккады — маленькие произвольные скачки. Обычно возникают в условиях, когда вследствие дрейфа изображение точки фиксации слишком удаляется от центра фовеальной области или когда продолжительность фиксации взора становится больше некоторого отрезка времени (0,3÷0,5 с). Скачки обоих глаз совпадают по времени, величине и направлению.

Эффект образования пустого поля. Если рассматриваемый объект закреплён на глазном яблоке (например, с помощью присоски), то его проекция на сетчатке будет неподвижна (рис. 5, *а*). Таким образом устраняется действие дрейфа на сетчаточную проекцию. Спустя 1÷2 секунды после установки присоски на глаз, наблюдатель постепенно перестаёт видеть объект (рис. 5, *б*), фор-



Рис. 5 Эффект образования пустого поля (компьютерная модель)

мируется однородный серый фон — так называемое пустое поле (рис. 5, в).

Пустое поле не имеет собственного цвета — чёрный цвет соответствует сигналу об отсутствии цвета, а пустое поле соответствует отсутствию сигнала.

Эффект образования “комет” (искусственный дрейф). После того, как рассматриваемый объект закреплён на глазном яблоке, возникает эффект образования пустого поля. Если после этого закреплённый на глазном яблоке объект начинает двигаться, то испытуемый начинает видеть, но не сам объект, а так называемые «кометы» (рис. 6), которые исчезают при остановке объекта. Затухание хвоста кометы при движении примерно равно времени образования пустого поля.



Рис. 6. Эффект образования «комет» (компьютерная модель)

Следовательно, искусственный дрейф, в отличие от естественного, замечен испытуемому, но он видит не сам движущийся объект, а движущиеся «кометы» по краям объекта.

Искусственный дрейф, в отличие от естественного, не восстанавливает первоначального изображения — наблюдатель видит не сам светлый прямоугольник, а только «хвосты» от движущихся границ.

Критическая частота слияния мельканий. Наличие зрительной инерции в виде последовательного образа позволяет глазу воспринимать мигающий источник света как непрерывно светящийся, если частота мельканий превышает определённый уровень. Наименьшая частота, необходимая для этого, называется критической частотой слияния мельканий (КЧСМ). При малой частоте

мельканий человек видит серию отдельных вспышек света, с увеличением частоты мельканий появляется ощущение мерцания, и, наконец, при частоте мельканий, превышающей КЧСМ наступает видение непрерывного равномерного свечения. КЧСМ для центральной зоны сетчатки выше, чем для периферии, и составляет соответственно $40 \div 55$ Гц и $35 \div 40$ Гц.

Закон Ферри-Портера:

$$n = a \lg I + b,$$

где n — критическая частота слияния мельканий (Гц); I — яркость стимула ($\text{кд}/\text{м}^2$); a , b — коэффициенты, зависящие от индивидуальных свойств испытуемого.

Требования, определяемые КЧСМ, учитываются как в кинематографе, так и в телевидении. Стандартная кадровая частота в кинематографе составляет 24 кадра/с. Для исключения заметности мельканий используют обтюратор, с помощью которого один и тот же кадр показывают 2 или 3 раза, увеличивая тем самым частоту мелькания до 48 Гц или 72 Гц соответственно. В телевидении стандартная кадровая частота составляет 25 кадров/с. Для исключения заметности мельканий используют чересстрочную развёртку: вместо одного кадра продолжительностью 40 мс за это же время показывают 2 полукадра — сначала полукадр с нечётными строками за первые 20 мс, а затем — полукадр с чётными строками за остальные 20 мс; в результате получают 50 полукадров/с (в современном цифровом телевидении используют прогрессивную развёртку с существенно большей частотой смены кадров и специальной обработкой изображений для учёта динамики в кадре).

На основании разнообразных опытов со стабилизацией сетчаточного изображения А. Л. Ярбус сделал вывод, что в целом глаз человека работает как дифференциальный анализатор. Своеобразие заполнения пустых полей указывает на вид контурного сигнала — он должен быть похож на лапласиан. Для дискретного изображения, формируемого фотоматрицей, разностный лапласиан $L_{i,j}$ для i, j -го элемента фотоматрицы на фрагменте 3×3 вычисляется по формуле

$$L_{i,j} = E_{i,j} - \frac{1}{8} \sum_{k,l \neq i,j} E_{k,l}, \quad (1)$$

где $E_{k,l}$ — значение сигнала, считанного с (k, l) -го элемента фотоматрицы.

Движение глаз при рассматривании. В процессе анализа записи движения глаз при рассматривании различных объектов испытуемыми А. Л. Ярбус заметил, что путь движения взора образует

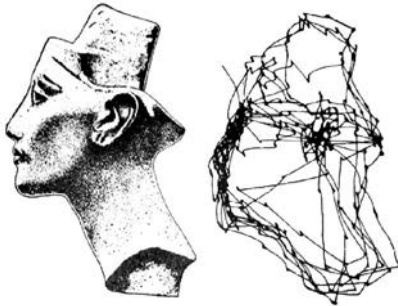


Рис. 7. Запись движения глаз при рассматривании объекта

довольно правильные циклы — глаз «сканирует» фовеальной областью участки с резким перепадом яркости, а не пересекает фигуру в различных случайных направлениях. Проекция остальных участков изображения оказывается на периферии сетчатки (рис. 7). Поэтому, согласно Ярбусу, обработка сигнала схематично может выглядеть так:

— сначала выделяется контурный сигнал, соответствующий краям объектов на изображении, для чего используется движение сетчаточной проекции вследствие дрейфа зрительных осей глаз;

— затем происходит заполнение пустых полей, которое можно представить как интегрирование по пространству.

4. ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ЗРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Анализ опытов, проведённых А. Л. Ярбусом, позволяет сформулировать ряд вопросов, ответы на которые составляют научную проблему, а именно:

— Почему при неоднородном строении и почти сферической форме сетчатки глаза человека мы видим пространство неискажённым?

— Почему человеческий глаз не сканирует сцену, а рассматривает её посредством фиксации взора на неких информативных точках, и как определяются эти информативные точки?

— Почему глаз человека видит только, если он движется?

— Почему при стольких движениях глаз в зрительной системе человека воспринимаемое изображение ощущается стабильным?

— Природа не может создавать абсолютно одинаковые биологические объекты. Тогда почему при неодинаковых по параметрам колбочках и палочках мы не замечаем этот дефект?

5. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОЙСТВ ЗРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

В большинстве случаев функция преобразования излучения в электрический сигнал фотодатчика может быть описана следующей линейной моделью [2]:

$$U = S_u \Phi_T + V, \quad (2)$$

где S_u — эффективная вольт-ваттная чувствительность фотодатчика ($0 < S_u \leq 1$); V — эффективное темновое напряжение фотодатчика ($V \geq 0$); Φ_T — поток ИК-излучения при температуре T сцены ($\Phi_T \geq 0$).

Геометрическим шумом принято называть неравномерность видеосигнала многоэлементного приёмника излучения, вызванная несоответствием выходного сигнала U потоку излучения Φ_T , которая возникает вследствие разброса значений чувствительности $\{S_u\}$ и значений темновой составляющей $\{V\}$ фотоэлементов. В результате за геометрическим шумом на изображении могут «теряться» объекты.

Технология изготовления фотоматриц не позволяет обеспечить одинаковость параметров светочувствительных элементов фотоматриц, что приводит к образованию «ложных» контуров (перепадов значений сигналов от смежных фотоэлементов матрицы при одинаковой яркости падающего на них света) на изображениях, полученных с помощью многоэлементных фотоприёмников. Природа также не может создавать абсолютно одинаковые системы. Можно предположить, что фоторецепторы глаза человека также не обладают одинаковыми параметрами.

Гипотеза: дрейфовые движения глаз человека позволяют бороться с влиянием геометрического шума.

Анализ модели зрительной системы человека [3, 4] приводит к следующему способу борьбы с разбросом параметров матричных фотоприёмников. Обработку видеосигнала можно организовать аналогично той, которая предположительно используется в зрительной системе человека, когда выделение контуров происходит за счёт использования дрейфа зрительных осей глаз. Существенным для устранения геометрического шума является способ пространственно-временного выделения контуров, заимствованный из модели зрительной системы человека и реализованный с помощью

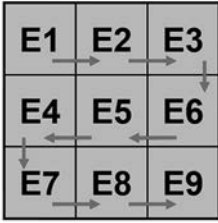


Рис. 8. Фрагмент изображения размером 3x3 пикселя (E_n — яркость)

искусственного дрейфа оптической проекции изображения на поле фотоматрицы и процессорной обработки [1].

Способ заключается в сдвигах оптического изображения относительно матричного фотоприёмника (микросканирование), преобразовании этого изображения в электрический сигнал при каждом сдвиге, запоминании цифровых отсчётов видеосигнала в памяти вычислительного устройства, выделении с помощью процессорной обработки высокочастотной и низкочастотной компонент полученного цифрового изображения и суммирования этих компонент в определённых пропорциях. В данном способе для выделения сигнала высокочастотной компоненты используются отсчёты сигналов от микрофрагмента входного оптического изображения (участка изображения, приходящегося на один элемент фотоматрицы) и микрофрагментов в его окрестности, которые считаны одним и тем же чувствительным элементом фотоматрицы.

В качестве высокочастотной компоненты оптического изображения будем использовать (согласно выводам А. Л. Ярбуса) разностный лапласиан (1), но полученный так называемым пространственно-временным способом, при котором каждый (i, j) -й элемент фотоматрицы в процессе организованного микросканирования изображения фотоматрицей совершает траекторию, приведённую на рис. 8 (показано стрелками). Тогда каждый фотоэлемент матрицы за 9 кадров «снимет» 9 отсчётов U_n яркости E_n на фрагменте (одним и тем же (i, j) -м фотоэлементом матрицы), по которым согласно (2) вычисляется разностный Лапласиан:

$$L_{i,j} = U_{i,j} - \frac{1}{8} \sum_{n \neq 5} U_n,$$

где $U_n = S_{i,j} \cdot E_n + V_{i,j}$.

Низкочастотная компонента — это среднее значение яркости, вычисленное по тому же фрагменту 3x3 (расфокусировка):

$$\bar{U}_{i,j} = \frac{1}{8} \sum_{n=1}^9 U_n. \tag{3}$$

Тогда

$$L_{i,j} = U_{i,j} - \bar{U}_{i,j} = S_{i,j} (E_{i,j} - \bar{E}_n^{i,j}).$$

В результате, в предлагаемом способе в выходном изображении на участках, соответствующих участкам с постоянным значением яркости во входном изображении, сигнал от высокочастотной компоненты изображения будет равен нулю вне зависимости от чувствительности S_{ij} и значения темнового тока V_{ij} чувствительного элемента фотоприёмника. Следовательно, высокочастотный геометрический шум, вызванный неоднородностью параметров элементов фотоматрицы, на этих участках будет отсутствовать. При данном способе на контурном изображении не образуются «ложные» контуры.

Контурное изображение в совокупности с граничными значениями, взятыми из исходного изображения, содержит всю информацию об исходном изображении. Поэтому в обратном преобразовании (из контурного изображения в исходное полутоновое) формально нет необходимости. Это действительно так, если СТЗ выполняет автоматический анализ изображения. Если же в системе присутствует человек-оператор, например, в системах с телеуправлением или супервизорным управлением, то решение задачи обратного преобразования становится необходимым.

Для решения данной задачи воспользуемся методом суммирования высокочастотных и низкочастотных компонент. Для этого представим разностный лапласиан в общем виде:

$$L_{i,j} = \bar{\Delta}E_{i,j}^{(0)} = E_{i,j}^{(0)} - AE_{i,j}^{(0)}, \quad (4)$$

где $E_{i,j}^{(0)}$ — яркость элемента исходного цифрового изображения, A — оператор однократной расфокусировки (3).

Изображение, расфокусированное на g шагов, получается последовательным применением оператора однократной расфокусировки A :

$$E_{i,j}^{(g)} = A \left[A \dots \left(AE_{i,j}^{(0)} \right) \right] = A^g E_{i,j}^{(0)}. \quad (5)$$

Таким образом, приходим к задаче восстановления исходного изображения по контурному (4) и расфокусированному (5) на $g-1$ шагов изображениям.

С этой целью будем вычислять сумму в разной степени расфокусированных контурных изображений:

$$M_{i,j}^{(g)} = \sum_{n=0}^{g-1} L_{i,j}^{(n)} = \sum_{n=0}^{g-1} A^n \left(E_{i,j}^{(0)} - AE_{i,j}^{(0)} \right) = E_{i,j}^{(0)} - A^g E_{i,j}^{(0)} \quad (6)$$

и суммировать полученный результат с расфокусированным изображением

$$M_{i,j}^{(g)} + E_{i,j}^{(g)} = E_{i,j}^{(0)} - A^g E_{i,j}^{(0)} + A^g E_{i,j}^{(0)} = E_{i,j}^{(0)}.$$

В результате получим восстановленное исходное изображение $E^{(0)}$. Точное восстановление при данном методе производится за $g-1$ шагов расфокусировки при нахождении $M_{i,j}^{(g)}$ по формуле (6). При этом высокочастотная компонента представляет собой разностный лапласиан, полученный пространственно-временным способом.

Результаты экспериментов. Для проведения экспериментальных исследований был создан специальный стенд, который состоял из тепловизора с заливной (жидкий азот) фотоматрицей формата 64×64 элемента, чувствительной в ИК-диапазоне ($\lambda = 2,6-3,0$ мкм), управляемого от ЭВМ 2-координатного пьезокерамического дефлектора (для организации микросканирования), 10-разрядного АЦП и ЭВМ для обработки отсчётов видеосигнала. В качестве объекта наблюдения была взята изготовленная из листового алюминия стрелка, нагретая до комнатной температуры ($\sim 20^\circ\text{C}$). Результаты приведены на рис. 9.

На рис. 9, *а* представлено цифровое изображение сцены, считанное ИК-фотоматрицей формата 64×64 (таких изображений получено 9 в процессе микросканирования). Видно, что объект из-за значительного геометрического шума практически не виден. На рис. 9, *б* представлено изображение, соответствующее высокочастотной компоненте, выделенной пространственно-временным

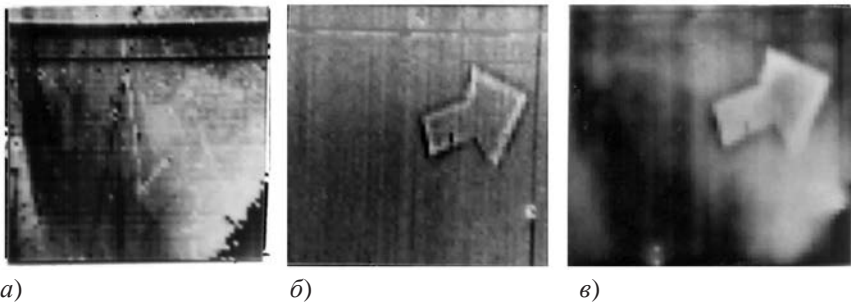


Рис. 9. Натурное моделирование искусственного дрейфа: *а* — оригинал, считанный реальной фотоматрицей; *б* — контурное изображение (разностный лапласиан); *в* — синтезированное изображение при 8-кратной расфокусировке

способом (разностный лапласиан). Поскольку сигнал высокочастотной компоненты изображения может принимать отрицательные значения, то для демонстрационных целей к нему добавляется постоянная составляющая. Видно, что геометрический шум практически не влияет на различимость объекта по высокочастотной составляющей. На рис. 9, в представлено синтезированное указанным выше способом полутоновое изображение. При получении сигнала низкочастотной компоненты применялось 8 шагов расфокусировки. Контурный сигнал расфокусировался соответственно на 7 шагов. Видно, что влияние геометрического шума подавляется настолько эффективно, что на синтезированном изображении объект заметен хорошо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано эффективное использование лишь двух свойств зрения человека — дифференциальный характер анализируемого видеосигнала (лапласиан) и дрейфовые движения глаз человека. Изучение возможности использования в системах технического зрения множества других известных свойств зрения человека позволит в перспективе создать более совершенные сенсорные системы для автономных робототехнических комплексов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Андреев В. П.* Разработка новых принципов построения информационно-измерительных систем технического зрения мобильных роботов / Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.11.16 информационно-измерительные и управляющие системы (промышленность). 2011.
2. *Болтарь К. О., Бовина Л. А., Сагинов Л. Д.* и др. Теплоvisor на основе «смотрящей» матрицы из $\text{Cd}_0,2\text{Hg}_{0,8}\text{Te}$ формата 128×128 // Прикладная физика. 1999. № 2. С. 50–54.
3. *Лебедев Д. Г.* Анализ работы сетчатки, выделяющей контурный сигнал // Биофизика. 1981. Т. 26. Вып. 5. С. 860–863.
4. *Лебедев Д. Г.* Моделирование некоторых функций зрения человека // Биофизика. 1980. Т. 25. Вып. 1. С. 153–158.
5. *Март Д.* Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов / пер. с англ. Москва : Радио и связь, 1987. 400 с.

6. Ярбус А. Л. Роль движений глаз в процессе зрения. Москва : Наука, 1965.

Victor P. Andreev

PROBLEMS AND EXPERIENCE OF USING THE HUMAN VISION PROPERTIES IN COMPUTER VISION

Victor P. Andreev, Doctor of Technical Sciences, professor

E-mail: andreevvipa@yandex.ru

Moscow State University of Technology “STANKIN”,

International Institute of New Educational Technologies, Russian State University for the Humanities

This article does not assume a detailed consideration of all aspects of the functioning of human vision from the perspective of modern science. The main task of the author is to determine the possibility of using in the computer vision some properties of human vision, identified by the famous Soviet physiologist A. L. Yarbus. Based on the hypotheses put forward by A. L. Yarbus, a number of proposals are formulated regarding methods of information processing in the computer vision.

Key words: computer vision, human vision, photomatrix, difference laplacian, defocusing.

REFERENCES

1. Andreev V. P. Razrabotka novykh printsipov postroeniya informatsionno-izmeritel'nykh sistem tekhnicheskogo zreniya mobil'nykh robotov / Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk po spetsial'nosti 05.11.16 informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy (promyshlennost'). 2011.

2. Boltar' K. O., Bovina L. A., Saginov L. D. i dr. Teplovizor na osnove “smotryashchei” matritsy iz Cd_{0,2}Ng_{0,8}Te formata 128×128 // Prikladnaya fizika. 1999. No 2. P. 50–54.

3. Lebedev D. G. Analiz raboty setchatki, vydelyayushchei konturnyi signal // Biofizika. 1981. T. 26. Vol. 5. P. 860–863.

4. Lebedev D. G. Modelirovanie nekotorykh funktsii zreniya cheloveka // Biofizika. 1980. T. 25. Vol. 1. P. 153–158.

5. Marr D. Zrenie. Informatsionnyi podkhod k izucheniyu predstavleniya i obrabotki zritel'nykh obrazov / per. s angl. Moscow : Radio i svyaz', 1987. 400 p.

6. Yarbus A. L. Rol' dvizhenii glaz v protsesse zreniya. Moscow : Nauka, 1965.

Часть II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ

УДК 681.5
ББК 32.965

Пряничников В. Е.

РАЗРАБОТКА ДИСТАНЦИОННЫХ СЕНСОРНО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СВЁРТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Пряничников Валентин Евгеньевич, доктор технических наук
E-mail: v.e.pr@yandex.ru

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН
Международная лаборатория «Интеллектуальной роботоники»
МИНОТ РГГУ

При создании мобильных сервисных роботов возникает закономерная проблема использования разработок программного обеспечения от различных авторов для интеллектуализации, обработки сенсорных потоков и управления. Поскольку ещё и конфигурация аппаратно-программных средств и конструкции роботов отличаются большим разнообразием, то одной из главных задач становится разработка интеграционного программного обеспечения и средств тестирования отдельных объединяемых пакетов и устройств. Центральным вопросом получения сенсорной информации для использования в контуре обратных связей является обработка матричных данных — 2D/3D-изображений, причём в жёстких ограничениях реального масштаба времени, обеспечивающая управление сервисными роботами. Построение свёрток изображений, экстраполяция и интерполяция результатов обработки таких усечённых образов для использования в контуре обратных связей строится с учётом задержек на вычисления и согласовывается с частотами формирования управляющих сигналов.

Ключевые слова: сервисные и охранные роботы АМУР-307, технология быстрого прототипирования и тиражирования, преобразования изображений при построении обратных связей.

ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В последнее время интенсивно развивается производство и разработка мобильных сервисных роботов и робототехнических комплексов (МСР), занимающих всё большую долю в общем количестве применяемых роботов. Для МСР проблемы дистанционного сенсорного взаимодействия с объектами внешней среды выходят на первый план, особенно в связи с необходимостью наращивания «интеллектуальных» способностей их систем управления (СУ). Уточним используемые термины в соответствии с принятыми стандартами [ГОСТ Р 60.0.0.4-2022, статьи 2.14, 3.7, 4.16, аналог стандарта ISO]:

— Робототехнический комплекс (РТК, robot system) состоит из одного или нескольких роботов, их рабочих органов и любых механизмов, оборудования, приборов или датчиков, обеспечивающих выполнение роботом функционального назначения (задания).

— Сервисные роботы (service robot) или РТК предназначены для персонального или профессионального использования, которые выполняют задания для людей или оборудования, включая перемещение или обслуживание объектов, транспортировку, физическую поддержку, предоставление руководств или информации, уход, уборку и т. п.

— РТК могут включать мобильную платформу, позволяющую следовать по предварительно заданному маршруту, указанному маркерами или внешними командами управления, в том числе для решения логистических задач в промышленной автоматизации.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ

Рассмотрим наши подходы к решению некоторых проблем интеллектуализации СУ МСР, опираясь на результаты следующих разработок по проекту «Интеллектуальная роботроника»:

1. Гусеничный МСР (имеет вес до 20 кг, включая манипулятор и средства наблюдения) для охранных и транспортных применений в госпиталях, офисах, на придомовых территориях.

2. Транспортные промышленные роботы (вес до 2000 кг) и комплект автоматики для управления цехом по технологии «Индустрия 4.0» и с обработкой Big-Data.

3. Подводный шагающий робототехнический комплекс (вес до 200 кг), в том числе для гуманитарного разминирования в прибойной зоне.

Несмотря на кардинальную разницу в весе МСР и в операционной внешней среде, интеллектуализация их СУ потребовала реализации сходных алгоритмов сенсорного обеспечения [1–16, 21–23] на основе некой комбинации датчиков (лидар, ультразвуковые датчики, одометры, телевизионная камера, ИК-сенсоры). Перечислим разработанные и адаптированные алгоритмы:

- комплексирование SLAM-решений по лидару и УЗВ-сенсорам;
- навигация и манипулирование предметами по маркерам;
- синтез и анализ речевых коммуникаций; ограниченное распознавание и идентификация лиц;
- обеспечение безопасности с огибанием динамических препятствий.

Используемые датчики относятся к дистанционным сенсорам (за исключением одометров), в которых среда распространения сигналов вносит существенные искажения и задержки. Для компенсации искажений разрабатывались математические модели ультразвуковой локации, цифровые двойники, на которых обкатывались алгоритмы и проводилось обучение студентов и даже школьников в Международном институте новых образовательных технологий РГГУ [1, 3].

Интервалы времени получения данных от используемых сенсоров следующие: круговое сканирование лидара происходит не менее чем за 100 мс; время получения одного изображения от ТВ-камеры — 40 мс, для сонара — 140 мс ($4R/c$ при скорости распространения звука $c = 0,3$ м/мс и максимальной измеряемой дальности $R = 10$ м), для ИК-сенсора — 25 мс. Поскольку характерные скорости перемещения рассматриваемых МСР не превышают 0,7–2 м/с, а существенное изменение показаний датчиков происходит за 40–150 мс, представляется целесообразным установить время цикла управления (обновления установок в СУ) равным 100 мс. За это время робот сместится, например,

на 0,1 м. Соответственно, достаточен маломощный бортовой микропроцессор МСР, который должен провести экстраполяцию и интерполяцию показаний всех сенсоров за 100 мс, чтобы привести все данные к одномоментному событию, опережающему текущее положение робота минимум на 0,1 м (см. также [9, 10]). Для обеспечения такого функционала бортовых микропроцессоров были предложены рекуррентные скользящие фильтры, которые занимают лишь несколько арифметических операций на выдачу очередного показания. Эти фильтры совмещаются с работой регуляторов в СУ, что позволяет избежать искажений в выдаче управляющих воздействий по сигналам обратных связей при минимуме вычислений [10]. Естественно, что все эти подходы сравнительно просто масштабируются для других скоростей и частотных ограничений и под другие возможности бортовых микропроцессоров.

Для задач идентификации объектов и определения их координат часто применяют нейронные сети, которые, хотя и используют значительные ресурсы, но могут обеспечить высокие скорости обработки. Примеры использования нами таких систем с сокращённой базой, для размещения в маломощных микропроцессорах или планшетах, приведены ниже. Записи сигналов (эхограммы, показания ИК-сенсоров) можно трансформировать (свернуть) в 2D-изображения для применения той же нейросетевой технологии при идентификации объектов.

Приведём пример такой свёртки. Пусть спектральный портрет объекта имеет следующий вид $\{A_i, W_i\}$, где $i = 1, \dots, N$; A_i — спектральные максимумы, наблюдаемые на частотах W_i . Тогда наблюдаемый сигнал $S(t)$ можно представить в нормированном виде:

$$S(t) = \frac{\sum_{i=1, \dots, N} A_i \sin(W_i t + \varphi_i) + A_o S_o(t)}{\sum_{i=0, \dots, N} A_i},$$

где $A_o S_o(t)$ — белый шум $S_o(t)$ с амплитудой A_o ; φ_i — случайная фаза равномерно распределенная на отрезке $[0, 2\pi]$.

Это представление — математическая модель принимаемого сигнала, необходимая для тестирования алгоритмов идентификации.

По принятому сигналу (от неизвестного объекта) сгенерируем N свёрток/преобразований в N экземпляров 2D-изображений размерностью $(N_x \times N_y)$ по следующему правилу:

$$X_i(t) = 0,5 \left(\frac{N_x S(t) \cos(W_i t)}{\sup S(t)} + N_x \right),$$

$$Y_i(t) = 0,5 \left(\frac{N_y S(t) \sin(W_i t)}{\sup S(t)} + N_y \right),$$

для $i = 1, \dots, N$; t берётся из интервала наблюдения $t_o, \dots, \frac{M2\pi}{W_i} + t_o$,

где $M = 1, \dots, M_o$, M_o — параметр свёртки, для простоты $t_o = 0$, $\sup S(t)$ — верхнее значение $S(t)$ на интервале наблюдения. Массив $\{X_i(t), Y_i(t), H_i\}$ точек, которым приписан цвет H_i , в поле размером $(N_x \times N_y)$ представляющий собой двумерную свёртку входного сигнала $S(t)$. Эта свёртка и сравнивается с набором эталонных сигналов с помощью нейросети и, таким образом, принимается решение о том, на какой из объектов наиболее похож неизвестный объект, судя по принятому от него сигналу $S(t)$. Если предположить, что частоты W_i принадлежат интервалу от 1 до 14 кГц (эти значения взяты из практики), то минимальный интервал наблюдения будет от 7 мс до 0,5 мс. Тогда при $M = 10$ будут сформированы изображения за время до 100 мс, а это позволяет предположить, что удаётся получить удовлетворительное время идентификации объектов в темпе формирования и изменения сигналов управления МСР.

ВЫПОЛНЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ ПО ПРОЕКТУ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РОБОТРОНИКА»

На базе опыта разработки и изготовления 12 научно-учебных роботов Амур-105, 205, 107 и 4х РТК в МЧС, была создана новая программно-аппаратная технология изготовления сервисных роботов Амур-307, использующая лазерные, аддитивные и фрезерные станки с ЧПУ для быстрого прототипирования (рис. 1). Эти робототехнические комплексы предназначены для медицинских учреждений и для задач патрулирования помещений, а также для учебных целей. Одной из главных проблем было создание интеграционных алгоритмов сетевого, группового управления мобильных роботов и их виртуальных клонов, устойчивых к запаздываниям в каналах связи. Разработана облачная RealTime-платформа и интеграционное программное обеспечение для роботариумов, позво-



Рис. 1. Виртуальные модели и реальные роботы

лившая объединять сотни реальных и виртуальных роботов разных производителей, предоставлять удобные инструменты пользователям с очень разными уровнями компетентности — от студентов до профессиональных разработчиков робототехники [4, 5, 16, 22]. Разработанная система непрерывного развёртывания и непрерывной интеграции бортового программного обеспечения для коалиции роботов позволяет выполнять дистанционные трансформации и пресечение несанкционированного доступа [3, 8].

Реализация элементов интеллектуализации СУ мобильных сервисных роботов

На основе упрощённых нейронных сетей были реализованы программы распознавания маркеров для разметки помещений и объектов манипулирования, детектирования проходов и ручек дверей, распознавания лиц, перевода речи в голосовые команды, алгоритмы синтеза ответов робота, бинауральная обработка и распознавание источников звука по свёртке потока данных в 2D-изображения (рис. 2).

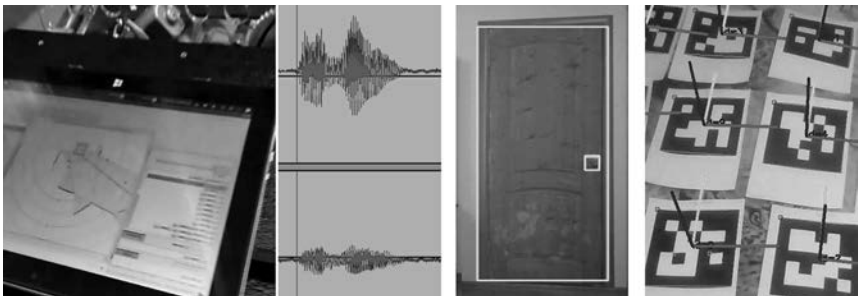


Рис. 2. Двумерные изображения скана от лидара, от сонара и ТВ-камеры

Была построена гамма фильтров и система правил для оперирования со свёртками 2D-изображений, алгоритм формирования облака точек и облака пятен, позволяющий сопоставлять изображения от разных источников — от лидара, ультразвуковых сонаров и ИК-дальномеров [5, 23].

Транспортные промышленные роботы и автоматика для управления цехом

Были разработаны, смонтированы и поставлены в заводские цеха управляющие шкафы промышленной автоматики (32 шт., рис. 3), разработана методология и имитационное программное обеспечение для логического анализа сотен рецептов и конструирования безопасного управления с дистанционным доступом. Реализована система для управления 60 асинхронными приводами индустриального транспорта (более 20 тележек весом до 2 т каждая) и для управления приводами оборудования (потребляемые мощности от 0,75 до 33 кВт). Параллельно реализуется управление 30 электроклапанами Ф50/86 мм и микропроцессорная система опроса 70–80 датчиков обратных связей (пять типов сенсоров с частотами съёма и обработки данных более 20 кГц). Предложена технология предиктивной аттестации индустриального оборудования для организации упреждающего ремонта на основе анализа результатов длительного дистанционного сбора данных.

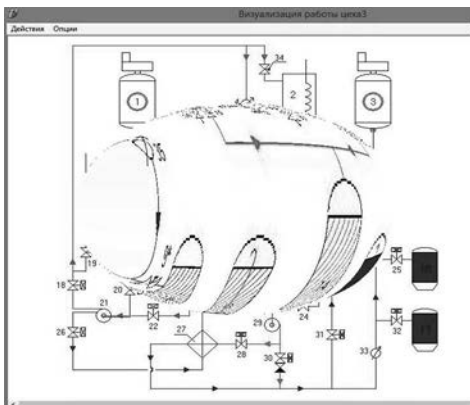


Рис. 3. Технологическая схема цеха и один из смонтированных шкафов микропроцессорного управления производством

Подводный шагающий робототехнический комплекс

Партнёр ИПМ им. М. В. Келдыша РАН и МИНОТ РГГУ — ВолгГТУ (кафедра теоретической механики) разработал, изготовил и испытал на Байкале и в Белом море подводный шагающий робототехнический комплекс весом 200 кг с уникально большим тяговым усилием до 300 кгс (рис. 4). РТК использует созданную нами микропроцессорную систему частотного управления приводами на базе сетевых технологий. Протестирован доступ к СУ через роботариум. Реализуются алгоритмы распознавания источников звуковых образов, через трансформации временной развёртки в двумерные изображения.

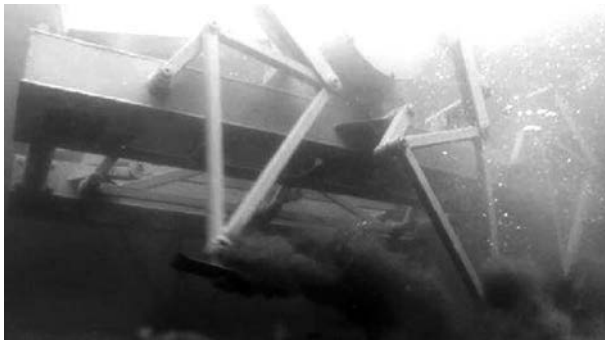


Рис. 4. Подводный шагающий аппарат — носитель аппаратуры обнаружения

Разрабатываемая технология управления группой подводных РТК с использованием программного обеспечения для облачной платформы, обеспечивает доступ к собираемым данным и управлению, к навесному оборудованию и парным манипуляторам. РТК применим для организации инспектирования объектов, для гуманитарного разминирования в прибойной зоне за счёт одинаковой возможности перемещения не только в воде, но и по берегу или заболоченной местности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены основные результаты разработок мобильных сервисных роботов, выполненных в рамках проекта «Интеллектуальная роботроника», а также ключевые вопросы формирования обратных связей, использующих дистанционные сенсоры.

Предложен способ унификации представления информации от различных источников сенсорных данных путём их преобразования в двумерные изображения с последующим применением нейросетевых технологий, в том числе для идентификации объектов внешней среды. Рассмотрены проблемы синхронизации данных и согласования по времени их поступления в СУ МСР за счёт экстраполяции и интерполяции, чтобы обеспечить реальное время управления и минимизацию вычислительных затрат.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев В. П., Ким В. Л., Кувшинов С. В., Марихина В. П., Плетенев П. Ф., Пряничников В. Е., Тарасова В. Э., Харин К. В. Интеллектуальная роботроника. Учебно-методическое пособие для организации дополнительного образования. Москва : Образ-Центр, 2020. 424 с.

2. Баранов И. А., Денисов В. И., Кий К. И., Курсанов К. Б., Кирильченко А. А., Левинский Б. М., Пряничников В. Е., Шагалов В. Г. Адаптивное управление гусеничного робота в задаче мобильного патрулирования // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2006. Т. 4. № 1–3. С. 91–98.

3. Бобряков А. В., Зуев А. В., Кабанов А. А., Каталинич Б., Пряничников В. Е., Стажков С. М., Филаретов В. Ф., Хомченко В. Г. Особенности и возможности использования сетевых технологий в учебном процессе и в научных исследованиях при подготовке инженерных кадров различного уровня // Мехатроника, автоматизация, управление. 2017. Т. 18. № 10. С. 712–720. DOI: 10.17587/mau.18.712-720. EDN ZMNQUD.

4. Богданович А. В., Курсанов К. Б., Пряничников В. Е., Хелемендик Р. В. Программно-аппаратные компоненты интеллектуальных сервисных мобильных роботов // Информационно-измерительные и управляющие системы (Вып. Интеллектуальные адаптивные роботы). 2019. Т. 16. № 12. С. 33–39.

5. Давыдов О. И., Пряничников В. Е. Архитектура системы управления мобильного сервисного робота // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13. № 7. С. 41–50.

6. Ксензенко А. Я., Марзанов Ю. С., Прысев Е. А., Пряничников В. Е., Чернышев В. В. Прототипирование бесконтактного обмена данными и энергообеспечения группировки подводных

роботов-сателлитов с шагающей по дну базовой станцией // Сб. тезисов Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», Санкт-Петербург, 2–3 ноября 2017 г. С. 268–269.

7. Платонов А. К., Фролов А. А., Бирюкова Е. В., Пряничников В. Е., Емельянов С. Н. Методы биомехатроники тренажёра руки человека // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша РАН. 2012. № 82. 40 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-82>.

8. Пряничников В. Е., Давыдов О. И., Арыскин А. А., Григорьев А. К., Колесов Ю. С., Ксензенко А. Я., Петраков М. С., Плотников А. В., Прысев Е. А., Соловьёва М. Д., Снопков А. В., Степанова Д. К., Тарасов Р. Б., Тележкин Д. С. Интеграционные технологии интеллектуализации сервисных мобильных и промышленных роботов // Труды международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника-2022». Санкт-Петербург, 2022. С. 79–88.

9. Пряничников В. Е. Дистанционные сенсоры в составе систем управления движением мобильных роботов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. Т. 6. № 1. С. 5–18.

10. Пряничников В. Е. Совмещение фильтрации ультразвуковых данных и программного управления линейным приводом // Приборы+автоматизация. 2008. № 12. С. 22–29.

11. Пряничников В. Е., Чернышев В. В., Арыканцев В. В., Арыскин А. А., Ксензенко А. Я., Петраков М. С., Травушкин А. С., Эприков С. Р. Супервизорное управление шагающей подводной базой с автономными роботами-спутниками. Интеллектуальные адаптивные роботы // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2019. Т. 16. № 1–2. С. 49–56.

12. Пряничников В. Е., Шиповалов Е. А., Тарасов Р. Б. Интеллектуальное обеспечение логистических миссий в медучреждениях мобильными сервисными роботами АМУР-307 // Робототехника и техническая кибернетика. 2021. Т. 9. № 2. С. 121–126. DOI: 10.31776/RTSJ.9206. EDN GXWWXS.

13. Тарасов Р. Б., Давыдов О. И., Пряничников В. Е. и др. Программно-управляющая оболочка для сервисных роботов с параллельными вычислениями // Робототехника и техническая кибернетика. 2021. Т. 9. № 2. С. 99–105. DOI: 10.31776/RTSJ.9203. EDN EUOQJP.

14. *Aryskin A., Pryanichnikov V.* Creation of Technology for Building Automated Production with Remote Control (Industry 4.0 Concept) // Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0279–0284. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.038.

15. *Chernyshev V. V., Pryanichnikov V. E., Arykantsev V. V.* Algorithms of Self-control of the Underwater Walking Device According to Information on a Collision of Feet with an Unorganized Support Surface // In: Yuschenko A. (Eds) Modern Problems of Robotics. MPoR2020. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1426. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-88458-1_14.

16. *Davydov D. V., Eprikov S. R., Kirsanov K. B., Pryanichnikov V. E.* Service Robots Integrating Software and Remote Reprogramming // Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2017. P. 1234–1240. DOI: 10.2507/28th.daaam.proceedings.172.

17. *Du Y.* Kinematics and Dynamic Modeling and Simulation Analysis of Three-wheeled Mobile Robot // International Conference on Mechanics Design, Manufacturing and Automation (MDM 2016).

18. *Hatab A. A., Dhaouadi R.* Dynamic modelling of differential-drive mobile robots using Lagrange and Newton-Euler methodologies: A unified framework, *Adv. Robot // Autom.* 2013. Vol. 02. No 02.

19. *Huang W. H., Beevers K. R.* Topological Mapping with Sensing-limited Robots // In Proc. of the 6th International Workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics (WAFR). 2004. P. 367–382.

20. *Nuchter A., Hertzberg J.* Towards Semantic Maps for Mobile Robots // *Robotics and Autonomous Systems.* 2008. Vol. 56. No 11, P. 915–926.

21. *Plotnikov A., Pryanichnikov V.* Programming of Object Capture Synergies for Mobile Service Robots // Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.), Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0371–0375. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.052.

22. *Pryanichnikov V. E.* Artificial intelligence, software and hardware robotic systems // *Information-measuring and control systems.* 2018. Vol. 16. No. 12. P. 3–11.

23. *Pryanichnikov V., Ksenzenko A., Plotnikov A.* Development of the Intelligent Robotic Systems // Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0029-0033. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.005.

Valentin E. Pryanichnikov

DEVELOPMENT OF REMOTE SENSOR-CONTROL SYSTEMS, USING IMAGE CONVOLUTION

Valentin E. Pryanichnikov, Doctor of Technical Sciences

E-mail: v.e.pr@yandex.ru

Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences

International Laboratory of «Intelligent Robotronics» IINET RSUH

When creating mobile service robots, there is a problem of using software developments from various authors for intellectualization, processing of sensory flows and control. Since the configuration of hardware and software and robot designs are also very diverse, one of the main tasks is the development of integration software and testing tools for individual packages and devices being combined. The central issue of obtaining sensory information for use in the feedback loop is the processing of matrix data - 2D/3D images, and in strict real-time constraints, providing control of service robots. The construction of image convolutions, extrapolation and interpolation of the results of processing such truncated images for use in the feedback loop is built taking into account the delays in calculations and is consistent with the frequencies of the formation of control signals.

Key words: AMUR-307 service and security robots, rapid prototyping and replication technology, image transformation when building feedbacks.

REFERENCES

1. Andreev V. P., Kim V. L., Kuvshinov S. V., Marikhina V. P., Pletenev P. F., Pryanichnikov V. E., Tarasova V. E., Kharin K. V. *Intellektual'naya robotronika. Uchebno-metodicheskoe posobie dlya organizatsii dopolnitel'nogo obrazovaniya.* Moscow : Obraz-Tsentr, 2020. 424 p.

2. Baranov I. A., Denisov V. I., Kii K. I., Kirsanov K. B., Kiril'chenko A. A., Levinskii B. M., Pryanichnikov V. E., Shagalov V. G.

Adaptivnoe upravlenie gusenichnogo robota v zadache mobil'nogo patrolirovaniya // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2006. T. 4. No 1–3. P. 91–98.

3. Bobryakov A. V., Zuev A. V., Kabanov A. A., Katalinich B., Pryanichnikov V. E., Stazhkov S. M., Filaretov V. F., Khomchenko V. G. Osobennosti i vozmozhnosti ispol'zovaniya setevykh tekhnologii v uchebnom protsesse i v nauchnykh issledovaniyakh pri podgotovke inzhenernykh kadrov razlichnogo urovnya // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2017. T. 18. No10. P. 712–720. DOI: 10.17587/mau.18.712-720. EDN ZMNQUD.

4. Bogdanovich A. V., Kirsanov K. B., Pryanichnikov V. E., Khelemendik R. V. Programmno-apparatnye komponenty intellektual'nykh servisnykh mobil'nykh robotov // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy (Vyp. Intellektual'nye adaptivnye roboty). 2019. T. 16. No 12. P. 33–39.

5. Davydov O. I., Pryanichnikov V. E. Arkhitektura sistemy upravleniya mobil'nogo servisnogo robota // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2015. T. 13. No 7. P. 41–50.

6. Ksenzenko A. Ya., Marzanov Yu. S., Prysev E. A., Pryanichnikov V. E., Chernyshev V. V. Prototipirovanie beskontaktnogo obmena dannymi i energoobespecheniya gruppirovki podvodnykh robotov-satellitov s shagayushchei po dnu bazovoi stantsiei // Sb. tezisov Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii “Ekstremal'naya robototekhnika”, St. Petersburg, 2–3 November 2017. S3. 268–269.

7. Platonov A. K., Frolov A. A., Biryukova E. V., Pryanichnikov V. E., Emel'yanov S. N. Metody biomekhatroniki trenazhera ruki cheloveka // Preprinty IPM im. M. V. Keldysha RAN. 2012. No 82. 40 p. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2012-82>.

8. Pryanichnikov V. E., Davydov O. I., Ayskin A. A., Grigor'ev A. K., Kolesov Yu. S., Ksenzenko A. Ya., Petrakov M. S., Plotnikov A. V., Prysev E. A., Solov'eva M. D., Snopkov A. V., Stepanova D. K., Tarasov R. B., Telezhkin D. S. Integratsionnye tekhnologii intellektualizatsii servisnykh mobil'nykh i promyshlennykh robotov // Trudy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii “Ekstremal'naya robototekhnika-2022”. St. Petersburg, 2022. P. 79–88.

9. Pryanichnikov V. E. Dstantsionnye sensory v sostave sistem upravleniya dvizheniem mobil'nykh robotov // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2008. T. 6. No 1. P. 5–18.

10. Pryanichnikov V. E. Sovmeshchenie fil'tratsii ul'trazvukovykh dannykh i programmnoho upravleniya lineinym privodom // Pribory+avtomatizatsiya. 2008. No 12. P. 22–29.

11. Pryanichnikov V. E., Chernyshev V. V., Arykantsev V. V., Ayskin A. A., Ksenzenko A. Ya., Petrakov M. S., Travushkin A. S., Eprikov S. R. Supervizornoe upravlenie shagayushchei podvodnoi bazon s avtonomnymi robotami-sputnikami. Intellektual'nye adaptivnye roboty // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2019. T. 16. No 1–2. P. 49–56.

12. Pryanichnikov V. E., Shipovalov E. A., Tarasov R. B. Intellektual'noe obespechenie logisticheskikh missii v meduchrezhdeniyakh mobil'nymi servisnymi robotami AMUR-307 // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. 2021. T. 9. No 2. P. 121–126. DOI: 10.31776/RTCJ.9206. EDN GXWWXS.

13. Tarasov R. B., Davydov O. I., Pryanichnikov V. E. i dr. Programmno-upravlyayushchaya obolochka dlya servisnykh robotov s parallel'nymi vychisleniyami // Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika. 2021. T. 9. No 2. P. 99–105. DOI: 10.31776/RTCJ.9203. EDN EUOQJP.

14. Ayskin A., Pryanichnikov V. Creation of Technology for Building Automated Production with Remote Control (Industry 4.0 Concept) // Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0279–0284. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.038.

15. Chernyshev V. V., Pryanichnikov V. E., Arykantsev V. V. Algorithms of Self-control of the Underwater Walking Device According to Information on a Collision of Feet with an Unorganized Support Surface // In: Yuschenko A. (Eds) Modern Problems of Robotics. MPoR2020. Communications in Computer and Information Science. Vol. 1426. Springer, Cham. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-88458-1_14.

16. Davydov D. V., Eprikov S. R., Kirsanov K. B., Pryanichnikov V. E. Service Robots Integrating Software and Remote Reprogramming // Proceedings of the 28th DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2017. P. 1234–1240. DOI: 10.2507/28th.daaam.proceedings.172.

17. Du Y. Kinematics and Dynamic Modeling and Simulation Analysis of Three-wheeled Mobile Robot // International Conference on Mechanics Design, Manufacturing and Automation (MDM 2016).

18. Hatab A. A., Dhaouadi R. Dynamic modelling of differential-drive mobile robots using Lagrange and Newton-Euler methodologies: A unified framework, *Adv. Robot // Autom.* 2013. Vol. 02. No 02.

19. Huang W. H., Beevers K. R. Topological Mapping with Sensing-limited Robots // In Proc. of the 6th International Workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics (WAFR). 2004. P. 367–382.

20. Nuchter A., Hertzberg J. Towards Semantic Maps for Mobile Robots // *Robotics and Autonomous Systems.* 2008. Vol. 56. No 11, P. 915–926.

21. Plotnikov A., Pryanichnikov V. Programming of Object Capture Synergies for Mobile Service Robots // *Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.), Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0371–0375. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.052.*

22. Pryanichnikov V. E. Artificial intelligence, software and hardware robotic systems // *Information-measuring and control systems.* 2018. Vol. 16. No. 12. P. 3–11.

23. Pryanichnikov V., Ksenzenko A., Plotnikov A. Development of the Intelligent Robotic Systems // *Proceedings of the 33rd DAAAM International Symposium / B. Katalinic (Ed.). Vienna, Austria : Published by DAAAM International, 2022. P. 0029-0033. DOI: 10.2507/33rd.daaam.proceedings.005.*

УДК 004.9
ББК 32.973.2

Воронков Ю. С., Кувшинов С. В.

**3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМКНУТЫХ
ЗЕРКАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ И ПРОБЛЕМЫ
ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ КАРТИН ПО
МОТИВАМ ТВОРЧЕСТВА ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ**

Воронков Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, профессор
E-mail: voronkov077@mail.ru

Международный институт новых образовательных технологий
Российского государственного гуманитарного университета

Кувшинов Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент
E-mail: kuvshinov@rggu.ru

Международный институт новых образовательных технологий
Российского государственного гуманитарного университета

В статье рассмотрена история возникновения и развития методов прямой линейной перспективы в живописи Возрождения. Приведено сравнение подходов Ф. Брунеллески и Л. Б. Альберти. Рассмотрена роль зеркал в возникновении линейной перспективы. Оценено отношение Леонардо да Винчи к рассматриваемым вопросам. На основании рассмотрения предложена концепция нового образовательного проекта. Описана работа учащихся в Центре технологической поддержки образования РГГУ по историко-научной реконструкции зеркальной комнаты Да Винчи, выполненной в рамках проектно-исследовательской работы школьников.

Ключевые слова: пространственные построения в живописи, геометрия картины, прямая линейная перспектива, обратная линейная перспектива, аксонометрия, зеркало, проектно-исследовательская деятельность учащихся.

В Международном институте новых образовательных технологий (МИНОТ), в Центре технологической поддержки образования (ЦТПО) Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ) не один год с участием школьников проводятся исследования творчества Леонардо да Винчи с целью создания наиболее эффективных условий и учебно-методических процедур для постижения творчества Мастера. Эти исследования ориентированы как на учебный процесс, так и на просветительские мероприятия. В развитии этого подхода, в частности, в РГГУ создан оригинальный Музей-мастерская «3Da Vinci», где широко используются интерактивные методы освоения материалов творческого наследия Леонардо да Винчи (1452–1519) с использованием новейших цифровых технологий, включая 3D-печать моделей инженерно-технических идей универсального гения. До настоящего времени как-то в тени для образовательного процесса оставалась проблема выбора Леонардо да Винчи метода создания трёхмерности (глубины) на плоскости двухмерной картины.

Как известно, Возрождение связывают с «изобретением» линейной геометрически точной перспективы, которая на столетия стала основой «науки живописи». «Изобретателем» или «открывателем» метода научной линейной перспективы называют одного из великих флорентийцев Филиппо Брунеллески (1377–1446). При этом нередко ссылаются на факт использования Ф. Брунеллески зеркала — как основного средства совершения этого эпохального открытия.

Авторы считают, что существует настоятельная необходимость прояснить важнейшие детали появления прямой линейной перспективы, несомненно, оказавшей огромное влияние на развитие европейской художественной и научной культуры. В связи со спецификой познавательной ориентации МИНОТ РГГУ авторов, в первую очередь, интересуют историко-научные, в понимании В. И. Вернадского (1863–1945), аспекты рассматриваемого процесса. Логично начать рассмотрение с краткого упоминания об истории зеркала в культуре. Существует громадная, и нередко интереснейшая и познавательная литература об этом простом бытовом предмете, с которым (и, главное, — «за которым») так много всего связано. Для наших целей мы выбрали одну из множества работ на эту тему [10].

Первая и очевидная позиция — зеркало отличается повышенной семиотичностью и множеством функциональных ролей, оно выступает универсалией (архетипом, мифологемой, идеологемой и смыслообразом) культуры. Феномен зеркала раскрывается в трёх его ипостасях: зеркало — предмет (вещь, т. е. то, что вещает), идея зеркальности, образ зеркала. Все эти проекции зеркала реализуются в пространстве материальной, научной, духовной и художественной культуры.

Вторая позиция — зеркало изначально и неразрывно связано с процессами познания и самопознания. Последнее особенно важно, поскольку человек лишён возможности видеть себя со стороны. Глядя в зеркало, человек видит себя как бы со стороны и здесь возникает ряд коллизий. Психологически трудно преодолеть ощущение, что из зеркала смотрит как бы другой человек (кстати, все мы немного позируем, когда смотримся в зеркало). В психологии зеркального самовосприятия выделяют три этапа: самоидентификация (по экспериментальным данным — у детей происходит в возрасте не менее 6 месяцев), самооценка, самопознание. Без зеркала было бы невозможно появление такого жанра как автопортрет. В этом честно признавался гений Северного Возрождения А. Дюрер (1471–1528). Не скрывал этого и Рафаэль Санти (1483–1520). Другие, возможно, боясь обвинений в нарциссизме, не говорили об этом, но другого пути у них просто не было. Многие философы увлекались «зеркальными сюжетами». Например, С. Киркегор (1811–1855) и М. М. Бахтин (1895–1975). Роль зеркала важна и в познании мира — мира природы, мира вещей, мира людей.

Семантика образа зеркала варьируется между двумя оппозиционными концептами: отражение как копия материальной реальности и отражение как образ ирреального мира. Это даёт множество вариантов смысловых и сюжетных вариаций отражения мира и зеркальных двойников.

В качестве примера приведём три знаменитых художественных произведения. Первое из живописи: «Портрет четы Арнольфини» (1434) голландца Яна ван Эйка (1390–1441). Возможно, это первый случай в истории живописи, когда художник попытался расширить пространство картины за счёт отражения зеркала, висящего в центре, в котором зритель видит, помимо основных персонажей, ещё и гостей, входящих в комнату. Кроме того, точность, практически

филигранность, изображения деталей люстры, а также бликов на них, наводит на мысль, что художник, возможно, использовал в качестве модели зеркальное отражение.

Второе — тоже из живописи: картина Диего Веласкеса (1599–1660) известная как «Менины» (1656). В этой картине зеркала и зеркальность использованы как ни в какой другой, известной нам. Пространство картины расширено настолько, что картину впопыхам называть «порталом в другой мир»: в картине «зеркально» присутствуют главные персонажи — испанский король Филипп IV и его жена Марианна Австрийская, рядом с зеркалом открытая дверь, наполненная светом — там другое пространство; художник «не забыл» и себя — включил в картину и свой автопортрет. Но, пожалуй, самое главное — зритель (любой, смотрящий на картину) оказывается в пространстве картины и наш мир оказывается как бы включённым в мир персонажей, изображённых художником. Действительно, невообразимый эксперимент Веласкеса!

Третье — из кинематографа. Известный режиссёр А. А. Тарковский (1932–1986) назвал свой фильм предельно кратко: «Зеркало» (1974), но вместил в него немало тревожащих душу смыслов. Так один из них — леонардовский: «Красота — это борьба света с мраком», определивший и смысл сюжетной истории, развёртываемой в фильме (во много, автобиографической) и подбор изобразительных средств. Другой — как можно истолковать концовку фильма — жизнь циклична и повторяется бесконечно, как бесконечны отражения в параллельных зеркалах.

Напомним, что в любом этимологическом словаре слово «зеркало» связывается с такими словами как «зрю», «зерцало», «со-зерцание» и т. д.

В христианской средневековой Европе зеркало не то, чтобы было под запретом, но зеркал было мало. Они были дорогими и, кроме того, инверсия зеркального отражения разрушала каноническое религиозное противопоставление левого и правого. В эпоху Возрождения происходит десакрализация зеркала — как предмета. Формируется образ зеркала, отражающего реальность, оно становится «легальным» инструментом познания и самопознания.

Как известно, в эпоху Возрождения кардинально меняется представление о мире и человеке. Эти изменения начинаются с искусства. Так, концептуальное живописное пространство заме-



Рис. 1. «Руководство к измерению циркулем и линейкой» А. Дюрер (1525)

няется реальным, что потребовало новых композиционных решений, иных способов передачи воспринимаемой глазом глубины пространства, точности передачи форм и объёмов изображаемых предметов. Появляются различные технические устройства, с помощью которых художники пытаются решить возникающие проблемы. Издаются даже специальные пособия (рис. 1) [4].

В создании композиционных планов картин, всё чаще используют научные методы. Например, при структурировании пространства картины получают распространение пропорции «золотого сечения». Но несомненно, главным нововведением стала прямая линейная перспектива.

Литература о её появлении огромна. В задачу авторов не входил её полный анализ или даже обзор. Мы выбрали лишь несколько работ, которые, по нашему мнению, дают возможность избежать рассмотрения тех неясностей и противоречий, которые во многих публикациях присутствуют. Это следующие исследования [1, 3, 6, 7].

Самое распространенное мнение: прямая линейная перспектива — создание Ф. Брунеллески. Это не совсем так. Известны имена средневековых авторов, описавших метод передачи глубины пространства: сочинения по оптике Альхазена, Вителло, математи-

ка Бьяджо Палакани да Парме. Известен также трактат «О перспективе» младшего современника и друга Ф. Брунеллески — Паоло Тосканелли (1397–1482). Тогда что сделал Брунеллески? Две его знаменитые архитектурные ведуты, изображавшие Баптистерий и Палаццо Веккьо, не сохранились. Под ведутой

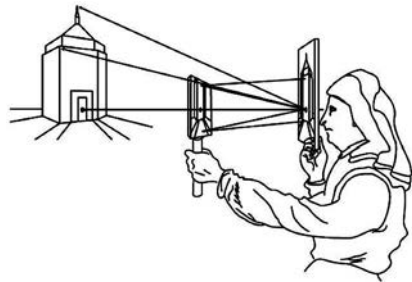


Рис. 2. Ведуты Брунеллески

понимается произведение искусства (картина, рисунок или гравюра) с детальным изображением городского пейзажа и памятников архитектуры. Характерной особенностью ведут является фотографическая точность в изображении архитектуры, вплоть до мельчайших деталей, графичность в соединении с особым чувством глубины изобразительного пространства [2]. Сохранилось подробное описание ведут, сделанное Антонио ди Туччо Манетти. Правда, сделанное через сорок лет после смерти Ф. Брунеллески, но сделанное человеком, видевшим эти картины [3, с. 96]. На основании описания Манетти были сделаны визуальные реконструкции, породившие множество интерпретаций, зачастую исключая друг друга (рис. 2, 3).

Однако искусствовед, историк искусства И. Е. Данилова (1921–2011), переводившая текст Манетти на русский, отмечает, что ни о какой трёхмерности ведут автор текста не упоминает. А ощущение «настоящей реальности» достигалось точностью передачи деталей изображений. Более детальное исследование приво-

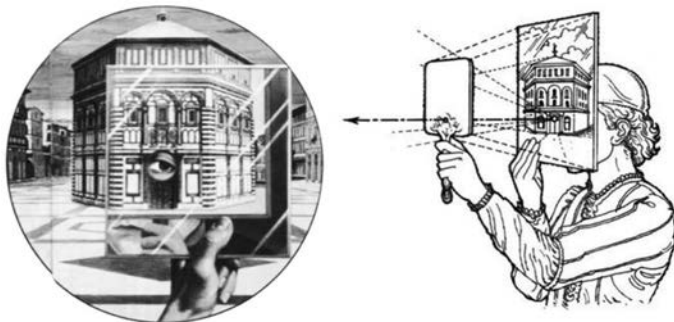


Рис. 3. Ведуты Брунеллески

дит И. Е. Данилову к выводу, что исходным моментом в зрительных построениях ведут Ф. Брунеллески, а также, впоследствии, теоретического описания прямой линейной перспективы Леоном Баттиста Альберти (1404–1472), являлся трактат молодого П. Тосканелли «О перспективе», который датируется серединой 20-х годов XV века (к этому же времени относятся и ведуты Брунеллески). В трактате П. Тосканелли, состоявшем из трёх частей, много и подробно говорится о зеркалах разных форм и специфике зеркальных отражений. В первой части трактата автор подробно объясняет процесс зрительного восприятия с помощью пирамиды зрительных лучей: «когда смотрят на вещь, от каждой точки этой вещи отходит луч, окончание которого в глазу смотрящего. И весь этот треугольник от видимой вещи до глаза называется пирамидой лучей, благодаря которой глаз видит вещь» [3, с. 108]. Основываясь на идеях П. Тосканелли, Л. Б. Альберти строит свою теорию живописной перспективы. Прямая перспектива предполагает, что зритель находится вне пространства изображения, вне воспринимаемого и отражаемого им объекта. В связи с этим, в теории и практике искусства возникает новый образ [7, с. 27]. В трактате «О живописи» Леон Баттиста Альберти пишет: «Сначала там, где я должен сделать рисунок, я черчу четырехугольник с прямыми углами, такого размера, какого я хочу, и принимаю его за открытое окно, откуда и разглядываю то, что на нём будет написано...» [1, т. 1, с. 37].

Пространство «за окном» и есть видимый мир, пронизанный прямыми линиями, исходящими из угловых точек «окна» и сходящихся в одной точке в глубине картины, это научно (геометрически) построенная «картина мира» Возрождения. Пространство заполняется тем, что Альберти называл *Storia* — обилие и отбор всевозможных вещей. Тут Л. Б. Альберти немного противоречит себе: с одной стороны он считает, что красота картины создаётся талантом художника, его вымыслом, с другой — определяя «историю» как композицию, требует абсолютной, тщательно выверенной гармонии, которой должны быть подчинены все составляющие её элементы [6, с. 103]. Немного странный и скучный мир получается у Альберти: ставя в своих размышлениях выше всего природу, он начинает с пустого пространства, «наполненного» ученическими клеточками (считается, что он первым придумал

«картон» в качестве прелюдии к картине), которые «заполняются» художником. И где же здесь «природная реальность»? К тому же, мастер живописи, который умеет создавать гармонию линий, не нуждается в правилах — его владение линиями само создаст перспективу, которая, таким образом, является не причиной, а следствием. Кроме научного обоснования линейной перспективы, Л. Б. Альберти любил развлекать своих друзей фокусами с зеркалами и картинами, которые можно считать развитием и усложнением развлекательных представлений Ф. Брунеллески. И. Е. Данилова подчёркивает, в том числе и упоминанием этого факта из биографии Л. Б. Альберти, принципиальное различие развлекательных построений Ф. Брунеллески и рациональных концепций Л. Б. Альберти: «Метод, изложенный Альберти, был принципиально отличным от того, которым пользовался Брунеллески при построении своих ведут. Внимание Филиппо было сосредоточено на том, как и откуда нужно смотреть на картину. Его интересовала точка зрения реального человека, находящегося вне картины. В системе перспективного построения Альберти центр тяжести переносится с реальной точки зрения реального зрителя на условную или идеальную точку зрения зрителя изображённого, в соответствии с уровнем глаз которого Альберти и предлагает определять точку схода и линию горизонта» [3, с. 107]. Ф. Брунеллески стремился построить объём, Л. Б. Альберти — дать геометрическую формулу построения трёхмерного пространства.

В период высокого Возрождения мир, изображённый в прямой линейной перспективе, — это мир, заведомо построенный на обмане зрения, на зрительной иллюзии. «Не случайно изобретение ренессансной перспективы начинается с фокуса, с “обманки”, и не случайно отцом перспективы считают Брунеллески, впервые показавшего флорентийцам “обманку” на соборной площади, в самом центре города» [3, с. 111].

Рассмотрение развития методов геометрической передачи пространства и объёмов тел на плоскости картины сегодня невозможно без учёта работ Б. В. Раушенбаха (1915–2001). Физик-механик, математик, историк науки и искусства, ближайший сотрудник С. П. Королева с конца 1930-х годов, Б. В. Раушенбах, без сомнения, открыл новое направление в исследовании истории искусства (не рассматривая, собственно, искусствоведческих вопросов) ме-

тодами математики — в полном смысле ему удалось «алгеброй поверить гармонию» [8, 9]. Первое, что сделал Б. В. Раушенбах, напомнил о существовании, по отношению к зрительскому восприятию, двух видов пространства: объективного (реального) и субъективного (перцептивного). Второе — зрительное восприятие не ограничивается только глазом (не останавливаясь, при этом, на рассмотрении особенностей монокулярного и бинокулярного «зрения»). Зрительное представление формируется «мозгом», как сознательно, так и неосознанно. Общая схема процесса зрительного восприятия выглядит следующим образом: внешнее объективное пространство — сетчаточный образ (плоский, как в камере-обскуре, фото- и кинокамере) — перцептивное пространство (объёмное и не тождественное внешнему, поскольку над его созданием «работают» дополнительные факторы, связанные с психологией зрительного восприятия) [8, с. 54; 9, с. 191]. При этом, сетчаточный образ мы не видим и о его соответствии «реальности» судить не можем.

В эпоху Возрождения о психологии зрительного восприятия никто даже не задумывался. Прямая линейная перспектива, построенная на базе «простой» и, на первый взгляд, безупречной евклидовской геометрии, казалась верхом научности. Она на долгое время стала базой «науки живописи». Но она не «работала» при изображении близко расположенных предметов. Рассматривая методы построения геометрии картины, характерные для различных историко-культурных образований, Б. В. Раушенбах выделяет четыре последовательно возникавших принципа изображения трёхмерного пространства на плоскости: чертёжные методы, аксонометрические методы (и их трансформации), система классической линейной перспективы, перцептивная система перспективы [8, с. 234]. Б. В. Раушенбах аргументированно показывает строгую научность (математическую) перечисленных принципов и подчёркивает ошибочность их сравнения как «лучше — хуже», «правильнее — ошибочнее». Они все, по его мнению, достигли совершенства, и их невозможно улучшить для тех концептуальных ситуаций, в которых они возникли и развивались. Они не сменяли друг друга, они существовали и существуют параллельно. Поэтому то, что у Б. В. Раушенбаха может показаться критикой прямой линейной перспективы, которая была столь важна для ренессансного художественного мышления, свидетельствует о её неэффективно-

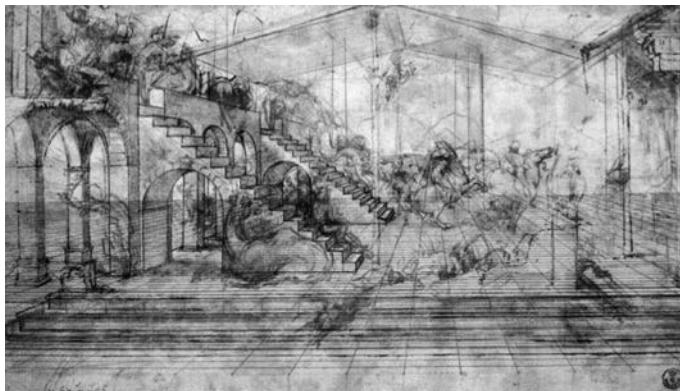


Рис. 4. Эскиз Леонардо да Винчи к картине «Поклонение волхвов» (1481)

сти для передачи близкого пространства. Напротив, Б. В. Раушенбах, отмечает как выдающееся достижение культуры Возрождения факт перехода от изображения отдельных предметов к изображению пространства, достигавшегося с помощью этого метода.

Б. В. Раушенбах в своём глубоком исследовании только раз (не считая двух метафор и общеизвестных технических устройств) упоминает зеркало: в ситуации, когда присутствует не одна точка схода, а возникает «ось схода», иногда называемая «рыбья кость», в результате зеркальной симметрии изображения [9, с. 138, 139].

Сопоставление мыслей и высказываний Леона Баттисты Альберти и Леонардо да Винчи о живописи показывают, что они во многом совпадают. «Наука живописи» Л. Б. Альберти и «Наука живописи» Леонардо да Винчи практически тождественны. Также, многие рекомендации Леонардо молодым художникам как бы списаны с дидактических высказываний Л. Б. Альберти. В живописном творчестве Леонардо да Винчи прямая линейная перспектива встречается редко (хотя и живописных работ Мастера до обидного мало). Наиболее показателен в этом отношении эскиз перспективы заднего плана «Поклонение волхвов» (1481) (рис. 4).

Эскиз является превосходной иллюстрацией мастерства математически, геометрически выверенной перспективы. Однако при внимательном рассмотрении эскиза можно предположить, что Леонардо да Винчи собирался использовать две точки схода. Первая попадает на голову всадника, что не очень хорошо по двум причинам. Первая — в классической линейной перспективе в точ-

ке схода должен находиться главный персонаж, какой-то всадник на эту роль мало подходит. Вторая — при такой композиции нет места логически обоснованному изображению главного события. Поэтому Леонардо да Винчи, переходя к картине (1481–1482), радикально изменил концепцию организации её пространства. Передний план выполнен скорее в аксонометрии со слабой обратной перспективой. Задний план почти не проработан (геометрически), хотя, возможно, художник предполагал, как и при замысле (в эскизе) использовать там прямую перспективу. Картина не была закончена.

Шедевром, выполненным по всем канонам прямой линейной перспективы, является «Тайная вечеря» Леонардо да Винчи в трапезной монастыря Санта-Мария-делле-Грацие: точка схода одна, она на линии горизонта и в этой точке самое главное в картине — голова Христа. Для передачи глубины в картине Леонардо предпочёл использовать другие, не геометрические методы: воздушную перспективу, сфумато, кьяроскуро.

Нам осталось еще выяснить: связывал ли Леонардо да Винчи принципы геометрического построения с зеркалом, с зеркальным отражением реального объёмного мира?

В качестве исходного материала для ответа на этот вопрос авторы выбрали трактат Леонардо да Винчи «О живописи» [5]. Ниже приведены одиннадцать высказываний Леонардо, так или иначе связанных с темой «картина и зеркало». Все высказывания носят дидактический характер, что естественно, поскольку исходным замыслом Леонардо было создать именно наставления для молодых художников. Сегодня, конечно, не всё так однозначно. Так, вряд ли можно согласиться с первым положением, требует уточнения мысль о «хорошем перспективисте» в пятом положении, трудно согласиться с мыслью о зеркале как учителе живописца в шестом и седьмом положениях. Очень интересна мысль, приведенная в восьмом положении, но необходимо её развитие.

1. «Ум живописца должен быть подобен зеркалу, которое всегда превращается в цвет того предмета, который оно имеет в качестве объекта, и наполняется столькими образами, сколько существует предметов, ему противопоставленных» [5, с. 95].

2. «Живописец должен искать уединения и размышлять о том, что он видит, и разговаривать с собою, выбирая самые превосход-

ные части образов каждой виденной им вещи, поступая подобно зеркалу, которое превращается во столько цветов, сколько их существует у поставленных перед ним предметов. И поступая так, он становится как бы второй природой» [5, с. 97].

3. «Живописцы часто впадают в отчаяние от неестественности своего подражания, видя, что их картины не так же рельефны и живы, как вещи, видимые в зеркале; они ссылаются при этом на то, что у них есть краски, которые по светлоте или по темноте значительно превосходят качество светов и теней вещи, видимой в зеркале, обвиняя в данном случае своё незнание, а не причину, так как они её не знают» [5, с. 115].

4. «Всегда отражённый предмет причастен к цвету того тела, которое его отражает. Зеркало окрашивается отчасти цветом, им отраженным. И тем больше одно будет причастно другому, чем больше или меньше отражающийся предмет будет могущественнее, чем цвет зеркала. И тот предмет покажется более могущественного цвета в зеркале, который наиболее причастен цвету этого зеркала» [5, с. 151].

5. «Мы знаем твёрдо, что ошибки узнаются больше в чужих произведениях, чем в своих, и часто, порицая чужие маленькие ошибки, ты не увидишь своих больших. И чтобы избежать подобного невежества, сделай так, чтобы быть, прежде всего, хорошим перспективистом; затем ты должен обладать полным знанием мер человека и других животных и, кроме того, быть хорошим архитектором, т. е. знать всё то, что относится к форме построек и других предметов, находящихся над землёю; а форм этих бесконечно много, и чем больше ты их будешь знать, тем более похвальна будет твоя работа; те же, в которых ты не напрактиковался, не отказывайся срисовывать с натуры. Но, возвращаясь к обещанному выше, я говорю, что когда ты пишешь, у тебя должно быть плоское зеркало и ты должен часто рассматривать в него своё произведение. Видимое наоборот, оно покажется тебе исполненным рукою другого мастера, и ты будешь лучше судить о своих ошибках, чем в первом случае; хорошо также часто вставлять и немного развлекаться чем-нибудь другим, так как при возвращении к своей вещи ты лучше о ней судишь, а если ты постоянно находишься рядом с ней, то сильно обманываешься. Хорошо также удалиться от неё. Так как произведение кажется меньшим, легче охватывается одним

взглядом и лучше распознаются несоответствия и диспропорции в членах тела и цветах предметов, чем вблизи» [5, с. 192].

6. «Если ты хочешь видеть, соответствует ли твоя картина вся в целом предмету, срисованному с природы, то возьми зеркало, отрази в нём живой предмет и сравни отражённый предмет со своей картиной и, как следует, рассмотри, согласуются ли друг с другом то и другое подобие предмета. И, прежде всего, потому следует брать зеркало себе в учителя, и именно плоское зеркало, что на его поверхности вещи подобны картине во многих отношениях; именно ты видишь, что картина, исполненная на плоскости, показывает предметы так, что они кажутся выпуклыми, и зеркало на плоскости делает то же самое; картина — это всего лишь только поверхность, и зеркало — то же самое; картина неосвязаема, поскольку то, что кажется круглым и отделяющимся, нельзя обхватить руками, то же и в зеркале; зеркало и картина показывают образы предметов, окружённые тенью и светом; и то и другое кажется очень далеко по ту сторону поверхности. И если ты знаешь, что зеркало посредством очертания, тени и света заставляет казаться тебе вещи отделяющимися и если у тебя есть среди твоих красок, теней и светов более сильные, чем краски, тени и света зеркала, то, конечно, если ты сумеешь хорошо скомпоновать их друг с другом, твоя картина будет тоже казаться природной вещью, видимой в большое зеркало» [5, с. 192].

7. «Зеркало с плоской поверхностью содержит в себе истинную картину на этой поверхности; и совершенная картина, исполненная на поверхности какой-либо плоской материи, подобна поверхности зеркала, и вы, живописцы, находите в поверхности плоских зеркал своего учителя, который учит вас светотени и сокращениям каждого предмета; среди ваших красок есть одна более светлая, чем освещённые части зеркального образа такого предмета, и также среди этих красок находится некоторая более тёмная, чем любая темнота этого предмета; отсюда происходит, что ты, живописец, делаешь при помощи их свои картины похожими на картины зеркала, когда они видимы одним глазом, так как два глаза окружают предмет меньший, чем глаз» [5, с. 193].

8. «Вода, через которую в силу её прозрачности видно дно, покажет тем более отчётливо это дно, чем медленнее будет движение воды. Это происходит оттого, что у воды, которая медленно движется, поверхность без волн; через её гладкую поверхность видны

подлинными фигурами гальки и песка, находящихся на дне этой воды. Этого не может случиться с быстро движущейся водою по причине волн, зарождающихся на поверхности: раз что через них должны проходить образы различных фигур гальки, они не могут донести их до глаза, ибо различные наклоны боковых и передних частей волн и кривизна их вершин и промежутков переносят образы за пределы прямого направления нашего зрения; и если прямые линии их образов искривляются в разные стороны, они смутно показывают нам их фигуры. Это может быть показано на неровных зеркалах, т. е. на таких зеркалах, где смешаны прямизна, вогнутость и выпуклость. Эта фигура будет помещена в 42-ю главу “Перспективы”, без неё изложение прозрачной воды ничего не стоит» [5, с. 225].

9. «Освещённая часть затенённого тела покажется тем менее светлой, чем ближе она к своему блику, и это зависит от большой разницы между ними в том месте, где они друг с другом граничат, что является причиной того, почему на этой границе менее светящаяся часть кажется тёмной, а светящаяся часть блика кажется в высшей степени светлой. Но такого рода поверхности, воспринимающие названные воздействия света, подобны природе смутных зеркал, которые смутно воспринимают образы солнца и неба, являющегося его фоном, а также и света окна и темноты стены, в которой сделано это окно» [5, с. 294].

10. «Из бликов на телах одинаковой гладкости тот будет наиболее отличаться от своего фона, который рождается на наиболее чёрной поверхности. И это происходит от того, что блики рождаются на полированных поверхностях почти той же природы, что и зеркала. А так как все зеркала возвращают глазу то, что они получают от противостоящих им предметов, то всякое зеркало, имеющее предметом солнце, возвращает солнце в том же цвете. А солнце покажется более сильным на тёмном фоне, чем на светлом» [5, с. 294].

11. «Но зелёная листва желтоватого оттенка не должна при отражении воздуха давать блеска, причастного синеве, так как каждый предмет, появляющийся в зеркале, причастен цвету такого зеркала; итак, синева воздуха, отражённая в желтизне листа, кажется зелёной, ибо синий и желтый, смешанные вместе, составляют прекраснейший зелёный; итак, зелено-жёлтыми будут блики светлых листьев желтоватого оттенка» [5, с. 327].

Завершить краткую тему зеркала в творчестве Леонардо, авторы хотели бы упоминанием о сооружении, которое можно назвать

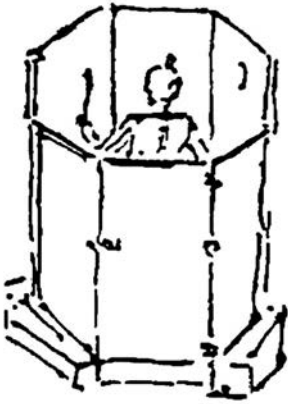


Рис. 5. Зеркальная камера «Октагон» Леонардо да Винчи

«Зеркальный октагон». Среди рукописей Леонардо, хранящихся в Институте Франции в Париже есть рисунок замкнутого октагона, внутренние плоскости которого покрыты зеркалами (рис. 5) [11].

В короткой записи, рядом с рисунком среди нескольких слов выделяется слово «множественность». Что имел в виду Леонардо, рисуя такой октагон? Не исключено, что художник был первым или одним из первых, кому пришла в голову идея такой конструкции. Первое объяснение, что называется «на виду», — Леонардо да Винчи, как и Ф. Брунеллески, придумал новый развлекательный аттракцион, тем более что организация развлечений была одной из важных (и отнюдь не тягостной) форм его профессиональной деятельности. Но, что-то подсказывает, что за этой «множественностью» стоит и более глубокая мысль.

Так, можно предположить, что Леонардо да Винчи хотел совместить зеркальный октагон с камерой-обскурой. Причём не с простейшей — с одной проекционной плоскостью, а с восемью (!). Получаемое при этом зрительное впечатление трудно даже представить. Важно отметить, что не так много известно о характере и масштабах размышлений художника по поводу камеры-обскуры. В источниках (вторичных), как правило, фиксируется только факт таких размышлений. Но более тщательное рассмотрение известных материалов Леонардо да Винчи, позволяет существенно расширить такое представление. Неизвестно, использовал ли он сам камеру-обскуру непосредственно при создании художественных произведений, как это нередко делали некоторые другие художники. Но достоверно известно, что Леонардо да Винчи, возможно, впервые сравнивал строение глаза и принцип действия камеры-обскуры, что, в общем-то, излишне при написании картины. Таким образом, возникает новая образовательно-научная задача с условным названием «Камера-обскура в творчестве Леонардо да Винчи». И такая теоретико-экспериментальная задача в МИНОТ РГГУ поставлена.

В МИНОТ РГГУ по рисунку Леонардо да Винчи и указанным им размерам в рамках проектной деятельности учащихся была

создана такая конструкция. И первые впечатления самых разных людей, посетивших октагон, похоже подтверждают высказанную догадку. Возможно, Леонардо да Винчи хотел глубже погрузиться в проблему зеркальной «множественности». С целью проверки высказанной догадки в МИНОТ была разработана программа учебно-научных, по своей сути психологических, экспериментов. На первом этапе участники эксперимента — они же посетители музея-мастерской «3Da Vinci», где установлен октагон, будут заполнять опросные листы, обработка которых позволит более точно сформулировать содержание последующих этапов эксперимента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования с современных научных позиций выстроена эффективная и корректная стратегия анализа подхода Леонардо да Винчи к проблеме построения геометрии картины.

Освещение Возрождения, его художественной культуры немислимы без восторженной оценки «изобретённой» Ф. Брунеллески и теоретически обоснованной Л. Б. Альберти прямой линейной перспективы — основы «науки живописи». Однако это не совсем так. Подбор и анализ литературных источников позволил показать историю этого «изобретения» в более широком историко-культурном контексте, более корректно показать отношение Леонардо да Винчи к этому способу отражения трёхмерного пространства на плоскости картины.

Поскольку «изобретение» Ф. Брунеллески связывают с применением зеркала, авторы попытались проследить действительную роль этого универсального культурного предмета в возникновении и развитии прямой линейной перспективы и оценить отношение Леонардо к роли зеркала в живописи.

На основании проведённого рассмотрения подготовлен оригинальный образовательный продукт и программа перспективных учебно-научных исследований с использованием построенного по рисунку Леонардо полномасштабного зеркального октагона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Альберти Л. Б.* Три книги о живописи // Десять книг о зодчестве. В 2 томах. Москва : Всесоюзная Академия Архитектуры. 1935–1937.

2. *Власов В. Г.* Ведута // Новый энциклопедический словарь изобразительного искусства / В 10 т. Т. 2. Санкт-Петербург : Азбука-Классика, 2004. С. 436–438.
3. *Данилова И. Е.* Брунеллески и Флоренция. Творческая личность в контексте ренессансной культуры. Москва : Искусство, 1991.
4. *Дюрер А.* Дневники. Письма. Трактаты / В 2-х томах. Серия: Классические памятники теории изобразительного искусства. Ленинград, Москва : Искусство, 1957. 482 с.
5. Книга о живописи мастера Леонардо да Винчи живописца и скульптора флорентийского. Москва : ОГИЗ-ИЗОГИЗ, 1934.
6. Леон Баттиста Альберти и культура Возрождения. Москва : Наука, 2008.
7. Природа в культуре Возрождения. Москва : Наука, 1992.
8. *Раушенбах Б. В.* Пространственные построения в живописи. Очерк основных методов. Москва : Наука, 1980.
9. *Раушенбах Б.* Геометрия картины и зрительное восприятие. Москва : АГРАФ, 2012.
10. *Рон М. В.* «Человек перед зеркалом» — размышления о горизонтах познания // Культурологические исследования. Санкт-Петербург : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2002. С. 215–221.
11. Ms. B, f. 28 r, Париж, Институт Франции, 1487.

Yuri S. Voronkov, Sergey V. Kuvshinov

**3D MODELING OF CLOSED MIRROR SPACES
AND PROBLEMS OF CONSTRUCTING THE GEOMETRY
OF PAINTINGS BASED ON THE WORK
OF LEONARDO DA VINCI**

Yuri S. Voronkov, Ph.D, Professor

E-mail: voronkov077@mail.ru

International Institute of New Educational Technologies of the Russian State University for the Humanities

Sergey V. Kuvshinov, Ph.D, Associate Professor

E-mail: kuvshinov@rggu.ru

International Institute of New Educational Technologies of the Russian State University for the Humanities

The article discusses the history of the emergence and development of methods of direct linear perspective in Renaissance painting. The role of mirrors in the emergence of linear perspective is considered. Leonardo da Vinci's approach to the issues under consideration is evaluated. Based on the review, the concept of a new educational project is proposed. The work of students in the Center for Technological Support of Education of the Russian State University on the historical and scientific reconstruction of the Da Vinci mirror room, performed as part of the project research work of schoolchildren, is described.

Key words: spatial constructions in painting; geometry of the painting; direct linear perspective; inverse linear perspective; axonometry; mirror, design and research activities of students.

REFERENCES

1. Al'berti L. B. Tri knigi o zhivopisi // Desyat' knig o zodchestve. V 2 tomakh. Moscow : Vsesoyuznaya Akademiya Arkhitektury. 1935–1937.
2. Vlasov V. G. Veduta // Novyi entsiklopedicheski slovar' izobrazitel'nogo iskusstva / V 10 t. T. 2. St. Petersburg : Azbuka-Klassika, 2004. P. 436–438.
3. Danilova I. E. Brunelleski i Florentsiya. Tvorcheskaya lichnost' v kontekste renessansnoi kul'tury. Moscow : Iskusstvo, 1991.
4. Dyurer A. Dnevnik. Pis'ma. Traktaty / V 2-kh tomakh. Seriya: Klassicheskie pamyatniki teorii izobrazitel'nogo iskusstva. Leningrad, Moscow : Iskusstvo, 1957. 482 p.
5. Kniga o zhivopisi мастера Leonardo da Vinchi zhivopitsa i skul'ptora florentiiskogo. Moscow : OGIZ-IZOGIZ, 1934.
6. Leon Battista Al'berti i kul'tura Vozrozhdeniya. Moscow : Nauka, 2008.
7. Priroda v kul'ture Vozrozhdeniya. Moscow : Nauka, 1992.
8. Raushenbakh B. V. Prostranstvennye postroeniya v zhivopisi. Ocherk osnovnykh metodov. Moscow : Nauka, 1980.
9. Raushenbakh B. Geometriya kartiny i zritel'noe vospriyatie. Moscow : AGRAF, 2012.
10. Ron M. V. “Chelovek pered zerkalom” — razmyshleniya o gorizontakh poznaniya // Kul'turologicheskie issledovaniya. St. Petersburg : Izd-vo RGPU im. A. I. Gertsena, 2002. P. 215–221.
11. Ms. B, f. 28 r, Paris, Institut Frantsii, 1487.

УДК: 681.7.01

ББК: 32.96

Бирючинский С. Б.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Бирючинский Сергей Борисович, кандидат физико-математических наук, профессор

E-mail: sbiruchinsky@optica4d.com

Компания Vigitek Inc. (США)

Рассмотрены некоторые компоненты аппаратного обеспечения нейронных сетей. Приведены примеры применения элементов фотоники в современных моделях нейронных сетей. Приведены примеры работы некоторых нейросетевых компонентов, процедур их разработки и результаты работы.

Ключевые слова: фотоника, искусственный интеллект, нейросеть, нейроморфный, изобретение, изобретательская задача, объектив, абберации, оптическая система, машинное зрение, литография, биомедицинская система, оптимизация, пропускная способность.

Первые разработки по нейросетям появились ещё в эпоху ламповых компьютеров. Первые алгоритмы обучения нейросетей были представлены ещё в 1949 году, а в 1960 году в Корнеллском университете (США) продемонстрирован первый в мире нейрокомпьютер (MARK 1), основной задачей которого было распознавание образов. Развитие данного направления шло настолько успешно, что уже всего через пару десятилетий стала понятна категорическая необходимость внедрения в данные технологии раз-

личных элементов фотоники, а также развитие и совершенствование оптических приборов для создания новой элементной базы вычислителей. В процессе разработки элементов фотоники стало понятно, что в некоторых случаях могут быть применены наработки и практические решения, например, из биомедицинской отрасли, в частности, архитектуры оптических систем различного рода осветителей, формирователей профиля лазерного пучка, а также различные фокусирующие системы.

Упрощённо элементарный нейрон можно представить как некоторую нелинейную функцию (функция активации или передаточная функция) от единственного аргумента — линейной комбинации всех входных сигналов. Функция активации в общем случае может быть любой, в том числе быть зависимой от входных данных. К настоящему времени в мире создано огромное количество разнородных численных методов и алгоритмов построения нейронных сетей различной структуры и назначения. Одним из таких методов является «теория оптимальных оптических систем», созданная автором данной статьи за многие годы изобретательской деятельности (см., например, [3–6]). С точки зрения прикладной математики и теории алгоритмов разработанный метод можно в некотором роде отнести к нейросетевым методам с перестраиваемой обучаемой архитектурой и нейроморфными вычислителями с переменной функцией активации [1, 9].

Существуют различные методы визуализации различных процессов в живом нейроне. Среди них отметим методы визуализации движения ионов кальция и съём электрических потенциалов. Три проблемы делают визуализацию напряжения более сложной, чем визуализацию ионов кальция. Во-первых, более быстрая внутренняя кинетика ограничивает период интегрирования фотонов. Во-вторых, индикаторы напряжения должны лежать в мембране или ухудшать сигнал; это ограничивает объём индикаторов, которые можно интегрировать для измерения сигнала. Наконец, мембраны, через которые возникает сигнал, плотно упакованы в головном мозге; флуоресцентные сигналы от перекрывающихся мембран вымывают сигналы одиночных клеток [8].

Метод сканирования сфокусированным пучком Бесселя [8] применяется для повышения пропускной способности визуализации и при этом сохраняется синаптическое поперечное разрешение

при визуализации кальция нейритов GCaMP6s+. С учётом предъявляемых требований для решения данных задач можно применить широчайший спектр оптических разработок из других отраслей практически без их изменений (например, [1, 3]).

Практически все современные нейросети имеют многослойную структуру (deep neural network — DNN), специализируются на каком то определённом круге задач и требуют больших затрат на их обучение (вычислительная мощность, затрачиваемая на обучение удваивается примерно каждые 3,5 месяца). Аппаратная реализация таких нейросетей также весьма разнообразна и может включать различные графические (GPU) процессоры в сочетании с матричными вычислителями (tensor processing unit — TPU) и прочими элементами обвязки [10], в том числе высокоскоростными устройствами ввода/вывода. В [9] показана одна из возможных реализаций идеи объединения элементов фотоники с нейроморфным вычислителем. Вариант интеграции электрооптических блоков для нейроморфного фотонного процессора с возможностями матричного умножителя реализован на традиционной элементной базе (SiPho computing engine). Представленный модуль может работать на частоте 50 ГГц, содержит два цифро-аналоговых преобразователя, массив аналого-цифровых преобразователей, два входа на фотонном ускорителе вычислительного процесса, SiGe электрооптические модуляторы и прочее.

Реализация 2-входного нейрона в чипе SiPho даёт высокоскоростную обработку входных данных и весовых элементов. Чип SiPho включает в себя согласованную нейроморфную архитектуру, которая реализует COLN (когерентный линейный нейрон) с двумя входами, способный выполнять многократное накопление (MAC) операций (взвешенное суммирование входных данных). Он содержит интерферометр Маха-Цендера (MZI) с дополнительной смещающей ветвью, которая позволяет обеспечить сохранение знака взвешенного суммирования. Выбор SiGe EAM (электропоглощающие модуляторы) обеспечивает высокую скорость вычислений при сохранении низких значений энергопотребления и малой занимаемой площади. Прототип данного чипа был изготовлен и продемонстрировал полное соответствие заявленным характеристикам.

К настоящему времени в мире существует множество компаний внедряющих на практике элементы фотоники в вычис-

лительные устройства. Так например, многослойная структура многопроцессорной сборки с оптической передачей данных была реализована компанией IBM. Подобная структура сборки универсальна и может применяться в вычислительных системах различной архитектуры. Основной сложностью в проектировании подобных изделий является интеграция приёмо-передающих каналов в рамки существующих технологических процессов производства микроэлектроники, что определяет конечную себестоимость изделия как одну из основных характеристик. Другими сложностями являются ограничения степени интеграции для элементов фотоники и ограниченность применимых материалов. Наивысшая степень интеграции планарных волноводных элементов может составлять менее 1 мкм.

Более простым в реализации но очень актуальным является направление создания и возможной унификации (по крайней мере в пределах одного проекта вычислителя) оптических соединителей печатных плат (PCB). Нечто похожее было реализовано автором данной статьи в проекте миниатюрной лазерной системы дополненной реальности.

В [7] показана тестовая система контроля (макетная плата) микропроцессоров и экспериментальный многофункциональный микропроцессор, пригодный для применения в составе перспективных нейронных сетей. Данный процессор разработан и изготовлен на фабрике в Южной Корее [7] ведущим разработчиком электроники Чураевым Сергеем Олеговичем (Ph. D., Республика Беларусь). Данный процессор является многофункциональным и содержит время-цифровые преобразователи, измерители задержек, позволяющие проводить измерения с пикосекундной точностью и т. д. Демонстрируемый процессор реализован по 120 нм технологии и полностью решил все поставленные перед ним задачи. Для организации оптического канала передачи автором данной статьи была разработана система планарных волноводов с интегрированными оптическими преобразователями. Представленная система проста в реализации и обеспечивает все необходимые потребности в оптической передаче данных между ядрами процессора. Простота реализации предложенной схемы была обусловлена применением штатных, серийно изготавливаемых бескорпусных компонентов, интегрированных в волновод методом радиационного нагрева.

Разработка вышеуказанного процессора была бы невозможной без существования литографических машин с необходимым уровнем себестоимости технологического процесса. Одним из ключевых компонентов литографической машины является проекционный объектив [2] передающий изображение фотошаблона на засвечиваемую подложку. Один из вариантов литографического объектива (365 нм), разработанного автором для компании ASML (Нидерланды), показан в [2], где описан вариант схемы с числовой апертурой 0,4 и диаметром поля зрения в пространстве предметов 110 мм. Особенностью данной архитектуры оптической системы являются сверхнизкие значения аберраций (в том числе и хроматизма), в особенности дисторсии, по всему полю, без применения асферических компонентов. Число Штреля превышает 0,9 по всему полю. Могут быть разработаны также варианты системы с числовой апертурой превышающей 1 (иммерсионные системы).

С точки зрения применимости для аппаратного обеспечения нейросетей разработки [3–5], обладающие способностью создавать равномерно освещённые участки, в том числе, в рассеивающих средах и на заданной глубине, могут быть непосредственно использованы как элемент фотоники, активирующий нейроморфный вычислитель. Другое применение — это элементы литографического процесса для создания тех же элементов фотоники, полупроводниковыхборок и т. д. Здесь в работу могут пойти варианты как с ламповым, так и с лазерным источником излучения, а также с различными интегрирующими и фильтрующими системами (в том числе с принудительным охлаждением области светового воздействия с отведением тепла непосредственно средствами прибора).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные элементы фотоники не могут полностью заменить существующие полупроводниковые компоненты и это связано с ограничениями по степени интеграции в том числе. Но в связке с ними позволяют преодолеть некоторые существующие барьеры в электронной отрасли, в особенности, когда речь идёт о шумах, паразитных наводках, тактировании и т. д. Как и любой алгоритм любая методика построения современных нейросетей является лишь инструментом, неспособным полностью заместить изобретательские способности, если их нет.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Бирючинский С. Б.* Моделирование и оптимизация архитектуры оптических систем для современного кинематографа // Мир Техники Кино. 2015. № 3 (9). С. 8–12.
2. *Бирючинский С. Б.* Проекционные оптические системы для литографии // Мир Техники Кино. 2013. № 4 (7). С. 22–26.
3. *Бирючинский С. Б.* Устройство для фотообработки биотканей человека. Патент РФ, RU184163U1, 17.10.2018.
4. *Altshuler G. B., Inochkin M., Khramov V. Yu., Biruchinsky S. B., Erofeev A. V., Belikov A. V.* Apparatus and method for photocosmetic and photodermatological treatment. Патент Израиль IL157684(D0), Publication date: 28.04.2004.
5. *Anderson R. R., Altshuler G. B., Manstein D., Biruchinsky S. B., Erofeev A. V.* Method and apparatus for EMR treatment. Патент США US6997923, Publication date: 14.02.2006.
6. *Biryuchinskiy S., Churayeu S., Jeong Y.* Compact Optical Systems for Space Applications // J. Space Technol. 2021. No 1(1). P.104-120. <https://doi.org/10.52912/jsta.2021.1.1.104>.
7. *Churayev S., Biryuchinskiy S., Melnikov K., Paltashev T.* Phase shift accumulation method for timing characterization // Proc. IEEE 2nd Intern. Conf. on Photonics (ICP). 2011. P. 1–5.
8. All-Optical Methods to Study Neuronal Function / Edited by E. Papagiakoumou. Humana Press, 2023. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2764-8>.
9. *Giamougiannis G., Tsakyridis A., Moralis-Pegios M.* Neuromorphic silicon photonics with 50 GHz tiled matrix multiplication for deep-learning applications // Advanced Photonics. 2023. Vol. 5. Issue 1. <https://doi.org/10.1117/1.AP.5.1.016004>.
10. *Li K., Hudak P.* Memory coherence in shared virtual memory systems // ACM Transactions on Computer Systems. 1989. Vol. 7. No. 4. P. 321–359. doi:10.1145/75104.75105.

Sergey B. Biryuchinskiy

HARDWARE OF NEURAL NETWORK

Sergey B. Biryuchinskiy, PhD, Professor

E-mail: sbiruchinsky@optica4d.com

Vigitek Inc. (USA)

Some hardware components of neural networks are considered. Examples of the use of photonics elements in modern models of neural networks are given. Examples of the work of some neural network components, procedures for their development and results of work are given.

Key words: photonics, artificial intelligence, neural network, neuromorphic, invention, inventive problem, lens, aberrations, optical system, machine vision, lithography, biomedical system, optimization, bandwidth.

REFERENCES

1. Biryuchinskii S. B. Modelirovanie i optimizatsiya arkhitektury opticheskikh sistem dlya sovremennogo kinematografa // *Mir Tekhniki Kino*. 2015. No 3 (9). P. 8–12.

2. Biryuchinskii S. B. Proektsionnye opticheskie sistemy dlya litografii // *Mir Tekhniki Kino*. 2013. No 4 (7). P. 22–26.

3. Biryuchinskii S. B. Ustroistvo dlya fotoobrabotki biotkanei cheloveka. Patent RF, RU184163U1, 17.10.2018.

4. Altshuler G. B., Inochkin M., Khramov V. Yu., Biruchinsky S. B., Erofeev A. V., Belikov A. V. Apparatus and method for photocosmetic and photodermatological treatment. Patent Izrail' IL157684(D0), Publication date: 28.04.2004.

5. Anderson R. R., Altshuler G. B., Manstein D., Biruchinsky S. B., Erofeev A. V. Method and apparatus for EMR treatment. Patent SShA US6997923, Publication date: 14.02.2006.

6. Biryuchinskiy S., Churayev S., Jeong Y. Compact Optical Systems for Space Applications // *J. Space Technol.* 2021. No 1(1). P.104-120. <https://doi.org/10.52912/jsta.2021.1.1.104>.

7. Churayev S., Biryuchinskiy S., Melnikov K., Paltashev T. Phase shift accumulation method for timing characterization // *Proc. IEEE 2nd Intern. Conf. on Photonics (ICP)*. 2011. P. 1–5.

8. All-Optical Methods to Study Neuronal Function / Edited by E. Papagiakoumou. Humana Press, 2023. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2764-8>.

9. Giamougiannis G., Tsakyridis A., Moralis-Pegios M. Neuromorphic silicon photonics with 50 GHz tiled matrix multiplication for deep-learning applications // *Advanced Photonics*. 2023. Vol. 5. Issue 1. <https://doi.org/10.1117/1.AP.5.1.016004>.

10. Li K., Hudak P. Memory coherence in shared virtual memory systems // *ACM Transactions on Computer Systems*. 1989. Vol. 7. No. 4. P. 321–359. doi:10.1145/75104.75105.

УДК 004.4
ББК 32.973

Рыжков В. П.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА MATLAB
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ТОМОГРАФИИ
ОБЪЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ
ИНЖЕНЕРОВ**

Рыжков Валерий Павлович
E-mail: mr.valer03@mail.ru

Московский государственный технический университет
имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский
университет)

В исследовании представлен математический аппарат обработки данных рентгеновского компьютерного томографа. Показаны преимущества использования прямого и обратного преобразований Радона при формировании изображения в современных рентгеновских компьютерных томографах. Предложена программная реализация использования встроенных инструментов пакета Astra Toolbox и подпрограммы Volume Viewer для визуализации данных томографии объектов. Описан математический аппарат получения синопграмм и восстановления из них изображений с использованием упомянутых инструментов.

Статья может быть полезна студентам, проходящим инженерную подготовку по направлению «Биотехнические системы и технологии», и специалистам, повышающим свою квалификацию.

Ключевые слова: томография, рентгеновский компьютерный томограф, преобразование Радона, MATLAB.

ВВЕДЕНИЕ

Компьютерная томография (КТ), изобретённая в 1972 г. Г. Хансфилдом и А. Кормаком, удостоенными за эту разработку Нобелевской премии, прочно вошла в нашу жизнь и широко используется в медицинской практике [3]. В основном КТ используется в медицине для визуализации внутренних тканей человека без их разрушения, но также применяется и в промышленности и других областях (например, для дефектоскопии). По оценкам компании BusinesStat, в 2017 г. натуральный объём рынка томографической диагностики в России увеличился относительно 2016 г. на 10,7% и составил 10,9 млн исследований [1]. В период пандемии COVID-19 это количество возросло вдвое за 2 года (2020–2022), что говорит о высокой востребованности данного метода диагностики. Количество лиц, взаимодействующих с томографами, также растёт, при этом повышается спрос на квалифицированных технических специалистов.

В 2023 г. подготовка специалистов по направлению «Биотехнические системы и технологии» производится в трёх крупнейших вузах Москвы: МГТУ им. Н. Э. Баумана, МИФИ и МИРЭА [5–7], но только в МГТУ им. Н. Э. Баумана в учебном плане есть отдельная дисциплина, в которой изучается компьютерная томография («Основы компьютерной томографии»), рассчитанная на 32 часа [7].

При таких объёмах теоретических и практических занятий приобретение дорогих компьютерных томографов только для образовательного процесса экономически невыгодно. А проведение практических занятий в действующих медицинских диагностических центрах невозможно по разным причинам. Поэтому для обучения целесообразно разработать и внедрить компьютерные программно-аппаратные средства, имитирующие обработку данных КТ и осуществляющих визуализацию результатов КТ.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задача состоит в разработке доступной студенту вуза модели процессов обработки данных в рентгеновском компьютерном томографе (РКТ) с кратким математическим и техническим обоснованием.

Цель публикации — представить научному сообществу пример решения задачи визуализации данных томографии объектов в образовании и научных исследованиях.

1. ПРИНЦИП РАБОТЫ РЕНТГЕНОВСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА

Для получения одного среза объекта, помещённого в центральную часть РКТ — проём гентри, в РКТ третьего поколения, эксплуатируемых в настоящее время, выполняется один оборот системы излучателей (рентгеновская трубка) и системы детекторов на противоположной стороне гентри. Вместо полного оборота можно совершить пол оборота, так как в случае полного оборота просвечивание одних и тех же тканей произойдет дважды, не давая при этом дополнительной информации для восстановления изображения. После получения одного среза происходит поступательное движение стола с пациентом для получения нового среза. Затем процедура повторяется.

Более современные системы, например, мультиспиральные, осуществляют непрерывное движение как вращательное, так и поступательное. При этом механизм восстановления изображения в них схож с тем, что описан выше, поэтому понимание приведённых в статье алгоритмов позволит разбираться и в таких системах.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ С ДЕТЕКТОРОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Для понимания процессов обработки получаемых с детекторов данных проведем моделирование процесса просвечивания объекта при компьютерной томографии (рис. 1). Возьмём два датчика.

Пусть имеются четыре области квадратной формы с различными коэффициентами ослабления излучения рентгеновской трубки: $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$. Примем, что все источники испускают одинаковое рентгенов-



Рис. 1. Моделирование процесса просвечивания объекта при компьютерной томографии в двух положениях рентгеновского излучения [3]

ское излучение I_0 . Тогда рентгеновское излучение, воспринимаемое датчиками определяется следующими уравнениями:

$$I_2 = I_0 \exp(-\mu_1 \cdot l) \exp(-\mu_2 \cdot l), \quad (1)$$

$$I_4 = I_0 \exp(-\mu_3 \cdot l) \exp(-\mu_4 \cdot l), \quad (2)$$

$$I_3 = I_0 \exp(-\mu_1 \cdot l) \exp(-\mu_3 \cdot l), \quad (3)$$

$$I_4' = I_0 \exp(-\mu_2 \cdot l) \exp(-\mu_4 \cdot l), \quad (4)$$

где l — линейный размер исследуемых четырёх одинаковых областей.

Система линейных уравнений (1–4) и есть основа обработки данных компьютерного томографа, во время которой определяются коэффициенты ослабления $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ для каждого конкретного среза, т. е. определяется сетка значений коэффициентов ослабления.

Очевидно, что количество уравнений будет равно n^2 , если применено n детекторов. Отметим, что количество детекторов должно быть достаточным для получения нужного разрешения изображения, например, 1024 детектора, а это приводит к увеличению времени вычислений, поскольку количество уравнений составит 1024^2 .

Для получения изображения среза применяют прямое (5) и обратное (6) преобразования Радона [3], которые отражают в виде функции проекции с известным углом известной исходной функции и возможность её восстановления через конечное число данных проекций.

$$R(s, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} (s \cos(\varphi) - z \sin(\varphi), s \sin(\varphi) + z \cos(\varphi)) dz, \quad (5)$$

$$\bar{R}(\omega, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} R(s, \varphi) \exp(-i\omega s) ds. \quad (6)$$

Геометрический смысл прямого преобразования Радона — интеграл от функции вдоль прямой, перпендикулярной вектору, заданному через угол относительно главных осей и с известным расстоянием от начала координат [2]. Без подробной остановки на преобразованиях перейдем непосредственно к алгоритму получения изображения.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЛАВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЕКЦИЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ И ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Для решения задач получения проекций изображения и его восстановления используем программный пакет Matlab. Представим используемые библиотеки инструментов и краткое их описание.

Astra Toolbox. Данный набор инструментов с графическими примитивами позволяет работать с отдельными срезами и полной томограммой. Поддерживает параллельные и веерные лучи как модель излучения рентгеновской трубки. Базовое позиционирование источников и детекторов при использовании пакета — противоположное с параллельным распространением лучей. Позволяет создавать объекты плоской и объёмной геометрии, переводить изображения в доступный для обработки формат, производить прямое и обратное преобразования Радона [8, 9].

Функции `radon` и `iradon`. Базовые функции, позволяющие произвести прямое преобразование Радона над изображением и из полученного набора функций восстановить использованное изображение [8, 9].

Функции работы с файлами. Функции вывода, сохранения набора изображений как видеофайл или зацикленный файл (расширения `.gif`) [9].

Пакет Volume Viewer. Позволяет открывать файлы медицинского формата после проведения КТ. Имеет возможности выделения определённого слоя, вывода общей объёмной модели, настройки выделения определённой ткани по её коэффициенту ослабления, определённой области, участка объекта [9].

Синограмма — суммарная картина всех функций, полученных прямым преобразованием Радона от исходной картины. Так как результат прямого преобразования Радона от известного угла является функцией двух переменных (расстояния вдоль выбранной прямой и интенсивности излучения, которое попало на детектор), одно преобразование Радона над известным изображением будет являться строкой пикселей разных оттенков серого цвета. На рис. 2 показано изображение, созданное используемым пакетом инструментов и функцией `phantom`, называемое фантомом, а также на рис. 3 представлена его синограмма. Каждая строчка синограммы



Рис. 2. Фантом, созданный функцией `phantom`, имитирующий поперечный срез головы человека с разрешением 1024×1024 пикселя

шириной в 1 пиксель получается при определённом угле поворота пары «излучатели — детекторы». Синограммы были получены, используя класс `astra_create`, путём изменения дополнительных параметров в виде типа пучка лучей (параллельный или треугольный), разрешения исходного изображения, крайних значений углов поворота и общего их количества.



Рис. 4. Восстановленное изображение среза после обратного преобразования Радона

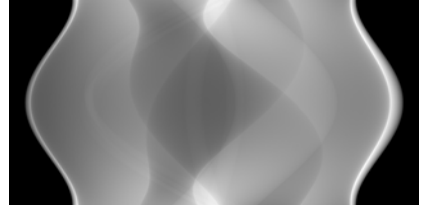


Рис. 3. Синограмма изображения, представленного на рис. 2, являющаяся суммой 512 прямых преобразований Радона данного изображения с диапазоном поворота пары «излучатели — детекторы» от 0° до 180° включительно

Далее было получено восстановленное изображение среза посредством обратного преобразования Радона из полученной выше синограммы. Для данной операции использовались класс `cfg`, подкласс `astra_tech`, применённые с определёнными параметрами к известной синограмме. Восстановленное изображение показано на рис. 4.

Сравнение рис. 4 с рис. 2 демонстрирует схожесть исходного и восстановленного изображений. Однако, в связи с конечной малостью шага поворота

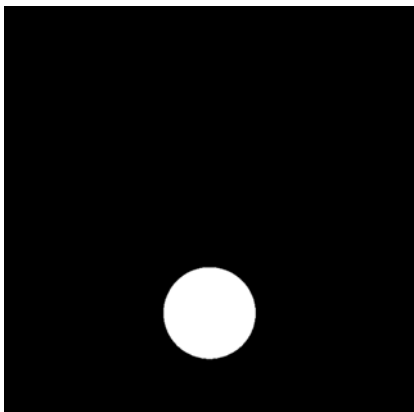


Рис. 5. Фантом сосуда в толще биоткани

пары «излучатели — детекторы», изображение при сравнении различных участков может отличаться. Эти отличия будут выражаться в виде тонких полос в градациях серого. От них не получится избавиться методами, представленными выше, однако при достаточно малом шаге (порядка 1° при разрешении 1024×1024 пикселей) они перестанут вносить в изображение заметные медицинские искажения информации о внутренних тканях пациента.

Создадим другую картину среза для лучшей визуализации описанных выше процессов, а также для описания иной, более простой модели исследуемого объекта [8].

Возьмём изображение, которое имитирует поперечный свет сосуда в толще однородной биоткани (рис. 5). Для этого на плоскости зададим уравнение окружности, присвоим одно значение части плоскости внутри данной окружности и другое — части снаружи. Далее переведём плоскость в изображение в градациях серого и нормируем.

Для получения синопаммы данного изображения воспользуемся функцией `radon`, задав дополнительные параметры в виде крайних углов и шага получения прямого преобразования Радона. Для восстановления изображения используем обратное преобразование Радона (функция `iradon`).

Проведём исследование восстановления данного изображения после предварительной процедуры получения синопаммы для различных диапазонов угла поворота системы «излучатели — детекторы». На рис. 6–8 показаны результаты данного исследования — пары «синопамма — восстановленное изображение» для различных углов с указанием их значений. На рис. 6, б; 7, б; 8, б приведены результаты прямого преобразования Радона изображения, показанного на рис. 5, а на рис. 6, а; 7, а; 8, а — восстановленные изображения.

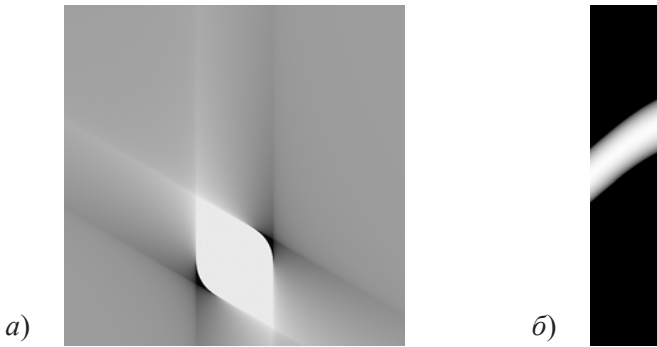


Рис. 6. Результат выполнения преобразований для угла 60° : *a)* восстановленное изображение; *б)* полученная синограмма

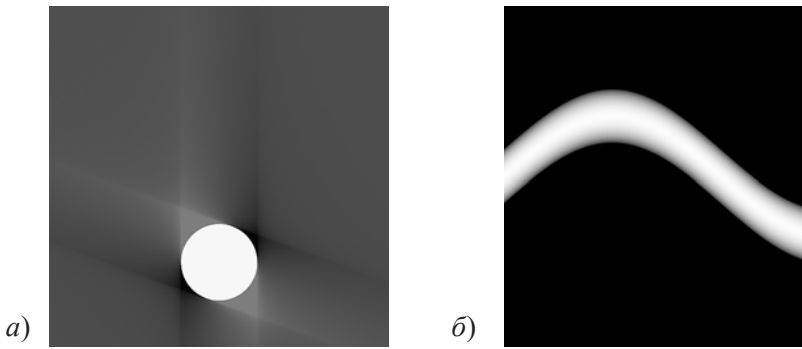


Рис. 7. Результат выполнения преобразований для угла 250° : *a)* восстановленное изображение; *б)* полученная синограмма

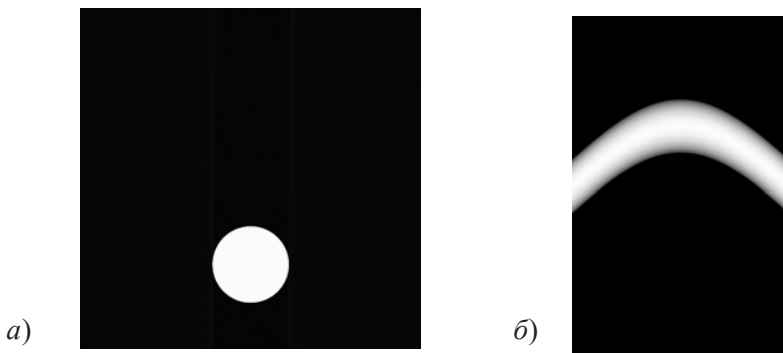


Рис. 8. Результат выполнения преобразований для угла 180° : *a)* восстановленное изображение; *б)* полученная синограмма

Из рис. 6–8 видно, почему необходимо производить исследование с поворотом пары «излучатели — детекторы» на количество градусов, кратное 180. При любых других углах возникают артефакты в местах, являющихся прямыми с выбранным углом поворота и углом, равным 180 минус заданный угол. Кроме того, вокруг исследуемого объекта возникают артефакты, мешающие оценить его настоящие границы и вносящие существенные негативные эффекты.

Отметим, что в функции `iradon` имеется встроенный Фурье-фильтр [9]. При его отключении, задавая «0» в момент вызова функции как один из её параметров, получаем изображение, показанное на рис. 9, *а*. Для сравнения на рис. 9, *б* показано то же изображение с включённым Фурье-фильтром.

Из рис. 9 видно, что включение Фурье-фильтра при восстановлении изображения играет важную роль. В случае, если бы в реальных аппаратах не было бы данной функции, изображения получались бы зашумлёнными, с трудно различимыми границами, что является критическим для медицинских целей.

Проведём исследование реальных изображений внутренних структур человека. Для этого воспользуемся открытой базой данных по КТ-исследованию IMAIOS [10]. Сохраним изображения в формате `.png` с разрешением 1282×692 пикселя. Толщина среза данного исследования — 3 мм, а один пиксель кодирует информацию около 0,3×0,3 мм [4, 10]. Это позволяет сделать вывод, что данное исследование способно различить объекты по коэффициен-

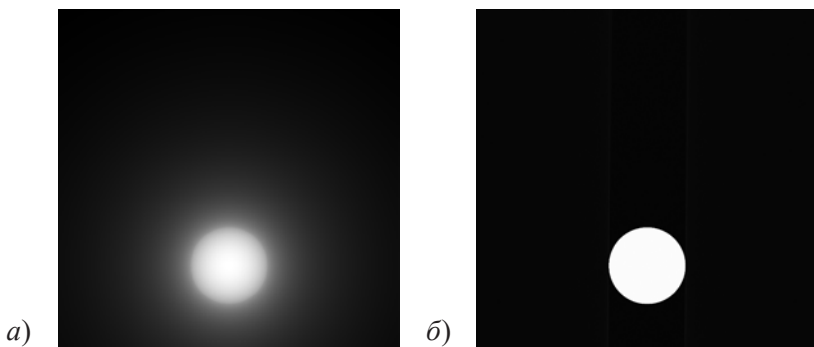


Рис. 9. Работа Фурье-фильтра при восстановлении изображения:
а) фильтр выключен; *б*) фильтр включён

ту задерживания рентгеновского излучения при их линейных размерах не менее 1 мм. Суммарно, оценив выборку, можно сделать вывод, что данное исследование проводилось для общей оценки состояния грудной клетки пациента без цели получить информацию о малых поражениях тканей легких.

Современные томографические рентгеновские устройства имеют 32–256 полос детекторов, а значит, такое же количество срезов на один оборот гентри. Это позволяет во столько же раз увеличить разрешающую способность томографа в отношении оси, расположенной по направлению положения позвоночника человека (поступательное движение).

В данной работе проводить анализ всех нескольких тысяч срезов смысла нет, поэтому исследуем только 87, по одному от каждого оборота гентри. На рис. 10 показано исходное изображение, одно из тех, что были взяты в качестве выборки, а на рис. 11 — восстановленное изображение после прямого и обратного преобразований Радона.

Сопоставляя рис. 10 и 11, получаем, что формат изображения изменился на квадратный. Это происходит из-за восстановления изображения обратным преобразованием Радона с расчётом ширины, равной наибольшему из двух линейных параметров.

Теперь рассмотрим механизм визуализации томограмм Volume Viewer [9]. Это — отдельная подпрограмма, воспринимающая исключительно массив изображений формата .dcm. Данное расширение присуще специальному формату данных, получаемому после

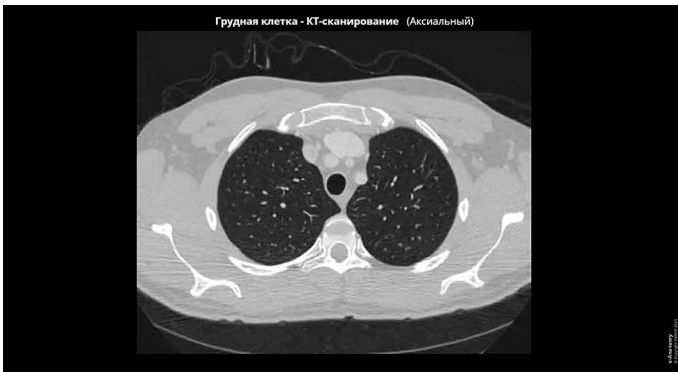


Рис. 10. Исходное изображение одного среза грудной клетки [10]



Рис. 11. Восстановленное изображение среза грудной клетки, представленного на рис. 10

проведения КТ-исследования пациента для загрузки в профильные программы или для просмотра отдельных срезов в распространённых пакетах прикладных программ, например, Adobe Photoshop.

Программа Volume Viewer позволяет не только посмотреть поперечные горизонтальные срезы, но также срезы в других проекциях, а также восстановить объёмное изображение, которое можно вращать, масштабировать. С помощью панели инструментов можно выделить из общей структуры цветом части объекта с определённым значением или диапазоном значений коэффициента ослабления рентгеновского излучения. Таким образом можно выделить сосудистое русло, кости или опухоль в толще биоткани.

Этот пакет будет полезен в случае наличия массива файлов, полученных с реального томографа или преобразованных в такой массив набор изображений другого типа файлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прямое и обратное преобразования Радона оправдали себя как механизм восстановления изображения поперечного среза объекта. Пакет MATLAB со встроенными функциями Astra Toolbox и radon

показал свою эффективность как при использовании для исследования модельных изображений (рис. 6–8), так и для реальных томографических срезов (рис. 10–11).

Представленный материал позволяет повысить доступность изучения технологий восстановления и преобразования изображений в томографии, проиллюстрировать работу внутренних алгоритмов томографа (включая вводные и специальные курсы по томографии). Исследование может быть использовано для создания интерактивных обучающих курсов, для создания иллюстрационного материала при проведении лекционных и практических занятий. Кроме того, его можно использовать при обучении решению расчётных и исследовательских задач в процессе подготовки инженеров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ рынка томографической диагностики в России в 2013–2017 гг., прогноз на 2018–2022 гг. // *BusinesStat* : офиц. сайт. URL: <https://businesstat.ru/russia> (дата обращения: 28.03.2023).

2. *Волков В. А.* Ряды Фурье. Интегральные преобразования Фурье и Радона : учебно-методическое пособие. Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. 34 с.

3. *Жорина Л. В., Змиевской Г. Н.* Основы взаимодействия физических полей с биообъектами. Использование излучений в биологии и медицине : учебник / под ред. С. И. Щукина. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 374 с.

4. *Синельников Р. Д., Синельников Я. Р.* Атлас анатомии человека / В 4 т. Изд. 2-е. Москва : Медицина, 1996. 343 с.

5. Учебный план : Направление подготовки — 12.03.04, Биотехнические системы и технологии : Направленность — Высокотехнологичные диагностические системы // Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» : офиц. сайт. URL: <https://eis2.mephi.ru/programs/Program/Curriculum/362?curriculumId=25786924-591d-44e4-8dfa-1ab54000f44a> (дата обращения: 04.04.2023).

6. Учебный план : Направление подготовки — 12.03.04, Биотехнические системы и технологии : Направленность — компьютерные системы и технологии обработки медико-биологической и экологической информации // МИРЭА — российский технологи-

ческий университет : офиц. сайт. URL: <https://www.mirea.ru/sveden/education/> (дата обращения: 04.04.2023).

7. Учебный план : Направление подготовки — 12.03.04, Биотехнические системы и технологии : Направленность — Медико-технические информационные технологии // Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана : офиц. сайт. URL: <https://bmstu.ru/sveden/edu-programs> (дата обращения: 04.04. 2023).

8. FBP in the ASTRA Toolbox // Astra Toolbox. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=seV1aLqAFzI> (дата обращения: 15.03.2023).

9. Help center // Mathworks. URL: <https://www.mathworks.com> (дата обращения: 17.03.2023).

10. IMAIOS. Грудная клетка — КТ-сканирование. URL: <https://www.imaios.com/ru/e-anatomy/grudnaya-kletka/aksial-naya-kt-organov-grudnoj-kletki> (дата обращения: 01.04.2023).

Valerii P. Ryzhkov

USE OF MATLAB FOR VISUALIZATION OF OBJECTS TOMOGRAPHY DATA IN ENGINEERS TRAINING

Valerii P. Ryzhkov

E-mail: mr.valer03@mail.ru

Bauman Moscow State Technical University

The study presents a mathematical apparatus for processing X-ray computed tomography data. Advantages of using direct and inverse Radon transformations during image formation in modern X-ray computed tomographs are shown. Software implementation of using the built-in tools of Astra Toolbox package and Volume Viewer subroutine for visualization of tomography data is proposed. The mathematical apparatus of obtaining synograms and reconstruction of images from them with the use of the mentioned tools is described.

The article can be useful for students of engineering training in the field of «Biotechnical systems and technologies» and for specialists who improve their qualification.

Key words: tomography, X-ray computed tomography, Radon conversion, MATLAB.

REFERENCES

1. Analiz rynka tomograficheskoi diagnostiki v Rossii v 2013–2017 gg., prognoz na 2018–2022 gg. // *BusinesStat* : ofits. sait. URL: <https://businesstat.ru/russia> (data obrashcheniya: 28.03.2023).

2. Volkov V. A. Ryady Fur'e. Integral'nye preobrazovaniya Fur'e i Radona : uchebno-metodicheskoe posobie. Yekaterinburg : Izd-vo Ural'skogo universiteta, 2014. 34 p.

3. Zhorina L. V., Zmievskoy G. N. Osnovy vzaimodeistviya fizicheskikh polei s bioob"ektami. Ispol'zovanie izlucheniya v biologii i meditsine : uchebnik / pod red. S. I. Shchukina. Moscow : Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2014. 374 p.

4. Sinel'nikov R. D., Sinel'nikov Ya. R. Atlas anatomii cheloveka / V 4 t. Izd. 2-e. Moskva : Meditsina, 1996. 343 p.

5. Uchebnyi plan : Napravlenie podgotovki — 12.03.04, Biotekhnicheskie sistemy i tekhnologii : Napravlennost' — Vysokotekhnologichnye diagnosticheskie sistemy // Natsional'nyi issledovatel'skii yadernyi universitet "MIFI" : ofits. sait. URL: <https://eis2.mephi.ru/programs/Program/Curriculum/362?curriculumId=25786924-591d-44e4-8dfa-1ab54000f44a> (data obrashcheniya: 04.04.2023).

6. Uchebnyi plan : Napravlenie podgotovki — 12.03.04, Biotekhnicheskie sistemy i tekhnologii : Napravlennost' — komp'yuternye sistemy i tekhnologii obrabotki mediko-biologicheskoi i ekologicheskoi informatsii // MIREA — rossiiskii tekhnologicheskii universitet : ofits. sait. URL: <https://www.mirea.ru/sveden/education/> (data obrashcheniya: 04.04.2023).

7. Uchebnyi plan : Napravlenie podgotovki — 12.03.04, Biotekhnicheskie sistemy i tekhnologii : Napravlennost' — Mediko-tekhnicheskie informatsionnye tekhnologii // Moskovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet im. N. E. Baumana : ofits. sait. URL: <https://bmstu.ru/sveden/edu-programs> (data obrashcheniya: 04.04. 2023).

8. FBP in the ASTRA Toolbox // Astra Toolbox. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=seV1aLqAFzI> (data obrashcheniya: 15.03.2023).

9. Help center // Mathworks. URL: <https://www.mathworks.com> (data obrashcheniya: 17.03.2023).

10. IMAIOS. Grudnaya kletka — KT-skanirovanie. URL: <https://www.imaios.com/ru/e-anatomy/grudnaya-kletka/aksial-naya-kt-organov-grudnoj-kletki> (data obrashcheniya: 01.04.2023).

Часть III. Гуманитарные инновации

УДК 621.379+792.8

ББК 32.94

Шульц С. А.

К РИТУАЛЬНО-МИФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ БАЛЕТА (РАКУРС ОБЪЁМНОСТИ)

Шульц Сергей Анатольевич

E-mail: s_shulz@mail.ru

«Ритуальная» природа балета проявлена через его фиксированную пространственно-временную организацию (хронотоп, имеющий смысловую объёмность), через ритмические движения, повторения «жестов» в различии. «Мифологическое» в балете — не только в его «содержаниях», но также в сращенности мифологического с ритуальным через общий им смысл выделенности из обыденного хода существования.

Ключевые слова: балет, миф, ритуал, хронотоп, праздник, ритм, дионисийство.

Первоначально танец был сплетён с другими видами искусства в общем нерасчленённом синкретическом единстве, что показал А. Н. Веселовский [5]. Все протоискусства входят в общую ритуально-мифологическую стихию, выступая её эпифеноменами. Однако ритуально-мифологическое начало неотменимо в явлениях жизни и культуры в каждую историческую эпоху, что продемонстрировали А. Ф. Лосев [10], Р. Барт [1] и др. Поэтому связь танца с мифом и ритуалом проступает также во всех последующих образцах развития танца — в, частности, в балете. Благодаря этой связи балет получает аспект особой смысловой объёмности, момент расширенного (объёмного) содержания.

М. А. Волошин противопоставлял танец балету как искусство более древнее и жизненно-гармоническое — искусству «только для глаз» (таков, по его мнению, балет). Однако лучшие образцы балета хранят верность «танцу» в том значении, какое придавал последнему М. А. Волошин. Поэт задаётся вопросом: «Что прекраснее человеческого лица, отражающего верно и гармонично те волны настроений и чувств, которые поднимаются из глубины души? Надо, чтобы все наше тело стало лицом. В этом тайна эллинской красоты: там всё тело было зеркалом духа. Танец — это такой же священный экстаз тела, как молитва — экстаз души. Поэтому танец в своей сущности самое высокое и самое древнее из всех искусств. Оно выше музыки, оно выше поэзии, потому что в танце вне посредства слова и вне посредства инструмента человек сам становится инструментом, песнью и творцом и всё его тело звучит, как тембр голоса. Такого идеального танца, может, ещё и нет» [6, с. 395–399].

Е. М. Мелетинским зафиксировано, что миф и ритуал — теоретический и практический аспект одного и того же явления [11, с. 10–18], т. е. они полностью взаимосвязаны, взаимозависимы: отсюда речь об одном сразу предполагает речь о другом. «Ритуальная» природа балета проявлена через его фиксированную пространственно-временную организацию (хронотоп, имеющий смысловую объёмность), а также через ритмические движения, повторения «жестов» в различии. «Мифологическое» в балете — не только в его «содержаниях», но и в сращенности мифологического с ритуальным через общий им смысл выделенности из обыденного хода существования как специфической объёмности.

Г. Г. Гадамер, со ссылками на мифо-ритуальную основу, выдвинул идею о «праздничности» театра [7, с. 156–164]. Последняя объяснима уже тем, что в Древней Греции театральные представления/состязания приурочивались к определённым праздничным датам и событиям: косвенно об этом напоминают нынешние балетные (шире: театральные) сезоны, выпадающие на строго отмеренные отрезки времени.

Ф. Ницше считал, что каждый праздник — «языческий» «по преимуществу» [13, с. 497]. Это допустимо истолковать не только в том аспекте, что христианская традиция так или иначе хранит следы языческой обрядности и образности. Ницше имел в виду

скорее то, что «языческое» проступает через христианское, а в феномене праздника даже поглощает это последнее. Вероятно, в балете с его ритмизованными движениями, превращающими «хаос» потенциальной двигательной бесформенности в «космос» упорядоченных (тем самым объёмных) ритмов, в самом деле просматривается языческая основа (ср. роль пляски в дионисийстве). А смыслом всякого ритуала, по наблюдению М. Евзлина, является именно космогония [8].

В параллель к Ницше Р. Кайуа отмечает, что «И в старину и ныне определяющими чертами праздника по-прежнему являются танцы, пение, поглощение пищи, питье» [9, с. 219]. Отсюда понятно, почему истоки танца часто связывают конкретно с дионисийством (столь вознесённым у Ницше, а затем в России — у Вяч. И. Иванова; с другой стороны, для Вяч. И. Иванова весьма важна соотнесённость дионисийства с христианством). Хотя это не означает отсутствия воздействия на балет различных других видов ритуально-мифологического начала. Следы их, видимо, не так броски; вне апелляции к дионисийству о них писала Л. Д. Блок [3, с. 25–56].

П. Валери, развивая Ницше в своём эссе «Душа и танец» (1921), посвящённом балету XIX века, сближает практически всякий танец с дионисийским «опьянением»: «опьянение наиболее благородное, наиболее чуждое этой безмерной тоске есть опьянение, порождаемое нашими действиями? Наши действия, и особенно те, что приводят в движение наше тело, иногда погружают нас в состояние странное и восхитительное... Оно абсолютно противоположно тому печальному состоянию, в каком мы оставили трезвого и неподвижного наблюдателя, которого только что мысленно вообразили» [4, с. 199].

По наблюдению М. М. Бахтина в его работе 1920-х годов, «Только с появлением вакхантов начинает пробиваться иная, по существу восточная струя. В дионисизме преобладает внутреннее, но не одинокое изживание тела. Усиливается сексуальность. Пластические грани<цы> начинают падать. Пластически завершённый человек — другой потопляется в безликом, но едином внутрителесном переживании. Но “я — для — себя” еще не обособляется и не противопоставляет себя другим, как существенно иная категория переживания человека. Для этого лишь готовится почва» [2, с. 131].

В бахтинской цитате — определенная критика дионисийства (и полемика с Ницше в качестве его апологета) за неполный (только лишь намечаемый) учёт категории другого*. Здесь же дионисийский культ критикуется Бахтиным за излишнюю погруженность во «внутреннее» (но «не одинокое»), — за внекоммунитарность, внедиалогичность. Тут же — имплицитная косвенная критика всяческих ритуально-мифологических начал жизни и культуры, намеченная затем также в начале бахтинской книги о Рабле. В последней мифы названы официальными и официозными, хотя Бахтин упоминает с удовлетворением об альтернативных «смеховых мифах», тем самым по-своему реабилитируя мифологизм.

Хотя Бахтин критичен в отношении дионисийства, концептуализация им карнавала имеет с дионисийством явные и прямые точки пересечения (что отметила ещё Л. Силард [16]), обнаруживает близость с вообще мифо-ритуальным началом (что подметил Е. М. Мелетинский [12, с. 144–147]). Карнавал имеет ритуально-мифологические истоки.

Согласно М. Евзлину, почти всякий ритуал символически воссоздаёт акт космогонии — творения мира. А «Мир существует как космос, управляемый вселенским порядком и функционирующий в размеренном ритме» [9, с. 222]. Балет символически-объёмно придаёт миру свой, новый, порядок и свой, специфически эстетизированный, ритм. Выражаясь радикальнее, балетный танец — как и каждое произведение искусства — словно впервые конституирует мир. Балет «творит» само пространство мироздания, словно не существующее «вне» акта танца в его абсолютности**, совершает акт эстетической (т. е. фикциональной, «вымышленной») космогонии в качестве единственной в своём роде.

Реликт и, вместе с тем, неизменный эпифеномен ритуала в балете — ритм. Собственно, основные ритуальные элементы как таковые (определённый порядок действий, строй чередований) в балете полностью сохранены, но пропущены через индивидуальный личностный камертон исполнителей, что романтизирует ритм (а с ним и весь строй) классического балета (так не только в нарочито романтизированных постановках М. Пети́па).

* В самом ли деле дионисийство внедиалогично — отдельный вопрос.

** О роли пространственности в балете см. [15].

Несмотря на всю свою возможную гармоничность, ритм в балете всё равно предстаёт в виде некоего, выражаясь словами Р. Кайуа о празднике, «эксцесса» (отсюда возможны ускользания от «порядка», как в «современном танце»): «эксцессы не только постоянно сопровождают праздник. Они не просто внешнее проявление развивающегося в его ходе возбуждения. Они необходимы для успеха устраиваемых церемоний, они причастны к их святой силе и вместе с ними участвуют в обновлении природы и общества» [9, с. 221]. Такое толкование находит поддержку в других высказываниях Р. Кайуа: «Праздник означает массовое участие возбуждённого, шумного народа» [9, с. 218]; «Зачастую праздник заканчивается неистово-оргиастически, ночным разгулом, когда крики и топот под мерные звуки <...> превращаются в ритм и пляску» [9, с. 219].

Музыка способствует созданию ритма, но не менее этому способствуют балетные движения сами по себе. Движения в «современном танце» заведомо произвольны («свободны»; ритм тут имеет тенденцию сходиться на нет, но всё равно остается), тогда как в классическом танце гармонизированные движения составляют его опору.

В связи с ролью объёмной символизации в ритуале ценно наблюдение В. Тэрнера: «Ритуал — это не просто концентрация референтов, сведений о ценностях и нормах; это и не обыкновенный набор практических указаний и символических парадигм для повседневного поведения... <...> Это ещё и сплав сил, которые считаются присущими людям, предметам, отношениям, эпизодам и повествованиям, представленным ритуальными символами. Это мобилизация энергий, так же как и идей. В этом смысле предметы и соответственные действия — не просто вещи, символизирующие иные вещи или нечто абстрактное, они являются непосредственной частью тех сил и целительных действий, которые они представляют» [14, с. 39–40]. Исполнители в балете — именно символический «сплав сил», «мобилизация энергий» и «идей»: они символизируют нечто, находящее опору в мифо-ритуале спектакля в целом. То же верно по отношению к любым актёрам вообще: всё это символические личности.

В «современном танце» та вполне определённая смысловая (ритуально-мифологическая) ситуация, что присутствовала в ба-

лете изначально в виде заданной («космогония», «праздник», «дионисийство»), затемнена. Но балет вообще возможен и вне опоры на заранее заданный смысл (вне опоры на заранее заданную музыку или ритм или «мифологию» и т. п.), он может нести смысл уже только в своём непосредственном проявлении — так это в «современном танце».

«Современный танец» возник благодаря своей оппозиционности классическому балету: в некоем анти-ритуальном значении. Это «анти» (дух борьбы) и составило значение первого в его отрицательной зависимости от предмета отталкивания. Как известно, отрицательная зависимость — также зависимость. Поэтому, в частности, показательна игровая «дионисическая карнавальность» в спектаклях современного танца Ж.-К. Майо, где «игра» (вплоть до элементов буффонно-циркового начала) являет собой превращённый вид ритуальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Ритуальная» природа балета проявлена через его фиксированную пространственно-временную организацию (хронотоп), имеющую смысловую объёмность, через ритмические движения, повторения «жестов» в различии. «Мифологическое» в балете — не только в его «содержаниях», но также в сращенности мифологического с ритуальным через общий им смысл выделённости из обыденного хода существования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Барт Р.* Мифологии / пер. с фр. С. Зенкина. Москва : Академический проект, 2008. 351 с.
2. *Бахтин М. М.* Автор и герой в эстетической деятельности // Бахтин М. М. Собрание сочинений в 7 т. Т. 1. Москва : Языки славянских культур, 2003. С. 69–263.
3. *Блок Л. Д.* Классический танец: история и современность. Москва : Искусство, 1987. 380 с.
4. *Валери П.* Душа и танец // Валери П. Об искусстве / пер. с фр. В. Козового, 2-е изд. Москва : Искусство, 1993. С. 183–204.
5. *Веселовский А. Н.* Три главы из исторической поэтики // Историческая поэтика. Москва : Высшая школа, 1989. С. 155–298.
6. *Волошин М. А.* О смысле танца // Волошин М. А. Лики творчества. Ленинград : Наука, 1988. С. 395–399.

7. Гадамер Г. Г. О праздничности театра // Гадамер Г.Г. Актуальность прекрасного. Москва : Искусство, 1991. С. 156–164.

8. Евзлин М. Космогония и ритуал. Москва : Радикс, 1993. 344 с.

9. Кайуа Р. Человек и сакральное // Кайуа Р. Миф и человек. Человек и сакральное / пер. с фр. С. Н. Зенкина. Москва : О. Г. И., 2003. С. 141–291.

10. Лосев А. Ф. Диалектика мифа // Лосев А.Ф. Миф — Число — Сущность. Москва : Мысль, 1994. С. 5–216.

11. Мелетинский Е. М. Введение в историческую поэтику эпоса и романа. Москва : Наука, 1986. 320 с.

12. Мелетинский Е. М. Поэтика мифа. Москва : Наука, 1976. 408 с.

13. Ницше Ф. Воля к власти. Опыт переоценки всех ценностей / пер. с нем Е. Герцык и др. Москва : Культурная Революция, 2005. 880 с.

14. Тэрнер В. Символ и ритуал. Москва : Наука, 1983. 280 с.

15. Шульц С. А. К феноменологической теории балета // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: X Международная научно-практическая конференция, Москва, 16–18 апреля 2018 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ВГИК, 2019. С. 397–405.

16. Szilárd L. A karneválemélet. Vjaceszlav Ivanovtól Mihail Bahtyinig . Budapest: Tankönyvkiadó, 1989. 171 p.

Sergey A. Schul'tz

THEORY OF THE BALLET IN THE RITUAL-MYTHOLOGICAL ASPECT

Sergey A. Schul'tz, Sc. D. (Philological Sciences)

E-mail: s_shulz@mail.ru

“Ritual” nature of the ballet is manifested through its fixed space-time organization (chronotope), rhythmic movements, repetition of “gestures” in difference. The “mythological” in the ballet is not so much in its “content” as in the cohesion of the mythological with the ritual through the general sense of isolation from the ordinary course of existence.

Key words: ballet, myth, ritual, chronotope, holiday, rhythm, dionysism.

REFERENCES

1. Bart R. Mifologii / per. s fr. S. Zenkina. Moscow : Akademicheskii proekt, 2008. 351 p.
2. Bakhtin M. M. Avtor i geroi v esteticheskoi deyatel'nosti // Bakhtin M. M. Sbranie sochinenii v 7 t. T. 1. Moscow : Yazyki slavyanskikh kul'tur, 2003. P. 69–263.
3. Blok L. D. Klassicheskii tanets: istoriya i sovremennost'. Moscow : Iskusstvo, 1987. 380 p.
4. Valeri P. Dusha i tanets // Valeri P. Ob iskusstve / per. s fr. V. Kozovogo, 2-e izd. Moscow : Iskusstvo, 1993. P. 183–204.
5. Veselovskii A. N. Tri glavy iz istoricheskoi poetiki // Istoricheskaya poetika. Moscow : Vysshaya shkola, 1989. P. 155–298.
6. Voloshin M. A. O smysle tantsa // Voloshin M. A. Liki tvorchestva. Leningrad : Nauka, 1988. P. 395–399.
7. Gadamer G. G. O prazdnichnosti teatra // Gadamer G.G. Aktual'nost' prekrasnogo. Moscow : Iskusstvo, 1991. P. 156–164.
8. Evzlin M. Kosmogoniya i ritual. Moscow : Radiks, 1993. 344 p.
9. Kaiua R. Chelovek i sakral'noe // Kaiua R. Mif i chelovek. Chelovek i sakral'noe / per. s fr. S. N. Zenkina. Moscow : O. G. I., 2003. P. 141–291.
10. Losev A. F. Dialektika mifa // Losev A.F. Mif — Chislo — Sushchnost'. Moscow : Mysl', 1994. P. 5–216.
11. Meletinskii E. M. Vvedenie v istoricheskuyu poetiku eposa i romana. Moscow : Nauka, 1986. 320 p.
12. Meletinskii E. M. Poetika mifa. Moscow : Nauka, 1976. 408 p.
13. Nitsshe F. Volya k vlasti. Opyt pereotsenki vsekh tsennostei / per. s nem E. Gertsyk i dr. Moscow : Kul'turnaya Revolyutsiya, 2005. 880 p.
14. Terner V. Simvol i ritual. Moscow : Nauka, 1983. 280 p.
15. Shul'ts S. A. K fenomenologicheskoi teorii baleta // Zapis' i vosproizvedenie ob"emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 16–18 April 2018: Materialy i doklady / pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : VGIK, 2019. P. 397–405.
16. Szilárd L. A karneválemélet. Vjacseszlav Ivanovtól Mihail Bahtyinig . Budapest: Tankönyvkiadó, 1989. 171 p.

УДК 7.015

ББК 76.04

Бохоров К. Ю.

ОБЪЁМНОСТЬ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВИДЕО-ЭССЕ УРСУЛЫ БИМАНН

Бохоров Константин Юльевич, кандидат культурологии

E-mail: bororo@mail.ru

Московский государственный психолого-педагогический университет

Статья ставит вопрос, как кинематографические средства могут быть использованы, чтобы вести диалог на равных с представителями культур, не разделяющих ценности технической цивилизации. На примере фильмов режиссёра и художницы из Швейцарии Урсулы Биманн разбирается как комплексный, экологический подход, использующий, в том числе, средства объёмной визуализации, помогающий сделать пространство видеоработы местом сотрудничества и взаимодействия учёных и коренных жителей сельвы Сальвадора.

Ключевые слова: У. Биманн, диалог культур, экологический подход, технические цивилизации, средства визуализации.

На новом историческом этапе встанёт вопрос сосуществования человека с природой. Борются два подхода:

1. Линейный, цивилизационный, предполагающий снятие противоречий в ходе НТР и общественного прогресса.

2. Экологический, заостряя противоречия общественного развития, предполагающий более комплексную, объёмную, модель взаимоотношений.

Используя объёмность как метонимию экологического подхода, мы обозначим его противоречивость и некоторые способы работы с ней, существующие в практиках современных художников, использующих, в том числе, средства объёмной визуализации.

В качестве материала обратимся к фильмам швейцарской художницы Урсулы Биманн, получившей широкое признание международных художественных институций благодаря её видео-эссе, и к положениям экологических теорий исследователей, относящихся к объектно-ориентированной онтологии, таких как Бруно Латур [4], Тимоти Мортон [5], Эдуардо Кон [2] и др.

Говоря об этнографической документалистике (к которой на первый взгляд принадлежат фильмы Биманн), можно выделить следующее противоречие. Биманн вслед за другими западными исследователями посетила в 2018 году места компактного расселения коренных народов Сальвадора с целью видеоисследования в результате чего появились два фильма и книга [7]. Встаёт вопрос: какой символический смысл может иметь подобный киноматериал, уже изначально ставящий кинематографиста, располагающего современными технологиями фиксации, в неравное положение по отношению к тем, кого он документирует? С точки зрения «прогрессивистов» такое исследование может быть оправдано тем, что выводит проблему индейцев Сальвадора в зону видимости цивилизованного общества, что должно помочь им преодолеть свой первобытный уклад и адаптироваться к существующему способу производства. Однако это, может быть то, чего больше всего боятся представители малых народов, которые, как известно, считают посягательством на целостность их личности и враждебным актом, даже когда их фотографируют. Любая мультимедийная продукция, таким образом, в системе ценностей «экологистов» неприемлема и ставит под вопрос эстетическое значение документалистики, являющейся художественным жанром Биманн.

Осознавая эти цивилизационные противоречия, художница предлагает свой творческий подход. В путешествиях по «краю озёр и вулканов» её очаровало удивительное умение быть в гармонии с природой и находить с ней общий язык, присущие индейцам Сальвадора. Поэтому, когда местные власти предложили ей принять участие в организации образовательной структуры для коренного населения, она поддержала не западную модель учреждения,

в которой теоретические занятия отделены от практических, и вся учебная деятельность сосредоточена в одном помещении, а предложила перенести процесс обучения в естественную среду, которая должна оставаться школой жизни для обучающихся, «Университетом в становлении» («Devenir Universidad»), как его назвала Биманн. Обучение в этом университете должно происходить в лесу, в сельве, под руководством опытных наставников, обладающих опытом изучения природы в своей цивилизационной перспективе, а в выделенных под Университет помещениях должно проходить обсуждение опыта, в результате которого исследователи из разных культур должны учиться понимать друг друга.

Первый фильм Урсулы Биманн «Devenir Universidad» (2019–2022) [8] посвящён этому проекту, который она с полным правом использовала для продвижения идей взаимодействия разных цивилизационных моделей. В нём Биманн демонстрирует не высокомерие человека с видеоаппаратурой по отношению к тем, кто её боится, а использует рамку кино как комплексную структуру, предполагающую сотрудничество с другим в когнитивном акте и проектной коммуникации. Инструмент видеофиксации выступает как метонимическая модель ещё одного пространственно-временного взаимодействия, ещё одной локацией «Университета в становлении».

Эта мысль находит развитие ещё в одном фильме «Сознание леса» (2021), снятом в Сальвадоре. Биманн задаётся в нём вопросом: чему и как может научить лес, который, казалось бы, противостоял сознанию как герметический объект, и отношение с которым традиционно выстраивается исходя из пользы и причинно-следственного целеполагания. Однако для его коренных обитателей жизнь в лесу — это их онтология. Они видят лес и общаются с ним, используя пришедшие к ним из глубины веков шаманские знания, в том числе техники Аяуаски. Инструменты этих ритуалов (чаши, дыхательные трубки и др.) покрываются коренными художниками сплошным орнаментом из скобок и змеек, выгнутых в разных направлениях, но придерживающихся единой системы модулей, создающих при взгляде иллюзию трёхмерности (как книжки со стереокартинками). Сознание посвящённого, слившись с этим воображаемым пространством, накладывает свой физический опыт на матрицу леса, развивая свое знание о природе ещё

глубже, начиная понимать и предсказывать вещи, происходящие в окружающем мире. Это подтверждается способностью индейцев выживать в среде, в которой неподготовленный «цивилизованный» человек неминуемо погиб бы без средств обеспечения жизнедеятельности, созданных современной цивилизацией.

Биманн, развивая предположения современных экологов, например, Эдуарда Кона, автора книги «Как мыслят леса. К антропологии по ту сторону человека» [2], предположила, что в познании природы индейцы не уступают современной науке, но что оно реализуется иначе, основываясь на всеобщей одухотворённости жизни, с которой они научились взаимодействовать благодаря тончайшим энергиям, пронизывающим всю живую материю. Энергетический обмен, частью которого мыслят себя коренные обитатели сальвадорской сельвы, несущий информацию, позволяет создавать живым существам сложные симбиотические системы. По их утверждению, деревья общаются друг с другом и даже объединяются для осуществления общих целей.

Знает ли об этом информационно-энергетическом обмене современная наука? Биманн утверждает, что догадывается, поскольку структура ДНК изучается ещё с 1950-х годов. С тех пор её стали понимать как банк универсальной информации существования жизни, зашифрованной четырьмя нуклеотидами, а в 2009 году лауреат Нобелевской премии Люк Монтанье предположил, что ДНК живых существ, излучают радиоволны и могут обмениваться информацией друг с другом [3]. Учёные из цюрихского Федерального института технологий (ETH) предоставили Биманн результаты своих измерений электромагнитных излучений ДНК, которые она использовала в фильме «Сознание леса».

По просьбе Биманн они секвенировали образец природного генетического материала и записали его реакцию на окружающую среду четверичным кодом в виде нуклеотидов ДНК. В результате была получена объёмная матрица события жизни в тропическом лесу, которая выглядела как молекула ДНК, состоящая из микроскопических прозрачных шариков.

Биманн рассказывает, что для неё «проблема заключалась в том, что в результате эти микроскопические стеклянные бусины не давали впечатляющего художественного образа. Поэтому она спросила, может ли процесс секвенирования ДНК генерировать

изображения, которые она могла бы использовать в видео. Образы, которые вы видите, относятся к 160 поперечным сечениям двойной спирали. Это как компьютерная томография позвонков в позвоночном столбе, выстраивающая их на временной шкале. Выглядит как мерцающая анимация. Это немного похоже на перелистывание флипбука при одновременном поворачивании её по спирали» [7].

Художница использовала в своём фильме компьютерную модель, представляющую структуру организма не как материальную оболочку, а как энергетический сгусток, чувствительный к энергетическому воздействию других живых существ, в том числе и человека, способного на уровне электромагнитных излучений вступить с ним в контакт.

Показывая, как устроена эпистемологическая модель обитателей леса, основанная на психоэнергетических техниках, Биманн визуализировала её как объёмную структуру в процессе разворачивания линейного кинонарратива, представив её в художественном пространстве как двухканальную видеоинсталляцию. Зритель её работы одновременно и переживает эмоционально общение с тропическим лесом и его коренными обитателями, и проникается идеей тончайших связей всего живого, представленных средствами кино и современных технологий исследования и моделирования природных информационно-энергетических структур, — связей, которые индейцы научились воспринимать и декодировать непосредственно в природе и даже воплотили в символах своего искусства.

Не углубляясь в научно-технические аспекты, вдохновившие образ художника, отметим, что её цель была показать не историческую линейность, а экологическую объёмность взаимодействия всего живого. Она создала культурное пространство для совместного обсуждения энергетической заряженности или одухотворённости материи для представления эпистемологической системы, исповедующей альтернативное отношение к достижениям технической цивилизации. Лес и его обитатели с помощью кинотехнологий и объёмного моделирования микробиологических процессов Биманн встроила в пространство западной научной и технологической культуры, дав почувствовать сходства и различия разных мировоззренческих подходов к познанию природы. В то же время она выявила те противоречия, которые лежат в основе линейного,

цивилизационного подхода, предполагающего не объёмное восприятие (индукция), а развитие предпосылок от простых к сложным (дедукция).

Последнее происходит в результате совершенствования технологий и оформляется их рамкой, «поставом» по мысли Хайдеггера, «поставляющим» их в «дасман», вместо более глубокого освоения своих корней [6]. Современная философия качественно развивает положение Делеза и Гватари, о том, что «мысль осуществляется скорее через соотношение территории и земли» [1, с. 98], а не через субъект-объектную оппозицию, положенную Кантом в основу европейского мировоззрения. Эти идеи, только витающие в воздухе, накаленном цивилизационными конфликтами, пока ещё лучше передают противоречивые артефакты современного искусства, чем сознательная «политика природы» [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Урсула Биманн, художница из Швейцарии, разработала комплексный, экологический подход, использующий, в том числе, средства объёмной визуализации, помогающий сделать пространство видеоработы местом сотрудничества и взаимодействия учёных и коренных жителей сельвы Сальвадора.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Делез Ж., Гватари Ф.* Что такое философия? Москва: Академический проект, 2009.
2. *Кон Э.* Как мыслят леса: к антропологии по ту сторону человека. Москва: Ад Маргинем Пресс, 2018.
3. *Куликов И.* Бактерии в радиоэфире. Теория не исключает, что бактерии способны излучать радиоволны // Газета.Ru. 2011. 3 мая. URL: https://www.gazeta.ru/science/2011/05/03_a_3600913.shtml (дата обращения: 10.03.2023).
4. *Латур Б.* Политика природы. Как привить наукам демократию. Москва: Ад Маргинем Пресс, 2018.
5. *Мортон Т.* Статья экологичным. Москва: Ад Маргинем Пресс, 2019.
6. *Хайдеггер М.* Вопрос о технике: [Электронный ресурс] // Владимир Бибахин. URL: http://www.bibikhin.ru/vopros_o_tekhnike (дата обращения: 10.03.2023).

7. *Biemann U.* Forest Mind: On the Interconnection of All Life. Leipzig: Spector Books, 2022.

8. «Devenir Universidad» — viaje de investigación de Ursula Biemann [CO]: [Электронный ресурс] // URL: <https://southamerica.prohelvetia.org/es/supported-projects/devenir-universidad-viaje-de-investigacion-de-ursula-biemann-co/#:~:text=«Devenir%20Universidad»%20es%20un%20proyecto,mentes%20humanas%20y%20no%20humanas> (дата обращения: 10.03.2023).

9. Ursula Biemann presents Forest Mind // The World Around Summit 2022. [Электронный ресурс]. YouTube. URL: <https://youtu.be/Scu9S-vknBo> (дата обращения: 10.03.2023).

Konstantin Y. Bokhorov

DIMENSIONALITY IN ECOLOGICAL ESSAY FILMS BY URSULA BEIMANN

Konstantin Y. Bokhorov, PhD (Cultural Studies)

E-mail: bororo@mail.ru

Moscow State University of Psychology & Education

The article raises the question of how cinematic means can be used to conduct a dialogue on an equal footing with representatives of cultures that do not share the values of technical civilization. On the example of the films by the director and artist from Switzerland Ursula Bimann, it is analyzed how an integrated ecological approach, using, among other things, 3D visualization tools, helps to make the space of video work a place of cooperation and interaction between scientists and indigenous inhabitants from the selva of El Salvador.

Key words: U. Bimann, dialogue of cultures, ecological approach, technical civilizations, visualization tools.

REFERENCES

1. Delez Zh., Gvatari F. Chto takoe filosofiya? Moscow : Akademicheskii proekt, 2009.

2. Kon E. Kak myslyat lesa: k antropologii po tu storonu cheloveka. Moscow : Ad Marginem Press, 2018.

3. Kulikov I. Bakterii v radioefire. Teoriya ne isklyuchaet, chto bakterii sposobny izluchat' radiovolny // Gazeta.Ru. 2011. 3 May. URL: https://www.gazeta.ru/science/2011/05/03_a_3600913.shtml (data obrashcheniya: 10.03.2023).

4. Latur B. Politika prirody. Kak privit' naukam demokratiyu. Moscow : Ad Marginem Press, 2018.
5. Morton T. Stat' ekologichnym. Moscow : Ad Marginem Press, 2019.
6. Khaidegger M. Vopros o tekhnike: [Elektronnyi resurs] // Vladimir Bibikhin. URL: http://www.bibikhin.ru/vopros_o_tekhnike (data obrashcheniya: 10.03.2023).
7. Biemann U. Forest Mind: On the Interconnection of All Life. Leipzig: Spector Books, 2022.
8. «Devenir Universidad» — viaje de investigación de Ursula Biemann [CO]: [Elektronnyi resurs] // URL: <https://southamerica.prohelvetia.org/es/supported-projects/devenir-universidad-viaje-de-investigacion-de-ursula-biemann-co/#:~:text=«Devenir%20Universidad»%20es%20un%20proyecto,mentes%20humanas%20y%20no%20humanas> (data obrashcheniya: 10.03.2023).
9. Ursula Biemann presents Forest Mind // The World Around Summit 2022. [Elektronnyi resurs]. YouTube. URL: <https://youtu.be/Scu9S-vknBo> (data obrashcheniya: 10.03.2023).

УДК 7.015

ББК 87.8

Лиховцева А. В.

ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ ОБРАЗА СЧАСТЬЯ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ИСКУССТВА И КИНО В ИСТОРИЧЕСКОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ

Лиховцева Анастасия Владимировна

E-mail: likhovtsev@yandex.ru

Студия художников им. В. В. Верещагина,

Культурный центр МВД России

Статья посвящена анализу и изучению строения художественного образа счастья, специфике его образного выражения и формам отображения в произведениях искусства и кино. В рамках обозначенного направления рассмотрены разные образные формы и примеры выражения счастья в произведениях искусства в исторической ретроспективе. Сделаны выводы о закономерностях выражения художественной формы счастья и обозначены факторы, оказывающие влияние на формирование состояния счастья героя.

Ключевые слова: культура, искусство, счастье, образ, герой, кино, философия, психология, психология восприятия, психология искусства, язык художественного образа.

Изучение феномена счастья составляет комплексную научную проблему, которая не теряет актуальности на протяжении всей истории человечества — её понимание современниками изменяется и коррелируется в соответствии с идеалами и приоритетами

эпох. Консолидация научного опыта представителей разных сфер и использование междисциплинарного подхода при анализе этой проблемы позволяют проследить динамику изменений представлений и закономерности модификаций форм выражения и отображения счастья. Абстрактное понятие счастья как категории, счастья как системы представлений и состояний человека и счастье героя художественного произведения, безусловно, связаны между собой. Вопрос строения художественного образа счастья героя в произведениях искусства ввиду этой взаимосвязи оказался не менее сложной проблемой — научной, творческой и художественной, которая продолжает сохранять актуальность и в настоящее время. Проявление и выражение счастья на языке художественного образа имеет специфику — обобщая опыт представлений и ощущений человека, художник и режиссёр всегда искали и продолжают искать уникальную формулу строения и актуальную форму выражения художественного образа счастья героя в произведениях искусства и кино.

Гипотеза работы: состояние счастья в произведениях искусства имеет знаковую и образную форму, обнаруживая прямую связь с комплексом представлений и ценностных критериев конкретной культуры.

Цель работы: выявить специфику строения художественного образа счастья.

Задача работы: проследить художественные формы проявления состояния счастья и его выражения, закономерности при построении образных форм выражения счастья в связях с категорией и типом героя, проанализировать специфику строения художественного образа счастливого героя в результате проведения искусствоведческой экспертизы, опираясь на образный ряд корпуса произведений мирового искусства и кино.

Объект: объектом исследования выступают художественные произведения мирового искусства и кино, которые обозначают счастье и в которых герой испытывает состояние счастья.

Предмет: предметом изучения стал феномен счастья, рассматриваемый в фокусе определения специфических его черт, прослеженных в выстроенной ретроспективе художественных образов.

Методы исследования: историко-культурный и формально-стилистический анализ.

СПЕЦИФИКА ФЕНОМЕНА СЧАСТЬЯ

Феномен счастья философия традиционно относит к области этики. Вместе с тем, знаковое обозначение и образное выражение счастья прослеживается в разных формах, начиная со времён архаичных культур — в орнаментах и символах разных народов. Знаки и символы счастья составляют группу форм, среди которых наблюдается ряд универсальных устойчивых элементов. Большинство подобных примеров раскрывают развитую систему представлений народов о счастье — в знаковых художественных формах находят проявление разные формы блага и личностной состоятельности, которые указывают на здоровье/наличие физической силы, плодородие, гармонию и стремление к свету как максимуму проявления совершенства, успешную интеграцию человека в социуме и системе универсума, достижения в разных сферах жизни (духовной, личностной, социальной, профессиональной, творческой и т. д.), успех в охоте, любви, земледелии и военной карьере, получение богатого урожая, благополучие, власть, слава, богатство, обладание чем-либо и т. д. Таким образом, система символов и знаков успешности отражает категориальную базу счастья народов со времён глубокой древности до настоящего времени.

Античность наделяла героя сверхсилой, результатом достижения которой стало обретение не только всех земных благ, но и бессмертия. Со временем, согласно философии Аристотеля, счастье становится предметом этики и определено как «деятельность души в полноте добродетели». Добродетель, таким образом, по версии мыслителя древности, становится средством достижения счастья. Примечательно, что Аристотель делит добродетели на нравственные (этические) и мыслительные (разумные). Важно, что каждая из этических добродетелей представляет собой середину между крайностями — подчёркнут аспект гармонии, соответствия, умеренности, соразмерности, часто закодированный в знаках и символах счастья. Аристотель называет следующие этические добродетели: кротость, мужество, умеренность, щедрость, величавость, великодушие, честолюбие, ровность, правдивость, любезность, дружелюбие, справедливость, практическая мудрость, справедливое негодование [7].

Религиозная мораль переносила достижение счастья вообще в загробную жизнь. Примечательно, что в этой связи бессмертие вновь признавалось высшим счастьем и благом. По мере развития

философии и научного знания, люди пришли к выводу, что «счастье выступает чувственно-эмоциональной формой идеала, но в отличие от мечты означает не устремление личности, а исполнение этих устремлений. Понятие счастья не просто характеризует определённое конкретное объективное положение или субъективное состояние человека, а выражает представление о том, какой должна быть жизнь человека, что именно для него является блаженством. Таким образом, понятие приобрело нормативно-ценностный характер» [6, с. 331].

Согласно определению Большой Советской энциклопедии: «счастье — это понятие морального сознания, состояние человека, соответствующее внутренней удовлетворённости своим бытием, полноте и осмысленности жизни». В. И. Даль в «Толковом словаре живого великорусского языка» соединяет понятие счастья с роком, судьбой, участью, «долей», связывает его с нежданно выпавшим успехом, случайностью, желанной неожиданностью — в понимание счастья включены понятия: благоденствие, благополучие, земное блаженство, желанная насыщенная жизнь без горя, смут, тревоги, покой, довольство и т. д.

Специфика и сложность объёмного многослойного понятия счастья очевидна — точного и ёмкого его определения на сегодняшний день человечество ещё пока так и не нашло. Вместе с тем, эмпирический опыт и накопленные знания позволяют проследить некоторые закономерности и системность строения художественного образа счастья. Специфика художественного образа счастья состоит в простоте формы и однозначности его трактовки. Вместе с тем, образ счастья связан с понятием, ввиду чего он сочетает представления и приобретает при этом образную многослойность, проявляясь во множестве аспектов и их сочетаний, что обуславливает сложность форм художественного образа. Опыт анализа в ретроспективе изменения понятия и его образного выражения показывает, что у каждого народа, культуры, эпохи и исторического времени было своё понимание счастья — разные формы его визуализации прослеживаются в истории мирового искусства и кино.

Счастье героя образно проявляется и выражается — свидетельством этого, как правило, выступают следующие признаки — в разных их комбинациях и сочетаниях:

— атрибуты и символы, которые по-разному проявлены и обыграны художником и режиссёром;

— специфика интерпретации и эмоциональная окраска контекстной среды героя (интерьер, пейзаж и т. д.);

— внешнее видоизменение образа самого героя, отражающее признаки проявления внутреннего состояния счастья (наличие улыбки, отсутствие мышечного напряжения, специфичное выражение искрящихся глаз, проявление радости через эмоцию/жестикуляцию/позу, воодушевлённое энергичное поведение/направленное действие персонажа, выраженное состояние открытости внешнему миру, признаки подтверждающие расширение сенсорных барьеров, выраженное гармоничное состояние и т. д.).

Эти указывающие символы, признаки и характеристики счастья легко идентифицируются, распознаются и считываются зрителем также как когда-то, в свою очередь, легко и просто считывался знак счастья. Кроме того, художник и режиссёр моделируют сцены и сюжеты, вызывающие устойчивую ассоциацию у зрителя с переживанием состояния счастья и апеллирующие к личному опыту.

СПЕЦИФИКА СТРОЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА СЧАСТЬЯ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ИСКУССТВА И КИНО

Знаки и символы счастья в архаичных культурах широко распространены в орнаментах, произведениях вышивки, резьбы, отражены в атрибутах обрядов и ритуалов, сохранивших загадочные по геометрии знаки, посредством которых изменялось пространство или даже само существо человека — на уровне не только сознания, но и психофизической структуры.

Античность одновременно усложняла и упрощала концепцию счастья — гармония абсолютного духа получила выражение в образах античных богов. Многогранное развитие получил образ счастья через призму образов совершенного мужчины и совершенной женщины. Одна из форм воплощения счастья нашла проявление в человеческом, но идеализированном и обожествлённом облике земной любви (что наглядно отражено в сценах и сюжетах, посвящённых Зевсу, Афродите, Аполлону и т. д.). В образном материале прослежена следующая закономерность — выражением счастья выступает его визуализация — герой/персонаж часто идеализированный и откорректированный в соответствии с идеалами и представлениями конкретной культуры и философии времени. Этот

синтетический образ точно соответствует транскрипции счастья как категории этики в конкретный исторический период.

Счастье прослеживается через системы представлений и комплексы совершенных качеств, сформированных в разных контекстах и культурах — получает интерпретацию в очень разных формах — например, в сценах апофеоза героя, совершившего ратный подвиг, или в гармоничных уравновешенных образах Будды (необходимо заметить, в данном случае — замкнутых и абстрагированных), в цельных эмоционально-наполненных египетских рельефах или скульптурах и рельефах памятников Древней Греции и Рима и т. д. Примечательно, что ещё в более ранний период в искусстве Древней Греции периода архаики в скульптурах кор и курсов, достаточно обобщённых и условных по художественному решению, появляется типизированное выражение лица человека, которое получает определение «архаическая улыбка», что никак не коррелировалось с передачей состояния счастья, однако, вместе с тем, было напрямую связано с экзистенцией. Развитие мифа, иконография сюжетов и образов героев мифов позволяют проанализировать модели и формы счастья на примерах из жизни богов и героев греко-римского пантеона. Вместе с тем, необходимо отметить такие произведения как знаменитая скульптура «Умирающий галл» и многочисленные рельефы со сценами из жизни Александра Македонского, которые достигли максимума воплощения развитой идеи счастья героя.

В эпоху Средних веков на состояние счастья указывали символы, аллегории, которые иносказательно повествовали о счастье героя. Таким образом, был сформирован комплекс символов и критериев счастья, а также отвечающий времени вариант интерпретации образа счастья — метафизического, духовного и земного.

Для гуманиста эпохи Возрождения счастье сочеталось с совершенством физическим, духовным и мудростью, которая являлась высшим благом, доступным людям. Считалось, что именно в мудрости и познании человек обретает настоящее счастье, в чём состояло его подлинное благородство. Гармония, красота, выражение и проявление идеализированной возвышенной любви (вселенской, материнской, человеческой) обрели максимум образного и символического воплощения в работах Леонардо да Винчи — улыбка Моны Лизы, в произведениях Рафаэля — образы Мадонны

с младенцем Иисусом Христом, произведениях Микеланджело, С. Боттичелли — в частности «Рождение Венеры» и т. д. Божественное, экзистенциональное, плотское и материальное то разграничивалось в отдельных традициях, то органично соединялось в максимуме выраженных качеств и свойств. Так, например, в византийской и русской традиции прослеживается уникальное сочетание-симбиоз всех форм любви, абсолютном выражения которой выступает Спаситель.

Более яркие по эмоциональности интерпретации проявления счастья и любви, в широком их диапазоне — от божественного до земного, прослеживаются несколько позже по времени уже в работах Тициана — философия образа раскрыта в произведении «Любовь земная и любовь небесная», чувственная форма получила воплощение в таких картинах этого мастера, как, например, произведение «Венера и Адонис». Своего максимума силы и красоты чувства любовь достигла в интерпретациях Рубенса и оказалась предельно страстной и эмоциональной в картинах Буше. Эпоха классицизма была более сдержанной и холодной в формулировках образов счастья как любви (например, произведения А. Кановы). Вместе с тем, параллельно развивались темы триумфа героя, война, апофеоз правителя, которые обожествляются и обретают право на высшее счастье — бессмертие в Вечности. Романтизм привнёс патетику и таинственность образа счастья, интерпретированного в эмоциональности проявленных чувств.

С развитием психологии как науки, образ счастья, отображённый в искусстве, становится всё более многогранным, сложным и развитым, что получает воплощение уже в кинокартинах. XX век позволил выявить анатомию счастья, препарировать его во множестве составляющих нюансов, разделил счастье на профессиональное, личное и материальное, что впрочем не изменило категориальной базы, разработанной ещё в древности, и только послужило продолжением к развитию образной формы. Режиссёры, соединив воедино таланты философа, психолога и художника, искали образ счастья и формулу счастья для своего героя в кино — среди западных примеров из истории кинематографа отметим кинокартины «Клеопатра» (1963), «Брак по-итальянски» (1964), «Мужчина и женщина» (1966), «История любви» (1970), «За облаками» (1995) и т. д.

Советская идеология составила свою многогранную картину образов счастья, что получило выражение в произведениях, отображающих проявление счастья в быту, семье, коллективе и социуме, труде и производстве, спорте и т. д. Классикой мирового кино стали фильмы С. Эйзенштейна «Горе и радость женщины» (*Frauennot — Frauenglück*) (1929), «Сентиментальный романс» (1930). Среди примеров отечественного кинематографа, раскрывающих многогранную тему счастья киногероя, отметим картины «Весна на Заречной улице» (1956), «Ещё раз про любовь» (1968), «Доживём до понедельника» (1968), «Звезда пленительного счастья» (1975), «Безымянная звезда» (1978), «Москва слезам не верит» (1979), «Цыган» (1979), «Долгая дорога в дюнах» (1980), «Зимняя вишня» (1985), «Любовь и голуби» (1984) и т. д. Режиссёры советского кино соединили вопросы философии счастья, проблемы внутреннего эмоционального переживания человеком и сложность формулировок художественного образа — выраженного внешнего проявления состояния, вопросы морали, этики, привнесли социальные аспекты и т. д.

ВЫВОДЫ

Счастье как категория представляет систему взаимосвязанных элементов, оно разнопланово и многогранно, его виды, формы, а следовательно, и образы обнаруживают прямую связь с культурой, в которой они сформировались, с традицией, в связи с которой они выступают, с преобладающим художественным стилем времени, философскими представлениями, социальными и эстетическими приоритетами, духовными ориентирами. Состояние счастья в произведениях искусства отображается — имеет распознаваемую знаковую и образную художественную форму, напрямую связано с конкретным героем. Вопрос идентификации и проблема определения самой сути счастья, поиск алгоритма жизненного пути, ведущего к счастью героя, особенно национального героя, сохраняет актуальность на протяжении веков. Образы истории мирового искусства позволяют увидеть закономерность в понимании счастья как ценности и проследить отношение к счастью, как к одной из форм реальностей. Специфика сфер культуры и искусства, сферы творчества во многом заключается в том, что они выступают очень специфичным закодированным языком при коммуникации людей.

Вопросы интерпретации счастья и расшифровка его концепций обнаруживают полярность представлений в разных культурах. Отдельные произведения искусства и кино, изображающие счастливых героев, позволяют проследить тенденцию построения алгоритма достижения счастья через крайние формы проявления индивидуализма и одиночества. В восточной и русской культуре отчётливо прослеживается тенденция совместного достижения общего счастья, что происходит как в духовном плане — через единение и объединение людей, так и в личном плане — через органичный союз мужчины и женщины, аналогичный алгоритм прослеживается в социальной сфере, государственной и т. д.

Вышесказанное позволяет раскрыть многогранность художественного образа счастья и выявить специфику его строения на основе понимания механизмов воздействия образа, а также утверждать о наличии у образа счастья ряда универсальных черт, которые получают выражение в художественных формах.

Грань ощущения счастья сугубо индивидуальна и научно практически необъяснима. У каждого человека своя формула счастья, которая заключается в личностных приоритетах и ценностях, тем не менее, множественность образов счастья и их многогранность, выявленная при анализе строения образа счастья, позволяют утверждать, что формы и критерии счастья всё же варьируются в зависимости от возраста героя (юность, зрелость, старость), его половой принадлежности (мужчина, женщина), гражданского состояния и правового положения (возлюбленный, супруг, родитель), рода профессиональной принадлежности, деятельности и статуса (правитель, воин, чиновник, специалист, отшельник) и т. д. Потребность в гармонии и любви, заботе и чуткости, понимании, благополучии и личностной состоятельности, которые позволяют найти психологические константы стабильности остаются основополагающими для человека во все времена и эпохи, выступая необходимым условием продолжительной качественной жизнедеятельности. Вместе с тем, наблюдается закономерность в достижении счастья, с одной стороны, через удовлетворение различного рода потребностей — физиологических, духовных, личностных, интеллектуальных, эстетических, профессиональных, материальных и т. д., а с другой стороны, через духовный и личностный рост, когда достижение счастья происходит за счёт приближения к духовному

Абсолюту. Культура и искусство, сознание и психология не только обеспечивают связь идеального и материального, реального и виртуального миров, но и обнаруживают художественные формы её проявления.

Высшей формой счастья и блага в разных культурах разного времени признаётся бессмертие, уважение потомков и почитание представителями последующих поколений. В контексте анализа специфики строения образа национального героя особая роль в этой связи отводится подвигу, совершённого во имя общего блага.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Лиховцева А. В.* Духовная культура — основа формирования личности и иммунитет гражданского общества // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: XIII Международная научно-практическая конференция, Москва, 15–16 апреля 2021 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ИПП «КУНА», 2021. С. 254–265.

2. *Лиховцева А. В.* Межкультурный и межрелигиозный диалог в условиях цифровой техносферы // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: VIII ежегодная научно-практическая конференция, Москва, 24 сентября, 20–22 октября 2021 г.: Материалы и доклады. Москва : ИПП «КУНА», 2022. С. 136–145.

3. *Лиховцева А. В.* Образ Мира. Основы духовной культуры. Москва: AVRORA, 2022. 300 с.

4. *Лиховцева А. В., Ананишин В. В., Пронин М. А.* Телегерой — прошлое, настоящее и будущее: многомерность образа // Наука телевидения. 2022. № 18 (2). С. 91–113. <https://doi.org/10.30628/1994-9529-2022-18.2-93-113>. EDN: DPDATH.

5. *Маркузе Г.* Одномерный человек: Исследование идеологии развитого индустриального общества / пер. с англ. / предисл. и примеч. А. Юдина / под ред. А. Жаровского. Москва : REFI-book, 1994. 341 с.

6. Словарь по этике / под ред. И. С. Кона. Москва: Политиздат, 1981. 430 с.

7. *Спиркин А. Г.* Философия. Москва: Гардарика, 1998.

8. *Beech A.* Heroic Realism: Violence, Conservatism, and the Fate of Culture // Urbanomic. 2016. <https://www.urbanomic.com/wp->

content/uploads/2016/07/Urbanomic_Document_UFD019.pdf (дата обращения: 06.05.2022).

9. *Fournout O.* The Hero-Leader Matrix in Business and Cinema // *Journal of Business Ethics*. 2017. Vol. 141. P. 27–46. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-016-3063-4> (дата обращения: 06.05.2022).

Anastasia V. Likhovtseva

ART SOLUTIONS OF CREATION OF AN IMAGE OF HAPPINESS IN WORKS OF ART AND CINEMA IN A HISTORICAL RETROSPECTIVE

Anastasia V. Likhovtseva

E-mail: likhovtsev@yandex.ru

Honored Cultural Worker of Russia,

Art Critic of the Association of Art Critics

The article is devoted to the analysis and study of the structure of the artistic image of happiness, the specifics of its figurative expression and forms of display in works of art and cinema. Within the framework of the indicated direction, various figurative forms and examples of the expression of happiness in works of art in historical retrospect are considered. Conclusions are drawn about the patterns of expression of the artistic form of happiness and the factors that influence the formation of the state of happiness of the hero are identified.

Key words: culture, art, happiness, image, cinema, hero, psychology of art, language of the artistic image, psychology, philosophy.

REFERENCES

1. Likhovtseva A. V. Dukhovnaya kul'tura — osnova formirovaniya lichnosti i immunitet grazhdanskogo obshchestva // *Zapis' i vosproizvedenie ob"emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh: XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 15–16 April 2021: Materialy i doklady / pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : IPP "KUNA", 2021. P. 254–265.*

2. Likhovtseva A. V. Mezhkul'turnyi i mezhreligiozniy dialog v usloviyakh tsifrovoy tekhnosfery // *Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii: VIII ezhegodnaya nauchno-prakticheskaya*

konferentsiya, Moskva, 24 September, 20–22 October 2021: Materialy i doklady. Moscow : IPP “KUNA”, 2022. P. 136–145.

3. Likhovtseva A. V. Obraz Mira. Osnovy dukhovnoi kul'tury. Moscow : AVRORA, 2022. 300 p.

4. Likhovtseva A. V., Ananishnev V. V., Pronin M. A. Telegeroi — proshloe, nastoyashchee i budushchee: mnogomernost' obraza // Nauka televideniya. 2022. No 18 (2). P. 91–113. <https://doi.org/10.30628/1994-9529-2022-18.2-93-113>. EDN: DPDATH.

5. Markuze G. Odnomernyi chelovek: Issledovanie ideologii razvitogo industrial'nogo obshchestva / per. s angl. / predisl. i primech. A. Yudina / pod red. A. Zharovskogo. Moscow : REFI-book, 1994. 341 p.

6. Slovar' po etike / pod red. I. S. Kona. Moscow : Politizdat, 1981. 430 p.

7. Spirkin A. G. Filosofiya. Moscow : Gardarika, 1998.

8. Beech A. Heroic Realism: Violence, Conservatism, and the Fate of Culture // Urbanomic. 2016. https://www.urbanomic.com/wp-content/uploads/2016/07/Urbanomic_Document_UFD019.pdf (data obrashcheniya: 06.05.2022).

9. Fournout O. The Hero-Leader Matrix in Business and Cinema // Journal of Business Ethics. 2017. Vol. 141. P. 27–46. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-016-3063-4> (data obrashcheniya: 06.05.2022).

УДК 778.5.01(014)
ББК 85.373

Попова Л. В.

ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В ФИЛЬМАХ С. ЭЙЗЕНШТЕЙНА И А. ТАРКОВСКОГО

Попова Лиана Владимировна, кандидат культурологии
E-mail: pliana@mail.ru
Государственный университет управления

Согласно А. Тарковскому, кино есть «запечатлённое время». Он придавал большое значение «атмосфере» фильма, которая возникает во времени. Идеальной формой кинематографа А. Тарковский считал хронику. Монтажный кинематограф, считал Тарковский, задаёт зрителю загадки и ребусы, заставляет наслаждаться аллегориями, апеллирует к интеллектуальному опыту смотрящего, причём каждая их этих загадок имеет точную отгадку.

С. Эйзенштейн считал, что любой кинематограф является монтажным. А. Тарковский не считал монтаж главным формообразующим элементом фильма. Главным формообразующим элементом фильма А. Тарковский считал ритм, который складывается из временного напряжения внутри кадров. Время есть форма кинематографического произведения.

Ключевые слова: С. М. Эйзенштейн, А. А. Тарковский, С. Фрейлих, В. В. Иванов, кино, монтаж, ритм, запечатлённое время, пространство, атмосфера.

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о соотношении пространства и времени в художественном произведении остаётся актуальным в теории искусств

и в настоящее время. Понимание С. Эйзенштейном пространства и времени наиболее полно отражено автором настоящего исследования в работах «Художественный образ в понимании С. Эйзенштейна и П. Флоренского» [5] и «Пространство и время в художественном произведении в понимании С. Эйзенштейна» [4]. В данном исследовании сделан сравнительный анализ взглядов С. Эйзенштейна и А. Тарковского применительно к пространству и времени фильма.

Согласно С. Эйзенштейну, кинокадр следует рассматривать не как пластическую единицу, а как «монтажный комплекс» [12, с. 393]. Подвижный кадр — след движения. Композиционной разницы между ними нет. Разница — в динамике [5, с. 245]. Задача произведения искусства, по С. М. Эйзенштейну, есть задача «связно последовательного изложения темы, сюжета, действия, поступков, движения внутри киноэпизода и внутри кинодрамы в целом» [12, с. 156]. Задача, стоящая перед фильмами, — задача не только связного, «но именно максимально взволнованного эмоционального рассказа» [12, с. 156]. Монтаж есть могучее подспорье в решении этой задачи.

А. А. Тарковский полемизировал с С. Эйзенштейном, но признавал законы монтажа, хотя задачи искусства они понимали по-разному. Попытаемся разобраться в этом вопросе на основании источников.

ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В ФИЛЬМАХ С. ЭЙЗЕНШТЕЙНА И А. ТАРКОВСКОГО

Согласно А. А. Тарковскому, кино есть, прежде всего, «запечатлённое время» [6, с. 69]. В какой форме кинематограф может запечатлеть время? А. Тарковский называет эту форму «фактической», где в форме факта могут выступать событие, человеческое движение, любой реальный предмет, который может «представать в неподвижности и неизменности (поскольку эта неподвижность существует в реально текущем времени)» [6, с. 69]. Недаром, А. Тарковский придавал большое значение «атмосфере» фильма. Термин «атмосфера» был введен в режиссуру К. С. Станиславским и применялся к театру. Атмосфера — материальная среда, в которой живет, существует актёрский образ. Сюда входят звуки, шумы, ритмы, характер освещения, мебель, вещи и т. д. Согласно А. Тар-

ковскому, атмосфере не нужно создавать, она «несоздаваема», она вытекает из задачи, которую формулирует для себя режиссёр. Для этого необходимо формулировать задачу точно, и по отношению к этой главной ноте начнут «резонировать вещи, пейзаж, актёрская интонация» [9, с. 9]. Атмосфера возникнет «как результат, как следствие возможности сосредоточиться на главном» [9, с. 9]. То есть, атмосфера возникает во времени. Именно поэтому А. Тарковский не любил живопись импрессионистов, которые старались запечатлеть мгновение, стараясь передать мимолётное.

Подобно С. Эйзенштейну, А. Тарковский восхищался искусством древних греков, греческим театром, ценил в них то, что они пришли к идее катарсиса, очищения через переживания другому, т. е. герою. Обращение к классике видится и в том, как А. Тарковский понимал построение сюжета в кино. Для него важно было, чтобы сюжет отвечал требованиям классицистов: единство времени, места и действия. Тем не менее, в «Ивановом детстве» мы видим флэш-бэки: сны Ивана, воспоминания о матери. В «Андрее Рублеве» Бориска, отливающий колокол, видит во сне дерево, увешанное светящимися колоколами. Сны в фильмах А. Тарковского — особая реальность. Недаром, И. Бергман высказывался: «Тарковский для меня самый великий, ибо он привнёс в кино новый, особый язык, который позволяет ему схватывать жизнь как сновидение» [2, с. 8]. По поводу реальности, в которой существуют герои А. Тарковского, нельзя не согласиться с Ю. Богомоловым: «Фильмы Тарковского не связаны с физической реальностью, они привязаны к ней» [1, с. 157]. Солярис, Зона — особые виды реальности, где существуют герои А. Тарковского. Казалось бы, мы видим противоречие относительно единства места, времени и действия. С другой стороны, в фильме «Зеркало», снятом в 1974 г., действие длится ровно один день, за который герой успеваешь вспомнить всю свою жизнь. Единство места, времени и действия необходимы А. Тарковскому, чтобы доказать, что «ограниченное пространство так же бесконечно, как и любое другое, и так же ограничено» [7, с. 590].

В своих лекциях по режиссуре А. Тарковский высказывался: «Раньше мне казалось интересным как можно полнее использовать всеобъемлющие возможности монтировать подряд как хронику, так и другие временные пласты, сны, сумятицу событий, ставящих действующих лиц перед неожиданными испытаниями и вопроса-

ми. Сейчас мне хочется, чтобы между монтажными склейками не было временного разрыва. Я хочу, чтобы время, его текучесть обнаруживались и существовали внутри кадра, а монтажная склейка означала бы продолжение действия и ничего более, чтобы она не несла с собой временного сбоя, не выполняла функцию отбора и драматургической организации времени» [8, с. 218].

Авторскую работу в кино А. Тарковский уподобил работе скульптора, который, отсекая ненужное, создаёт из глыбы мрамора своё произведение. Так и кинематографист из «глыбы времени» отсекает и отбрасывает всё ненужное, оставляя лишь то, что необходимо для создания образа [6, с. 69]. Время, таким образом, предстаёт в форме факта, поэтому идеальным кинематографом А. Тарковский считал хронику, видел в ней «не способ съёмки, а способ восстановления, воссоздания жизни» [6, с. 71]. А. Тарковского принято считать представителем «поэтического», «поэтико-живописного», «поэтико-документального» кинематографа. Действительно, в «Ивановом детстве» видится отсылка к А. Довженко. Кадры с Иваном, бегущим по берегу реки в конце фильма, напоминают кадры с мальчиком, бегущим по берегу реки из фильма «Зачарованная Десна», снятом Ю. Солнцевой по сценарию А. Довженко. Позднее, в 1964 г. в статье «Запечатлённое время» А. Тарковский высказался об опасности «поэтического кино», заключающуюся в том, что оно рождает символы, аллегории, которые не имеют ничего общего с той образностью, «которая естественно присуща кинематографу» [6, с. 72]. Поэтому А. Тарковский полемизировал с С. Эйзенштейном. Он считал, что фильм «Иван Грозный» не только представляет собой иероглиф, но сплошь состоит из иероглифов. Он приводит пример, где на доспехах Ивана изображено солнце, а на доспехах Курбского — луна, поскольку сущность Курбского в том, что он «светит отражённым светом» [6, с. 72]. При этом он высоко ценил режиссёрский талант Эйзенштейна, отмечал, что картина сильна своим музыкально-ритмическим построением. А. Тарковский отрицательно относился и к «аттракционам» С. Эйзенштейна. Он приводил пример из «Октября», где Керенский сопоставляется с павлином. По мнению А. Тарковского, зритель лишён возможности самостоятельно конструировать образ, автор ведёт тотальное наступление на зрителя, «н а в я з ы в а я ему своё собственное отношение к происходящему» [8, с. 274]. Монтажный кинематограф,

считал Тарковский, задаёт зрителю загадки и ребусы, заставляет наслаждаться аллегориями, апеллирует к интеллектуальному опыту смотрящего. При этом, каждая их этих загадок имеет точную отгадку [8, с. 273].

С. Эйзенштейн писал, что кинематограф сменяющейся точки принято называть «монтажным», что «вульгарно по форме и просто неверно по существу», ведь «всякий кинематограф есть монтажный кинематограф» [12, с. 393], по той простой причине, что подвижность фотографии «есть явление монтажное» [12, с. 393].

А. Тарковский не считал монтаж главным формообразующим элементом фильма. Монтаж, по его мнению, сочленяет кадры, наполненные временем, «но не понятия, как это часто провозглашалось сторонниками так называемого “монтажного кинематографа”», так как время есть «форма» кинематографического произведения [8, с. 270]. Время как форма ближе всего к музыкальному произведению. Поэтому для создания полноценной кинодраматургии нужно изучать форму музыкальных произведений: фуги, сонаты, симфоний и др.

Суть кинообраза заключается не в монтаже понятий. Язык кино, по мнению А. Тарковского, заключается «в отсутствии в нём языка, понятий, символа» [8, с. 270]. Монтаж есть лишь идеальный вариант склейки планов, который уже заложен внутри материала, снятого на киноплёнку. Соединение частей зависит от внутреннего состояния материала. В монтаже «соединяется само время, протекающее в кадре» [8, с. 272]. В соответствии с характером времени, протекающего в кадре, возникает ритм картины. Именно ритм, считал А. Тарковский, является «главным формообразующим элементом в кино» [8, с. 274], а вовсе не монтаж. По его мнению, ритм не есть метрическое чередование кусков, как считал С. Эйзенштейн.

Ритм слагается из «временного напряжения внутри кадров» [8, с. 274]. Если сопоставить кинематограф с временными искусствами, с балетом или музыкой, то время, фиксируемое на плёнку, обретает форму реального. Зафиксированное на плёнку «всегда и равнозначно будет восприниматься во всей своей непреложной данности» [8, с. 274], в то время как одно и то же музыкальное произведение можно сыграть по-разному. Таким образом, в музыке время носит абстрактно философский характер. В кинематогра-

фе время становится основой основ, подобно тому, как в музыке основа основ — звук, в живописи — цвет, в драме — характер. Монтаж, согласно А. Тарковскому, существует в любом искусстве, как проявление отбора, производимого художником. Особенность монтажа в том, что он «сочленяет время, запечатлённое в отснятых кусках» [8, с. 274], поэтому не монтируются друг с другом кадры, где время протекает по-разному. Так реальное время не может монтироваться с условным временем. Поэтому, считал А. Тарковский, нельзя разрезать панорамы и монтировать их в разных концах сцены, в противном случае теряется единство состояния картины.

А. Тарковский отрицал искусство монтажа ещё и потому, что он не учитывает право зрителя подключить свой опыт при просмотре картины [8, с. 273]. С. Эйзенштейн, наоборот, считал, что сила монтажа в том, что в творческий процесс включаются эмоции и разум зрителя. Художественный образ — образ, который «задуман и создан автором, но этот образ одновременно создан и собственным творческим актом зрителя» [12, с. 162]. А. Тарковский же считал, что ощущение режиссёром времени всегда выступает «как форма насилия над зрителем» [8, с. 277]. Зритель либо «падает» в ритм режиссёра, либо нет. Так возникает у режиссёра «свой» зритель.

Картина, согласно А. Тарковскому, должна быть снята в одном ритме. Для этого режиссёру на протяжении всей съёмки фильма следует приходить на работу в одинаковом состоянии. Только так он может держать ритм картины. Самое страшное — энтропия, рассеивание творческой энергии. В этом смысле идеальным режиссёром для А. Тарковского был Ф. Феллини: «И это его пульс, который сливается с пульсом картины. И тут как бы в единстве его пульс, ритм жизни и пульс снимаемого материала. Вот это триединство, которое организует личность в кино» [8, с. 280].

В своё время В. В. Иванов отмечал отличие А. Тарковского от С. Эйзенштейна, состоявшее, прежде всего, в религиозности А. Тарковского и атеизме С. Эйзенштейна [3, с. 230], но главное отличие он видел в том, что А. Тарковский не считал монтаж основным приёмом построения в кино [3, с. 235]. Разница заключалась лишь в теории. Фильмы А. Тарковского всегда монтировались с соблюдением правил монтажа и чёткой композиции кадра, чему

уделял особое внимание С. Эйзенштейн. По мнению А. Тарковского, режиссёру нужно знать законы монтажа, законы профессии, но творчество «начинается с момента нарушения, деформации этих законов» [8, с. 282]. «Научиться быть художником невозможно, как не имеет никакого смысла просто изучать законы монтажа — всякий художник-кинематографист открывает их для себя заново» [8, с. 291]. В данном случае нельзя не согласиться с С. И. Фрейлихом: «Эйзенштейн и Тарковский говорили то, что нам нужно, но что нам ещё неизвестно. Их противопоставляют критики, не осознавшие принцип несходства сходного, но без этого невозможна сколько-нибудь удовлетворительная концепция кинопроцесса» [11, с. 483]. Недаром, после успеха «Андрея Рублева» во Франции именитый киножурналист Жан де Баронсели писал 21 ноября 1969 г. в газете «Монд», что «“Андрей Рублев” превосходный фильм, который делает честь советскому киноискусству. И если у Андрея Тарковского останутся свободными руки, то Эйзенштейн и Довженко возможно найдут в нём своего последователя» [10, с. 177].

Вплоть до самой смерти А. Тарковского волновал вопрос о времени. Он записал в своём дневнике 25 сентября 1986 г.: «Невозможность в кино выразить единовременные действия иначе, чем в последовательности, символизирует невозможность существования человека и его истории без времени, которое мыслится как последовательность. Такая же условность и примитивно материальная форма времени» [7, с. 590].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы видим, что С. Эйзенштейна и А. Тарковского роднит подход к внутрикадровому монтажу, к времени внутри кадра, но задачи кино они понимали по-разному. Для С. Эйзенштейна она заключалась, прежде всего, в последовательном изложении темы, сюжета, действия. А. Тарковский не отрицал приёмы и принципы монтажа, но не считал монтаж формообразующим элементом фильма. Главным формообразующим элементом фильма А. Тарковский считал ритм, который слагается из временного напряжения внутри кадров. Вопрос о времени он считал главным и краеугольным. Время есть форма кинематографического произведения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Богомолов Ю.* «Я свеча, я сгорел на пиру...» // Мир и фильмы Андрея Тарковского. Москва : Искусство, 1990. С. 156–172.
2. Великие о великом // Мир и фильмы Андрея Тарковского. Москва : Искусство, 1990. С. 8–12.
3. *Иванов Вяч. Вс.* Время и вещи // Мир и фильмы Андрея Тарковского. Москва : Искусство, 1991. С. 229–237.
4. *Попова Л. В.* Пространство и время в художественном произведении в понимании С. Эйзенштейна // Запись и воспроизведение объемных изображений в кинематографе и других областях: X Международная научно-практическая конференция, Москва, 16–18 апреля 2018 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. Москва: ВГИК, 2019. С. 378–388.
5. *Попова Л. В.* Художественный образ в понимании С. Эйзенштейна и П. Флоренского // Вестник славянских культур. 2017. Т. 43. С. 242–250.
6. *Тарковский А. А.* Запечатленное время // Искусство кино. 1967. № 4. С. 68–79.
7. *Тарковский А.* Мартиролог: дневники, 1970–1986 / Италия : Международный институт им. Андрея Тарковского, 2008. 620 с.
8. *Тарковский А.* Ностальгия [Архивы и документы; воспоминания и статьи]. Москва : АСТ: Хранитель: Зебра-Е, 2008. 494 с.
9. *Тарковский А. А.* Уроки режиссуры. Москва : ВИППК, 1992. 92 с.
10. *Тенейшвили О.* Каннские и парижские тайны фильма «Андрей Рублев» // Андрей Тарковский. Юбилейный сборник. Москва : Алгоритм, 2002. С. 161–181.
11. *Фрейлих С. И.* Теория кино: От Эйзенштейна до Тарковского. Москва : Академический Проект; Гаудеамус, 2013. 512 с.
12. *Эйзенштейн С. М.* Избранные произведения в 6 т. Т. 2. Москва : Искусство, 1964. 568 с.

Liana V. Popova

**SPACE AND TIME IN S. EISENSTEIN'S
AND A. TARKOVSKY'S FILMS**

Liana V. Popova, PhD of Cultural Studies

E-mail: pliana@mail.ru

State University of Management

According to A. Tarkovsky, cinema is a «captured time». He attached great importance to the “atmosphere” of the film, which arises in time. A. Tarkovsky considered the chronicle an ideal form of cinema. Editing cinema, Tarkovsky believed, sets riddles and puzzles to the viewer, makes you enjoy allegories, appeals to the intellectual experience of the viewer, and each of these riddles has an accurate guess.

S. Eisenstein believed that any cinema is editing. A. Tarkovsky did not consider editing to be the main formative element of the film. The main formative element of the film A. Tarkovsky considered the rhythm, which is composed of temporary tension within the frames. Time is a form of cinematic work.

Key words: S.M. Eisenstein, A.A. Tarkovsky, S. Freilich, V.V. Ivanov, cinema, montage, rhythm, captured time, space, atmosphere.

REFERENCES

1. Bogomolov Ju. “I am a candle, I burned down at the feast...” // The world and films of Andrei Tarkovsky. Moscow, Iskusstvo Publ., 1990. P. 156–172.
2. Great about the great // The world and films of Andrei Tarkovsky. Moscow, Iskusstvo Publ., 1990. P. 8–12.
3. Ivanov Vjach.Vs. Time and things // The world and films of Andrei Tarkovsky. Moscow, Iskusstvo Publ. P. 229–237.
4. Popova L.V. Space and time in a work of art in the understanding of S. Eisenstein // Recording and reproduction of three-dimensional images in cinema and other fields: X International Scientific and Practical Conference, Moscow, April 16–18, 2018: Materials and reports / Under. general edition of O. N. Raev. Moscow, VGIK, 2019. P. 378–388.
5. Popova L.V. Artistic image in the understanding of S. Eisenstein and P. Florensky // Vestnik slavjanskih kul'tur. No 43. 2017. P. 242–250.
6. Tarkovskij A.A. Captured time // Iskusstvo kino. No 4. 1967. P. 68–79.
7. Tarkovskij A. Martyrology: diaries, 1970–1986. Italija: Mezhdunarodnyj institut im. Andreja Tarkovskogo, 2008. 620 p.
8. Tarkovskij. A. Nostalgia [Archives and Documents; memories and articles]. Moscow, AST Publ.: Hranitel Publ.: Zebra-E Publ., 2008. 494 p.
9. Tarkovskij A.A. Directing lessons. Moscow, VIPPK Publ., 1992. 92 p.

10. Teneishvili O. Cannes and Parisian secrets of the film “Andrei Rublev” // Andrei Tarkovsky. Anniversary collection. Moscow, Algoritm Publ., 2002. P. 161–181.

11. Frejlih S.I. Film theory: From Eisenstein to Tarkovsky. Moscow, Akademicheskij Proekt Publ.; Gaudeamus Publ., 2013. 512 p.

12. Jeizenshtejn S.M. Selected works in 6 vols. Vol. 2. Moscow, Iskusstvo Publ., 1964. 568 p.

УДК 004.9
ББК 32.973

Кувшинов С. В., Ткачук И. А.

N-МЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО МЕТАВСЕЛЕННЫХ КАК НОВАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Кувшинов Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент
E-mail: kuvshinov@rggu.ru

Международный институт новых образовательных технологий
Российского государственного гуманитарного университета

Ткачук Игорь Анатольевич

E-mail: tkachuk@tk-ic.ru

Комитет по цифровым валютам и блокчейну в Ассоциации
экспортеров и импортеров, компания «ТК КОМПАНИ»

В статье раскрывается понятие метавселенные, какими могут быть виртуальные пространства, как они влияют на современный мир. Приведены достоинства и недостатки деятельности человека в условиях метавселенной. Отмечается важность данной технологии для подготовки будущих специалистов. Приводится пример успешной реализации образовательной программы «Технология блокчейн и цифровые финансы: мои первые шаги в метавселенной» в ЦТПО РГГУ.

Ключевые слова: размерность, дополненная реальность, виртуальная реальность, смешанная реальность, расширенная реальность, аватар, блокчейн, метавселенная, подготовка кадров.

Настоящая публикация носит постановочный характер, вводит читателей в новую область знаний, связанную с созданием цифровых метавселенных. Поэтому начнём с определений.

Дополненная реальность (AR — Augmented Reality) — это технология, позволяющая с помощью компьютера или другого устройства дополнять окружающий нас физический мир цифровыми объектами.

Виртуальная реальность (VR — Virtual Reality) — это созданный компьютером мир, доступ к которому можно получить с помощью иммерсивных устройств — шлемов, перчаток, наушников.

Смешанная реальность (MR — Mixed reality) — это гибридная реальность (охватывает дополненную реальность и дополненную виртуальность), является следствием объединения реального и виртуальных миров для создания новых окружений и визуализаций, где физические и цифровые объекты сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени.

Расширенная реальность (XR — Extended Reality) — это технология расширенной реальности, которая позволяет воплощать любые творческие идеи при создании видеоконтента. В отличие от AR-, VR- и MR-технологий, для просмотра контента, созданного в XR, не требуется использование шлемов и очков виртуальной реальности. Достаточно специальных экранов и набора звуковой аппаратуры.

Аватар — это виртуальный объект (герой), представляющий вас в метавселенной, целью которых будет осуществление всех взаимодействий в виртуальном мире от вашего лица.

Метавселенная — это сеть цифровых миров, конвергенция физической, дополненной и виртуальной реальности в общем онлайн-пространстве.

Блокчейн — технология баз данных, которая лежит в основе надёжного хранения и обмена ценностями в сети: криптовалютой, произведениями искусства и другими цифровыми активами [2, 3].

Рассмотрим понятие «размерность пространства» — это количество независимых параметров, необходимых для описания пространства. В жизни для понимания расположения предметов нам достаточно три параметра, скажем, длина (X), ширина (Y) и высота (Z). Частный случай пространства большой размерности — это N -мерное евклидово пространство (Гильбертово пространство), в котором всё ещё относительно просто. Но математиками придуманы и куда более затейливые пространства, например, так называемые многообразия — это пространства, лишь локально сходные с евклидовым пространством.

Понятие N-мерного пространства можно применить не только в современном мире, но также и в метавселенных.

В настоящее время есть несколько вариаций представленных реальностей: дополненная реальность представляет собой реальную среду с виртуальными цифровыми объектами. Пример: параллельная лицевой цветная линия, показывающая нахождение ближайшего полевого игрока к воротам при телевизионном показе футбольных матчей; «нарисованная» траектория полёта шайбы во время хоккейного матча; смешение реальных и вымышленных объектов в кинофильмах и компьютерных играх и т. п. Применение данной технологии в бизнесе позволяет выделиться среди конкурентов, создавать учебные классы для сотрудников, повышая продуктивность и эффективность.

В образовательной системе данную технологию используют при онлайн-экскурсии по музеям и выставкам. Также дополненной реальностью активно пользуется Экосистема Сбер.

Виртуальной реальностью называют интерактивный мир, созданный с использованием современных программ. Проводником пользователя в виртуальную реальность выступают VR-устройства, ключевыми из которых являются шлем, различные датчики движения и контроллеры, информационные перчатки, джойстики (геймпады). Применение — в маркетинге, продажах, обучении, промышленности, медицине, науке и др.

В смешанной реальности, в отличие от дополненной реальности, пользователи могут взаимодействовать с виртуальными объектами. Из оборудования тут используются: «голографические» устройства (они создают для пользователя полуиммерсивные впечатления с интерактивными виртуальными голограммами. Это такие устройства как Magic Leap VR, Microsoft HoloLens и Google Cardboard) и иммерсивные устройства (они полностью заменяют окружение пользователя виртуальной средой с помощью шлема виртуальной реальности (HMD). Иммерсивное устройство имеет два дисплея, по одному для каждого глаза, что позволяет демонстрировать пользователю изображение в стереоформате. Применение в лабораторных исследованиях (лаборатория смешанной реальности в Национальном университете Сингапура/Keio University), строительстве, производстве, игровая индустрия (игра WOWCube, разработанная калифорнийской компанией), образование, управление цепочкой поставок.

Расширенная реальность обозначает комплекс иммерсивных технологий, которые объединяют физический и виртуальный миры. Простыми словами — это технология, которая позволяет погрузить человека в виртуальное окружение. Самым громким примером в России стала презентация новой экосистемы Сбер Конф 2020. В декабре 2020 года компания МТС провела первый в мире музыкальный фестиваль в расширенной реальности — МТС Live XR.

В развитии метавселенных можно выделить несколько дат. В 1838 году сэр Чарльз Уитстон изложил концепцию бинокулярного зрения, показав первое стереоизображение. Его исследования привели к созданию стереоскопов, использующих иллюзию глубины для создания изображения — ту же технологию, которую сегодня используют гарнитуры виртуальной реальности. В 1962 году американский кинорежиссёр Мортон Хейлиг создал симулятор, который передавал ощущение от поездки на мотоцикле в другом городе. Устройство под названием Sensorama погружало пользователей в другую реальность, сочетая такие эффекты, как движущееся сиденье, запахи и стереоэкраны. Несмотря на то, что изобретение так и не продвинулось дальше прототипа, оно продемонстрировало возможность стирания границ между иллюзией и реальностью. В 1992 году была впервые упомянута Метавселенная в научно-фантастическом романе Нила Стивенсона «Лавина». Американский писатель-фантаст изобразил антиутопию будущего, в которой люди используют цифровые аватары, чтобы сбежать в лучшую альтернативную реальность [4]. В 2006 году Roblox Corporation выпустила игровую платформу Roblox, которая позволяла играть в различные многопользовательские игры. Кроме того, её пользователи могли разрабатывать свои собственные игры, доступные другим. В 2008 году Сатоши Накамото объявил о создании первого крупного децентрализованного блокчейна и криптовалюты биткоин. А в 2009 году был создан первый BTC. 2016 год стал годом появления децентрализованных автономных организаций (DAO) и игры Pokemon GO. Первая DAO, названная просто The DAO, была запущена на Ethereum и давала каждому участнику возможность руководить её развитием. 2021 год — компания Facebook провела ребрендинг и стала называться Meta, превратив метавселенную в нечто более осязаемое, чем научно-фантастическая концепция [5].

Сейчас мир, созданный в произведениях литературы, находит своё отражение не только в кинематографической индустрии,

в фильмах «Первому игроку приготовиться», «Главный герой», «Матрица», но и в игровой индустрии на основе использования Big data, технологий геймификации (AR/VR), блокчейн и др. Игровая индустрия может стать одним из элементов воплощения единого мира метавселенной. Одним из примеров позиционирования разработчиками игры как «метавселенная» с упором на социальные функции является игра Fortnite американской компании Epic Games, релиз которой состоялся в 2017 году (посещаемость более 78,3 млн человек ежемесячно). Выручка Epic Games в 2020 г. составила 5,1 млрд долларов США, что на 21 % превышает выручку в 2019 году.

Метавселенные помогают создавать экологичную среду, в том числе в образовании. Можно посещать выставки, можно даже поговорить в живую с авторами выставок, погрузиться с аквалангом на дно водоёма, прыгнуть с парашютом, побывать на концерте классической музыки, при этом не выходя из дома, но с полным погружением в виртуальную реальность. Это открывает огромный мир возможностей для образования [1]. Однако здесь встаёт важный вопрос подготовки кадров, учителей, способных погрузить молодых людей в технологии блокчейна и метавселенной. В 2022–2023 учебном году в Центре технологической поддержки образования (ЦТПО) Российского государственного гуманитарного университета (РГГУ) была реализована дополнительная общеразвивающая программа «Технология блокчейн и цифровые финансы: мои первые шаги в метавселенной». Программа была подготовлена и реализована специалистами Международного института новых образовательных технологий РГГУ при участии ведущих специалистов крипсообщества DYOR, что ещё раз подтвердило эффективность социального партнерства бизнеса и образования.

Данная междисциплинарная программа, связанная с цифровыми технологиями открывает новые широкие перспективы для их практического применения будущими специалистами. При реализации программы рассматриваются проблемы междисциплинарности и мультидисциплинарности, интеграции инженерного, естественнонаучного и гуманитарного знания, что в конечном счёте может стать фундаментом для профессионального самоопределения молодых людей в области, например, цифровой коммерции. Современные информационные, коммуникационные и цифровые

производственные технологии при реализации программы выступают не столько средством раскрытия её тематики, сколько формой её содержания, показывая учащимся принципиально новые возможности конструирования объективной, но в то же время лично окрашенной реальности и условий функционирования в метавселенной. Говоря об актуальности программы «Технология блокчейн и цифровые финансы: мои первые шаги в метавселенной» отметим, что она позволяет преодолевать существующую и всё нарастающую дисциплинарную разобщённость гуманитарных наук и цифровых технологий; разобщённость и отчасти антагонизм научно-технического и культурно-нравственного развития. Такие разобщённости уже представляют реальную социальную опасность. Программа позволяет учащимся глубже понять происходящие процессы глобальной цифровизации и виртуализации общества. Новизна образовательной междисциплинарной программы «Технология блокчейн и цифровые финансы: мои первые шаги в метавселенной» заключается в том, что учащимся представляются широкие возможности постановки актуальных проблем современного цифрового общества и создаются условия для попытки их решения с использованием новейших коммуникационных инструментов. С помощью новых цифровых информационных, коммуникационных технологий учащиеся вовлекаются в учебно-научно-практическую деятельность в глобальном информационном метапространстве. Они самостоятельно оценивают место и роль медиакоммуникаций в новом информационном обществе для дальнейшего самоопределения и выбора будущей профессии.

Укажем позитивные моменты метавселенных: они являются эффективным инструментом в образовании, науке и промышленности; можно посещать лекции лучших мировых вузов, устраивать тренировки в безопасной среде, проявляться и влиять на развитие индустрии; создаются новые возможности для мира развлечений, проведения и участия в концертах мировых звёзд и кумиров из любой точки мира; это дополнительные способы заработка — киберплощадки. Например, киберплощадка Decentraland предлагает купить виртуальную землю и построить на этом клочке из пикселей салон по продаже собственного NFT-искусства или магазин виртуальной одежды для аватаров.

Недостатки метавселенных: отсутствие конфиденциальности, поскольку метавселенная это виртуальный мир, к которому можно получить доступ и с которым можно взаимодействовать через интернет; невозможность контролировать данные и настройки конфиденциальности (если компании решат не соблюдать ваши настройки конфиденциальности, они могут просматривать все ваши взаимодействия и данные, в том числе конфиденциальную личную информацию); закон пока никак не регулирует работу цифровых миров, возможно, функции регулирования будут возложены на искусственный интеллект; угрозы безопасности, поскольку участники взаимодействуют с цифровым миром, который физически нереален, хакеры могут получить доступ не только к личной информации, но и к пользовательским аватарам, что может привести к краже личных данных или к другим злонамеренным действиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

«Цифровые двойники», метавселенные, становятся неотъемлемой частью современного мира, социальных и образовательных программ. У молодого поколения сейчас два мира — реальный и цифровой виртуальный, который всё больше и больше входит в жизнь каждого человека. Поэтому данные технологии необходимо применять и использовать в каждом направлении, вовлекая молодёжь в эти процессы, показывая все аспекты, как позитивные так и негативные, возможных новых коммуникаций, и производственных процессов направленных на развитие общества XXI века.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Болл М.* Метавселенная. Как она меняет наш мир. Москва : Альпина Паблишер, 2023.
2. *Генкин А., Михеев А.* Блокчейн. Как это работает и что ждёт нас завтра. Москва : Альпина Паблишер, 2017.
3. *Лелу Л.* Блокчейн от А до Я. Все о технологии десятилетия. Москва : Эксмо, 2018.
4. *Стивенсон Н.* Лавина. Москва : АСТ, 2003.
5. *Шабасон В. Е., Малайкин С. Н.* Разумная метавселенная. От цифровых приложений к новой среде обитания. Москва : SelfPub (Литрес: Самиздат), 2022.

Sergey V. Kuvshinov, Igor A. Tkachuk

N-DIMENSIONAL SPACE OF METAUNIVERSES AS A NEW HUMAN HABITAT

Sergey V. Kuvshinov, PhD (Engineering), associate professor

E-mail: kuvshinov@rggu.ru

International Institute of New Educational Technologies of the Russian State University for the Humanities

Igor A. Tkachuk

E-mail: tkachuk@tk-ic.ru

Committee for Digital Currencies and Blockchain at the Association of Exporters and Importers, CEO of TK COMPANY

The article reveals the concept of metaverse, what virtual spaces can be, how they affect the modern world. The advantages and disadvantages of human activity in the conditions of the metaverse are given. The importance of this technology for the training of future specialists is noted. An example of the successful implementation of the educational program “Blockchain Technology and Digital Finance: My First Steps in the Metaverse” at the Center for Technological Education Support of the Russian State University for the Humanities is given.

Key words: Dimensionality, augmented reality, virtual reality, mixed reality, augmented reality, avatar, blockchain, metaverse.

REFERENCES

1. Boll M. *Metavseleonnaya. Kak ona menyaet nash mir.* Moscow : Al'pina Pabliher, 2023.
2. Genkin A., Mikheev A. *Blokchein. Kak eto rabotaet i chto zhdet nas zavtra.* Moscow : Al'pina Pabliher, 2017.
3. Lelu L. *Blokchein ot A do Ya. Vse o tekhnologii desyatiletiya.* Moscow : Eksmo, 2018.
4. Stivenson N. *Lavina.* Moscow : AST, 2003.
5. Shabason V. E., Malaikin S. N. *Razumnaya metavseleonnaya. Ot tsifrovyykh prilozhenii k novoi srede obitaniya.* Moscow : SelfPub (Litres: Samizdat), 2022.

УДК 004.5
ББК 74.202.4

Борисова М. В.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМБИНАТОРНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ: ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ГОЛОВОЛОМКА ОТ ЛЕОНАРДО» В ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОМ МУЗЕЕ

Борисова Мария Витальевна, кандидат философских наук

E-mail: m_gubina@inbox.ru

Государственный историко-архитектурный
и природно-ландшафтный музей-заповедник
«Кузьминки-Люблино»

Статья посвящена опыту представления музейной программы, являющейся междисциплинарным проектом, объединившим математическую задачу, историю технологий убранства интерьеров XIX века, методики развития пространственного и художественного воображения. Автор статьи пытается ответить на вопрос, возможно ли столь необычное соединение, какие результаты оно даёт при формировании пространственного комбинаторного мышления у школьников.

Ключевые слова: танграм, стомахион, комбинаторика, русская усадьба, парадные интерьеры XIX века, классицизм, эпоха Возрождения, наборный паркет, инкрустация.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении большей части XX столетия складывалось разделение музеев по профилям. Традиционно считается, что исто-

рико-архитектурные музеи образуют свои классификационные группы и не относятся к научно-технической профильной группе [3, с. 532]. Однако в последнее время в деятельности музеев определённого профиля всё чаще можно встретить проекты из других областей знания. Такая тенденция свидетельствует о расширении культурно-образовательного потенциала музея и, несомненно, делает учреждение более интересным и привлекательным для посетителей.

В 2023 году сотрудники Международного института новых образовательных технологий РГГУ совместно с коллегами из Государственного музея-заповедника «Кузьминки-Люблино» предложили школьникам, их родителям и учителям новую программу, которая объединила сразу несколько разноплановых тем. В течение одного занятия участники знакомятся с убранством интерьеров русских усадеб XIX века, старинной игрой танграм, искусством эпохи Возрождения и творчеством Леонардо да Винчи. Как это возможно?

ЧТО УМЕЛИ «СОВЕРШЕННЫЕ МАСТЕРА»?

Усадьба Люблино, построенная в начале XIX века, представляет собой выдающийся памятник эпохи классицизма. Талантливым русским архитекторам Родиону Казакову и Ивану Егорову удалось не только угодить оригинальным вкусам заказчика Н. А. Дурасова, но и создать бесподобный по красоте и практичности образец усадебного строительства. Те, кто посещали Люблино в те времена, подчёркивали сходство сооружения с храмом, а усадьбу сравнивали с будто перенесённой волшебным образом на русскую почву частью «милрой Италии».

Архитекторы продумывали свой проект до мелочей. Можно долго перечислять все те детали, которые были учтены при проектировании и строительстве дома: великолепие парадных залов; акустические эффекты; роспись гризайль, зрительно увеличивавшая пространство; планировка танцевальной залы и использование колонн при расстановке мебели в гостиной; полуоткрытые колоннады и обилие стеклянных окон и дверей, создающие гармонию архитектуры и парка; удобство жилых и хозяйственных комнат; бельведер, из которого открывались красивые виды на Москву и окрестности; устройство лестниц и пожарная безопасность... В

этом проявлялась универсальность русских мастеров, которые не только вдохновлялись творениями гениев итальянского Возрождения, но и сами были подобны им. Работа в Экспедиции кремлевского строения, во время которой Р. Казаков и И. Еготов изучали архитектурные образцы итальянских зодчих XV–XVI веков, повлияла на их дальнейшее творчество. Это не случайно, ведь эпоха русского Просвещения, породившая таких людей, была во многом созвучна европейскому Ренессансу.

«В зданиях, построенных Еготовым, нашли применение и новые конструктивные приёмы, в частности использование деревянных конструкций, и новые отделочные материалы, и декоративное искусство... и многое другое» [4, с. 7]. В русской архитектурной школе, складывавшейся в XVIII столетии под сильным влиянием итальянского искусства, воспитывали «совершенных мастеров российских» [4, с. 7], которые одновременно являлись инженерами и строителями, физиками, химиками и естествоиспытателями, художниками и скульпторами, владели колоссальным массивом теоретических и практических знаний и навыков в самых разных областях. Неудивительно, что отделка экстерьеров и интерьеров архитектурных комплексов в те времена также находилась под пристальным вниманием мастеров, руководивших строительством.

О том, что знали и умели мастера прошлого, рассказывает первая часть музейной программы. Участники знакомятся с деталями отделки парадных залов дворца, которые невозможно было бы создать без знания математики и физики, с одной стороны, и «изящных искусств» — с другой.

МЕБЕЛЬ, ТЕХНИКА ПАРКЕТРИ И СТАРИННАЯ ИГРА ТАНГРАМ

Считается, что самым ранним известным аналогом игры танграм была задача Архимеда, описанная в трактате «Стомахион» в III веке до н. э. В ней необходимо было собрать квадрат из 14 частей различными способами. В Китае с помощью танграма геометрически доказывали, что сумма квадратов катетов прямоугольного треугольника равна квадрату гипотенузы, т. е. известную европейцам теорему Пифагора. Однако самым любопытным, с точки зрения связи геометрии и истории, является то, что в Китае с XII века по принципу танграма собирали банкетные столы:

квадратный из семи отдельных столиков, либо в виде различных фигур [5, с. 18]. За такими столами, в зависимости от расстановки, могло разместиться разное количество человек.

Вторым любопытным моментом является дальнейшее развитие идеи сбора целого из частей в архитектурной и художественной практике. Ещё со времен Петра I русские мастера овладели западноевропейской техникой и приёмами, и к рубежу XVIII–XIX веков качество облицовки стен природным или искусственным мрамором, а также декорирование мебели и наборный паркет ничуть не уступали европейским образцам. Технология создания эффекта мраморных стен и наборных паркетных полов во дворцах уровня дома усадьбы Люблино требовала не только времени и аккуратности, но и определённого квалификационного уровня, который подразумевал наличие знаний в искусствах и в точных науках.

Основная идея инкрустации, будь то интарсия, маркетри или паркетри, в которых рисунок либо орнамент собирается из криволинейных либо прямолинейных фигур, в основе своей очень созвучна искусству танграма. Отметим, что вышеперечисленные техники декорирования поверхностей были популярны уже в Античности, а в эпоху Возрождения переживали новый расцвет. XVII и XVIII столетия также отдали дань этим техникам. Зачастую при подборе рисунка использовались дорогие породы дерева: красное, чёрное эбеновое, палисандр, амарант и другие [1, с. 400]. Поэтому в задачи мастеров входило не только составление рисунков, но и рациональное использование материалов. Фрагменты, предназначенные для вставки, должны были быть нарезаны максимально экономным образом и в то же время плотно войти в предназначенные углубления, составив рисунок.

«При наклеивании цветного дерева на щиты могли применяться два способа: наборная работа — так называемое маркетри, когда собирался рисунок из отдельных частей дерева, тесно пригоняемых друг к другу, и интарсия (инкрустация), когда в основную породу, служившую общим фоном, врезались отдельные фрагменты цветного дерева» [6, с. 13, 14].

В парадной гостиной (колонном зале) усадьбы Люблино был создан паркет в виде квадратов светлого тона, окаймлённых тёмной рамкой и инкрустированных в центре розетками в виде восьмиконечных звёзд из тёмного дерева. В данном случае использо-

вался дуб двух сортов, красное дерево и порода дерева светлого тона [7]. Детальное рассмотрение паркета парадной гостиной даёт возможность представить, насколько трудоёмким было производство такого напольного покрытия на больших площадях.

ЧЕМУ УЧАТСЯ ДЕТИ?

Второй частью программы является практическое занятие, на котором участники овладевают основными принципами игры танграм. Для занятий больших групп используется музейный зал с размещёнными на стенах гравюрами по рисункам художницы Галины Елфимовой. Эти изображения являются иллюстрациями к книге С. В. Кувшинова «Танграм Леонардо да Винчи в 7D» [2], повествующей о жизни и творчестве гения итальянского Возрождения.

Каждый разворот книги посвящён какому-то факту из биографии Леонардо, содержит иллюстрацию и задание. Например: «В эпоху Ренессанса по всей Италии стояло множество замков и крепостей. Смотря на карту Италии, можно было бы около каждого города поставить символ крепости. Как может выглядеть такой символ?» [2, с. 7, 8]. Автор предлагает собрать символы, пользуясь фигурами танграма. В приложении содержатся образцы рисунков на данные темы.

Музейное занятие строится по принципу постепенного усложнения заданий. После знакомства с комплектом и правилами игры участники вместе с ведущим собирают квадрат. Обращается внимание на то, что большой квадрат можно разбить на два маленьких, а также на то, что местоположение составных частей в квадрате может меняться, т. е. задача имеет комбинаторный характер.

После этого дети приступают к самостоятельному сбору фигур. При возникновении сложностей ведущий даёт подсказки, используя магнитную доску с прикрепленными к ней фигурами, показывая границы между составными частями. Таким образом собираются, например, крепость, лошадь, свеча и другие рисунки. Заключительная часть практического занятия посвящена созданию своего собственного рисунка, т. е., фактически, выполнению заданий книги. В данном случае необходимо проявить фантазию и при этом уложиться в определенное время.

Практическая часть занятия требует ограничения по времени, поскольку большинство детей, поняв принцип и успешно собрав

первые фигуры, увлекаются и неохотно прерывают работу. Также полезным может быть соревновательный момент, который закономерно появляется во время занятия.

Сотрудниками музея на данный момент было проведено несколько занятий для семидесяти детей. В дальнейшем количество занятий и участников будет расти и, несомненно, появятся новые выводы и результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря описанной выше программе у детей формируется интерес, уважение и бережное отношение к историческим технологиям производства вещей и отделки памятников архитектуры, дошедших до нашего времени.

Дети школьного возраста быстро понимают идею игры танграм, однако у них возникают сложности с переворотом фигуры параллелограмма, а также с быстротой сбора разных фигур. В среднем на каждые пять ребят приходится один, кто собирает рисунок менее, чем за минуту.

Игра влияет на психологическое состояние детей. Некоторые заметно волнуются, когда им не удаётся правильно выполнить задание. Другая часть детей, напротив, описывает процесс подбора вариантов как некий терапевтический момент, во время которого ребёнок испытывает чувство успокоения и удовлетворения от выполнения задач.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Власов В. Г.* Стили в искусстве. Словарь / В 3 т. Т. 1. Архитектура, графика, декоративно-прикладное искусство, живопись, скульптура. Санкт-Петербург : Лита, 1998. 672 с.

2. *Кувшинов С. В.* Танграм. Леонардо да Винчи в 7D. Москва : РГГУ, 2022. 44 с.

3. Российская музейная энциклопедия / под ред. В. Л. Янина. Москва : Прогресс, РИПОЛ-Классик, 2005. 848 с.

4. *Седов А. П.* Еготов. Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1956. 90 с.

5. *Слокум Дж.* Игры на логику. Танграм / пер. с англ. Москва : Мой Мир ГмбХ&Ко. КГ, 2005. 192 с.

6. *Соловьев К. А.* Русский художественный паркет. Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. 221 с.

7. *Сотникова О. М., Сахарова Л. С.* Реставрация дворца Дурасова в Люблине // Практика реставрационных работ. Сборник второй / под ред. Ш. Е. Ратия, П. Н. Максимова. Москва : Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. 183 с.

Maria V. Borisova

FORMATION OF COMBINATORIAL SPATIAL THINKING IN SCHOOLCHILDREN: EXPERIENCE OF THE LEONARDO PUZZLE PROGRAM AT THE HISTORICAL AND ARCHITECTURAL MUSEUM

Maria V. Borisova, Cand. Sc. (Philosophy)

E-mail: m_gubina@inbox.ru

State Historical-Architectural and Natural-Landscape Museum-Reserve "Kuzminki-Lyublino"

The article is devoted to the experience of presenting the museum program, which is an interdisciplinary project that combines a mathematical problem, the history of interior decoration technologies of the XIX century, methods for the development of spatial and artistic imagination. The author of the article tries to answer the question whether such an unusual connection is possible, what results it gives in the formation of spatial combinatorial thinking in schoolchildren.

Key words: tangram, stomachion, combinatorics, Russian manor, ceremonial interiors of the XIX century, Classicism, Renaissance, parquet, inlay.

REFERENCES

1. Vlasov V. G. Stili v iskusstve. Slovar' / V 3 t. T. 1. Arkhitektura, grafika, dekorativno-prikladnoe iskusstvo, zhivopis', skul'ptura. St. Petersburg : Lita, 1998. 672 p.

2. Kuvshinov S. V. Tangram. Leonardo da Vinchi v 7D. Moscow : RGGU, 2022. 44 p.

3. Rossiiskaya muzeinaya entsiklopediya / pod red. V. L. Yanina. Moscow : Progress, RIPOL-Klassik, 2005. 848 p.

4. Sedov A. P. Egotov. Moscow : Gosudarstvennoe izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu i arkhitekture, 1956. 90 p.
5. Slokum Dzh. Igry na logiku. Tangram / per. s angl. Moscow : Moi Mir GmbKh&Ko. KG, 2005. 192 p.
6. Solov'ev K. A. Russkii khudozhestvennyi parket. Moscow : Gosudarstvennoe izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu i arkhitekture, 1953. 221 p.
7. Sotnikova O. M., Sakharova L. S. Restavratsiya dvortsa Durasova v Lyubline // Praktika restavratsionnykh rabot. Sbornik vtoroi / pod red. Sh. E. Ratiya, P. N. Maksimova. Moscow : Gosudarstvennoe izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, arkhitekture i stroitel'nym materialam, 1958. 183 p.

УДК 004.3
ББК 32.973

Полищук Е. Ю.

**ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ
ДЛЯ МУЗЕЙНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТО- И ВИДЕОСЪЁМКИ
С ДИСТАНЦИОННО-ПИЛОТИРУЕМОГО
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

Полищук Екатерина Юрьевна
E-mail: ekaterina-vivat@mail.ru
Государственный историко-архитектурный
и природно-ландшафтный музей-заповедник
«Кузьминки-Люблино»

В статье рассмотрены преимущества использования дистанционно-пилотируемого летательного аппарата в процессе создания музейной экспозиции, а также даны практические рекомендации по решению задач её создания.

Ключевые слова: дистанционно-пилотируемый летательный аппарат, протипирование, трёхмерные объекты, трёхмерное моделирование, музейная экспозиция, объект культурного и исторического наследия.

В современном мире музеи выходят за рамки традиционного экспонирования музейных предметов. Если, с одной стороны, уникальные предметы должны демонстрироваться исключительно в витринах, что часто не даёт возможности близко познакомиться с ними, то, с другой стороны, объекты культурного и исторического

наследия, такие как памятники архитектуры, сами по себе сложны для полноценного ознакомления и изучения.

Учитывая историческую и культурную ценность музейных объектов, в последнее десятилетие музеи во всём мире всё чаще становятся площадками для интересных опытов с 3D-печатью. «Примеры многих музеев мира демонстрируют широкий диапазон применения 3D-печати в сфере культуры и истории. Некоторые из них кажутся необычными, другие могут вызывать споры вокруг правдивости “фейковых” реплик. Но все они служат одной цели: позволить людям учиться, наслаждаться и ценить культурное наследие посредством мультисенсорных ощущений» [5].

Хотя изготовление копий музейных экспонатов используется музеями давно, важным остаётся именно то, что популярная технология — 3D-печать, даёт возможность вариативности подачи материала.

Изготовление 3D-модели имеет особенности, связанные с выбором современных цифровых технологий. В Международном институте новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета продемонстрировали свой опыт прототипирования объектов культурного наследия (рис. 1) при создании облика великого мастера эпохи Возрождения



Рис. 1. Примеры прототипирования Международного института новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета

Леонарда два Винчи с учётом глубокого изучения исторического и антропологического материала на базе современных цифровых технологий и нейросетей [1].

Однако в нашем случае речь идёт о памятнике архитектуры — дворце Н. А. Дурасова в усадьбе Люблино. И здесь необходим другой подход к изучению объекта для дальнейшего прототипирования. Основную информацию об особенностях данного объекта содержит план БТИ — чертёж здания, выполненный по обмерам, который фиксирует конфигурацию перегородок, дверей, окон, некоторые размеры, но не даёт полного представления об объекте. На помощь приходит проектная документация, историко-архитектурные натурные исследования, фотовизуализация, лазерное сканирование, но подобные работы требуют времени и больших материальных средств.

Альтернативным методом обследования здания для создания 3D-макета становится дистанционно-пилотируемый летательный аппарат (ДПЛА) или квадрокоптер.

Опыт работы с квадрокоптерами в музеях разнообразен. От обеспечения реставрационного надзора, до фото- и видеосъёмки объектов культурного и исторического наследия путём облёта снаружи зданий, и съёмки подлинных интерьеров внутри.

«Квадрокоптеры используются в Эрмитаже уже несколько лет. Более известное название этого вида деятельности — «Эскадрилья Эрмитажа» — дал на одной из ежегодных интернет-встреч Михаил Борисович Пиотровский, генеральный директор Государственного Эрмитажа... Помимо привычных кадров с высоты птичьего полёта, интерес публики вызвали возможности аэросъёмки внутри помещений и залов. Раньше полёты в залах были невозможны, но мир не стоит на месте, технологии развиваются и вместе с ними появляется новое оборудование, позволяющее осуществить такие сложные, но очень интересные в художественном плане съёмки, без повреждения экспонатов» [2, 4].

В настоящее время Государственный историко-архитектурный и природно-ландшафтный музей-заповедник «Кузьминки-Люблино» в рамках научно-исследовательской работы над экспозицией музея совместно с Международным институтом новых образовательных технологий Российского государственного гуманитарного университета готовит раздел, посвящённый истории и архитектуре

уникального памятника в усадьбе Люблино.

Раздел экспозиции рассказывает об архитектурном объекте — Дворце Н. А. Дурасова, построенном в 1800–1805 годах И. Егоровым по проекту Р. Казакова.

Дворец является оригинальным памятником архитектуры эпохи классицизма. Живописное местоположение на высоком берегу Люблинского пруда, интересный внешний облик дворца, великолепные парадные залы с сохранившимися подлинными росписями XIX века станут доминантой в контексте данного раздела.

Планировка здания господского дома имеет в плане сочетание креста и круга. Такая форма здания восходит к проектам архитекторов А. Палладио и Ж. Ф. Неффоржа. Полноценно увидеть планировку дворца, кроме как на плане, невозможно. Подлинный декор парадных залов сложно рассмотреть, находясь на уровне пола. Барельефы и росписи на потолке иллюстрируют сюжеты по мифам Древней Греции и Древнего Рима и вызывают большой интерес у посетителей.

Также сложно рассмотреть все особенности архитектурного решения дворца, чтобы представить внешний облик здания. В силу его статичности и масштабности наглядная демонстрация возможна лишь мультимедийным способом: фотографии, видео, макетирование, виртуальная реальность.

Главным объектом показа является сам дворец, и основным методом показа становится 3D-макет дворца, созданный с помощью современных цифровых технологий с фотографий и видеоматериалов, полученных с помощью квадрокоптера (рис. 2). Они позволяют увидеть дворец с различных ракурсов и точек, разглядеть особенности архитектурного решения дворца и статую на крыше или очутиться в труднодоступных уголках залов без лестниц и каких-либо сложных конструкций. Благодаря квадрокоптеру, зритель может детально рассмотреть парадные залы дворца, сохранившие



Рис. 2. Вид Дворца в усадьбе Люблино



Рис. 3. Мраморный зал дворца в усадьбе Люблино

подлинные интерьеры, оцифрованные для более тщательного изучения (рис. 3). Он даёт возможность спустить с небес на землю то, что невооруженным глазом не видно, приблизить фрески и барельефы к зрителю.

Объёмно-пространственное воспроизведение дворца, напечатанного на 3D-принтере и выполненного в уменьшенном масштабе, даёт возможность зрителю свободно «перемещаться» вокруг объекта, что позволяет познакомиться с архитектурными особенностями дворца и оценить уникальность памятника как бы с высоты птичьего полета [4].

И по сей день в музейных экспозициях для воссоздания пейзажей и сюжетов, относящихся к разным эпохам, практикуется условное макетирование из традиционно-подручных средств типа папье-маше, дерева и т. д. Ярким прорывом в настоящее время стала технология прототипирования — технология трёхмерной «печати» объекта и целого усадебного ландшафта, отрисованных в трёхмерной графике.

Макет может быть дополнен информационным стендом, где с помощью мультимедийной техники можно представить зрителю любые значимые моменты и любую справку в любом объёме.

В рамках создания доступной среды для посетителей с ограниченными возможностями здоровья такой макет даёт возможность тактильного знакомства с уникальным памятником архитектуры.

В перспективе, экспозиционное пространство может быть расширено трёхмерным моделированием, которое будет создано с применением квадрокоптера. Трёхмерная компьютерная визуализация со свободным перемещением зрителя по дворцу даёт возможность знакомится с парадными залами или углубиться в изучение деталей декора. А также, совершив виртуальную прогулку по территории усадебного парка, можно увидеть памятник архитектуры в режиме более насыщенном возможностями и информацией, нежели при обычном посещении объекта в реальном времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрена возможность трёхмерного моделирования и прототипирования объекта культурного и исторического наследия — дворца в усадьбе Люблино, на базе новейших цифровых технологий, в частности, с помощью дистанционно-пилотируемого летательного аппарата — квадрокоптера.

Автор статьи видит наиболее оптимальным данный вариант работы над прототипированием архитектурного памятника для музейной экспозиции с учётом его статичности и масштабности.

Таким образом, прототипирование объекта культурного и исторического наследия в музее с помощью квадрокоптера создаёт особое информационное пространство, раскрывающее образ архитектурного памятника начала XIX века во всей его красоте и уникальности в доступной, эффектной форме.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Воронков Ю. С., Кувишинов С. В.* Трёхмерное моделирование и прототипирование объектов культурного наследия на базе новейших цифровых технологий // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: XIV Международная научно-практическая конференция, Москва, 19–20 апреля 2022 г.: Материалы и доклады. Москва : ИПП «КУНА», 2022. С. 47–67.

2. Как увеличить экскурсионный потенциал музея благодаря квадрокоптерам. Опыт Государственного Эрмитажа [Электронный ресурс]. URL:<https://www.tbforum.ru/blog/kak-uvelichit-ehkursionnyj-potencial-muzeya-blagodarya-kvadrokopteram-opyt-gosudarstvennogo-ehrmitazha> (дата обращения: 17.04.2023).

3. Кичигин Э. В. 3D моделирование, макетирование, прототипирование и современные технологии в ландшафтном дизайне на примере проекта конно-спортивного комплекса и ипподрома «Ручьи» [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/3d-modelirovanie-maketirovanie-prototipirovanie-i-sovremennye-tehnologii-v-landshaftnom-dizayne-na-primere-proekta-konno-sportivnogo> (дата обращения: 17.04.2023).

4. Новый ракурс. Помощь квадрокоптера в музейном деле [Электронный ресурс]. URL: <https://culturalforum.ru/events/novyy-rakurs-pomoshch-kvadrokoptera-v-muzeynom-dele> (дата обращения: 17.04.2023).

5. Экспонаты трогать разрешается. Как 3D-печать трансформирует музеи [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/story/3d-print-transforms-museums/> (дата обращения: 18.04.2023).

Ekaterina Yu. Polishchuk

PROTOTYPING OF 3D OBJECTS FOR A MUSEUM EXHIBITION USING PHOTO AND VIDEO SHOOTING FROM A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT

Ekaterina Yu. Polishchuk

E-mail: ekaterina-vivat@mail.ru

State Historical-Architectural and Natural-Landscape Museum-Reserve “Kuzminki-Lyublino”

The article discusses the advantages of using a remotely piloted aircraft in the process of creating a museum exhibition, as well as gives practical recommendations for solving the problems of its creation.

Key words: remotely piloted aircraft, prototyping, 3D objects, 3D modeling, museum exposition, object of cultural and historical heritage.

REFERENCES

1. Voronkov Yu. S., Kuvshinov S. V. Trekhmernoe modelirovanie i prototipirovanie ob“ektov kul’turnogo naslediya na baze noveishikh tsifrovyykh tekhnologii // Zapis’ i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh: XIV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 19–20 April 2022: Materialy i doklady. Moscow : IPP “KUNA”, 2022. P. 47–67.

2. Kak uvelichit' ekskursionnyi potentsial muzeya blagodarya kvadrokopteram. Opyt Gosudarstvennogo Ermitazha [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.tbforum.ru/blog/kak-velichit-ehkursionnyj-potencial-muzeya-blagodarya-kvadrokopteram-opyt-gosudarstvennogo-ehrmitazha> (data obrashcheniya: 17.04.2023).

3. Kichigin E. V. 3D modelirovanie, maketirovanie, prototipirovanie i sovremennye tekhnologii v landshaftnom dizaine na primere proekta konno-sportivnogo kompleksa i ippodroma "Ruch'i" [Elektronnyi resurs]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/3d-modelirovanie-maketirovanie-prototipirovanie-i-sovremennye-tehnologii-v-landshaftnom-dizayne-na-primere-proekta-konno-sportivnogo> (data obrashcheniya: 17.04.2023).

4. Novyi rakurs. Pomoshch' kvadrokoptera v muzeinom dele [Elektronnyi resurs]. URL: <https://culturalforum.ru/events/novyy-rakurs-pomoshch-kvadrokoptera-v-muzeynom-dele> (data obrashcheniya: 17.04.2023).

5. Ekspnaty trogat' razreshaetsya. Kak 3D-pechat' transformiruet muzei [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rb.ru/story/3d-print-transforms-museums/> (data obrashcheniya: 18.04.2023).

УДК 004.5
ББК 74.202.4

Харин К. В., Шаппо С. А.

РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВООБРАЖЕНИЯ УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО БИОНИЧЕСКОМУ ДИЗАЙНУ

Харин Константин Викторович

E-mail: kharin.k@rggu.ru

Центр технологической поддержки образования РГГУ

Шаппо Станислав Аркадьевич

E-mail: sa@artodocs.ru

Союз архитекторов, Международная ассоциация

«Союз дизайнеров»

В статье описывается методика проведения занятий с учащимися на основе бионического подхода к дизайну для овладения навыками инженерного и дизайнерского взгляда на природу, создания первичной базы для обретения актуальных компетенций, изучения закономерностей структуры и функционирования объектов живой природы с целью создания на этой основе нового типа техногенных форм (машин, искусственных средовых сооружений, летательных и плавательных аппаратов и т. д). Основным результатом предложенной методики является устойчивое формирование пространственного представления разрабатываемых объектов.

Ключевые слова: дополнительное образование, дизайн, бионика, бионический дизайн, центр технологической поддержки образования, проектная деятельность учащихся.

Одной из важных проблем современного междисциплинарного образования является формирование пространственного воображения будущих специалистов в различных прикладных областях, в частности, связанных с проектированием инженерных объектов, архитектурных сооружений, историко-научной реконструкцией артефактов. При проведении занятий с учащимися старших классов школ на базе Центра технологической поддержки образования Российского государственного гуманитарного университета авторами была выдвинута гипотеза, что задача формирования данной профессиональной компетенции может быть успешно решена при использовании бионического подхода к дизайну и проектированию в циклах курсов дополнительного образования. Основная методическая идея курсов состоит в том, чтобы спроецировать наблюдаемые в природе пространственные структуры на создаваемые конструкции, объекты и детали. Гипотеза нашла своё подтверждение в ходе эксперимента с учащимися в рамках курса ознакомительного уровня объёмом 36 часов учебных занятий.

Область пересечения биологии и технологий является одним из самых перспективных профессиональных трендов XXI века. Самые важные технологические сферы современности тесно переплетаются с бионическим дизайном, бионикой [4] или, как её ещё называют, биомиметикой. В связи с этим актуальны разработка и внедрение образовательных программ, направленных на раннюю профориентацию через знакомство учащихся с различными аспектами этих сфер и областей. Разработанный в Центре технологической поддержки образования РГГУ курс «Теория и практика бионического дизайна» интересен тем, что, занимаясь по предложенной методике, обучающиеся получают необходимые технические навыки и включаются в своеобразную сферу материального производства, знакомятся с различными материалами, технологиями, конструированием, изготовлением, сборкой, отладкой, испытанием и эксплуатацией различных прототипов и моделей [8].

Цикл занятий «Теория и практика бионического дизайна» построен на основе компетентностного подхода и имеет биолого-технологическую направленность, раскрывает глубокую интегрированность и взаимозависимость знаний в технических, технологических сферах и науках о живом. В основе программы курса лежит понятие бионического или биовдохновлённого дизайна, а

тематика отдельных занятий включает знакомство с многогранностью сферы бионики, биомиметики, биомимикрии и направлена на развитие творческих способностей обучающихся [1].

Курс ознакомительного уровня может быть полезен при реализации проектов предпрофессионального образования, развиваемых в течение нескольких последних лет в общеобразовательных учреждениях г. Москвы: «инженерный класс в московской школе», «академический класс в московской школе», а также при подготовке обучающихся к научно-практическим конференциям предпрофессионального образования. Также он может использоваться для подготовки к демонстрационному экзамену по направлениям: «Фирменный стиль», «Цифровая иллюстрация», «Промышленный дизайн», «Прототипирование» для обучающихся по дополнительным общеразвивающим программам углублённого уровня.

Целью курса является овладение навыками инженерного и дизайнерского взгляда на природу, создание первичной базы для обретения актуальных компетенций в будущем, изучение закономерностей структуры и функционирования объектов живой природы с целью разработки на этой основе новых типов техногенных форм (машин, искусственных средовых сооружений, локаторов, летательных и плавательных аппаратов и т. д) [3].

Отдельные тематические разделы цикла занятий предусматривают как формирование у школьников теоретических знаний и практических навыков в области бионического проектирования с учётом достижений современной науки и дизайна в области освоения принципов строения и функционирования биоформ [2], так и получение представлений об основных направлениях в искусстве и дизайне, о тенденциях формообразования, изучение законов гармонизации природной формы, композиции, освоение техники графической подачи эскизов, формулирование концепции дизайн-проекта на основе биоформ, проведение аналитической работы с первоисточниками.

При проведении занятий по курсу особое внимание уделяется развитию инженерно-конструкторских умений, фантазии, творческого видения проблем, поиску новых идей в живой природе, развитию устойчивого интереса к процессам, происходящим в окружающем мире, а также развитию нестандартного мышления, основанного на пространственном восприятии и воображении. В

основе этого развития лежит, прежде всего, эмоционально-эстетическое и нравственное восприятие природы, творческий потенциал и абстрактное мышление, и, безусловно, творческий подход к реализации полученного задания.

Программа курса охватывает широкий спектр вопросов развития и практического применения бионических подходов в различных сферах деятельности человека. Начиная с определений бионического дизайна / бионики / биомиметики / биомимикрии, раскрываются основные понятия: бионика, биоформы, виды природных мотивов, стилизация под биоформу и т. п. Определяется специфика бионических форм. Приводятся первые примеры бионики в архитектуре, а также определяется понятие органической архитектуры, и приводятся примеры работ архитекторов — ярких представителей этого направления с использованием природных форм в строительстве. Особое внимание уделяется влиянию стиля Модерн на формирование биодизайна.

В практической части первого этапа освоения курса учащиеся переводят объёмное изображение биоформы в геометрическую 2D-проекцию с выходом на знаковую форму. Рассматриваются вопросы техники выполнения зарисовок природных форм, их трансформации от объёмного изображения к плоскостному, методика перехода от реалистичного изображения к знаковой форме. С натуры выбранного объекта исследования выполняются графические зарисовки (серия набросков с различных точек зрения) и графические коллажи биоформы.

С «инженерной» точки зрения характеризуется проблема «человек — машина» в современном дизайне, рассматриваются технологические задачи и этические вопросы подходов к решению этой проблемы на основе новых разработок в сфере «технобиодизайна». В рамках этих подходов бионика рассматривается как новая отрасль науки на стыке биологии, кибернетики, психологии и др. наук, выделяются перспективные направления работ учёных в области бионики [7].

Практическая часть этого этапа включает знакомство с основами трёхмерного моделирования, освоение базовых функций программного комплекса T-FLEX для создания простейших геометрических фигур и трёхмерной печати прототипов на 3D-принтере. Учащиеся создают объёмную модель конструкции биоформы

(вантовую, стоечнобалочную, пневматическую, скорлупную, складочную, сетчатую и т. п. Рассматриваются особенности природных биоконструкций, конструирования биопрототипов в архитектуре и дизайне, выполнения опытной модели-макета биоконструкции.

Бионические модели рассматриваются и в аспекте создания технических моделей живых систем, в том числе и нейробионических, включающих изучение органов чувств животных и человека [9], внутренние механизмы реакции на окружающую среду у животных и у растений.

При создании эскизов и макетов изучается проявление ветвления и спиралеобразования в природных и искусственных формах, симметрия и асимметрия в них. Уделяется внимание взаимоотношению формы и функции в процессе формообразования, рассмотрению тектоники природных и искусственных форм, их сходств и различий, основных конструктивных систем, характерных для биоформ [6]. Также важной стороной «дизайнерского» подхода является роль и значение цвета в природных объектах, особенности проявления золотого сечения в природных формах, и, в целом, роль бионических моделей в дизайн-проектировании.

Основная практическая работа учащихся заключается в моделировании текстуры и фактуры поверхности биоформы, начиная с фотофиксации образцов текстуры и фактуры природных форм, и заканчивая созданием индивидуальных фактур и текстур на основе бионических прототипов с применением техники графического выполнения текстур и фактур в графических редакторах. Проводится графо-аналитический анализ формы модели: геометрия формы, текстура и фактура поверхности, особенности детализировки формы.

Далее проектные текстуры и фактура наносятся на геометрическую форму с учётом особенностей её строения (шар, куб, пирамида). Осваивается построение простых объёмов в графике с использованием графических редакторов, адаптация проектных фактур и текстур к нанесению их на объёмы, текстуры и фактура на сложных объёмно-пространственных моделях. Производится моделирование текстуры и фактуры поверхности биоформы.

В Центре технологической поддержки образования РГГУ, являющимся одним из центров в сети, созданной на базе московских вузов по инициативе Департамента образования и науки г. Москвы в 2012 г., была разработана базовая схема учебно-воспитательного

процесса, основывающаяся на новых информационных цифровых производственных технологиях. Отметим характерные особенности предлагаемой схемы учебного процесса:

— системная связь с существующими технологиями обучения, органичное включение в традиционные формы ведения учебного процесса, не требующие существенной перестройки ни психологии учителя, ни психологии восприятия материала учащимися;

— проведение всех видов учебной и проектно-исследовательской работы с использованием мультимедийных сетевых ресурсов [5];

— использование цифровых производственных технологий.

В основе предлагаемого концептуального подхода в реализации новых информационных компьютерных технологий, базирующихся на новом поколении программных продуктов, лежат многофункциональность и системность, модульность и преемственность и, наконец, интерактивность и мультимедийность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом проведения пробного цикла занятий по разработанной авторами программе стало подтверждение выдвинутой гипотезы о формировании пространственного воображения у учащихся. Завершившие обучение школьники получили набор знаний и навыков, включающий основные понятия бионического дизайна, историю возникновения бионики, особые методы и принципы бионических исследований, достигнутых в разных областях человеческой деятельности, формы живого в природе и их промышленные аналоги (строительные сооружения, машины, механизмы, приборы и т. д.), достижения в области бионических технологий. Сформировались практические навыки самостоятельной постановки локальной исследовательской учебно-научной проблемы в области бионического дизайна, пользования компьютерными программами, в том числе с помощью глобальных сетей, использования цифровых производственных машин, мультимедийных инструментов и коммуникационных технологий.

Навыки были отработаны на практических занятиях в лабораториях цифровых производственных процессов ЦТПО Международного института новых образовательных технологий РГГУ, и в результате выполнения собственных практико-ориентированных

творческих работ на 3D-оборудовании теми, кто завершил курс, было продемонстрировано формирование пространственного представления разрабатываемых объектов.

Метапредметные результаты освоения курса бионического дизайна обеспечиваются познавательными и коммуникативными учебными действиями, а также связями со школьными предметами: технологией, физикой, биологией, химией, географией и др. Через практическую деятельность у обучающихся формируется система знаний и представлений о связи мастерства природы и технологий, профессионального мастерства, формируются широкие созидательные возможности личности.

Одним из направлений дальнейшей работы авторы видят в продолжении разработки методики преподавания на основе предложенного подхода для реализации курсов базового и углубленного уровней.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вдохновленные природой: чудеса современной бионики: [Электронный ресурс] // SCIENCEPOP. URL: <https://sciencepop.ru/vdohnovlennye-prirodoy-chudesasovremennoj-bioniki> (дата обращения: 12.02.2023).

2. *Гийо А., Мейе Ж.-А.* Бионика. Когда наука имитирует природу. Москва : Техносфера, 2013. 278 с.

3. *Горбаткина И. М.* Бионика — союз природы и техники // Начальное образование, 2013. № 3 (56). С. 44–45.

4. *Жданов Н. В., Скворцов А. В., Червонная М. А., Черныйчук И. А.* Бионика для дизайнеров: учебное пособие для вузов / 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2019. 232 с.

5. *Кувшинов С. В.* Технологии трёхмерной визуализации для преподавания гуманитарных дисциплин // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: VI Международная конференция, Москва, 17-18 апреля 2014 г.: Материалы и доклады. Москва : ВГИК, 2014. С. 239–245.

6. *Леонович А.* Бионика: подсказано природой. Москва : АСТ, 2019. 256 с.

7. *Скурлатова М. В.* Бионика как связь природы и техники // Молодой учёный. 2015. № 10 (90). С. 1283–1289.

8. Топ-10 технологий в бионике: [Электронный ресурс] // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/post/37582/> (дата обращения: 14.02.2023).

9. Ярославцева Е. И. Сеть свободы человека // Многомерный образ человека. На пути к созданию единой науки о человеке. Москва : Прогресс — Традиция, 2007. С. 168–193.

Konstantin V. Kharin, Stanislav A. Shappo

DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION IN BIONIC DESIGN CLASSES

Konstantin V. Kharin

E-mail: kharin.k@rggu.ru

Centre for Technological Support for Education,
Russian State University for the Humanities

Stanislav A. Shappo

E-mail: sa@artodocs.ru

The Union of Architects, the International Association
“Union of Designers”

The article describes methods of teaching, based on the bionic approach to design, to master the skills of engineering and designer’s view of nature, creating the primary basis for acquiring relevant competencies and learning the structure and functioning of living objects in order to create a new type of technogenic forms (machines, artificial landscape constructions, aircrafts, watercrafts, etc.) on this basis. The main result of the proposed methodology can be considered as a stable formation of spatial representation of developed objects.

Key words: additional education, design, bionics, bionic design, Centre for technological support for education, student project activities.

REFERENCES

1. Vdokhnovlennye prirodoi: chudesa sovremennoi bioniki: [Elektronnyi resurs] // SCIENCEPOP. URL: <https://sciencepop.ru/vdohnovlennye-prirodoj-chudesasovremennoj-bioniki> (data obrashcheniya: 12.02.2023).

2. Giio A., Meie Zh.-A. Bionika. Kogda nauka imitiruet prirodu. Moscow : Tekhnosfera, 2013. 278 p.

3. Gorbatkina I. M. Bionika — soyuz prirody i tekhniki // Nachal’noe obrazovanie, 2013. No 3 (56). P. 44–45.

4. Zhdanov N. V., Skvortsov A. V., Chervonnaya M. A., Cherniichuk I. A. Bionika dlya dizainerov: uchebnoe posobie dlya vuzov / 2-e izd., ispr. i dop. Moscow : Yurait, 2019. 232 p.

5. Kuvshinov S. V. Tekhnologii trekhmernoï vizualizatsii dlya prepodavaniya gumanitarnykh distsiplin // Zapis' i vosproizvedenie ob"emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: VI Mezhdunarodnaya konferentsiya, Moscow, 17–18 April 2014: Materialy i doklady. Moscow : VGIK, 2014. P. 239–245.

6. Leonovich A. Bionika: podskazano prirodoï. Moscow : AST, 2019. 256 p.

7. Skurlatova M. V. Bionika kak svyaz' prirody i tekhniki // Molodoi uchenyi. 2015. No 10 (90). P. 1283–1289.

8. Top-10 tekhnologii v bionike: [Elektronnyi resurs] // Khabr. URL: <https://habr.com/ru/post/37582/> (data obrashcheniya: 14.02.2023).

9. Yaroslavtseva E. I. Set' svobody cheloveka // Mnogomernyi obraz cheloveka. Na puti k sozdaniyu edinoi nauki o cheloveke. Moscow : Progress — Traditsiya, 2007. P. 168–193.

УДК 004.5
ББК 74.202.4

Репях Т. А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАГЛИФНЫХ СТЕРЕОФОТОГРАФИЙ И ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА ЗАНЯТИЯХ ГУМАНИТАРНОГО ЦИКЛА

Репях Татьяна Александровна

E-mail: tarrubikon@gmail.com

Частное учреждение общеобразовательная школа «Логос М»
(г. Мытищи, Московская область)

Рассмотрены возможности использования видеоматериалов и анаглифных стереофотографий на школьных занятиях при изучении предметов гуманитарного цикла. Показаны особенности организации работы в классе с учебными видеоматериалами. Выявлены мотивационные возможности включения анаглифных фото- и видеодокументов при запуске интегрированного исследовательского учебного проекта.

Ключевые слова: проектно-исследовательская деятельность, видеоматериалы, интегрированный проект, анаглифные стереофотографии.

Современное российское образование форсированными темпами переживает цифровые трансформации. Реализуемый федеральный проект «Образование» ставит одной из своих целей «воспитание гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов РФ, исторических и национально-культурных традиций» [7], тем самым определяет роль предметов гуманитарного цикла в реализации этой цели.

Одной из задач, поставленных перед образованием, является наряду с «внедрением на всех уровнях среднего образования новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий» [6]. Отдельно отмечается необходимость повышения мотивации учеников к обучению и вовлечённости их в образовательный процесс.

Таким образом, мотивация — это важнейший компонент структуры учебной деятельности, а познавательная активность школьника — качество не врождённое и не постоянное, а динамически развивающееся. Под активизацией познавательной деятельности подразумевается целенаправленная педагогическая деятельность учителя по повышению уровня учебной активности. Действия учителя, которые побуждают школьников к старательному учению, способствуют созданию положительного отношения к учебной работе и знаниям, являются средствами активизации. Таким образом, активными методами обучения следует называть те, которые максимально повышают уровень познавательной активности школьников.

Одним из таких методов является визуализация учебной информации. В настоящее время решение данной задачи осуществляется на качественно новом уровне.

Мультимедийные технологии позволяют включать в учебный процесс как традиционные наглядные пособия — таблицы, схемы, картины, иллюстрации — они остаются актуальными, так и новые виды наглядности. Интерактивные цифровые технологии обеспечивают участникам учебного процесса возможность активно взаимодействовать, управлять представлением информации. Показ видео на данный момент, является самым действенным из них.

Из психологии известно, что зрительные анализаторы человека обладают значительно более высокой пропускной способностью, чем слуховые. Глаз способен воспринимать миллионы бит в секунду, ухо только десятки тысяч. Информация, воспринятая зрительно, по данным психологических исследований, более осмысленна, лучше сохраняется в памяти. «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать», — гласит народная мудрость.

Русский физиолог И. П. Павлов открыл ориентировочный рефлекс, названный рефлексом «Что такое?»: если в поле зрения человека попадает какой-то объект, то человек непроизвольно начинает приглядываться, чтобы понять, что это такое. Даже услышав звук,

человек пытается найти глазами его источник, что облегчает восприятие звуковой информации. Следовательно, наиболее высокое качество усвоения достигается при непосредственном сочетании слов учителя и предъявляемого учащимся изображения в процессе обучения. А видеофильмы как раз и позволяют более полно использовать возможности зрительных и слуховых анализаторов обучаемых. Но здесь учителю необходимо учитывать степень эмоционального воздействия зрительного ряда. Избыток эмоциональности может затруднить усвоение и осмысление основного материала. Константин Дмитриевич Ушинский считал внимание ученика чрезвычайно важным фактором, способствующим успешности обучения. По его мнению, каждый воспитатель должен быть в состоянии обратить внимание ученика на желаемый предмет.

Обычно человек воспринимает окружающую действительность в удобном для него порядке, при просмотре учебного видео управление вниманием осуществляется в соответствии с поставленной целью: какие-то важные моменты могут быть выделены авторами ролика средствами динамики и композиции кадра, монтажной сменой планов, а в какие-то моменты учитель может своим комментарием или стоп-кадром расставлять акценты при просмотре. Смена кадров в фильме требует пристального внимания, иначе потом ученик не сможет ответить на вопросы, рассказать об увиденных процессах и явлениях, потому что видео на уроке, как правило, повторно не демонстрируется. Всё это, вместе взятое, воздействует на учащихся и, вызывая их внимание, способствует произвольному запоминанию материала.

При использовании видеоматериалов на уроке необходимо учитывать возрастные психологические особенности сосредоточенности внимания детей — удержание внимания на одном объекте. По нормам устойчивость внимания зависит от возраста учеников и при активной работе с изучаемым объектом может сохраняться до 15–20 минут. Переключение внимания — перемещение внимания с одного объекта на другой при просмотре видео, позволяют давать информацию в нужной последовательности и в нужных пропорциях, акцентируя внимание на тех частях объекта, которые в данный момент являются предметом обсуждения. Такое организованное управление вниманием школьников способствует формированию у них важнейших умений: наблюдать, сравнивать,

анализировать, делать выводы. Использование видеоматериалов развивает творческие способности учащихся и способствует усвоению ими знаний на высоком уровне осмысления и интерпретации.

Учитель должен учитывать, с одной стороны, нагрузку видеofilmа как источника информации, а с другой — возможность учащегося усваивать передаваемую информацию. Сложную и очень объёмную информацию, превышающую диапазон детского восприятия, учащийся не сможет переработать и в результате не получит никакой информации. Хорошо усваивается информация тогда, когда найдена оптимальная мера между содержанием видеофрагмента и возможностями его восприятия учениками.

С развитием трёхмерной графики научная визуализация оформилась в самостоятельную отрасль науки. Переход на 3D-технологии превратил графику из средства представления в мощный метод решения научных проблем и визуализации учебного материала.

Во всём мире технологии, которые позволяют видеть объёмные изображения на плоском экране, называются стереоскопическими (stereoscopic) или 3D-стереоскопическими технологиями. Основным принципом всех современных стереотехнологий является разнесение изображения отдельно для каждого глаза. В жизни мы видим каждым глазом чуть иную картинку, которая отличается на небольшой угол зрения. Соответственно, мы получаем две слегка различающиеся картинки, которые наш мозг восстанавливает в одну объёмную стереоскопическую картинку. Таким образом, стереоизображение формируется именно мозгом. Для получения данного эффекта необходимо использовать специальные очки, в которых вместо диоптрийных стёкол вставлены специальные светофильтры, например, для левого глаза — красный, для правого — голубой или синий. Красно-синие анаглифические очки позволяют «обмануть» мозг и создать иллюзию трёхмерности изображения за счёт цветового кодирования [1].

Сейчас на российском рынке представлены компании, которые занимаются разработкой стереоконтента для образования, в том числе для средней школы. Ставка сделана на разработку материалов для предметов естественно-научного цикла. Для предметов гуманитарного цикла контент практически не разрабатывается. Поэтому стереоскопические изображения для учебного процесса, видимо, должны стать результатом творчества учителей и учеников.

В школе «Логос М» имеется опыт применения и эмоционального погружения в изучаемую проблему при помощи анаглифных материалов. Работая над проектом «Почему история человечества — это история войн?» в 9-х классах в год столетия Первой мировой войны, школьники посетили Центральный музей Вооруженных Сил, где ознакомились с экспозицией, посвящённой событиям Первой мировой и Гражданской войн. Посещение Музея породило у ребят интерес к тому, как эти события сказались на жизни обычных людей. Поиск возможностей удовлетворить этот запрос привёл нас к творческой встрече с режиссёром Львом Чернявским, автором фильма «Большой войны разноголосица». Этот фильм создан на основе стереофотографий из частного архива известной семьи русских фабрикантов Абрикосовых. Фильм очень остро передаёт состояние перехода от мирной жизни к войне. Эффект от просмотра фильма ребятами был невероятным. У них появился неподдельный интерес к событиям того времени, желание узнать больше. Дополнительно было разработано ещё одно направление, ранее не предусмотренное, — «Маленькие люди большой войны». Сначала прекрасные итоговые результаты по проекту были списаны на эффект от живого общения с автором. Такие встречи действительно мотивируют детей на поиск ответов на вопросы. Спустя несколько лет, уже с другими ребятами, в других условиях, но изучая тот же период истории, мы посмотрели этот фильм в самом начале работы над темой. Реакция детей была такая же.

Приходится согласиться с результатами международных исследований, которые показывают, что свыше 85% учащихся предпочитают визуальное восприятие слуховому. При этом наилучшим для восприятия является стереоскопическое изображение, объёмное, создающее живой образ. Оно на длительное время фокусирует внимание, улучшает восприятие информации благодаря яркости, реализму объекта, улучшает восприятие информации, задействует чувства ученика. Такие сильные позитивные эмоции вовлекают его в учебный процесс и стимулируют к дальнейшему получению знаний.

Экспериментально установлено, что при рассматривании традиционного графического объекта внимание удерживается 3 секунды, стереоскопическое или же другой 3D-объект изучается 7–8 секунд. Объёмные изображения помогают обучаемым глубже понять

учебный материал, который педагогу порой невозможно описать или представить в традиционной форме.

По мнению доктора биологических наук, профессора Г. И. Рожковой успешное использование стереоконтента в образовательном процессе возможно только при нормальном функционировании у детей бинокулярных зрительных механизмов, которые обеспечивают формирование единого объёмного видимого образа. Для правильно организованного учебного процесса и исключения негативных последствий от просмотра стереоскопических материалов учениками необходима подготовительная работа в форме специального тестирования, которая является крайне затратной для учебной организации. Поэтому использование анаглифных стереофотографий и видео на уроках в общеобразовательной школе затруднительно [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование видеоматериалов в проектной деятельности учащихся на занятиях гуманитарного цикла целесообразно, поскольку подбор и демонстрация учебного видео могут быть настроены в зависимости от образовательных потребностей. Данный вид наглядности соответствует ожиданиям и восприятию современных учеников. Эмоциональный импульс от просмотра видео формирует устойчивую мотивацию к познавательной деятельности учащихся.

Анаглифные стереофотографии и видеоматериалы находят больший познавательный отклик ученической аудитории, но имеют серьёзные издержки по показаниям к здоровью детей при их использовании.

Современный созданный разными компаниями 3D-контент направлен на изучение наук естественно-математического цикла, тогда как для предметов гуманитарного цикла он крайне скуден. Учитывая образовательный эффект от применения материалов данного вида, хотелось бы привлечь внимание разработчиков данного контента к намечающемуся дефициту.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Баданов А. Г.* 3D-изображения (Анаглиф). Персональный блог А. Г. Баданова. [Электронный ресурс]. URL: <http://badanovag.blogspot.com/2012/02/3d.html> (дата обращения: 02.02.2023).

2. Баданова Н. М., Баданов А. Г. 3D-технологии в образовании: анаглиф // Школьные технологии. 2014. № 5. С. 144–148.
3. Кувшинов С. В., Харин К. В. Образование XXI века: от трёхмерного восприятия к трёхмерному мышлению // Мир техники кино. 2016. № 2 (10). С. 15–21.
4. Петрова В. В., Федоренко Н. М., Рубеништейн Л. О. 3D-технологии в образовательной и научно познавательной сферах // Вестник МГУП имени Ивана Фёдорова. 2015. № 5. С. 95–97.
5. Рожкова Г. И., Алексеенко С. В. Зрительный дискомфорт при восприятии стереоскопических изображений как следствие непривычного распределения нагрузки на разные механизмы зрительной системы // Мир Техники Кино. 2011. № 3. С. 12–21.
6. Факеева М. И., Шанина С. В., Захарова Т. В. Зачем и как использовать видео на уроках? // Информационные технологии в образовании. 2020. № 3. С. 257–263.
7. Федеральный проект «Образование». [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/school/> (дата обращения: 4.03.2023).

Tatyana A. Repyakh

THE USE OF ANAGLYPHIC STEREOFOTOGRAPHS AND VIDEO MATERIALS IN THE PROJECT ACTIVITIES OF STUDENTS IN THE HUMANITIES CYCLE CLASSES

Tatyana A. Repyakh

E-mail: tarrubikon@gmail.com

School “Logos M”, Mytishchi

The possibilities of using video materials and anaglyph stereophotographs in school classes when studying subjects of the humanities cycle are considered. The features of the organization of work in the classroom with educational video materials are shown. The motivational possibilities of including anaglyphic photo and video documents when launching an integrated research educational project are revealed.

Key words: design and research activities, video materials, integrated project, anaglyph stereophotographs.

REFERENCES

1. Badanov A. G. 3D-izobrazheniya (Anaglif). Personal'nyi blog A. G. Badanova. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://badanovag.blogspot.com/2012/02/3d.html> (data obrashcheniya: 02.02.2023).

2. Badanova N. M., Badanov A. G. 3D-tehnologii v obrazovanii: anaglif // Shkol'nye tehnologii. 2014. No 5. P. 144–148.

3. Kuvshinov S. V., Kharin K. V. Obrazovanie KhKhI veka: ot trekhmernogo vospriyatiya k trekhmernomu myshleniyu // Mir tekhniki kino. 2016. No 2 (10). P. 15–21.

4. Petrova V. V., Fedorenko N. M., Rubenshtein L. O. 3D-tehnologii v obrazovatel'noi i nauchno poznavatel'noi sferakh // Vestnik MGUP imeni Ivana Fedorova. 2015. No 5. P. 95–97.

5. Rozhkova G. I., Alekseenko S. V. Zritel'nyi diskomfort pri vospriyatii stereoskopicheskikh izobrazhenii kak sledstvie neprivychnogo raspredeleniya nagruzki na raznye mekhanizmy zritel'noi sistemy // Mir Tekhniki Kino. 2011. No 3. P. 12–21.

6. Fakeeva M. I., Shanina S. V., Zakharova T. V. Zachem i kak ispol'zovat' video na urokakh? // Informatsionnye tehnologii v obrazovanii. 2020. No 3. P. 257–263.

7. Federal'nyi proekt «Obrazovanie». [Elektronnyi resurs]. URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/school/> (data obrashcheniya: 4.03.2023).

УДК 004.5
ББК 74.202.4

Яманчева Ю. М.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦОР «ЯКЛАСС»

Яманчева Юлия Михайловна

E-mail: ulka20285@mail.ru

Частное учреждение общеобразовательная школа «Логос М»
(г. Мытищи, Московская область)

Статья посвящена опыту использования цифрового образовательного ресурса «ЯКласс» и шлемов виртуальной реальности Class VR в образовательном процессе, как современных инструментов для формирования пространственного мышления, так необходимого в курсе стереометрии на уроках математики в старшей школе.

Ключевые слова: урок, математика, пространственное мышление, инновационные технологии, цифровой образовательный ресурс, Class VR.

Анализ научной литературы по формированию пространственного мышления позволяет сделать вывод, что активное внимание данной проблеме стали уделять ещё в послевоенные годы XX столетия, когда возникла острая необходимость в квалифицированных инженерных кадрах для восстановления разрушенных городов, производства и других отраслей народного хозяйства. Учёные, педагоги в то время были обеспокоены низким уровнем развития у учащихся пространственного воображения и представлений, необходимых для осуществления процессов политехнизации го-

сударства. На современном этапе развития образования проблема развития пространственного мышления обучающихся не потеряла своей актуальности.

Оценка и анализ результатов ОГЭ и ЕГЭ по математике даже базового уровня, свидетельствуют о том, что задания, связанные с решением геометрических задач, в том числе пространственного характера, даются школьникам сложнее, чем другие задания. Выпускники на ЕГЭ профильного уровня по математике в большинстве случаев либо решают только задачи на плоскости, либо не выполняют геометрические задания вообще, что подчёркивает наличие проблемы. А ведь, казалось бы, геометрия — основа математики; её создание было направлено на то, чтобы объяснять явления и решать проблемы повседневной жизни. Пространственное мышление породило самые ранние формы сложного математического мышления.

В 7–9-х классах в курсе геометрии всё внимание сосредоточено на двумерных объектах. В 10-м классе на первых же уроках стереометрии учителя сталкиваются с проблемами: пространственное мышление учеников неразвито; они не умеют читать изображения пространственных тел, не умеют их изображать; плоский чертёж не вызывает у них ощущения пространственности, не даёт возможности определить отношение между отдельными элементами изображенного объекта, учащиеся не умеют мысленно изменять взаимное расположение элементов, расчленять объект или составлять новый, склеивая данные [4, с. 91].

Ученики привыкли видеть плоскостные фигуры лежащими только в плоскости классной доски или ученической тетради. Зрительное восприятие геометрических объектов не всегда соответствует тем закономерностям, которыми этот объект обладает. Например, скрещивающиеся прямые могут выглядеть как пересекающиеся, прямой угол может выглядеть как острый или тупой угол, равные отрезки могут выглядеть как отрезки разной длины, и т. д.

Тогда как обычным учителям перенести учащихся из плоскости доски и тетради в трёхмерное пространство? В Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования, предметные результаты изучения предметной области «Математика и информатика» включают, в частности, следующие

требования: «овладение геометрическим языком; развитие умения использовать его для описания предметов окружающего мира; развитие пространственных представлений». В старшей школе эти требования расширяются и включают: «владение основными понятиями о плоских и пространственных геометрических фигурах, их основных свойствах, применение изученных свойств геометрических фигур и формул для решения геометрических задач и задач с практическим содержанием».

Термин «пространственное мышление» определяется психологами и методистами по-разному, но все они сводят пространственное мышление к «мышлению образами». Отмечу, что понятие «пространственное мышление» чаще встречается в методической литературе. Считается, что этот термин ввели математики. Под пространственным мышлением понимается специфический вид мыслительной деятельности, которая необходима при решении задач, требующих ориентации в пространстве (как видимом, так и воображаемом). Главным содержанием этого вида мышления является оперирование пространственными образами в процессе решения различных задач [3, с. 13, 14].

Научные исследования выявили, что сензитивным периодом для развития способности оперирования пространственными образами является младший подростковый возраст [2, с. 39, 40]. Поэтому пропедевтический этап обучения пространственным задачам сегодня начинается в курсе математики 5–6 классов. Тем самым, не торопясь, без всяких доказательств учитель начинает знакомить учащихся на моделях и их рисунках с разными телами, их свойствами, считать расстояния, углы, сравнивать треугольники, не лежащие в одной плоскости. Тогда с течением времени учащиеся накапливают наглядные представления о пространственных фигурах и некоторый опыт решения стереометрических задач.

Известно убеждение — знание того или иного объекта начинается с его определения. Но это далеко не всегда так. Знакомство с трёхмерным объектом может начаться с его разглядывания, создания, описания, рисунка. Из наглядного образа устанавливаются его свойства. Одно из них и становится его определением [1]. Дети любят занятия, на которых они являются участниками обучающего процесса, тогда они активно и с желанием выполняют все предложенные задания. Им легко осуществлять свои действия, делать выводы, обобщения.

Но больше всего им нравится, когда информация усваивается привычными для них технологичными способами. Речь идёт о VR- и AR-технологиях. Виртуальная реальность — созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др. Дополненная реальность представляет собой компьютерную технологию, позволяющую пользователю увидеть реальный мир с наложенными на него виртуальными объектами, что создаёт эффект их присутствия в едином пространстве. Таким образом, основными преимуществами использования AR/VR в сфере образования являются:

1. Наглядность. 3D-графика позволяет воспроизвести детализацию даже самых сложных процессов, невидимых человеческому глазу. VR позволяет воспроизвести или смоделировать любые процессы или явления, о которых знает современная наука.

2. Вовлечение. AR/VR технологии дают возможность смоделировать любую механику действий или поведение объекта, решать сложные математические задания в форме игры. Виртуальная реальность позволяет путешествовать во времени, просматривая основные сценарии важных исторических событий или увидеть человека изнутри на уровне движения эритроцита в крови.

3. Фокусировка. Пространство, смоделированное в VR, можно легко рассмотреть в панорамном диапазоне на 360 градусов, не отвлекаясь на внешние факторы.

Виртуальная и дополненная реальность являются новыми инструментами в образовании. Они не стремятся полностью заменить существующие методы преподавания, но уже сегодня, эти технологии могут качественно дополнить обучение, сделать его доступнее, проще и увлекательнее. Главная особенность AR-технологий — поразительная наглядность, способность не только увидеть, но и ощутить, понять предмет в пространстве [5].

Но это всё-таки дорогое сопровождение обучения. Есть более доступный инструмент для учебы, занятий наукой и творческой деятельности, для формирования и развития пространственного мышления — цифровая среда, которая всегда под рукой в любом месте, где есть устойчивое соединение с интернетом. Для современных детей цифровая среда является естественным окружением. А «ЯКласс» содержит блоки теории и тренажёры задач с автоматической проверкой по всему курсу геометрии и стереометрии в

предмете «Геометрия». В соответствии с последними требованиями предмет «Математика 5–6» в «ЯКласс» также содержит главы, посвящённые стереометрии, а они, в свою очередь, содержат задачи на развитие пространственного мышления:

1. На подарок, упакованный в коробку формы прямоугольного параллелепипеда, было решено наклеить золотистые звёздочки.

Всего было приготовлено 72 звёздочки. Сколько звёздочек будет наклеено на одну грань, если на каждой грани одинаковое число звёздочек?

2. Муха ползает по поверхности куба вдоль красной линии от точки А к точке В. Определи длину проделанной мухой дороги, если площадь грани куба равна 225 квадратным единицам измерения.

3. Бак для воды имеет форму прямоугольного параллелепипеда. В основании лежит квадрат со стороной 8 дм, а высота бака — 14 дм. Бак наполнен водой наполовину. Какой будет высота уровня воды в баке, если его поставят на боковую грань?

Не последнюю роль в развитии пространственного мышления играют игры, но, тем не менее, его можно развить и при помощи практики и упражнений: паззлы, тетрис, различные игры и головоломки. Всё это также есть на «ЯКласс», в отдельных предметах «Переменка», «ЯКлассная олимпиада», «Интерактивные задания от 1С: школа», где в постоянном доступе для школьников имеются и занимательные задачки, и логические задачки, и даже паззлы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование и развитие пространственного мышления — это сложный многоступенчатый процесс, успех которого зависит от реализации учителем правила постепенного и последовательного усложнения типа оперирования пространственным образом. Наиболее эффективно обучение с применением технологий виртуальной и дополненной реальности, ЦОР «ЯКласс». Цифровизация в ближайшем обозримом будущем будет являться приоритетным направлением в образовании. Применение подобных технологий позволит упростить подачу сложного материала, облегчить процесс запоминания и повысит мотивацию детей к обучению. Доступность новых технологий и применение их в образовательном процессе позволит поднять на качественно но-

вый уровень преподавание не только математики, но и других предметов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бикбаева А. В. Проблемы, возникающие у учащихся при изучении стереометрии // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015010501> (дата обращения: 2.04.2023).

2. Бреус И. А. Теоретико-методические аспекты проблемы развития пространственного мышления школьников // Проблемы современного педагогического образования. 2018. С. 38–41.

3. Кузнецов А. П. Пространственное мышление как умственная деятельность // Обучение и воспитание: методики и практика. 2014. С. 13–16.

4. Подаев М. В. Динамическая визуализация геометрических понятий как средство развития пространственных представлений подростков // Вестник ТГПУ. 2009. Т. 9. № 87. С. 91–93.

5. Подплетко К. VR/AR в детском образовании: зачем технологии нужны школам? [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/modum-lab/vr-ar-v-detskom-obrazovanii-zachem-tehnologii-i-nuzhny-shkolam-/803b06245eeb> (дата обращения: 1.04.2023).

6. Цифровой образовательный ресурс «ЯКласс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yaklass.ru/> (дата обращения: 3.04.2023).

Yulia M. Yamancheva

FORMATION OF SPATIAL THINKING OF STUDENTS USING THE DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE “YAKLASS”

Yulia M. Yamancheva

E-mail: ulka20285@mail.ru

School “Logos M”, Mytishchi

The article is devoted to the experience of using the digital educational resource “Yaklass” and virtual reality helmets Class VR in the educational process, as modern tools for the formation of spatial thinking, so necessary in the course of stereometry in mathematics lessons in high school.

Key words: lesson, mathematics, spatial thinking, innovative technologies, digital educational resource, Class VR.

REFERENCES

1. Bikbaeva A. V. Problemy, vznikayushchie u uchashchikhsya pri izuchenii stereometrii // Materialy VII Mezhdunarodnoi studencheskoi nauchnoi konferentsii “Studencheskii nauchnyi forum” [Elektronnyi resurs]. URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015010501> (data obrashcheniya: 2.04.2023).
2. Breus I. A. Teoretiko-metodicheskie aspekty problemy razvitiya prostranstvennogo myshleniya shkol'nikov // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2018. P. 38–41.
3. Kuznetsov A. P. Prostranstvennoe myshlenie kak umstvennaya deyatel'nost' // Obuchenie i vospitanie: metodiki i praktika. 2014. P. 13–16.
4. Podaev M. V. Dinamicheskaya vizualizatsiya geometricheskikh ponyatii kak sredstvo razvitiya prostranstvennykh predstavlenii podrostkov // Vestnik TGPU. 2009. T. 9. No 87. P. 91–93.
5. Podpletko K. VR/AR v detskom obrazovanii: zachem tekhnologii nuzhny shkolam? [Elektronnyi resurs]. URL: <https://medium.com/modum-lab/vr-ar-v-detskom-obrazovanii-zachem-tekhnologii-nuzhny-shkolam-/803b06245eeb> (data obrashcheniya: 1.04.2023).
6. Tsifrovoy obrazovatel'nyi resurs “YaKlass” [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.yaklass.ru/> (data obrashcheniya: 3.04.2023).

**Часть IV. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
И ТЕРМИНОЛОГИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

УДК 004.7
ББК 32.973.202

Пронин М. А., Бубнов А. В.

СЕТЕВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИРОДНАЯ ВИРТУАЛЬНОСТЬ: К ФИЛОСОФСКИМ И ПРИКЛАДНЫМ ПРОБЛЕМАМ И РЕШЕНИЯМ

Пронин Михаил Анатольевич, кандидат медицинских наук

E-mail: pronin@iph.ras.ru

Институт философии РАН

Бубнов Александр Владимирович

E-mail: avbubnov22@yandex.ru

Бюро АРС (Атлас ресурсов сети)

В статье продолжена разработка концепта «сетевой интеллект» как «эвристической метафоры и/или как условное обозначение способности человека к работе с сетевыми объектами, процессами и явлениями исходя из представлений о природной/природоподобной сущности таковых».

Сформулирована корневая проблема — виртуальный конфликт, описанный Н. А. Носовым, источник которого — *virtus* (лат.), сила — лежит в парадигмальных структурах представителей философии, науки, техники и культуры мейнстрима, выражающийся в неразличении ими природной виртуальности человека и природы сетей, что вызывает *casus* (лат.) — проявление, случай, — неадекватные оценки, прогнозы и методы управления сетевыми структурами. Указаны биологические опции (парадигмы как образцы) сетевых структур в мире живого и в человеческом социуме, предложенные отечественными исследователями А. В. Олескиным и В. С. Курдюмовым.

Аргументировано непонимание мейнстримом значения природной виртуальности и сетей для развития цифровых вселенных как корневой проблемы фундаментальных философских разработок. Показано, что поисковые философские разработки должны идти в направлении нового типа социально-экономических сетевых отношений, в основе которых будут лежать общественные отношения с элементами социализма.

Ключевые слова: философия как экспертиза, Манифест коммунистической партии, Манифест виртуального человека, виртуалистика, ошибки психологической природы, феномен (аномия) неразличения, экономика, природная виртуальность, технологии виртуальной реальности, сети, сетевой интеллект.

ВВЕДЕНИЕ

Продолжается бурное развитие сферы информационных технологий, интернет из результата их развития стал фактором развития экономики, как следствие в социуме множатся разного рода сети — от обыденного общения (мессенджеры) до профессиональных и деловых: сетевые магазины, цифровые экосистемы у телекоммуникационных компаний, банков и пр. На созданных социотехнических инфраструктурах мирового масштаба (не будем перечислять запрещённые сетевые образования) их технические организаторы/владельцы сегодня пытаются развернуть новый тренд — эпоху порождения цифровых вселенных или метавселенных. Традиционно, если можно называть традицией не самые лучшие аспекты научно-технического прогресса (НТП), развитие технических возможностей опережает осмысление противоречий и нестыковок между тем, что, как, зачем и почему разработчики подобных сетей/вселенных декларируют, и тем, что сети в итоге несут или могут нести обществу. Очевидна угроза, например, так называемых «тёмных сетей» террористов, гангстеров/преступников, торговцев наркотиками (наркодилеров: семантика и поиск адекватной терминологии — отдельная задача в социально опасных, преступных сферах), человеческими органами, «живым товаром», предметами искусства, редкими или исчезающими растениями и/или животными. Сегодня понятно, что сети, как и любые сложные технологии, как те же ядерные и/или изотопные технологии, включают в себя планируемые (желательные) результаты, паразитные (непредусмотренные) эффекты и нежелательные инциденты с непрогнозируемыми, в том числе катастрофическими, последствиями. Более того, некоторые

сети и цифровые миры изначально проектируются их создателями, отнюдь, не в благовидных целях.

Данная краткая публикация продолжает концептуальные разработки в области сетевого интеллекта: в широком смысле это совокупность философских идей, образцов, концепций, присутствующих во всём контексте дискурсов на «сетевую тему» в философии, науке и культуре. В узком — сам концепт «сетевой интеллект» сформулирован и введён в научный оборот нами в 2023 году: предлагаем рассматривать его как «эвристическую метафору и/или условное обозначение способности человека к работе с сетевыми объектами, процессами и явлениями, исходя из представлений о природной/природоподобной сущности таковых» [9]. (О природоподобных технологиях «вчера, сегодня и завтра» см. подробнее работы М. В. Ковальчука, О. С. Нарайкина и Е. Б. Яцишиной [2].)

ЦИФРОВЫЕ ВСЕЛЕННЫЕ В КОЛЛЕКТИВНОМ КОГНИТИВНОМ БЕССОЗНАТЕЛЬНОМ/ НЕОСОЗНАВАЕМОМ

Кратко сформулируем абрис парадигмальных проблем (они же могут быть названы и барьерами) осмысления сетевых феноменов как/или казусов (*casus*, лат. — случай, проявление). Проблема/задача поиска адекватных парадигм полагается нами как корневая в общей постановке, обычно формулируемой как «философские и прикладные проблемы и решения», в данном случае в «сетевой проблематике». Если говорить конкретнее, то на тех их аспектах/атрибутах, что находятся в коллективном когнитивном бессознательном (термин А. В. Смирнова) и/или неосознаваемом (термин М. А. Пронина) философии, науки и культуры мейнстрима. Ещё более конкретно — об обусловленных природной виртуальностью: и сетей, и сознания, и мира, и человека.

Аномии сознания представителей мейнстрима в данных вопросах — пробельность, семантические и лингвистические лакуны/несовпадения, патология эпистем, ошибки неразличения и пр., — как раз и составляют *virtus* (лат. — силу), что запускает казусы неуправляемости сетевыми организованностями (социотехническими системами) и их развитием. Категориальную оппозицию «*casus — virtus*» для вскрытия природы когнитивных ошибок неразличения ввёл Н. А. Носов в своей последней мо-

нографии, подготовленной к печати после его смерти М. А. Прониным. Данный тип конфликта между неосознаваемыми когнитивными структурами (парадигмами) и проявлениями в социуме последствий их неосознанного применения Н. А. Носов назвал «виртуальным конфликтом» [4].

Парадигма в широком смысле трактовки этого термина — мировоззренческий, философский уровень рассмотрения любого объекта, процесса или явления. В случае сетевых структур и их природы: их онтологических особенностей и способов понимания — гносеологических/эпистемологических/познавательных оснований для их исследования. В таком контексте, а как известно, без знания/понимания контекста редактирование текста невозможно, авторы данной статьи продолжают как свои исследования в данной области [8, 10], так и опираются на достижения коллег-соотечественников, прежде всего на исследования А. В. Олескина и его соавторов [5–7].

Исследования основываются на идее приоритета природной виртуальности и природных сетевых структур перед техническими средствами их реализации, хотя исторически технические решения в области автоматизации, информатизации и цифровизации развиваются без оглядки на природные образцы таковых. Прогнозы и перспективы последней сегодня не видятся без технологий виртуальной (virtual reality — VR), дополненной (augmented reality — AR) и заместительной (substitutional reality — SR) реальностей — далее TVR, которые относятся к технологиям «редактирования сознания». Последние, как и технологии улучшения/редактирования человека (human enhancement technologies, англ.), следует отнести к классу природоподобных технологий, об актуальности которых у нас в стране заговорил М. В. Ковальчук с соавторами [1].

Мы всегда последовательно аргументируем, что у философии, науки и технологов мейнстрима имеются большие когнитивные проблемы в понимании природы «вау-эффектов» в TVR в силу того, что природная виртуальность мира и человек находятся вне осмысления мейнстрима: без природной виртуальности человека TVR просто бы не работали [10].

Теперь перейдём к биологическим опциям сетевых структур в мире живого и в человеческом социуме. В статье «Сетевые структуры: опции в мире живого и человеческом социуме. О сетевом со-

циализме» А. В. Олескин и В. С. Курдюмов пишут: «Существенное значение имеют биологические модели (парадигмы) — варианты организации сетевых структур в разнообразных биосистемах, которые могут быть творчески использованы при создании сетевых структур в различных сферах человеческого социум» [7, с. 76].

Примеры моделей проявления сетей в природе исследователи видят в узкой трактовке термина парадигма: «парадигма (греч. *paradeigma* — пример, образец) — пример из истории, приводимый в качестве доказательства чего-либо, сравнения; в лингвистике — система форм одного и того же слова; множество родственных слов, содержащих общую основу и все аффиксы, которые могут к ней присоединяться; в математической лингвистике парадигматическими средствами называются средства, выражающие смысловые связи между ключевыми словами; парадигматические средства априорно задаются при построении информационно-поисковых языков» [3, с. 431].

Рассматривая всё многообразие воплощения сетевых структур в биосистемах А. В. Олескин и В. С. Курдюмов утверждают, «что их организационные сценарии допускают творческое применение — с необходимыми модификациями — в человеческом социуме [7, с. 76]». В настоящем кратком сообщении не считаем целесообразным их перечислять без показательных и полезных комментариев с «виртуальной точки зрения», поэтому оставим это для будущих публикаций. Тем не менее, своё экспертное мнение общеэкономического плана, имеющее обобщающее философское звучание, выскажем в заключении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нельзя не согласиться с одним из главных выводов А. В. Олескина и В. С. Курдюмова, что «распространение сетевых структур в социуме способствует внедрению принципов экономики социализма. <...> В продолжение данной тематики целесообразно рассмотреть социально-политические приложения сетевых структур как компоненты новой развивающейся ныне во всем мире общественно-экономической формации» [7, с. 84].

К близким выводам и посылкам пришли и авторы данной статьи, сформулировав их в «Манифесте виртуального человека»: «Виртуальный человек выходит на авансцену мира. Пока

это свершение находится в коллективном когнитивном бессознательном общества и коллективном когнитивном неосознаваемом науки мейнстрима, что затрудняет, если не делает невозможным, осмысление проблемных полей глобализации, цифровизации экономики, социальной сферы и жизни каждого человека во всей полноте проявлений их феноменов, результатов и эффектов, включая паразитные. И, как следствие, актуализирует потребность в глубинном — философско-антропологическом — понимании скрытых процессов и их природы в современном мире, в социуме, в группе и в каждом индивидууме. Природная виртуальность человека (способность человека переживать виртуальные психологические состояния, которые не замечают) и возможности... TVR вводит человека в обман — становятся фактором развития новой эволюции человека. Феномен неразличения — ошибок восприятия — формирует новый тип отношений человека с миром; технологии TVR меняют способ производства и отношения человека с ними — с новыми средствами производства» [11]. И далее: «призрак Коммунизма» вновь бродит по миру: К. Маркс и Ф. Энгельс не могли предполагать как и в каком виде сбудется пророчество их Манифеста о том, что «на место старого буржуазного общества с его классами и классовыми противоположностями приходит ассоциация, в которой свободное развитие каждого является условием свободного развития всех». Ассоциации индивидов из «Манифеста коммунистической партии» преодолевают границы стран и континентов «виртуальными дорогами»; история неокommунизма творится на наших глазах. Виртуальные люди всех стран — соединяйтесь!» [11].

Предлагаемый нами и коллегами пересмотр общественно-экономических отношений выводит «сетевую проблематику» на высший уровень фундаментальных разработок — на философский уровень в данной области, отрывает их от реальностей решения чисто технических, прикладных, проблем, переводя поисковые разработки в совершенно новое, цивилизационное, русло.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковальчук М. В., Нарайкин О. С., Яцишина Е. Б. Конвергенция наук и технологий — новый этап научно-технического развития // Вопросы философии. 2013. № 3. С. 3–11.

2. Ковальчук М. В., Нарайкин О. С., Яцишина Е. Б. Природоподобные технологии: новые возможности и новые вызовы // Вестн. РАН. 2019. Т. 89. № 5. С. 455–465.

3. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник / изд. 2-е, испр. и доп. Москва : Наука, 1975. 720 с.

4. Носов Н. А. Виртуальный конфликт: социология современной медицины // Тр. Лабор. вирт. Вып. 18. Москва : Путь, 2002. 140 с.

5. Олескин А. В. Сетевые структуры в биосистемах и человеческом социуме. Москва : URSS, 2012. 301 с.

6. Олескин А. В., Курдюмов В. С. Парадигмы сетевой организации и их применение при практическом создании сетевых структур // Биополитика. Открытый междисциплинарный семинар на Биологическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Выпуск 6. Москва : Б. и., 2016. С. 5–25.

7. Олескин А. В., Курдюмов В. С. Сетевые структуры: опции в мире живого и человеческом социуме. О сетевом социализме // Экономические стратегии. 2015. № 7. С. 74–85.

8. Пронин М. А. Философия как экспертиза: где Родина виртуального человека? // Рабочие тетради по биоэтике. 2016. Вып. 25. С. 174–177.

9. Пронин М. А., Бубнов А. В. Сетевой интеллект и природная виртуальность в креативном сельском хозяйстве: философские проблемы // Материалы конференции: Духовные основы отношений человек — природа: материалы Всероссийской (Национальной) науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Чебоксары, 25 января 2023 г.) / ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. Вып. 4. Чебоксары : Б. и., 2023. С. 58–67.

10. Пронин М. А., Раев О. Н. Futurum vs Adventus — между прогнозом и грядущим: придёт ли звёздный час технологий виртуальной реальности // Время решающих перемен: «звёздный час науки?». Москва : Канон +, 2023. С. 286–306.

11. Pronin M. A. To the issue of the Manifesto of a virtual human: to the 200th anniversary of Karl Marx birthday // Пронин М. А. К вопросу о манифесте виртуального человека: к 200-летию со дня рождения Карла Маркса (на англ. яз.) // Философская школа. 2019. № 7. С. 122–125.

Mikhail A. Pronin, Alexander V. Bubnov

**NETWORK INTELLIGENCE AND NATURAL
VIRTUALITY: TOWARDS PHILOSOPHICAL
AND APPLIED PROBLEMS AND SOLUTIONS**

Mikhail A. Pronin, PhD (Medicine)

E-mail: pronin@iph.ras.ru

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences

Alexander V. Bubnov

E-mail: avbubnov22@yandex.ru

The ARS Bureau

The article continues the development of the concept of “network intelligence” as a heuristic metaphor and/or as a conditional designation of human ability to work with network objects, processes, and phenomena based on ideas about their natural/nature-like essence. The root problem is formulated — the virtual conflict described by N. A. Nosov, the source of which — *virtus* (Latin), the power — lies in the paradigmatic structures of representatives of mainstream philosophy, science, technology, and culture, expressed in their failure to distinguish between the natural virtuality of humans and the nature of networks, which causes *casus* (Latin) — manifestations, chance — inadequate assessments, forecasts, and methods of managing network structures. Biological options (paradigms as models) of network structures in the world of living and human society proposed by domestic researchers A. V. Odeskin and V. S. Kurdyumov are indicated.

As a result, it is argued that the mainstream does not understand the importance of natural virtuality and networks for the development of digital universes as a root problem of fundamental philosophical developments. It is shown that philosophical research should go in the direction of a new type of socio-economic network relations based on social relations with elements of socialism.

Key words: philosophy as an expertise, Manifesto of the Communist Party, Manifesto of the Virtual Human Being, virtualistics, errors of psychological nature, phenomenon (*anomie*) of non-discrimination, economy, natural virtuality, virtual reality technologies, networks, network intelligence.

REFERENCES

1. Koval’chuk M. V., Naraikin O. S., Yatsishina E. B. *Konvergenstsiya nauk i tekhnologii — novyi etap nauchno-tekhnicheskogo razvitiya // Voprosy filosofii*. 2013. No 3. P. 3–11.

2. Koval'chuk M. V., Naraikin O. S., Yatsishina E. B. Prirodopodobnye tekhnologii: novye vozmozhnosti i novye vyzovy // Vestn. RAN. 2019. T. 89. No 5. P. 455–465.

3. Kondakov N. I. Logicheskii slovar'-spravochnik / izd. 2-e, ispr. i dop. Moscow : Nauka, 1975. 720 p.

4. Nosov N. A. Virtual'nyi konflikt: sotsiologiya sovremennoi meditsiny // Tr. Labor. virt. Vyp. 18. Moscow : Put', 2002. 140 p.

5. Oleskin A. V. Setevye struktury v biosistemakh i chelovecheskom sotsiume. Moscow : URSS, 2012. 301 p.

6. Oleskin A. V., Kurdyumov V. S. Paradigmy setevoi organizatsii i ikh primenenie pri prakticheskom sozdanii setevykh struktur // Biopolitika. Otkrytiy mezhdistsiplinarnyi seminar na Biologicheskom fakul'tete Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta im. M. V. Lomonosova. Vypusk 6. Moscow : B. i., 2016. P. 5–25.

7. Oleskin A. V., Kurdyumov V. S. Setevye struktury: optsii v mire zhivogo i chelovecheskom sotsiume. O setevom sotsializme // Ekonomicheskie strategii. 2015. No 7. P. 74–85.

8. Pronin M. A. Filosofiya kak ekspertiza: gde Rodina virtual'nogo cheloveka? // Rabochie tetradi po bioetike. 2016. Vol. 25. P. 174–177.

9. Pronin M. A., Bubnov A. V. Setevoi intellekt i prirodnyaya virtual'nost' v kreativnom sel'skom khozyaistve: filosofskie problemy // Materialy konferentsii: Dukhovnye osnovy otnoshenii chelovek — priroda: materialy Vserossiiskoi (Natsional'noi) nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem (g. Cheboksary, 25 yanvarya 2023 g.) / FGBOU VO Chuvashskii GAU. Vol. 4. Cheboksary : B. i., 2023. P. 58–67.

10. Pronin M. A., Raev O. N. Futurum vs Adventus — mezhdud prognozom i gryadushchim: pridet li zvezdnyi chas tekhnologii virtual'noi real'nosti // Vremya reshayushchikh peremen: "zvezdnyi chas nauki?". Moscow : Kanon +, 2023. P. 286–306.

11. Pronin M. A. To the issue of the Manifesto of a virtual human: to the 200th anniversary of Karl Marx birthday // Pronin M. A. K voprosu o manifeste virtual'nogo cheloveka: k 200-letiyu so dnya rozhdeniya Karla Marksa (na angl. yaz.) // Filosofskaya shkola. 2019. No 7. P. 122–125.

УДК 004.946

ББК 32.973

Тищенко В. И.

КОНВЕРГЕНЦИЯ ПОНЯТИЙ «ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» И «СЕТЕВОЕ ПРОСТРАНСТВО»

Тищенко Виктор Иванович, кандидат философских наук

E-mail: vtichenko@mail.ru

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

В статье показано, что развитие компьютерных технологий способствовало использованию словосочетания «виртуальная реальность» не только как техническое, но и как многозначное понятие, не связанное исключительно с визуализацией компьютерных моделей.

Возникновение сетевых технологий и гипертекстовой «всемирной паутины» сформировало технологический фундамент представления о виртуальной реальности как едином информационном пространстве, существующем в виде компьютерно-опосредованной коммуникации.

Пространственные особенности человеческого сознания (М. Фуко) способствовали отображению смысловой многогранности восприятия реального мира в виде возможной рядоположенности константного и виртуального пространства. Это привело к технологическому и когнитивному слиянию понятий «виртуальное пространство» и «сетевое пространство», используя их в качестве синонимов представления о «виртуальной реальности».

Ключевые слова: виртуалистика, виртуальная реальность, сетевое пространство.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня уже банальностью стало использование в обыденной речи словосочетания «виртуальная реальность». При этом характеристика реальности, представленная в качестве виртуальной, как правило, понимается как иллюзорная, нереальная, или, отчасти, как воображаемая.

Современное использование в этом словосочетании эпитета «виртуальный», по мнению Майкла Хайма (Michael Haim), берёт начало в речи компьютерных инженеров, широко применявших в своей практике различные метафоры для обозначения особенностей функционирования компьютеров, что дополнило или изменило значение многих слов [14, с. 3]. Так, например, появился особый смысл таких привычных слов, как processing (обработка информации), access (доступ), input (вход), output (выход), windows (окна). При обозначении оперативной памяти компьютера (RAM) терминологически оформилось представление о «виртуальной памяти», а локальные группы в компьютерных сетях (virtual network) получили наименование «виртуальные».

В дальнейшем, всепроникающее развитие интернета и всесторонняя цифровизация социального бытия позволили рассмотреть словосочетание «виртуальная реальность» не только как технический термин, отражающий субъектно представленную интерактивную среду, которая формируется исключительно в процессе визуализации сенсорных ощущений при использовании специфических компьютерных устройств (шлема, перчаток, специального костюма) [3, с. 155], но и как термин многозначный, многовариантный, не связанный исключительно с визуализацией компьютерных моделей.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИСЕМИИ ТЕРМИНА «ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ»

Очевидно, что любой мыслящий человек, решая сколько-нибудь важную проблему, «пребывает» в некоем, выстраиваемом его сознанием «параллельном» мире. Там же, перед нашим «внутренним» (виртуальным) взором предстают как произведения искусства, так и литературные творения. «Взаимодействуя» с внутренним миром художника, скульптура или писателя, мы «вы-

страиваем» в сознании своё виртуальное пространство, в котором «оживают» смыслы автора художественного произведения. И в результате «обнаруживаем» существующий параллельно реальному ирреальный, воображаемый мир, который возникает как результат «порождения» объектами мира искусства некоего, отличного от «настоящей» реальности пространства.

Когнитивная возможность нашего вхождения в «виртуальный мир» автора произведения искусства существует потому, что мы воспринимаем произведение искусства как некий уголок природы, «увиденный через темперамент художника» [5, с. 18]. Неудивительно, что в современном литературоведении широко распространены попытки провести анализ виртуального пространства героев литературных произведений, как осмысленной части художественной реальности [2].

«Возникающая» в сознании под влиянием сколь-нибудь значительных объектов мира искусств «виртуальная» психологическая реальность предстаёт перед человеком как действительная среда его некоторой деятельности. И поэтому человек способен воспринимать себя при «соприкосновении» с объектами мира искусства как пребывающего в этой реальности. Однако, «приобретая» эту новую («параллельную») ипостась, человек остаётся во всех своих ощущениях всё тем же, кем он и был до акта «соприкосновения» с объектом мира искусства. И, оценивая сложившуюся ментальную ситуацию, он готов воскликнуть — это был не я, и всё же это, конечно, не кто иной, как я.

Это удивительное виртуальное «удвоение» личности открывает для исследования проблему соотношения представлений о реальном и воображаемом мире, которая предстаёт как задача анализа человеческой психики и человеческого поведения в целом [10].

И всё же, традиционно, понятие «виртуальная реальность» связывают, прежде всего, с такой концептуальной сферой как естественно-научное знание, познание осмысленной реальности.

Во-первых, упомянем такую интерпретацию квантовой механики, как «миры Эверетта» [13], согласно которой, «каждая актуализация, реализация квантовой вероятности даёт расщепление существовавшей (до этой реализации) вселенной на две (или более) параллельные вселенные» [1].

Любопытное представление о множественных виртуальных мирах существует в естественно-научной космологической карте-

не. С 1990-х годов известна гипотеза Ли Смолина (Lee Smolin) о «теории “плодородных” вселенных» (fecund universes theory), согласно которой «приспособленность» нашей Вселенной к возникновению жизни объясняется «естественным» отбором параллельно существующих вселенных [18].

И, наконец, в прошлом веке в философии получила развитие логическая теоретико-познавательная концепция, рассматривающая действительный мир лишь как один из существующих возможных миров [12].

Мы привели лишь некоторые примеры рассмотрения феномена «виртуальная реальность», не упоминая такие теоретико-познавательные сферы, как мифы и религии человечества, эзотерические образы «духовного мира человека», иные «предкомпьютерные» этапы развития концепции виртуальных (возможных) миров (И. А. Акчурин). Дело в том, что мы не ставили задачу исчерпать в своём перечислении возможные (используемые) определения или описания виртуальной реальности, встречающиеся, как в различных текстах, так и в реальных ситуациях, или показать возможность существования различных видов виртуальных реальностей, выделяемых различными исследователями [4, 7, 9]. Главное в приведённом нами перечислении — было отметить многозначность используемых слов виртуальный или виртуальная реальность.

В основе этой особенности лежит, так называемая, полисемия этого термина, истоки которой можно обнаружить в имманентной языковой многозначности самого слова виртуальный, что находит отражение в его словарном определении.

Как известно, виртуальный является калькой английского слова *virtual*, берущего, в свою очередь, начало от латинского *virtualis*. Поэтому естественным оказывается обращение к английским толковым словарям. Так, в Оксфордском словаре современного английского языка *virtual* определено как нечто «in reality, though not in name or not recognized as such» [19, с. 143]. Аналогично этому и Оксфордский иллюстрированный словарь определяет термин *virtual* как «That is so in essence or effect, although not formally or actually» [20, с. 943].

Таким образом, можно сделать вывод, что слово *virtual*, используемое в словосочетании *virtual reality* (переводимого как виртуальная реальность), означает «быть чем-то по сути или вследствие, но не самом деле или фактически».

ВИРТУАЛЬНАЯ СРЕДА КАК СЕТЕВОЕ ПРОСТРАНСТВО

На заре создания и распространения виртуальной реальности, в 1965 году (ещё до изобретения сенсорного шлема, HDM-display) разработчик Sketchpad, прототипа графического интерфейса, Айвен Сазерленд (Ivan E. Sutherland) писал, что уже сегодня, мы имеем возможность не только познакомиться с идеями, не реализуемыми в реальном (физическом) мире, но с помощью дисплея, подключённого к компьютеру, заглянуть в зазеркалье, математическую страну чудес, созданную компьютерной памятью: «A display connected to a digital computer gives us a chance to gain familiarity with concepts not realizable in the physical world. It is a looking glass into a mathematical wonderland» [17, с. 506].

Очевидно, что именно с этих слов начинается подлинная история виртуальной реальности. Задавая с помощью Sketchpad'a на компьютере взаимосвязи между элементами простейших фигур, состоящих из прямых линий и дуг, перемещая их и поворачивая, Сазерленд получил возможность не только визуализировать компьютерные модели и схемы, но и реализовать графическое представление виртуального математического пространства, того, что позднее получит наименование искусственная или виртуальная реальность [15].

Однако для нас, в контексте исследования, в вышеприведённых словах Сазерленда значимым оказывается не столько фиксация временной точки формирования понятия «виртуальная реальность», сколько их имманентное содержание. Ведь, по мнению Сазерленда, использование даже прототипа графического интерфейса открывает дорогу в компьютерное пространство, «математическую страну чудес», которая «предстаёт» перед пользователем компьютера впервые не в качестве «обычной», эмпирической реальности, а как «в́идение» информационной (компьютерной) среды. Тем самым, впервые «образы ментального пространства» в виде простейших геометрических фигур «физически» отделяются от материального субстрата, которым является сознание человека, обретая новый носитель в форме элементной базы различных компьютерных сетей.

Таким образом, уже на этом, начальном этапе разработки и освоения компьютерной графики «ментальным» математическим

построениям и конструктам придаётся онтологический статус, в результате которого они становятся доступными не только для наблюдения, но и как предмет обсуждения, взаимодействия со сторонним наблюдателем, т. е. предметом коммуникации.

Другими словами, дуализм, представленный графическим изображением компьютерного пространства, с одной стороны, а, с другой — визуализацией компьютерных моделей, сопровождаемой операциями их «редактирования», проявляется, как созданием компьютерного («потустороннего») пространства, так и активным взаимодействием. Тем самым, феномен графической визуализации математических моделей Сазерленда содержит в зародыше как бы возможность для дальнейшего «раздвоения» тенденции развития компьютерных технологий, возможность для её бифуркации.

Речь идёт о том, что в последующем одно из направлений разработки программных и аппаратных средств ориентируется на создание всё более совершенных специфических устройств, используемых при создании визуального образа «внеприродной» реальности.

Второе направление, используя технологическое «овеществление» коммуникативных процессов взаимодействия, потенциально присутствующих уже на этапе первичного освоения феномена визуализации «образов ментального пространства», ориентировано на создание виртуального коммуникативного пространства, образованного аппаратным и программным обеспечением множества компьютеров и различного рода коммуникативных устройств.

С первым направлением развития компьютерных технологий постоянно был связан кибернетический контекст понятия виртуального, собственно виртуальная реальность, существующая как визуализирующая с высокой достоверностью среду поведения человека. Со вторым направлением компьютеризации социального бытия мы связываем разработку множества программных и технических средств, позволивших реализовать коммуникативное взаимодействие пользователей компьютерами, преобразовав его в интерактивный мир, существующий как бы вне человека, но в котором он может «находиться» и взаимодействовать с ним с помощью компьютера. Именно в образе этого пространства коммуникативного взаимодействия широко используется словосочетание «сетевое пространство».

До 1990-х годов эти два направления развития компьютерных технологий существовали относительно автономно. И, соответственно, представление о компьютерной виртуальной реальности было связано исключительно с технологией визуализации сенсорных ощущений, возникающих в результате воздействия специальных компьютерных устройств (шлемы, перчатки, специальные костюмы).

Только после возникновения сетевых технологий и образования Интернета, а затем и гипертекстовой «всемирной паутины», был сформирован технологический фундамент виртуальной реальности как единого информационного пространства, существующего в виде компьютерно-опосредованной коммуникации [16].

Технологическое и когнитивное «слияние»/«проникновение» понятий «виртуальное пространство» и «интернет-пространство» позволило сформироваться в общественном сознании представлению о существовании образа пространства, в котором взаимодействие реальных компьютерных сетей продуцирует бесконечные информационные потоки, реализуя, тем самым, и взаимодействие акторов («пользователей») в процессе получения, обмена и управления информацией.

Гносеологическое обоснование возникновения и существования подобного пространства «лежит» в той особенности человеческого сознания, которая обеспечивает отображение смысловой многогранности восприятия реального мира. В результате этой пространственной способности человеческого восприятия к «удержанию» всех смыслов, «вложенных» в понимание того или иного «предметного» пространства, возникает возможность осознания как множественности пространств, их как бы рядоположенности, так и их «включённости» одного в другое, наполнение одного другим. Для отображения этого свойства человеческого сознания Мишель Фуко в 1960-е годы ввёл понятие «гетеротопии» [11, с. 196, 197].

Пространственные особенности человеческого сознания получили в дальнейшем понятийное описание в «теории производства пространства» Анри Лефевра, согласно которой «предметом исследования оказывается логико-эпистемологическое пространство <...>, занятое чувственными элементами, в число которых входят и воображаемое, проекты и проекции, символы и утопии» [10, с. 27].

Исходя из этого, виртуальная реальность — это своеобразное логико-эпистемологическое пространство, которое формируется человеком в результате «соприкосновения» с реальностью, её освоения в формах его активной деятельности.

Возможность предоставления информационному, виртуальному пространству онтологического статуса, отображение его в качестве значимого бытия позволило сформировать терминологическое «семейство» из терминов «виртуальное пространство» и «сетевое пространство», используя их в качестве синонимов «виртуальной реальности».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие компьютерных технологий (использование зрительных, звуковых, осязательных, обонятельных ощущений, мозговых интерфейсов для имитации взаимодействия со средой «обитания») способствовало уточнению понятия «виртуальная реальность» и аффилированных с ним понятий.

Сейчас понятие «виртуальная реальность» обозначает интерактивный мир, существующий как бы вне человека, но в котором он может «находиться» и взаимодействовать с ним с помощью компьютера. Если мы говорим не о технологии «виртуальная реальность» и технологической визуализации сенсорных ощущений, то вполне можем утверждать, что понятия «виртуальная реальность» и «сетевое пространство» в настоящее время вполне могут рассматриваться как синонимичные.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Акчурина И. А.* Виртуальные миры и человеческое познание // Концепция виртуальных миров и научное познание. Санкт-Петербург : Рус. христиан. гуманитар. ин-т, 2000. С. 9–29.

2. *Байяр П.* Дело собаки Баскервилей / пер. с франц. А. Поповой. Москва : Текст, 2017. 189 с.

3. *Величковский Б. М.* Открытое письмо в редакцию // Вопросы психологии. 2001. № 2. С. 152–155. [Электронный ресурс]. URL: https://portalus.ru/modules/psychology/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1107779544&archive=1120045907&start_from=&ucat=& (дата обращения: 26.03.2023).

4. *Зинченко Ю. П., Меньшикова Г. Я., Баяковский Ю. М., Черноризов А. М., Войскунский А. Е.* Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный Психологический Журнал 2010. № 1(3). С. 54–62. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16533395> (дата обращения: 10.04.2023).
5. *Золя Э.* Прудон и Курбе / Собрание сочинение в 26 томах. / под общей ред. А. Анисимова. Т. 24. Москва : Гослитиздат, 1966. С. 15–32.
6. *Лефевр А.* Производство пространства. Москва : Strelka Press, 2015.
7. *Носов Н. А.* Виртуальная психология Москва : Аграф, 2000. 432 с.
8. *Пушкин А. С.* Элегия «Безумных лет угасшее веселье...» / Собрание сочинений в 10 томах. Москва : Правда, 1981. С. 181.
9. *Розин В. М.* Существование, реальность, виртуальная реальность. Концепция виртуальных миров и научное познание. Санкт-Петербург : Изд-во Рус. христиан. гуманитар. ин-та, 2000. С. 56–74.
10. *Тищенко В. И.* Феномен «цифрового двойника» // Science of Europe. 2021. № 85-3 (85). С. 51–59. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovogo-dvoynika?ysclid=1fрbі0v388490700379> (дата обращения: 26.03.2023).
11. *Фуко М.* Другие пространства // Интеллектуалы и власть: Избранные политические статьи, выступления и интервью. Москва : Праксис, 2006. С. 191–204.
12. *Хинтиikka Я.* Логико-эпистемологические исследования // Сб. избр. статей / под общ. ред. В. Н. Садовского, В. А. Смирнова Москва : Прогресс, 1980. 447 с.
13. *Эверетт Х.* Формулировка квантовой механики через «соотнесенные состояния» // Обзоры современной физики. 1957. Т. 29. Вып. 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://iksigrekzet.narod.ru/PerEvr09.htm> (дата обращения: 29.03.2023).
14. *Haim M.* Metaphysics of virtual reality. Oxford University Press: New York, 1994. 175 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www.academia.edu/39671551/The_metaphysics_of_virtual_reality (дата обращения: 10.04.2023).

15. *Krueger M. W.* Artificial reality. Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1983. 312 [Электронный ресурс]. URL: https://archive.org/details/artificialrealit0000krue_f111 (дата обращения: 27.03.2023).

16. *Licklider J. C. R.* Memorandum for members and affiliates of the intergalactic computer Network // Washington 25, D.C. April 23, 1963. [Электронный ресурс]. URL: <http://worrydream.com/refs/Licklider-IntergalacticNetwork.pdf> (дата обращения: 31.03.2023).

17. *Sutherland I. E.* The ultimate display // Proceedings of the IFIP Congress. 1965. Vol. 2. P. 506–508. [Электронный ресурс]. URL: <https://nextbillionseconds.com/wp-content/uploads/2018/11/Sutherland-The-Ultimate-Display.pdf> (дата обращения: 10.04.2023).

18. *Smolin L.* The life of the cosmos. Oxford University Press, 1997. 374 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.org/details/lifeofcosmos00smol> (дата обращения: 26.03.2023).

19. The Advanced learner`s dictionary of current english. Lnd. Oxford University Press, 1958. 1527 p.

20. The Oxford illustrated dictionary / Second Edition. Oxford University Press, 1975. 998 p.

Victor I. Tishchenko

CONVERGENCE OF THE NOTIONS “VIRTUAL REALITY” AND “NETWORK SPACE”

Victor I. Tishchenko

E-mail: vtichenko@mail.ru

Federal Research Center “Computer Science and Control”
of the Russian Academy of Sciences”

The paper shows that the development of computer technology has contributed to the use of the phrase “virtual reality” not only as a technical, but also as an ambiguous concept that is not associated exclusively with the visualization of computer models.

The emergence of network technologies and the “World Wide Web” has formed the technological foundation for the concept of virtual reality as the information space that exists in the form of computer-mediated communication.

The spatial features of human consciousness (M. Foucault) contributed to the display of the semantic versatility of the perception of the real world in the form of a possible sequence of constant and virtual space. Which led to

the technological and cognitive fusion of the concepts of “virtual space” and “network space”, using them as synonyms for the concept of “virtual reality”.

Key words: virtualistics, virtual reality, network space.

REFERENCES

1. Akchurin I. A. Virtual'nye miry i chelovecheskoe poznanie // Kontsepsiya virtual'nykh mirov i nauchnoe poznanie. St. Petersburg : Rus. khristian. gumanitar. in-t, 2000. P. 9–29.

2. Baiyar P. Delo sobaki Baskervilei / per. s frants. A. Popovoi. Moscow : Tekst, 2017. 189 p.

3. Velichkovskii B. M. Otkrytoe pis'mo v redaktsiyu // Voprosy psikhologii. 2001. No 2. P. 152–155. [Elektronnyi resurs]. URL: [https://portalus.ru/modules/psychology/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1107779544&archive=1120045907&start_from=&ucat=&\(data obrashcheniya: 26.03.2023\)](https://portalus.ru/modules/psychology/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1107779544&archive=1120045907&start_from=&ucat=&(data obrashcheniya: 26.03.2023)).

4. Zinchenko Yu. P., Men'shikova G. Ya., Bayakovskii Yu. M., Chernorizov A. M., Voiskunskii A. E. Tekhnologii virtual'noi real'nosti: metodologicheskie aspekty, dostizheniya i perspektivy // Natsional'nyi Psikhologicheskii Zhurnal 2010. No 1(3). P. 54–62. [Elektronnyi resurs]. URL: [\(data obrashcheniya: 10.04.2023\)](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16533395).

5. Zolya E. Prudon i Kurbe / Sobranie sochinenie v 26 tomakh. / pod obshchei red. A. Anisimova. T. 24. Moscow : Goslitizdat, 1966. P. 15–32.

6. Lefevr A. Proizvodstvo prostranstva. Moscow : Strelka Press, 2015.

7. Nosov N. A. Virtual'naya psikhologiya Moscow : Agraf, 2000. 432 p.

8. Pushkin A. S. Elegiya “Bezumnoykh let ugasshee vesel'e...” / Sobranie sochinenii v 10 tomakh. Moscow : Pravda, 1981. P. 181.

9. Rozin V. M. Sushchestvovanie, real'nost', virtual'naya real'nost'. Kontsepsiya virtual'nykh mirov i nauchnoe poznanie. St. Petersburg : Izd-vo Rus. khristian. gumanitar. in-ta, 2000. P. 56–74.

10. Tishchenko V. I. Fenomen “tsifrovogo dvoynika” // Science of Europe. 2021. No 85-3 (85). P. 51–59. [Elektronnyi resurs]. URL: [\(data obrashcheniya: 26.03.2023\)](https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-tsifrovogo-dvoynika?ysclid=lfp6i0v388490700379).

11. Fuko M. Drugie prostranstva // *Intellektualy i vlast': Izbrannyye politicheskie stat'i, vystupleniya i interv'yu*. Moscow : Praksis, 2006. P. 191–204.

12. Khintikka Ya. Logiko-epistemologicheskie issledovaniya // *Sb. izbr. statei / pod obshch. red. V. N. Sadovskogo, V. A. Smirnova*. Moscow : Progress, 1980. 447 p.

13. Everett Kh. Formulirovka kvantovoi mekhaniki cherez “sootnesennyye sostoyaniya” // *Obzory sovremennoi fiziki*. 1957. T. 29. Vol. 3. [Elektronnyy resurs]. URL: <http://iksigrekzeta.narod.ru/PerEvr09.htm> (data obrashcheniya: 29.03.2023).

14. Haim M. *Metaphysics of virtual reality*. Oxford University Press: New York, 1994. 175 p. [Elektronnyy resurs]. URL: https://www.academia.edu/39671551/The_metaphysics_of_virtual_reality (data obrashcheniya: 10.04.2023).

15. Krueger M. W. *Artificial reality*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1983. 312 [Elektronnyy resurs]. URL: https://archive.org/details/artificialrealit0000krue_f111 (data obrashcheniya: 27.03.2023).

16. Licklider J. C. R. Memorandum for members and affiliates of the intergalactic computer Network // Washington 25, D.C. April 23, 1963. [Elektronnyy resurs]. URL: <http://worrydream.com/refs/Licklider-IntergalacticNetwork.pdf> (data obrashcheniya: 31.03.2023).

17. Sutherland I. E. The ultimate display // *Proceedings of the IFIP Congress*. 1965. Vol. 2. P. 506–508. [Elektronnyy resurs]. URL: <https://nextbillionseconds.com/wp-content/uploads/2018/11/Sutherland-The-Ultimate-Display.pdf> (data obrashcheniya: 10.04.2023).

18. Smolin L. *The life of the cosmos*. Oxford University Press, 1997. 374 p. [Elektronnyy resurs]. URL: <https://archive.org/details/lifeofcosmos00smol> (data obrashcheniya: 26.03.2023).

19. *The Advanced learner's dictionary of current english*. Lnd. Oxford University Press, 1958. 1527 p.

20. *The Oxford illustrated dictionary / Second Edition*. Oxford University Press, 1975. 998 p.

УДК 004.7
ББК 32.973.202

Раев О. Н., Полякова К. В.

О ТЕРМИНАХ «СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ» И «ВИРТУАЛЬНЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ»

Раев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент
E-mail: ncenter@list.ru

Технологический университет имени дважды Героя Советского
Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,
Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного
университета кинематографии имени С. А. Герасимова

Полякова Карина Владиславовна
E-mail: karinapoliakova96@gmail.com

Технологический университет имени дважды Героя Советского
Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова

В статье приведены результаты терминологического анализа понятия «социальные сети». В общем случае социальные сети — это установившиеся связи для общения между индивидами или группами индивидумов.

Социальные сети, реализуемые через интернет, предлагается выделить в отдельную группу социальных сетей и назвать их «социальные интернет-сети». Термин «социальные интернет-сети» является максимально точным по прямому признаку — технологии организации социальных сетей на основе цифровых коммуникаций.

Если социальные коммуникации рассматриваются как технологии, влияющие на психическую виртуальную реальность человека, то только в этом случае применение термина «виртуальный» будет обоснованным.

Ключевые слова: социальные сети, интернет, виртуальная реальность, виртуалистика.

В настоящее время словосочетание «социальные сети» как единица синтаксиса русского языка повсеместно используется в разговорной речи. Вхождение словосочетания «социальные сети» в разговорную речь началось тогда, когда были разработаны и стали активно продаваться доступные для большинства людей смартфоны, и когда были созданы для установки на смартфонах такие программные приложения как: «ВКонтакте», «Одноклассники», «Мой мир», Facebook, Google+, Instagram, Telegram, TikTok, Twitter, YouTube, WhatsApp и др. Человек получил в своё распоряжение очень удобный, простой и, главное, постоянно действующий инструмент для дистанционного общения с другими людьми и различными информационными ресурсами, который позволяет объединять людей в сообщества по интересам для обмена различными текстами, фотографиями, видеороликами. В результате указанные приложения быстро стали популярными и часто (по много раз в день) используемыми, они и получили название «социальные сети». «Обобщая причины привлекательности социальных сетей, можно выделить следующие предоставляемые ими пользователям возможности:

- получение информации (в том числе обнаружение ресурсов) от других членов социальной сети;
- верификация идей через участие во взаимодействиях в социальной сети;
- социальная выгода от контактов (сопричастность, самоидентификация, социальное отождествление, социальное принятие и др.);
- рекреация (отдых, времяпрепровождение)» [6].

В научный дискурс термин «социальные сети» был введён ранее, когда ещё не было компьютеров, — в 1954 г. социологом Джеймсом Барнсом (Barnes J. A.) [18]. Но широкое распространение термин получил в научной среде только в XXI веке, когда стало понятно, что внедрение интернет-технологий меняет образ жизни человека, а в результате — и самого человека. Начались разнообразные исследования социальных аспектов внедрения интернет-технологий не только за рубежом, но и в нашей стране, что

отразилось всплеском количества научных публикаций на данную тему. Так, только в электронной библиотеке Elibrary.ru по состоянию на 31 марта 2023 года выборка по словам «социальные сети» в названиях публикаций, аннотациях и ключевых словах выявила 27 662 публикации.

В. Б. Гольбрайх в 2022 году выполнил библиометрический анализ исследований социальных сетей в России, который показал, что учёные, занимающиеся проблематикой социальных сетей в интернете, работают в различных социально-гуманитарных дисциплинах: социология, политические науки, философия, массовая коммуникация, история, антропология, языкознание, этнография, культурология и т. д. [5].

При изучении публикаций, содержащих результаты исследований социальных сетей, авторы данной статьи обнаружили, что такой, на первый взгляд, простой термин «социальные сети» оказался многими исследователями по-разному осмысленным. Авторы публикаций приводят, например, следующие разноречивые определения термина «социальные сети»:

1. «Социальные сети — это интернет-среда, с помощью которой люди или сообщества общаются» [1].

2. «На сегодняшний день социальная сеть — это особая форма организации людей, являющаяся глобальной» [8].

3. «В широком смысле социальная сеть — это социальная структура, состоящая из множества агентов (индивидуальных и коллективных) и отношений между ними.

В узком смысле. Социальная сеть — платформа, онлайн-сервис или веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений» [15].

4. «Под социальной сетью на качественном уровне понимается социальная структура, состоящая из множества агентов (субъектов — индивидуальных или коллективных, например, индивидов, семей, групп, организаций) и определённого на нём множества отношений (совокупности связей между агентами, например, знакомства, дружбы, сотрудничества, коммуникации)» [6].

Приведённая небольшая выборка цитат, а также анализ других научных публикаций, доступных авторам данной статьи, позволил выявить, что авторы подавляющего большинства публикаций понимают социальные сети исключительно как интернет-площадки

для общения и обмена информацией. Учёные, которые изучают социальные сети как социальные структуры, чаще всего также приписывают их к интернет-технологиям. В результате у начинающих исследователей социальных сетей, знакомящихся с научной литературой, формируется мнение, что социальные сети реализуются через интернет-технологии.

Рассмотрим соответствие термина «социальная сеть» отражаемому им понятию с учётом того, что термин, в отличие от разговорного словосочетания, должен иметь строго фиксированное содержание, не зависящее от контекста, в котором он применяется.

В словаре русского языка написано, что сеть это:

«1. Приспособление из перекрещивающихся нитей, закреплённых на равных промежутках узлами, употребляемое для ловли рыб, птиц и т. п. <...>.

2. Сооружение, приспособление различного назначения из перекрещивающихся нитей, верёвок, проволоки и т. п. <...>.

3. Что-либо напоминающее своим внешним видом множество скрещенных, переплетённых линий, нитей, волокон. <...>.

4. Совокупность каких-либо путей, каналов, линий связи и т. п., расположенных в различных направлениях на каком-либо пространстве. <...>.

5. Совокупность расположенных где-либо и связанных единой системой учреждений, предприятий и т. п.» [16, с. 85, 86].

Из приведённого определения следует справедливость названия интернета глобальной коммуникационной сетью, а ограниченное количество компьютеров, соединённых между собой проводами или электромагнитными полями, по которым передаются цифровые данные, — локальной вычислительной сетью.

Добавление к термину «сеть» слова «социальная» позволяет выделить из всех возможных типов сетей специализированное понятие «социальная сеть», определяющее социальные структуры, объединяющие отдельных людей или их общности (любые социальные коллективы, например, семья, коллектив сотрудников организации, в которой они работают, и т. д.), поскольку термин «социальный» означает «относящийся к обществу, связанный с жизнью и отношениями людей в обществе; общественный» [16, с. 214].

Очевидно, что социальные сети появились одновременно с появлением человечества. Человек — существо социальное, он

не может существовать без общения с другими людьми. Поэтому сводить все социальные сети только к интернет-коммуникациям ошибочно. Социальные сети — это «совокупность множественных, устойчивых и однородных связей в обществе, выделяемых из разносторонних отношений между акторами (индивидами, группами, организациями, другими общностями), которые выступают в качестве её “узлов”» [11].

Чтобы выделить социальные сети, использующие интернет-технологии, из общего числа социальных сетей, можно воспользоваться термином «онлайновые социальные сети» [6]. Однако считаем, что для данной группы социальных сетей лучшим, правильно ориентирующим является термин «социальные интернет-сети», который и предлагаем ввести в научный дискурс.

Термин «социальные интернет-сети» характеризуется максимальной точностью по прямому признаку — социальные сообщества, реализуемые с помощью интернета для обмена информацией между участниками сетей. Недостатком предлагаемого термина «социальные интернет-сети» является то, что он построен из трёх слов, но считаем, что этот недостаток не является существенным. Используются же сложносоставные термины такие, как, например, «электромагнитное излучение».

Дополнительно отметим, что к социальным интернет-сетям можно отнести и интерактивные интернет-форумы, отличительной чертой которых является то, что интернет-форумы обычно создаются для общения пользователей на конкретные, фиксированные темы.

ВИРТУАЛЬНЫЕ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

В последнее десятилетие появился ещё один тренд — называть социальные интернет-сети виртуальными. В качестве примера в списке источников приведены наиболее интересные из отечественных публикаций последних 2-х лет, в которых авторы называют социальные сети виртуальными, [1–4, 7–9, 11–15, 17].

Однако никто из авторов таких публикаций не исследует природу виртуальности социальных сетей, по крайней мере никто в тех публикациях, которые были доступны авторам данной статьи.

Так, например, А. А. Аниканова и Н. С. Бикен считают, что «виртуальные социальные сети — это удобные для коммуникации

интернет-площадки, позволяющие своим участникам практически беспрепятственно искать, самостоятельно отбирать и транслировать актуальную для себя и общества информацию» [4]. Но это определение ничем не отличается от ранее рассмотренного определения «социальные сети» как платформы, онлайн-сервиса или веб-сайта, предназначенного для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений [15]. А тогда что нового даёт добавление слова «виртуальные»? Оно в данном случае применено только для того, чтобы выделить из всевозможных социальных сетей группу социальных интернет-сетей, но при этом никак не используются теоретические и практические положения виртуалистики.

В статье «Гражданское общество, социальные сети и культурная активность в цифровой среде» А. Я. Рубинштейна, Е. К. Соколовой, Е. А. Дудкиной читаем: «со времени появления Интернета социальные сети стали в основном виртуальными. Помимо того, что сам Интернет называют сетью, социальные сети (social networks) представлены как взаимосвязи между людьми и как интернет-платформа. Хотя встречается и более точное наименование — социальные сетевые сервисы (SNS — social networking service)» [12]. И как из этой цитаты понять, что значит «социальные сети стали в основном виртуальными»? Виртуальность не в том, что связь между пользователями организуется с помощью цифровых коммуникаций на любые расстояния...

В. В. Радаев в Большой российской энциклопедии пишет, что виртуальные социальные сети «представляют собой интерактивные многопользовательские сайты или онлайн-сервисы <...> для построения, репрезентации и поддержания социальных отношений. Контент виртуальных соцсетей наполняется самими участниками; они являются частью новых социальных медиа, наряду с блогами, платформами для совместного производства контента (Википедия, YouTube), виртуальными социальными и игровыми мирами. Отличительными признаками соцсетей являются создание личных профилей и списков контактов (“друзей”), допускаемых к персональной информации, а также возможность смотреть списки контактов, сформированные другими участниками сервиса» [11].

Д. В. Руденкин, анализируя публикации, посвящённые социальным сетям, приходит к выводу: «В наиболее общем виде термин

“виртуальная социальная сеть” обычно интерпретируется исследователями как система неиерархических связей, которые возникают между пользователями информационных сетей и воспроизводятся на базе специализированных ресурсов таких сетей, имеющих для этого подходящий функционал <...> в этом значении нередко употребляются и иные термины: “социальные сети” <...> или “социальные медиа” <...> Более того, встречаются и ситуации, когда в рамках одной и той же работы авторы периодически используют понятия “виртуальная социальная сеть” и “социальная сеть” как фактические синонимы <...> Очевидно, что это разные по смыслу термины, и путать их — ошибка. Термин “социальная сеть” был введён в категориальный аппарат науки задолго до появления Интернета и традиционно применялся для описания любых форм неиерархических социальных связей» [13].

Итак, авторы рассмотренных публикаций введением термина «виртуальность» пытаются подчеркнуть этим дополнением к термину «социальная сеть» тот факт, что данные социальные сети реализованы через интернет и позволяют общаться дистанционно без непосредственного очного контакта. Но тогда слово «виртуальный» в данном случае ничего не несёт. Представляется, что более корректным будет предложенный выше авторами данной статьи термин «социальные интернет-сети» без слова «виртуальные».

Теперь проанализируем, а действительно ли социальные интернет-сети виртуальны?

Для этого за основу возьмём классическое фундаментальное определение виртуальной реальности, сформулированное отечественным философом Николаем Александровичем Носовым:

«Виртуальная реальность — реальность, независимо от её природы (физическая, геологическая, психологическая, социальная, техническая и проч.), обладающая следующим рядом свойств:

— порождённость (виртуальная реальность продуцируется активностью какой-либо другой реальности, внешней по отношению к ней; психологические виртуальные реальности порождаются психикой человека),

— актуальность (виртуальная реальность существует актуально, только “здесь и теперь”, только пока активна порождающая реальность),

— автономность (в виртуальной реальности своё время, своё пространство и свои законы существования),

— интерактивность (виртуальная реальность может взаимодействовать со всеми другими реальностями, в том числе и с порождающей, как онтологически независимая от них)» [10].

Проанализируем социальные интернет-сети на соответствие приведённому определению виртуальной реальности.

Социальные интернет-сети порождаются наличием работающих программно-аппаратных средств, необходимых для передачи информации внутри группы пользователей сетевого программного продукта, т. е. порождаются активностью компьютеров, смартфонов, коммуникационного оборудования.

Социальные интернет-сети актуальны, т. е. существуют здесь и сейчас для каждого пользователя, но только при наличии работающих программно-аппаратных средств визуализации информации и при наличии связи с интернетом.

Являются ли социальные интернет-сети автономными? Неоднозначно. Пользователь осознаёт, где и когда он реально находится, понимает, что социальные интернет-сети позволяют ему общаться с другими пользователями, но не перемещаться в другую реальность. Поэтому социальные интернет-сети скорее относятся к дополненной реальности.

Интерактивность как взаимодействие социальных интернет-сетей с другими реальностями, в том числе с физической реальностью неоднозначна. Трактовки и мнения разных авторов будут различными в зависимости от аспектов, которые они анализируют. Но обобщённо можно признать наличие интерактивности в социальных интернет-сетях.

Таким образом, социальные интернет-сети могут быть отнесены к виртуальным. Но остаётся вопрос: зачем? Если социальные интернет-сети просто назвать виртуальными, то это ничего нового в понимании феномена «социальные интернет-сети» не даёт. Аналогично можно назвать виртуальными и почтовую переписку, обмен телеграммами, и телефонные разговоры. И что?

Если же рассматривать социальные коммуникации как технологии, приводящие к формированию психологической виртуальной реальности или к влиянию на неё, то за основу необходимо брать теорию виртуалистики. Однако такие публикации авторами данной статьи не обнаружены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный терминологический анализ позволяет сделать вывод о несформированности к настоящему времени терминологического поля в области социальных сетей.

Предлагается:

1. Термин «социальные сети» считать обобщающим термином, распространяющимся на любые виды социальных сетей, независимо от способов их реализации. Социальные сети это установившиеся связи для общения между индивидами или группами индивидумов.

2. Не использовать термин «виртуальные социальные сети» как вводящий в заблуждение, приписывающий цифровым коммуникациям виртуальность и тем самым отвлекающий от исследования действительно актуальных вопросов.

Однако, если социальные коммуникации рассматриваются как технологии, влияющие на психическую виртуальную реальность человека, то только в этом случае применение термина «виртуальный» будет обоснованным.

3. Социальные сети, реализуемые через интернет, в том числе через приложения «ВКонтакте», «Одноклассники», «Мой мир», Facebook, Google+, Instagram, Telegram, TikTok, Twitter, YouTube, WhatsApp и прочие, выделить в отдельную группу социальных сетей и назвать их «социальные интернет-сети». Предлагаемый термин «социальные интернет-сети» является максимально точным по прямому признаку — технологии организации социальных сетей на основе цифровых коммуникаций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Акопов Г. В., Глушкова С. А.* Социальные сети и их психологическое воздействие // Вестник науки. 2022. Т. 4. № 6 (51). С. 148–156.

2. *Алексеев И. В.* Молодёжь в социальных сетевых медиа // ПОИСК: Политика. Обществоведение. Искусство. Социология. Культура. 2020. № 1 (78). С. 58–67.

3. *Алексеев О. И., Сушко Д. И.* Влияние социальных сетей на поведение молодёжи // В сборнике: Социально-гуманитарный вестник. Всероссийский сборник научных трудов. Российское общество интеллектуальной истории (РОИИ); Краснодарское отде-

ление Российского общества интеллектуальной истории. Барнаул, 2022. С. 46–53.

4. *Аниканова А. А., Бикен Н. С.* Роль виртуальных социальных сетей в организации социальных движений в современной России // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1–4. С. 125–129.

5. *Гольбрайх В. Б.* Исследования социальных сетей в России: попытка библиометрического анализа // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2022. № 4. С. 62–83. [https:// doi.org/10.14515/monitoring.2022.4.2140](https://doi.org/10.14515/monitoring.2022.4.2140).

6. *Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г.* Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / под ред. чл.-корр. РАН Д. А. Новикова. Москва: Издательство физико-математической литературы, 2010. 228 с.

7. *Кускарова О. И.* Социальные сети как новая форма коммуникации: добро или зло? // Архонт. 2022. № 5 (32). С. 87–92.

8. *Мальцева С. М., Балашова Е. С., Егорова Т. А.* Социальная сеть как средство удовлетворения потребностей человека в условиях виртуальной реальности // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 6 (25). С. 87–93.

9. *Мельникова М. С., Яковлев И. П.* Понятие «социальная сеть» в социологических теориях и интернет-практиках // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 9. Филология. Востоковедение. Журналистика. 2014. № 1. С. 254–257.

10. *Носов Н. А.* Словарь виртуальных терминов // Труды лаборатории виртуалистики. Выпуск 7. Труды Центра профориентации. Москва : Путь, 2000. 69 с.

11. *Радаев В. В.* Социальные сети [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия: сайт. URL: <https://bigenc.ru/c/sotsial-nye-seti-2c7a27> (дата обращения: 03.05.2023).

12. *Рубинштейн А. Я., Соколова Е. К., Дудкина Е. А.* Гражданское общество, социальные сети и культурная активность в цифровой среде // Terra Economicus. 2022. Т. 20. № 2. С. 111–131.

13. *Руденкин Д. В.* Основные направления концептуализации виртуальных социальных сетей в современной социально-гуманитарной науке // Социодинамика. 2020. № 2. С. 12–23. DOI: 10.25136/2409-7144.2020.2.32262 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32262 (дата обращения: 03.02.2023).

14. Рыков Ю. Г. Виртуальное сообщество как социальное поле: неравенство и коммуникативный капитал // Журнал социологии и социальной антропологии. 2013. Т. 16. № 4. С. 44–60.

15. Селезнев Р. С., Скрипак Е. И. Социальные сети как феномен информационного общества и специфика социальных связей в их среде // Вестник Кемеровского государственного университета. 2013. № 2–3 (54). С. 125–131.

16. Словарь русского языка / АН СССР, Институт русского языка / под ред. А. П. Евгеньевой в 4-х т. / 3-е изд., стереотип. Т. 4 С–Я. Москва : Русский язык, 1988. 800 с.

17. Черепанова Т. В. Виртуальные социальные сети как феномен современной культуры // Вісник Маріупольського державного університету. Серія: Філософія, культурологія, соціологія. 2012. № 4. С. 123–128.

18. Barnes J. A. Class and Committees in Norwegian Island Parish // Human Relations. 1954. No 7. P. 39–58.

Oleg N. Raev, Karina V. Polyakova

ON THE TERMS “SOCIAL NETWORKS” AND “VIRTUAL SOCIAL NETWORKS”

Oleg N. Raev, PhD (Engineering), assistant professor

E-mail: ncenter@list.ru

Leonov University of Technology,

Sergieiev Posad branch of the All-Russian State University

of Cinematography named after S. A. Gerasimov

Karina V. Polyakova

E-mail: karinapoliakova96@gmail.com

Leonov University of Technology

The article presents the results of terminological analysis of the concept of “social networks”. In general, social networks are established connections for communication between individuals or groups of individuals.

It is suggested to separate social networks, realized through Internet, into a separate group of social networks and name them “social internet-networks”. The term “social internet networks” is as accurate as possible on the direct sign — the technology of organizing social networks based on digital communications.

If social communications are seen as technologies affecting a person's mental virtual reality, only in this case would the use of the term "virtual" be justified.

Key words: social networks, Internet, virtual reality, virtuality.

REFERENCES

1. Akopov G. V., Glushkova S. A. Sotsial'nye seti i ikh psikhologicheskoe vozdeistvie // Vestnik nauki. 2022. T. 4. No 6 (51). P. 148–156.

2. Alekseenko I. V. Molodezh' v sotsial'nykh setevykh media // POISK: Politika. Obshchestvovedenie. Iskusstvo. Sotsiologiya. Kul'tura. 2020. No 1 (78). P. 58–67.

3. Alekseenko O. I., Sushko D. I. Vliyaniye sotsial'nykh setei na povedeniye molodezhi // V sbornike: Sotsial'no-gumanitarnyi vestnik. Vserossiiskii sbornik nauchnykh trudov. Rossiiskoe obshchestvo intellektual'noi istorii (ROII); Krasnodarskoe otdeleniye Rossiiskogo obshchestva intellektual'noi istorii. Barnaul, 2022. P. 46–53.

4. Anikanova A. A., Biken N. S. Rol' virtual'nykh sotsial'nykh setei v organizatsii sotsial'nykh dvizhenii v sovremennoi Rossii // Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2016. No 1–4. P. 125–129.

5. Gol'braikh V. B. Issledovaniya sotsial'nykh setei v Rossii: popytka bibliometricheskogo analiza // Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny. 2022. No 4. P. 62–83. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2022.4.2140>.

6. Gubanov D. A., Novikov D. A., Chkhartishvili A. G. Sotsial'nye seti: modeli informatsionnogo vliyaniya, upravleniya i protivoborstva / pod red. chl.-korr. RAN D. A. Novikova. Moscow : Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoi literatury, 2010. 228 p.

7. Kuskarova O. I. Sotsial'nye seti kak novaya forma kommunikatsii: dobro ili zlo? // Arkhont. 2022. No 5 (32). P. 87–92.

8. Mal'tseva S. M., Balashova E. S., Egorova T. A. Sotsial'naya set' kak sredstvo udovletvoreniya potrebnosti cheloveka v usloviyakh virtual'noi real'nosti // Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii. 2019. No 6 (25). P. 87–93.

9. Mel'nikova M. S., Yakovlev I. P. Ponyatie "sotsial'naya set'" v sotsiologicheskikh teoriyakh i internet-praktikakh // Vestnik Sankt-

Peterburgskogo universiteta. Seriya 9. Filologiya. Vostokovedenie. Zhurnalistika. 2014. No 1. P. 254–257.

10. Nosov N. A. Slovar' virtual'nykh terminov // Trudy laboratorii virtualistiki. Vypusk 7. Trudy Tsentra proforientatsii. Moscow : Put', 2000. 69 p.

11. Radaev V. V. Sotsial'nye seti [Elektronnyi resurs] // Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya: sait. URL: <https://bigenc.ru/c/sotsial-nye-seti-2c7a27> (data obrashcheniya: 03.05.2023).

12. Rubinshtein A. Ya., Sokolova E. K., Dudkina E. A. Grazhdanskoe obshchestvo, sotsial'nye seti i kul'turnaya aktivnost' v tsifrovoy srede // Terra Economicus. 2022. T. 20. No 2. P. 111–131.

13. Rudenkin D. V. Osnovnye napravleniya kontseptualizatsii virtual'nykh sotsial'nykh setei v sovremennoi sotsial'no-gumanitarnoi nauke // Sotsiodinamika. 2020. No 2. P. 12–23. DOI: 10.25136/2409-7144.2020.2.32262 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32262 (data obrashcheniya: 03.02.2023).

14. Rykov Yu. G. Virtual'noe soobshchestvo kak sotsial'noe pole: neravenstvo i kommunikativnyi kapital // Zhurnal sotsiologii i sotsial'noi antropologii. 2013. T. 16. No 4. P. 44–60.

15. Selezenev R. S., Skripak E. I. Sotsial'nye seti kak fenomen informatsionnogo obshchestva i spetsifika sotsial'nykh svyazei v ikh srede // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. No 2–3 (54). P. 125–131.

16. Slovar' russkogo yazyka / AN SSSR, Institut russkogo yazyka / pod red. A. P. Evgen'evoi v 4-kh t. / 3-e izd., stereotip. T. 4 S–Ya. Moscow : Russkii yazyk, 1988. 800 p.

17. Cherepanova T. V. Virtual'nye sotsial'nye seti kak fenomen sovremennoi kul'tury // Visnik Mariupol's'kogo derzhavnogo universitetu. Seriya: Filosofiya, kul'turologiya, sotsiologiya. 2012. No 4. P. 123–128.

18. Barnes J. A. Class and Committees in Norwegian Island Parish // Human Relations. 1954. No 7. P. 39–58.

УДК 7.01

ББК 87.2

Авдошин Г. В.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИДИМОГО И НЕВИДИМОГО В СИЛОВОМ ПОЛЕ ОБРАЗА

Авдошин Георгий Валерьевич, доктор философских наук, доцент

E-mail: avdoshing@gmail.com

Казанский государственный энергетический университет

В статье рассматривается проблема образа в свете неоплатонической традиции, где образ предстаёт как промежуточная ступень между миром идей и вещественным миром. Образ — посредник в отношениях невидимого первоначала и видимого мира, именно благодаря ему вещи становятся видимыми: он приводит в видимое, а также уводит из него. Для понимания природы действия образа, раскрытия особенностей его силового поля используется классификация образов, предложенная М.-Ж. Мондзен: знак, символ и идол. Кроме того, рассматривается такой модус образа, как самообраз — в перспективе проблемы восхождения человека к прообразу.

Ключевые слова: образ, изображение, преобразование, виртуальная реальность, собь, знак, символ, идол.

В Древнем Патерике есть рассказ о монахе, пришедшем в скит с сыном, который ещё питался молоком и никогда не видел женщин. Пока мальчик жил с монахами в пустыне, у него не было возможности видеть женщин, когда же повзрослел, ему стали являться во сне женские образы, посылавшиеся бесами. Однажды они с отцом были в Египте, и юноша, увидев там женщин вживую,

сообщил отцу, что вот это и есть те, которые ему снились. Растерянный отец ответил сыну, что это сельские иноки, они выглядят иначе, чем монахи-пустынники. После чего они отправились обратно в скит.

Другой рассказ повествует о монахе, который, находясь в скиту, искушался воспоминаниями об одной красивой женщине. Он знал её, когда жил в миру. И вот однажды он узнал, что эта женщина умерла. Тогда монах отыскал её могилу, выкопал гроб, достал её труп, отёр хитоном и принёс к себе в келью. Борясь с блудным помыслом, он говорил себе: вот, смотри, кого ты вождедлешь! И делал так, пока не кончилась его борьба с помыслом [2, с. 67, 68].

В приведённых притчах открываются важные вопросы, имеющие отношение к проблеме образа, которые будут рассмотрены в настоящей статье. Откуда приходит образ, что является его источником? Какое силовое воздействие он оказывает на человека? Как происходит «застревание» в образе? Как можно избавиться от его власти, как происходит процесс разображения?

Мы будем понимать человека как существо, в котором происходит постоянный процесс преобразований — переходов от образа к образу. Конечная цель данного процесса — восхождение к первообразу. Проблему образа, который является предметом исследования настоящей статьи, предполагается рассмотреть с точки зрения его силовых (движущих) характеристик, составляющих особое силовое поле, где происходит взаимодействие невидимого и видимого (невидимое будет пониматься в первую очередь как первоначало, прообраз).

Посмотрим на проблему образа не с «материалистической» точки зрения, которая мыслит образ как результат отражения в сознании внешнего мира. А, условно говоря, с обратной стороны, когда внешний мир является отражением изначальных образов. Такой взгляд представлен в неоплатонической версии платонизма. Если смотреть на проблему с точки зрения данной традиции, то образ можно считать результатом «спуска» от добытийного и безобразного Единого к Уму — пространству идей, далее — к Душе — пространству образов и, наконец, к материальному миру, где образ воплощается, «изображается» в вещах. У Плотина есть такое символическое описание: природа производит вещи, чтобы лучше их увидеть [9]. Поэтому переход от образа к вещам — это движе-

ние от невидимого к видимому, это процесс становления образа более видимым, процесс воплощения в материальном мире. Действительно, «внутри» души уровень видимости не такой высокий, особенно для тех, кто не расположен к созерцательной деятельности, поэтому образ выводится «наружу», где его можно увидеть и рассмотреть. Этот процесс, состоящий из ряда ступеней, можно назвать изображением.

Здесь следует вспомнить также рассуждение Николая Кузанского о виртуальной силе, благодаря которой вещи переходят из потенциального состояния в актуальное. Бог мыслится как прообраз, в котором берут начало все виртуальные образы, посредством которых вещи получают бытие [5]. В книге «Простец об уме» Николай Кузанский называет этот прообраз бесконечной формой, философ говорит, что она «... может быть только одна, и эта форма — простейшая, отражающаяся во всех вещах как прообраз, максимально равный всем и каждой формируемым вещам. Поэтому будет полнейшей истиной признать, что не существует множества отдельных от вещей первообразов и множества идей вещей» [4, с. 394]. Отдельную форму, но в определённом аспекте подобную бесконечной форме, философ выделяет и для человека, называя её человечностью. Человечность понимается как человечески определённое единство, т. е. как потенциальный центр, из которого человек развёртывает, производит всё сущее [6, с. 260].

Все вещи в мире — отражения одной единственной формы, которая проявляется в каждой вещи индивидуальным образом, что придаёт последней характер независимого существования. И человек, благодаря рассудочной деятельности, различает вещи по их видовым отличиям. Хотя всё множество вещей — лишь модификации одной единственной бесконечной формы — Бога. При этом сам человек, представляя отдельный мир, микрокосм, обладает способностью развёртывать из себя все вещи (как мальчик, живший с монахами, развёртывал из себя образы женщин, никогда не видя их). Представляется, что образ выступает здесь именно в роли «переходника» между потенциальным и актуальным.

Для поддержания отношений невидимого и видимого важен также процесс, обратный изображению, процесс, который можно назвать разображением (термин заимствован из книги Ф. Жульена о китайской живописи, перевод выполнен Алексеем Шестако-

вым [3]). Разображение происходит в процедуре разглядывания, рассматривания, когда человек хочет максимально «напитаться» видимым. Но именно в ходе рассматривания видимое как целое перестаёт поддаваться фиксации и словно исчезает. Это происходит по причине увеличения в нём степени невидимого. Начинается обратное движение от видимого к невидимому. Опять же, в подобных процессах образ выступает как посредник, но не само видимое. Как говорит феноменолог Б. Вальденфельс: «Мы видим не образы, но видим нечто посредством образов... Мы видим не “голые” вещи (keine blossen Dinge), но видим вещи в их собственной телесной образности» [11, с. 213].

Итак, образ активизирует двойное движение, от невидимого (внутреннего) к видимому (внешнему) и от видимого к невидимому. Причём сам его исток не во внешнем мире. Скорее, сам внешний мир, с точки зрения платонической традиции, является отражением образа, который, в свою очередь, выступает отражением умопостигаемой идеи. Что касается отражения вещей внешнего мира в акте зрительного восприятия, то с него начинается процесс разображения, развоплощения.

Одна из проблем, которая имеет здесь место, — проблема застревания человека в образе. Застревание — состояние, когда образ становится для человека именно целью, но не средством. В этом состоянии останавливается процесс преобразования, суть которого в восхождении к прообразу. Видов подобного состояния можно выявить достаточно много: внутренние навязчивые образы, образы-страхи, образы-желания. А с другой стороны — образы, перешедшие в изображения, ставшие картинками и существующие в общественном пространстве. Последний аспект открывает другую важную проблему, а именно проблему политики общества в отношении образов. Её основными противоборствующими тенденциями являются иконоборчество и иконопочитание во всех исторических вариациях.

Обратимся к классификации образов, предложенной Мари-Жозе Мондзен, которая выделяет три, как она называет, «полюса производства образа и рефлексии над иконичностью»: знак, символ и идол. Данные полюса отражают различия в воображаемой связи предмета с невидимым [7, с. 245]. Одна и та же вещь может быть отнесена к любому из них — в зависимости от целей, с какими её используют.

Понимание образа как знака — это стратегия иконоборцев. Образ-знак характеризуется неполнотой, нехваткой, разрывом, незавершенностью. Искусство, производящее знаки, Мондзен называет «меланхолическим»: знаки несут пустоту, в которой человек отделяется от имманентных смыслов. Поэтому всё здесь подвергается сомнению, включая саму истину. Абсурдность, бессмыслица — вот что стоит за образом-знаком. Мондзен относит сюда дадаизм, абстрактный экспрессионизм, «ар брют» и другие подобные течения современного искусства. На уровне политики образ-знак — это власть, отделённая от церкви (если брать борьбу византийских императоров-иконоборцев с иконопочитанием) [7, с. 246, 247].

Образ, ставший символом — это стратегия иконопочитателей. Здесь вместо меланхолии художниками движет ностальгия — есть нечто утраченное и его нужно обрести. Символ — это место, откуда можно начать возвращение от видимого к невидимому. Именно в символе открывается подлинная посредническая роль образа. Здесь образ служит истине, является проводником к ней. Мондзен относит сюда всё лучшее, что было создано живописью, от Микеланджело до Малевича. Эти художники — борцы за подлинную видимость, защищавшие её от идолопоклонства. Иконопочитание в узком смысле — это политика церкви в отношении образа, иконократия, которая задаёт режим правильного функционирования образа в обществе [7, с. 247–250].

Наконец, образ может стать идолом. Идол-образ с точки зрения своей чистой, голой материальности, который говорит на языке тела и удовольствия. «Идол — пишет Мондзен, — не что иное, как участь образа, на время подхваченного течением страсти» [7, с. 245].

Застревание человека происходит именно в образе-идоле. Его главная опасность в том, что идол размыкает взаимоотношения невидимого и видимого, которые осуществляются в образе-символе. Образ, ставший идолом, препятствует взаимодействию между видимым и невидимым, исключает возможность разображения. Вероятно, нет другого способа борьбы с идолом, кроме того, который использовал монах, созерцавший труп вождельённой женщины: он произвёл своего рода насильственное разображение.

Очевидно, что сегодня одним из главных идолопоклоннических пространств выступает сетевой мир, в котором сосредоточе-

ны такие практики, как кино, фотография, реклама, социальные сети и др. Это пространство в наибольшей степени способствует застреванию человека в образе. Ж. Е. Вавилова выделяет такую черту современного человека, как виртуальная удовлетворённость. По мнению автора, проявление данной черты активизируется пространством интернета и происходит прежде всего посредством визуализации образа. В Сети «...сенсорное выходит на эпистемический уровень: подразумевается, что то, что визуализируется, — истинно, т. е., с одной стороны, визуальное симулирует, с другой — выдаётся за истинное и воспринимается как истинное» [1, с. 135]. Выдавать себя за истинное и способствовать восприятию себя как истинного — это и есть одно из главных свойств идола, которое «обеспечивает» человеку виртуальную удовлетворённость.

Описанные модификации образа — знак, символ и идол — представляют собой именно виртуальную реальность, сам же образ — реальность константную (с точки зрения подхода виртуалистики). Данные модификации отвечают, в той или иной степени, тем свойствам виртуальной реальности, которые были предложены Н. А. Носовым: порождённость, актуальность, автономность и интерактивность [8, с. 33]. Знак, символ и идол порождены образом, они существуют «здесь и теперь» только пока активен сам образ. Они автономны в том смысле, что задают для человека особые способы жизни и действия (символ, например, задаёт иной режим жизни, чем идол). Наконец, эти три модуса образа могут, вероятно, взаимодействовать как самостоятельные реальности с другими реальностями.

Данные три проекции образа имеют, условно говоря, внешний характер. Дополним их четвёртой — внутренней, которую можно назвать самообразом. Самообраз — это проекция человека себя на самого себя. Согласно виртуалистскому подходу, данный вид образа порождается собой человека. Как определяет Н. А. Носов: *собь* — виртуальная реальность, посредством которой человек в процессе своего развития самоидентифицируется [8]. *Собь* отражает человека на определённом этапе его развития, а также его представление о себе самом. *Собь* имеет отношение к самости человека, благодаря которой он производит образы самого себя на телесном, психическом, интеллектуальном и других уровнях —

как результаты собственного развития, перехода с одного уровня на другой. Думается, собь имеет непосредственное отношение к разворачиванию вещей из универсальной человеческой формы, о которой говорит Николай Кузанский: ведь вещи внешнего мира являются в определённом смысле отражением самого человека.

Собь устанавливает и поддерживает в человеке отношения невидимого и видимого, давая ему возможность видеть себя самого, создавать собственный образ. Самообраз находится внутри человека, хотя, конечно, на его формирование решающее влияние оказывают порой внешний мир, другие люди. Здесь можно вспомнить пример М. А. Пронина с энурезом у девятилетнего мальчика, который был вылечен через перестройку образной системы [10, с. 70–83].

Самообраз в контексте нашего подхода следует понимать не только как видение человеком самого себя на определённом этапе развития. Самообраз, будучи разновидностью образа, является посредником, но не целью. Он действует в режиме «изображение — разображение», т. е. вводит человека в образ, а также выводит из него. Конечной целью такого процесса является достижения или приближение к прообразу, к той бесконечной форме, которая, согласно Николаю Кузанскому, является истоком всех образов. Для этого человеку необходимо освободиться от всех самообразов, от всех тех масок, личин, которые он носил и продолжает носить, от состояний виртуальной удовлетворённости, которые он испытывал на протяжении своей сетевой жизни (если понимать «сеть» широко — как ловушку для человека). Здесь можно вспомнить, что одно из значений слова «преображение» — смерть. Преобразиться значит умереть. А современный мир, во многом идолопоклоннический, пытается, так или иначе, уклониться от смерти (одной из тенденций данного процесса является культивирование молодости во всех её проявлениях).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образ является посредником в отношениях невидимого и видимого. В этом посредничестве выделяется три основных модуса образа — знак, символ и идол, представляющие собой виртуальную реальность, силовое поле, через которое проходит процесс воплощения и развоплощения, изображения и разображения. Че-

ловек видит вещи и самого себя с помощью образа, но важно не застревать в нём. Важно, как на уровне отдельного человека, так и общества в целом, не допускать превращение образа в идола — такую модификацию образа, которая поглощает человека. Важно осуществлять образ именно как символ, ведь только он в полной мере способен поддерживать полноценное взаимодействие невидимого и видимого. Идол же «закрывает» человека в самом себе, делая образ не средством, но целью, и тем самым прерывая основной процесс жизни — преображение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Вавилова Ж. Е.* Виртуальная удовлетворенность как симптом интерпассивности в современном обществе // *Society and Security Insights*. 2021. № 2. С. 132–140.
2. Древний Патерик. Киев : Киево-Печерская Успенская Ларва, 2008. 400 с.
3. *Жюльен Ф.* Великий образ не имеет формы, или Через живопись — к не-объекту. Москва : Ад Маргинем, 2014. 368 с.
4. *Кузанский Н.* Книги простеца / Николай Кузанский. Сочинения в 2-х т. Москва : Мысль, 1980. Т. 1. С. 359–461.
5. *Кузанский Н.* О видении Бога / Николай Кузанский. Сочинения в 2-х т. Москва : Мысль, 1980. Т. 2. С. 33–94.
6. *Кузанский Н.* О предположениях / Николай Кузанский. Сочинения в 2-х т. Москва : Мысль, 1980. Т. 1. С. 185–281.
7. *Мондзен Ж.-М.* Образ, икона, экономия. Византийские истоки современного вообразяемого. Москва : V-A-C Press, 2022. 328 с.
8. *Носов Н. А.* Виртуальная психология. Москва : Аграф, 2000. 432 с.
9. *Плотин.* О природе, созерцании и едином // *Космос и душа. Учения о вселенной и человеке в Античности и Средние века (исследования и переводы)*. Москва : Прогресс-Традиция, 2005. С. 497–515.
10. *Пронин М. А.* Виртуалистика в Институте человека РАН. Москва : ИФРАН, 2015. 179 с.
11. *Waldenfels B.* Phänomenologie der Aufmerksamkeit. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft. Frankfurt am Main, 2015. 304 p.

Georgiy V. Avdoshin

**THE INTERACTION OF THE VISIBLE
AND THE INVISIBLE IN THE FORCE FIELD OF IMAGE**

Georgiy V. Avdoshin, D. Sc. in Philosophy, assistant professor

E-mail: avdoshing@gmail.com

Kazan State Power Engineering University

The article deals with the problem of the image in the light of the Neoplatonic tradition, where the image appears as an intermediate stage between the realm of ideas and the world of things. The image is a medium in the relationship between the invisible principle and the visible world, it is thanks to it that things become visible: it leads to the visible, and also leads away from it. To understand the nature of the action of the image, to reveal the features of its force field, the classification of images proposed by Marie-Jose Mondzain is used: the sign, the symbol and the idol. In addition, such a mode of the image as a self-image is considered — in the perspective of the problem of man's ascent to the archetype.

Key words: image, representation, transformation, virtual reality, sob, sign, symbol, idol.

REFERENCES

1. Vavilova Zh. E. Virtual'naya udovletvorennost' kak simptom interpassivnosti v sovremennom obshchestve // Society and Security Insights. 2021. No 2. P. 132–140.

2. Drevnii Paterik. Kiev : Kiev-Pecherskaya Uspenskaya Larva, 2008. 400 p.

3. Zhyul'en F. Velikii obraz ne imeet formy, ili Cherez zhivopis' — k ne-ob"ektu. Moscow : Ad Marginem, 2014. 368 p.

4. Kuzanskii N. Knigi prostetsa / Nikolai Kuzanskii. Sochineniya v 2-kh t. Moscow : Mysl', 1980. T. 1. P. 359–461.

5. Kuzanskii N. O videnii Boga / Nikolai Kuzanskii. Sochineniya v 2-kh t. Moscow : Mysl', 1980. T. 2. P. 33–94.

6. Kuzanskii N. O predpolozheniyakh / Nikolai Kuzanskii. Sochineniya v 2-kh t. Moscow : Mysl', 1980. T. 1. P. 185–281.

7. Mondzen Zh.-M. Obraz, ikona, ekonomiya. Vizantiiskie istoki sovremennogo voobrazhaemogo. Moscow : V-A-C Press, 2022. 328 p.

8. Nosov N. A. Virtual'naya psikhologiya. Moscow : Agraf, 2000. 432 p.

9. Plotin. O prirode, sozertsanii i edinom // Kosmos i dusha. Ucheniya o vselennoi i cheloveke v Antichnosti i Srednie veka (issledovaniya i perevody). Moscow : Progress-Traditsiya, 2005. P. 497–515.

10. Pronin M. A. Virtualistika v Institute cheloveka RAN. Moscow : IFRAN, 2015. 179 p.

11. Waldenfels B. Phänomenologie der Aufmerksamkeit. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft. Frankfurt am Main, 2015. 304 p.

УДК 7.01:15

ББК 88.4

Искандарян Р. А.

КОНТРИНТУИТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ

Искандарян Рубен Александрович, кандидат биологических наук
E-mail: iskandaryan.ruben@gmail.com

Развитие виртуальной реальности и иммерсивного кинематографа сопровождается разнообразными эффектами взаимодействия человека с виртуальной средой. Некоторые из них интуитивно предсказуемы по аналогии с традиционными экранными медиа, в то время как другие оказываются контринтуитивными и неожиданными. В статье рассматриваются именно такие неочевидные эффекты новейших виртуальных практик. К ним относятся проблемы сопротивления психологическому влиянию виртуальной реальности, рисков и опасностей мира «реальной виртуальности», особенностей превращения виртуальной реальности в средство познания, а также виртуализации жизненного мира современных людей.

Ключевые слова: виртуальная реальность, безопасность, научное прогнозирование.

Развитие виртуальной реальности (ВР) и иммерсивного кинематографа сопровождается разнообразными эффектами взаимодействия человека с виртуальной средой. Некоторые из них интуитивно предсказуемы по аналогии с традиционными экранными медиа, в то время как другие оказываются контринтуитивными и неожиданными. В статье рассматриваются именно такие неоче-

видные эффекты новейших виртуальных практик. Они касаются последствий постоянно расширяющегося контакта с «реальной виртуальностью» со стороны отдельных пользователей и общества в целом. Осмысление сущности наблюдаемых при освоении VR явлений требует критического анализа интуитивных ожиданий относительно различных аспектов виртуальной деятельности, которые не всегда сбываются в полной мере даже вопреки самым смелым прогнозам.

К ПОСТАНОВКЕ ПРОБЛЕМЫ

Понятие «интуиция» (от латинского *intuitio* — созерцание) обозначает способность человека мгновенно проникать в смысл событий и ситуаций посредством бессознательного озарения. Развитие творческой интуиции лежит в основе профессионального мастерства режиссёров, драматургов и артистов. Часто интуитивно оценивают кинопроизведения и рядовые зрители. В основе интуитивного суждения лежит личный и творческий социальный опыт, который формируется в процессе обучения и развития.

С момента создания в 1952 году американцами Фредом Уоллером и Хазардом Ривзом «синерамы» — первой панорамной кинопроекционной установки с эффектом погружения зрителя в среду фильма, а также появления в 1957 году «сенсорамы» Мортон Хейлига, которая воспроизводила для единственного зрителя иммерсивный мультисенсорный контент [1], искусство VR рассматривается как родственное экранному киноискусству. В современных иммерсивных фильмах обнаруживаются все основные элементы киноязыка, идентифицированные в классических работах по выразительным средствам экранного кино (см., например, работу Юрия Лотмана 1973 г. «Семиотика кино и проблемы киноэстетики» [2]). Интуитивное предвидение влияния иммерсивного контента на эмоции, чувства, мышление, память, внимание и поведение зрителей лежит в основе творческих техник, которые VR частично заимствует у экранных медиа, а также классического театра и интерактивного перформанса.

В то же время, не вызывает сомнений, что иммерсивный кинематограф представляет собой вполне самостоятельный новаторский вид технического искусства. Его главное отличие от экранных медиа состоит в возможности создания достоверной стереоскопи-

ческой иллюзии присутствия в пространстве сцены во время погружения. Современная VR воспроизводит эгоцентрический зрительский опыт с задействованием всех естественных сенсорных модальностей: зрения, слуха, а иногда тактильного и кинестетического восприятия, запаха и вкуса [10]. С помощью современных нейрокомпьютерных средств человеко-машинного взаимодействия (майндмашин) стало возможным воспроизведение сцен в технике «дипфейк» [13] (от англ. deep fake — точная подделка), которые рассматриваются зрителем, как абсолютно реальные (зритель не может определить, где он находится: в физическом мире или в виртуальной реальности, что абсолютно недостижимо для традиционного кинематографа).

Таким образом, особенности иммерсивных медиа не позволяют проводить абсолютную аналогию с экранными искусствами и требуют создания новой методологии предвидения социально-психологических эффектов взаимодействия со зрителями. Первым шагом на этом пути может стать осмысление качественно новых явлений, которые проявляются в мире современных иммерсивных медиа.

В данной статье рассмотрены следующие ключевые проблемы:

- сопротивление психологическому влиянию VR;
- риски и опасности мира «реальной виртуальности»;
- особенности превращения VR в средство познания;
- виртуализация жизненного мира современных людей.

1. ПРОБЛЕМА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОМУ ВЛИЯНИЮ VR

С начала 1990-х годов развивается новое поколение иммерсивных медиа, которое основано на использовании сильного искусственного интеллекта и средств нейрокинематографа, формирующих достоверный виртуальный опыт и передающих сенсорную информацию непосредственно в нервную систему зрителей [10]. Это позволяет добиваться почти абсолютного реализма при воспроизведении виртуальных миров, которые в ряде случаев оказывают очень сильное психологическое воздействие на зрителей. В этих условиях приобретает новый смысл классическая этическая проблема защиты психологического суверенитета зрителя и разум-

ного ограничения (самоограничения) внешнего психологического воздействия на него.

Отмечено, что иммерсивный кинематограф имеет значительно более сильный потенциал влияния на психологическое состояние зрителей, чем любые экранные медиа. Сила этого воздействия позволяет режиссёрам и авторам контента эффективно добиваться своих целей, но одновременно создаёт риски психологическому и моральному благополучию аудитории. Мишенями психологического воздействия служат социальные установки и смысловые структуры личности зрителей, а также эмоции, воля, память, мышление, речь и другие психические функции. Ограничение и самоограничение психологического воздействия иммерсивного кино особенно актуальны в контексте проблемы так называемого подражательного поведения, которое в экстремальных случаях может приводить к криминальной агрессии. По распространённому мнению, ответственность за ограничение силы внешнего психологического воздействия на зрителя безусловно лежит на авторах контента. Кроме этого, зритель должен сохранять критическое отношение к демонстрируемому киноматериалу, безусловно контролируя своё поведение в физическом мире за пределами сеанса погружения и не допуская безрассудного копирования поведения персонажей из виртуального мира в физической действительности.

Канадский и американский психолог Альберт Бандура (1925–2021) одним из первых сделал вывод, что зрители могут буквально воспроизводить увиденное в кино [3]. Он обратил внимание на то, что дети в контролируемом эксперименте самопроизвольно копируют агрессивные действия, совершаемые персонажами на экране. Изучение случаев подражательного поведения видеоигроков и пользователей VR подтвердило справедливость социальной когнитивной теории Альберта Бандуры, которая положена в основу современной модели возрастных рейтинговых оценок фильмов, а также видеоигр и программ VR. Эта модель утверждает, что паспортный возраст лица коррелирует с его способностью критически оценивать демонстрируемый контент и контролировать своё поведение. Психологические исследования показали, что при прочих равных условиях зрители иммерсивного кино быстрее усваивают поведенческие, познавательные и мыслительные модели, чем зрители экранных медиа [9]. Ещё быстрее происходит обучение

при использовании нейрокинематографа [10], причём в этом случае воздействие осуществляется не столько на сознание, сколько на сферу бессознательного. Доказано, что контент ВР, показанный через современные средства человеко-машинного взаимодействия (шлемы ВР и нейроинтерфейсы), уже через 3–4 дня отражается в сновидениях зрителей [12]. Авторами этого исследования высказывается предположение, что подражательному поведению способствует активная позиция зрителя ВР, которая способствует быстрейшему закреплению новых процедурных знаний в процессе интерактивной симуляции.

Приведённые в литературе данные о подражательном поведении свидетельствуют о неожиданно высокой подверженности отдельных зрителей в любых возрастных категориях к внушению посредством демонстрации виртуального контента. Очевидно, режиссёры и авторы виртуальных программ должны учитывать гетерогенность зрительской аудитории по степени подверженности этому воздействию и предварительно испытывать любой контент на фокус-группах, особенно если программы ВР предназначены для массового показа.

Зритель иммерсивного кинопроизведения имеет безусловное право на защиту от психологических манипуляций. К сожалению, податливость аудитории к манипулятивным воздействиям создаёт поле для неэтичного и даже криминального манипулятивного использования иммерсивного кино. Это относится к незаконному продвижению идей и продуктов (*idea placement, product placement* — англ.).

В современном обществе явно не хватает осведомлённости массовой аудитории о методах такого манипулирования. Вопреки законодательному запрету в ряде стран мира (США, Китай, Индия, Россия, Европейский Союз и др.) практики изготовления виртуальных кинопроизведений для скрытого (необъявленного) показа через нейрокомпьютерные интерфейсы существуют. Для демонстрации таких пропагандистских иммерсивных фильмов может использоваться время естественного сна [6]. Такая скрытая пропаганда повсеместно запрещена законом (например, в России ответственность установлена ст. 137 УК РФ — «Нарушение неприкосновенности частной жизни»), однако фактически существует даже вопреки тотальному интернациональному запрету на нелегальный

оборот специальной техники для скрытого кинопоказа (в России эта техника входит в класс изделий с кодом ТН ВЭД 9019 10 900 9, разделы «Специальные технические средства для негласной идентификации личности» и «Специальные технические средства для негласной регистрации психофизиологических реакций человека»).

Подводя итог сказанному, отметим, что главным контринтуитивным (и к сожалению, часто неожиданным) социально-психологическим эффектом взаимодействия людей с миром ВР является высокая податливость воздействию при низкой критичности отношения к самой проблеме ограничения внешнего психологического воздействия. Эта проблема только частично регулируется действующим законодательством Российской Федерации (например, в части установления порядка выдачи прокатных удостоверений по Постановлению Правительства РФ от 27 февраля 2016 г. № 143 «Об утверждении Правил выдачи, отказа в выдаче и отзыва прокатного удостоверения на фильм и Правил ведения Государственного регистра фильмов», запрета скрытой недобросовестной рекламы и скрытого кинопоказа согласно норме Федерального закона от 13.03.2006 N 38-ФЗ (ред. от 28.04.2023) «О рекламе», см. также уже упомянутую выше ст. 137 УК РФ), и очень редко обсуждается в профессиональном сообществе авторов виртуального контента.

2. ПРОБЛЕМА ОПАСНОЙ ДИНАМИКИ МИРА «РЕАЛЬНОЙ ВИРТУАЛЬНОСТИ»

Современный исследователь из Германии Томас Метцингер в своей работе [6] ставит вопрос о регулировании мира «реальной виртуальности». Это мир, в котором физическая реальность и кинематографические синтетические миры сращиваются до такой степени, что становятся неразличимыми по последствиям происходящего: то что происходит в синтетических мирах имеет реальные последствия в физическом мире и наоборот.

Принципиальное мировоззренческое значение имеет непредсказуемость мира «реальной виртуальности». Законы физики, химии, биологии, психологии, антропологии, медицины и других фундаментальных наук относятся к физической реальности. Длительная эволюция естественнонаучного знания привела к дифференциации наук, которые выработали механизмы валидации на-

учного знания (например, критерий фальсифицируемости Карла Поппера). Однако нет никаких гарантий, что ранее разработанные механизмы и критерии познания будут применимы к миру «реальной виртуальности», который описывается скорее феноменологическими закономерностями, чем твёрдыми физическими законами [5]. Самое главное значение в новой картине мира имеет как раз фундаментальная непознаваемость, непредсказуемость мира «реальной виртуальности», невозможность его объяснения на основе исключительного синтеза естественнонаучного и гуманитарного знания. Очевидно, что эта проблема может быть разрешена за счёт привлечения методов философии, например, метафизики. Поэтому в современной печати часто упоминается метафизика виртуального [8], которая дополняет научную картину действительности.

Возможно, мир «реальной виртуальности» может быть адекватно описан на основе представлений современной симуляционной теории Ника Бострома [4], которая сводит сложные процессы в Природе (как в физическом мире, так и в различных синтетических мирах) к производству, обмену и преобразованию информации. Это позволяет включить в картину мира «реальной виртуальности» биологическую информацию в нервной системе человека и животных, а также различные возможные или потенциальные миры.

Если «реальная виртуальность» представляет собой синтез физического мира и различных симуляционных расширений, то человек должен нести этическую, моральную и юридическую ответственность за действия в таком сложно переплетённом мире. Это также означает острую потребность в этическом знании, которое должно обеспечивать защиту «реально-виртуальных» людей. Потребность в нём будет расширяться по мере внедрения постгуманистических практик, к которым относится когнитивное усиление человека (*cognitive enhancement* — англ.), расширение жизненного мира за счёт переноса существования в виртуальные миры (*living world extension* — англ.) и другие методы [11].

Контринтуитивными являются выводы о том, что человеку потребуются значительные усилия для адаптации к глобальному миру «реальной виртуальности». Для адаптации необходима не только этическая защита человека и новое этико-правовое регулирование, но и научно-обоснованная политика устойчивого развития нового виртуального мира. Конфликты, войны в виртуальном мире будут

сопровождаться актами криминальной агрессии в реальной физической действительности, и наоборот, войны в физическом мире будут неизбежно сопровождаться информационно-психологической виртуальной войной. В самом худшем случае, такой механизм взаимной эскалации «реально-виртуальных» конфликтов может отбросить человечество в каменный век, где не будет уже ни высокотехнологичного оружия, ни виртуальной реальности как таковой.

3. ПРОБЛЕМА ПРЕВРАЩЕНИЯ VR В СРЕДСТВО ПОЗНАНИЯ

Неожиданным и контринтуитивным последствием появления мира «реальной виртуальности» стало изменение роли самой технологии VR в науке и философии. Виртуальное моделирование стало средством получения новой информации, инструментом опережающего познания (эпистемологическим инструментом). Фактически многие объекты, явления и сущности стали доступными изучению только потому что они визуализируются в средах VR. В таком качестве виртуальная реальность применяется в космонавтике, авиационном и высокоскоростном железнодорожном транспорте, в медицине, инженерной психологии и других науках о человеке, в архитектурном проектировании и машиностроении. Проектируемые, ещё не существующие в физическом мире объекты визуализируются в виде виртуальных образов. Обучение операторов (машинистов, космонавтов, капитанов, пилотов, врачей, конструкторов и архитекторов) осуществляется на электронных макетах и репликах изделий, которые в цикле информационного моделирования признаются эквивалентами физических образцов.

В Российской Федерации работы в области виртуального моделирования с применением электронных иммерсивных сред выполняют:

— проектировщики метрополитенов и подземных многофункциональных объектов: Метрогипротранс (Москва), Ленметрогипротранс (Санкт-Петербург), Метропроект (Нижний Новгород), Архей (Межгорье);

— строительные организации: Мосинжпроект, Трансинжстрой, Метрострой (Москва), Метрострой Северной Столицы и российский филиал международной компании Hochtief (Санкт-Петербург).

Работы в области виртуального проектирования городской среды выполняют Институт Генплана Москвы и Мирпроект (Москва), Неолант (Железногорск), а также другие лицензированные организации.

На основе новейших информационных виртуальных решений осуществляется управление перспективным развитием Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Ярославля, Твери, Ростова-на-Дону, Краснодара, Казани, Новосибирска и других городов, где образ актуального будущего создаётся средствами электронно-го виртуального проектирования.

Контринтуитивным последствием происходящих перемен служит очевидно возрастающая зависимость людей от средств виртуального моделирования. Остро встают вопросы о надёжности алгоритмов динамического моделирования и соответствии виртуальных двойников будущим оригиналам в физическом мире. При этом жизненный цикл будущих изделий в физическом мире (космические корабли, самолёты, суда, поезда, здания и сооружения, машины и пр.) критически зависит от данных виртуального моделирования, куда вносятся минимальные изменения по результатам натуральных испытаний. Очевидно, что ошибки в виртуальном моделировании будут приводить к когнитивным искажениям [7]. Все должны понимать, что виртуальные модели — это приближение к физическому миру, и требуется дополнительная верификация данных моделирования перед практическим использованием несмотря на высокий реализм и кажущуюся достоверность.

4. ВИРТУАЛИЗАЦИЯ ЖИЗНЕННОГО МИРА СОВРЕМЕННЫХ ЛЮДЕЙ

Понятие о жизненном мире было предложено австрийским и немецким философом Эдмундом Гуссерлем и в дальнейшем развито при участии немецкого философа Мартина Хайдеггера [15]. Под «жизненным миром» подразумевается мир повседневной жизни, который служит основой для любого познания, в том числе, научного. Поскольку виртуальная реальность становится эпистемологическим инструментом и опосредует познание (по крайней мере в тот момент, когда человек находится во время погружения в виртуальной реальности), закономерно возникает вопрос о виртуализации жизненного мира людей.

Неожиданным следствием широкого внедрения VR в разные области творчества и практической деятельности людей является развитие человека в мире «вторичных симуляций», которые представляют феноменальные миры, наполненные репликами реальных объектов [14]. Современный человек обо многих явлениях и предметах судит по образам, взятым из медиа: литературы и периодической печати, фильмов и телевидения. Замещение мира действительности его виртуальным аналогом представляет беспрецедентное испытание для современных людей. Никогда раньше в истории человечества люди не контактировали с виртуальной реальностью так близко, как это происходит на современном этапе развития иммерсивных медиа.

Парадоксальным результатом преобразования жизненного мира современных людей является широкое включение виртуальных практик в быт современных людей. VR изначально развивалась как вид киноискусства, предназначенного для демонстрации художественных, обучающих и служебных произведений с целью достижения задуманных авторами и режиссёрами эффектов. Однако в современном мире происходит сращивание кинематографических и естественных виртуальных реальностей в единую метареальность, мир «реальной виртуальности», где сами конечные пользователи определяют порядок деятельности в условиях виртуального мира. Разумеется, этот эффект массово не отмечался в эпоху экранных медиа (может быть, он в определённой и очень небольшой степени охватил людей, которые начали пользоваться сервисами видеохостинга и аналогичными).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успех жизни и творчества в новом виртуальном мире будет зависеть от того, насколько пользователи VR, авторы контента и организаторы виртуального кинопроизводства будут понимать силу воздействия VR на человека. Контринтуитивные эффекты виртуализации жизни человека и общества стали неожиданными для тех, кто пытается проводить аналогию между традиционными и иммерсивными медиа. Но они не будут удивительными, неожиданными и мало предсказуемыми для тех исследователей, кто знает, что у иммерсивных медиа своя смыслообразующая основа и свои принципы воздействия на пользовательскую аудиторию.

Понимание этих принципов и составляет задачу новой науки об иммерсивном кино.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Голдовский Е. М.* Очерк истории кинопроекторной техники. Москва : Искусство, 1969. 224 с.
2. *Лотман Ю. М.* Семиотика кино и проблемы киноэстетики. Таллин : Ээсти рамаат, 1973. 135 с.
3. *Bandura A.* Social foundations of thought and action: a social cognitive theory. Englewood Cliffs N. J. : Prentice-Hall, 1986. 617 p.
4. *Bostrom N.* Are we living in a computer simulation? // The philosophical quarterly. 2003. Vol. 53. No 211. P. 243–255.
5. *Chalmers D. J.* Reality+: Virtual worlds and the problems of philosophy. Penguin UK, 2022. 544 p.
6. *Constantine A.* Virtual government: CIA mind control operations in America. Feral House, 2014. 320 p.
7. *Habgood-Coote J.* Deepfakes and the epistemic apocalypse // Synthese. 2023. Vol. 201. No 3. P. 1–23.
8. *Heim M.* The metaphysics of virtual reality. Oxford: Oxford University Press, 1993. 208 p.
9. *Madary M., Metzinger T. K.* Real virtuality: A code of ethical conduct. Recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology // Frontiers in Robotics and AI. 2016. P. 1–23.
10. *Nam C. S., Nijholt A., Lotte F.* Braincomputer interfaces handbook: technological and theoretical advances. CRC Press, 2018. 814 p.
11. *Nayar P. K.* Posthumanism. John Wiley & Sons, 2018. 183 p.
12. *Picard-Deland C.* et al. Flying dreams stimulated by an immersive virtual reality task // Consciousness and Cognition. 2020. Vol. 83. P. 1–29.
13. *Pierini F.* Deepfakes and depiction: from evidence to communication //Synthese. 2023. Vol. 201. No 3. P. 1–29.
14. *Ramirez E. J.* The ethics of virtual and augmented reality: Building worlds. Routledge, 2021. 216 p.
15. *Zahavi D.* The Oxford handbook of contemporary phenomenology. Oxford: Oxford University Press, 2012. 640 p.

Ruben A. Iskandaryan

COUNTER-INTUITIVE EFFECTS OF INTERACTION WITH VIRTUAL REALITY

Ruben A. Iskandaryan, Ph. D.

E-mail: iskandaryan.ruben@gmail.com

The development of virtual reality (VR) and immersive cinema is accompanied by various effects of human interaction with the virtual environment. Some of them are intuitively predictable in a way similar to traditional screen media, while others turn out to be counterintuitive and completely unexpected. The report examines just such nonobvious effects of the latest virtual practices. These include the problems of resistance to the psychological influence of VR, the risks and dangers of the world of “real virtuality”, the peculiarities of the transformation of VR into a means of cognition, as well as the virtualization of the life world of modern people.

Key words: Virtual reality, safety, scientific forecasting.

REFERENCES

1. Goldovskii E. M. Ocherk istorii kinoproeksionnoi tekhniki. Moscow : Iskusstvo, 1969. 224 p.
2. Lotman Yu. M. Semiotika kino i problemy kinoestetiki. Tallin : Eesti ramaat, 1973. 135 p.
3. Bandura A. Social foundations of thought and action: a social cognitive theory. Englewood Cliffs N. J. : Prentice-Hall, 1986. 617 p.
4. Bostrom N. Are we living in a computer simulation? // The philosophical quarterly. 2003. Vol. 53. No 211. P. 243–255.
5. Chalmers D. J. Reality+: Virtual worlds and the problems of philosophy. Penguin UK, 2022. 544 p.
6. Constantine A. Virtual government: CIA mind control operations in America. Feral House, 2014. 320 p.
7. Habgood-Coote J. Deepfakes and the epistemic apocalypse // Synthese. 2023. Vol. 201. No 3. P. 1–23.
8. Heim M. The metaphysics of virtual reality. Oxford: Oxford University Press, 1993. 208 p.
9. Madary M., Metzinger T. K. Real virtuality: A code of ethical conduct. Recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology // Frontiers in Robotics and AI. 2016. P. 1–23.

10. Nam C. S., Nijholt A., Lotte F. Braincomputer interfaces handbook: technological and theoretical advances. CRC Press, 2018. 814 p.

11. Nayar P. K. Posthumanism. John Wiley & Sons, 2018. 183 p.

12. Picard-Deland C. et al. Flying dreams stimulated by an immersive virtual reality task // *Consciousness and Cognition*. 2020. Vol. 83. P. 1–29.

13. Pierini F. Deepfakes and depiction: from evidence to communication /*Synthese*. 2023. Vol. 201. No 3. P. 1–29.

14. Ramirez E. J. The ethics of virtual and augmented reality: Building worlds. Routledge, 2021. 216 p.

15. Zahavi D. The Oxford handbook of contemporary phenomenology. Oxford: Oxford University Press, 2012. 640 p.

УДК 004.946

ББК 32.973

Королёв А. Д.

ИМЕНА, БАЛЛЫ, ЧИСЛА. ЧТО ДАЛЬШЕ?

Королёв Андрей Дмитриевич, кандидат философских наук

E-mail: korolev7772008@yandex.ru

Институт философии Российской академии наук

В данной работе число рассматривается как виртуальная реальность, полученная при взаимодействии двух порождающих реальностей. Показано принципиальное отличие чисел от имён и баллов, полученных в результате работы экспертов. Доказано, что неразличение имён, баллов и чисел неизбежно ведёт к мировому финансовому кризису. Рассматриваются взгляды Клауса Шваба о выходе из этого кризиса и предлагается собственное решение проблемы.

Ключевые слова: число как виртуальная реальность, шкала наименований, шкала порядка, интервальная шкала, мировой финансовый кризис.

Пятого июля 1971 года легендарный Джон Леннон закончил работу над песней «Imagine» («Представь себе»). Песня многозначна, имеет несколько интерпретаций. Недаром до сих пор её исполняют при открытии Олимпиад в разных странах: летняя олимпиада 1996 года в Атланте, США; зимняя олимпиада 2006 года в Турине, Италия; зимняя олимпиада 2018 года в Пхенчхане, Южная Корея; летняя олимпиада 2020 года в Токио, Япония. А также при закрытии летней олимпиады 2012 года в Лондоне, Великобритания и открытии Первых в истории Европейских олимпийских игр 2015 года в Баку, Азербайджан.

Интересен факт, что символом победы над коммунизмом становится Коммунистический манифест Джона Леннона (он сам назвал свою песню «Imagine» Коммунистическим манифестом). Даже ярые антикоммунисты, организаторы майдана на Украине 2014 года очень любили исполнять эту песню перед бойцами «Беркута».

Для нас имеет значение то, что в этой песне Джон Леннон предложил представить мир, в котором нет границ между раем и адом, нет границ между странами, нет границ между религиями, между богатыми и бедными людьми. Уже 15 августа того же 1971 года президент США Ричард Никсон, отменив «золотой стандарт» американского доллара, предложил стереть границу между именами и числами. Так началась новая эпоха в истории человечества.

Строго говоря, президент США не был первым. Ещё Пифагор не делал различия между именами и числами. «Пифагор понимал числа как “живые существа”, формы, живущие в мире мыслей, поэтому он, Фалес и другие ввели доказательства как обоснование операций над мыслями (числовыми формами), а не телами. Открытие объективного мира чисел обеспечило расцвет греческой, а затем всей западной цивилизации» [1, с. 10].

На наш взгляд числа не могут быть «живыми существами» по определению, ибо числа — это дроби, в числителе которых лежит то, что мы измеряем, а в знаменателе находятся материальные (чаще всего вещественные) тела, которые мы договорились считать единицами измерения. Другими словами, арифметические правила работают только там, где есть интервальная шкала измерения. В рассуждениях Пифагора такой шкалы нет, это означает, что результаты арифметических правил (сложение, вычитание, умножение и деление) лишены всякого смысла. Только нумерология и подобные учения могут понять смысл операций с именами.

Приведу очень простой пример. На борту такси написано «812», на другой машине написано «305». Мы можем сложить данные числа, получим «1117», можно вычесть из первого числа второе, получим «507». Что означают подобные результаты арифметических правил — понять трудно, лучше сказать, невозможно, потому что в данном случае 812 и 305 не являются числами, а являются именами, которые нельзя складывать, вычитать, делить и умножать.

Как же существует мировая экономика в отсутствии вещественных единиц измерения денег? Вместо чисел эксперты приписывают товарам и услугам баллы. Нечто подобное существует в фигурном катании, каждый элемент программы фигуриста оценивается тем или иным баллом. Со временем правила оценки меняются, автоматически меняются баллы. Главное, чтобы была устная договорённость между судьями (экспертами), которая со временем оформляется письменно. Чаще всего на следующий сезон нужна новая договорённость и новые правила.

Продемонстрируем на конкретном примере, как работает подобная система оценивания в экономике. Эксперты заранее объявляют один из сортов нефти маркерным и оценивают его. Цены на другие сорта нефти задаются относительно этого маркерного сорта. Далее оцениваются доставка в порт назначения, доставка из порта до места потребления нефти, страховка и многое другое. При этом ежедневно меняются курсы валют, после введения санкций российскую нефть доставляют не в Европу, а в Индию, Китай и другие восточные страны. Это совершенно другие расстояния, а значит другие цены за транспортировку нефти. Эксперты не успевают следить за потоком изменений в торговле, автоматически возникает структурная инфляция.

При строительстве здания стоимость строительных материалов меняется чуть ли не каждый день. Ясно, что здание получится в несколько раз дороже, чем было заложено в первоначальной смете до начала строительства. Люди называют подобные факты коррупцией и начинают с ней бороться. На самом деле, это неизбежное следствие перехода от чисел к баллам, которые зависят от оценщиков и менял. Понятно, что данный абсурд бесконечно долго продолжаться не может. Первые признаки краха уже проявили себя во время мировых кризисов 1997–1999 годов и 2008 года.

Сегодня страны мира должны 305 триллионов долларов США, 53 страны не могут обслуживать долг и находятся на грани дефолта. В 2022 году дефолт уже произошёл в Шри-Ланке. На очереди Пакистан и ряд других стран.

Отказ от чисел, в которых единицами измерения являются материальные тела, в пользу названий этих чисел приводит к тому, что решение проблем откладывается на будущее. «Дырки» в экономике заливают печатанием денег или новыми записями в компью-

терах. Роль денег в мировой экономике постоянно уменьшается, а роль устных договорённостей постоянно растёт. Не будем забывать о том, что в искусстве устных договорённостей криминальные структуры дадут фору любым государственным структурам. Именно поэтому доверие людей к последним постоянно падает. Тридцать ведущих банков планеты уже договорились между собой, кого нужно спасать, а кто уходит в небытие.

Подведём промежуточный итог. Производство имён происходит произвольно, полностью зависит от сознания людей, в этой области можно использовать только шкалу наименований. Баллы зависят от экспертов, в этом случае можно использовать шкалу порядка. Например, в фигурном катании судьи определяют, кто из спортсменов какое место занял. Кредитные рейтинговые агентства Fitch Ratings, Moody's, Standard & Poor's и другие распределяют места между банками по критерию надёжности. Также, в зависимости от суммы набранных баллов распределяют места между вузами как внутри страны, так и во всём мире. Чтобы получить «зачёт» студенту нужно набрать определённое количество баллов и закрыть, завершить модули. Так работает виртуальная обучающая среда «Moodle». Понимает ли студент пройденный материал — это мало кого интересует.

На Московском экономическом форуме в апреле 2023 года экономисты продолжали спорить о том, что может заменить «золотой стандарт»: килограмм хлеба, литр бензина, кВт×час электроэнергии, Bitcoin, Qiwi, Litecoin, Ethereum, Ethereum Classic, Advanced Cash, Stellar, Tron, Monero, Dash, Dogecoin, Zcash, другие электронные валюты или единицы веса какого-либо вещества. Пришли к выводу, что мировой финансовый кризис неизбежен, потому что «золотой стандарт» невозможно заменить, а возвращаться к нему пока не собираются. Поэтому задача, стоящая перед экономистами России, — максимально смягчить для нашей страны последствия будущего мирового финансового кризиса.

На наш взгляд, таким смягчением, бесспорно, является переход на локальные валюты, которые действуют на ограниченной территории (область, посёлок, предприятие) и обеспечены ресурсами данной территории. Например, в Башкирии в качестве локальной валюты можно использовать пищевую соду. Она не портится, нужна в хозяйстве и медицине, её запасы очень легко контролировать, а вес соды никак не зависит от сознания людей.

Числа, как виртуальная реальность, появляются только при столкновении порождающих реальностей. Никакая порождающая реальность не может создать число, если эта реальность не столкнётся с принципиально другой порождающей реальностью, в данном случае с физическим веществом, которое мы принимаем за единицу измерения и которое не зависит от сознания человека.

Переход к интервальной шкале измерения, иными словами, к числам, неизбежен, ибо использование баллов, шкал порядка и наименований привело к потере энтузиазма как у элиты, так и у простых граждан. Так называемые эксперты, определяющие весовые категории различных баллов, разрушили демократию. Экспертов никто не выбирал, тем не менее, решения принимают они, а не выборные органы. Не будем забывать, как эксперты Всемирной организации здравоохранения 11 марта 2020 года поставили на колени малый и средний бизнес всех стран мира. Политики были беспомощны что-либо предпринять, кроме печатания денег, т. е. перекладывания проблем на будущее время.

Эксперты разрушили конкуренцию, так как теперь максимальную прибыль получают не те, кто лучше, быстрее и качественнее работает, а те, кто раньше всех узнает новые весовые категории баллов. Например, максимальную прибыль получили не те, кто лучше всех работал в России в 1998 году, а те, кто узнал о дефолте до понедельника 17 августа 1998 года и успел скупить максимальное количество долларов. 16 августа 1998 года доллар стоил 6,8 руб., 17 августа в России объявили дефолт, доллар стал стремительно расти, 1 января 1999 года он уже стоил 22 рубля. Удары по демократии и конкуренции привели к резкому падению энтузиазма как у масс, так и у элиты, ибо трудовые усилия мало влияют на прибыль, а стабильность, при которой элиты сохраняют своё место, стремительно исчезает.

В 1971 году Джон Леннон предложил отказаться от экономики владений, чтобы на Земле не было богатых и бедных, все были сытыми, счастливыми, чувствовали себя братьями. В 2017 году Клаус Шваб, основатель и президент Всемирного экономического форума в Женеве, Швейцария, предложил перейти от экономики владений к экономике совместного потребления [2]. Например, крупнейшие в стране и мире продавцы розничных товаров (Озон и Amazon) не имеют во владении ни одного магазина. Поставщики гостиничных

номеров (Ostrovok.ru, OneTwoTrip, Airbnb) не имеют во владении ни одного отеля. Работа с Яндекс Go позволяет многим предприятиям обходиться без собственного автопарка и т. д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Что остаётся во владении простых людей мира, где имена и баллы заменили числа? Во владении простого человека остаётся его собственное тело. Покушаться на него даже Джон Леннон не решился. Зато решился Клаус Шваб. «Сегодня исследователи платят всего 1 тыс. долл. за секвенирование генома человека специализированным лабораториям» [2, с. 193]. Это означает, что можно изменить ДНК человеческих эмбрионов, чтобы снизить количество генетических заболеваний и увеличить продолжительность жизни. Также нейротехнологии стирают границы между человеком и машиной, что облегчает решение психических проблем и улучшает показатели высших психических функций человека, например, объём памяти, концентрацию внимания или коэффициент интеллекта IQ.

Все эти и многие другие проекты исходят из гипотезы, что порождающая реальность создаст новую виртуальную реальность, в которой существующие проблемы будут решены. Мы же исходим из другой гипотезы, которая гласит, что новая виртуальная реальность может возникнуть только при столкновении порождающих реальностей, одна из которых должна быть константной и не зависеть от желаний человека. Раньше такой константной реальностью, независимой от человека, было золото. Теперь мы предлагаем вместо золота сделать человеческое тело константной реальностью, способной породить новые числа вместо имён и баллов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Малинецкий Г. Г., Войцехович В. Э., Вольнов И. Н., Колесников А. В., Скиба И. Р., Сороко Э. М.* Красота и гармония в цифровую эпоху: Математика — искусство — искусственный интеллект. Будущее и гуманитарно-технологическая революция. Москва : ЛЕ-НАНД, 2021. 240 с.

2. *Шваб К.* Четвёртая промышленная революция / пер. с англ. Москва : Эксмо, 2022. 208 с.

Andrey D. Korolev

NAMES, SCORES, NUMBERS. WHAT'S NEXT?

Andrey D. Korolev, PhD (Philosophy)

E-mail: korolev7772008@yandex.ru

The Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences

In this paper, the number is considered as a virtual reality obtained by the interaction of two generating realities. The fundamental difference between numbers and names and scores obtained as a result of the work of experts is shown. It is proved that the non-discrimination of names, scores and numbers inevitably leads to a global financial crisis. The views of Klaus Schwab on the way out of this crisis are considered and their own solution to the problem is proposed.

Key words: number as virtual reality, scale of names, scale of order, interval scale, global financial crisis.

REFERENCES

1. Malinetskii G. G., Voitsekhovich V. E., Vol'nov I. N., Kolesnikov A. V., Skiba I. R., Soroko E. M. Krasota i harmoniya v tsifrovuyu epokhu: Matematika — iskusstvo — iskusstvennyi intellekt. Budushchee i gumanitarno-tehnologicheskaya revolyutsiya. Moscow : LENAND, 2021. 240 p.
2. Shvab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya / per. s angl. Moscow : Eksmo, 2022. 208 p.

УДК 1Ф «20»

ББК 87.3(2)

Фалько В. И.

НЕРАЗЛИЧИМОСТЬ КАК СВОЙСТВО ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И НЕРАЗДЕЛЬНО- НЕСЛИТНОЕ ЕДИНСТВО В ДУХОВНОМ БЫТИИ

Фалько Владимир Иванович, кандидат философских наук, доцент
E-mail: vfalco@yandex.ru

Мытищинский филиал Московского государственного
технического университета имени Н. Э. Баумана

Одним из свойств виртуальной реальности является феномен неразличения в виртуалистике. Присущее виртуалу неразличение реальных событий и их виртуальных образов может быть не только источником ошибок субъекта, но и озарений как созерцания истины. Виртуальный образ являет полное совпадение знания и его предмета, репрезентируя или замещая его. Распознавать подлинное или иллюзорное их совпадение способен разум, дарованный человеку Абсолютом и соотносящий образ и предмет в константной реальности. Абсолют, обладающий единством трансцендентного и имманентного бытия, наделяет человека способностью не терять себя, пребывая в виртуале, овладевать виртуальной реальностью, воплощать виртуальные образы в новой константной реальности. В духовном общении с Абсолютом человек обретает опыт неслиянно-нераздельного синергийного единения, воплощающегося в виртуальном образе. Виртуальность существует не только во внутреннем мире человека, но и в его творениях, субъективируемой природе и других воплощениях. Свойство неразличимости обнаруживается в различных видах виртуальной реальности, очеловечиваемых в полионтичном мире, и может служить её критериальным признаком. Главный источник виртуальной

реальности — духовный уровень бытия, Абсолют. Духовная реальность становится предметом познания на основе опыта общения человека с Абсолютом, другими людьми, самим собой и предметным миром.

Ключевые слова: виртуальная реальность, неразличимость, Абсолют, духовное бытие, синергичное общение, артея.

ВВЕДЕНИЕ

В литературе по проблемам виртуальной реальности (ВР) встречаются разнообразные толкования этого термина и различные парадигмальные подходы к исследованию соответствующих реалий. При этом трудно найти парадигму, которая могла бы концептуально объединить многообразие видов ВР.

Представляется перспективным парадигмальный подход виртуалистики, основателями которого являются Н. А. Носов и О. И. Генисаретский. Это направление концептуально связывает ВР с человеком и основано на полионтичном подходе, что позволяет определить ряд существенных свойств ВР и объять широкое поле её предметных областей, не ограничиваясь естественными видами виртуальности, которые составляют основной объект виртуальной психологии.

Н. А. Носов характеризовал виртуалистику как подход, релевантный современному (постнеклассическому) типу научной рациональности и российской цивилизации. Виртуалистика не является редукционистской, т. е. не сводит сложную природу человека к низшим уровням организации или к абсолютной, как религиозно-философские учения [7]. Виртуальная психология занимается изучением отражения в психике психических же образований. Входит ли сюда духовный уровень бытия и сознания, абсолют как предельная реальность? Обращаясь к понятиям внешнего, внутреннего и совершенного человека, удвоения реальности воли человека, «различающего самого себя как принадлежащего и константной реальности собственной жизни, и трансцендентной реальности» [6, с. 21], на этот вопрос можно дать положительный ответ. Не означает ли это редукцию духовности к психологии? Или Абсолют не есть предельная реальность, а запредельная, недоступная познанию? Налицо проблемная ситуация в виртуальной парадигме, которая не может ограничиваться психологией.

Цели исследования:

1. Найти критериальный признак всех видов ВР, который соответствовал бы концептуальной основе понятия «виртуальный».

2. Соотнести трансцендентную реальность с виртуальной и константной в виртуалистической парадигме и найти пути познания духовного уровня бытия.

Методы: философские, виртуально-психологические, системно-синергичный и системно-диалогический подходы.

Источники: произведения создателей и разработчиков виртуалистики, классическая и современная философская и научная литература.

1. НЕРАЗЛИЧИМОСТЬ КАК КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПРИЗНАК ВР

Важным критериальным признаком ВР может быть обобщение свойственной различным её видам неразличимости, которое обнаруживается в «феноменах неразличения, атрибутивных природной виртуальности человека» [9, с. 88]. На феноменах неразличения основаны технологии виртуальной, дополненной и замещающей реальности (TVR), результаты и эффекты их использования, которые проявляются в неразличении своего и чужого тела и сознания [9, с. 82, 88]. Неразличение лежит в основе ошибочных действий человека-оператора, в частности, пилота [10, с. 18], и проявилось в открытом Н. А. Носовым и О. И. Генисаретским феномене виртуала [4]. Присущее виртуалу неразличение предмета и его образа может быть не только источником ошибок, но и озарений как ясного созерцания истины, являясь при этом лишь ступенью приближения к ней. Виртуальный образ являет неразличимость ясности и истины, которые, по меткому замечаю Н. Бора, дополнительно друг другу. Совпадение знания и его предмета репрезентирует или замещает его.

Неразличение предмета и образа, присущее виртуалу, переносится в новую константную реальность, закрепляя относительную истину, как соответствие знания предмета, и ошибки, как результат замещения виртуальным образом предмета. В наших знаниях закрепляются как концепты, содержащие схваченные познавательной активностью смыслы, так и представления, понятия, которые хранят в себе нераскрытые смыслы вещей и событий. Тем самым,

ВР из её актуального бытия в психике, существующей во времени, переходит во вневременное состояние в текстах и других видах памяти, нормах мышления, технологиях и т. д., становясь механизмами генерирования новой ВР. Объективирующая рефлексия над воплощёнными формами виртуальности, присущая западному типу мышления, именуется это актуализацией, и трактуемое таким образом остановленное инобытие ВР считает актуальным бытием, противостоящим виртуальному. Интерпретация этого, отчуждаемого от человека, инобытия ВР выражается в различных понятиях виртуальности, отличающихся от её понимания в парадигме виртуалистики, но также заключающих в себе признак неразличимости.

Осмысление запечатлённой ВР в средневековой христианской философии рождает понятие субстанциальной виртуальности, связывающей трансцендентное бытие Бога с его имманентным присутствием в тварном мире. Теоретическая рефлексия классической науки рождает понятия виртуальных перемещений как мнимых образов неподвижных возможных и действительных перемещений в теоретической механике. Неклассическая физика вырабатывает понятия виртуальных процессов и виртуальных частиц как принципиально ненаблюдаемых, т. е. не распознаваемых опытным путём, но объективно существующих объектов микромира. Технологическая мысль эпохи информационной революции вырабатывает понятие ВР как искусственно созданной компьютерными средствами реальности, имитирующей или симулирующей действительность. Постмодернизм, усматривая в виртуальности ирреальность симулякров и элиминацию создавшего их человека, замещение его и всего мира пустыми, неразличимыми знаками, преддрекает неоязыческий конец света в этом хаосе. А новейший техноцентризм, абсолютизируя неразличимость искусственного и естественного миров, говорит о ВР как вполне пригодной для жизни в ней человека и как гиперреальности, превосходящей природное бытие [13].

Виртуалистика не абсолютизирует реальность, и на её основе «возможно построение наук о человеке, а также вообще — об объектах, не существующих в абсолютном смысле, т. е. развивающихся, уникальных, временных и т. п. ... Виртуальная психология занимается изучением отражения в психике состояний психических же образований и психической регуляции психических процессов. Модель виртуальной психологии трёхуровневая: в образе

отражается то, что есть во внешнем мире, а в самообразе — то, что происходит в образе» [5, с. 9]. Такой полионтичный подход преодолевает редукционизм единством природы отражающих и отражаемых образований благодаря тому, что «психика рассматривается как сложное образование, т. е. включающее в себя разнородные реальности, не сводимые не только к непсихическим реальностям (например, физиологической или социологической), но и друг к другу» [6, с. 16].

И всё же онтологического различения виртуальной и константной реальности, не сводимых друг к другу, недостаточно для преодоления феномена неразличимости в виртуале. Н. А. Носов говорил об этом в интервью «Независимой газете»: «Наука в принципе такими вещами не занимается, так как относит их к уровню феноменов — произошло какое-то событие, феномен, надо найти его механизм. А на самом деле это *событие само несёт в себе механизм и имеет статус существования, это не феномен, не то, что происходит вследствие других причин*» (курсив автора. — В. Ф.)» [2, с. 315].

Современные процессы цифровизации, широкого внедрения TVR, конвергентных технологий, имеющих целью технологическое изменение человеческой природы, создают целый комплекс проблем виртуализации человека, расщепления на различные онтологические статусы, требующие различения нормальных и патологических онтологий его внутреннего пространства. Для решения этой проблемы антропосхизии (расщепления человека) виртуалистика разрабатывает методологические основы исчисления топологической антропологии (ИТА) [9]. Эта методология основана на принципах постнеклассического типа научной рациональности, включающей человека в знаниевое пространство в виде нераздельно-неслитного единства его онтологических статусов субъекта, средства и объекта самопознания и познания мира. Достижение этого высшего, не синкретического единства возможно во взаимном проникновении исчисляющих операций ИТА и духовно-психологических процедур аретей, использующих положительный аспект феномена неразличения в виртуале, о чём пойдёт речь во втором параграфе.

Включение человека в знаниевое пространство современного типа научной рациональности позволяет применить указанные

подходы виртуалистики к отчуждённым от человека видам виртуальности для их очеловечивания. Так, включая в контекст теоретической механики умозрительного наблюдателя, можно переосмыслить неподвижную схему виртуальных перемещений как воображаемые перемещения, принципиально неотличимые от движения и покоя. В математическом анализе может быть решена проблема предельного перехода, если переосмыслить актуальную бесконечно малую величину не как постоянную, а как виртуальную, т. е. умозрительно неотличимую от переменной и от нуля или иного числового значения предела. Соответствующее понятие гипердействительного числа может быть тоже определено как виртуальное, неотличимое от значений соседних величин на числовой оси. Виртуальный подход может указать пути разрешения парадоксов теории множеств и семантических парадоксов типа «Лжец», если признать, что неразличимость и взаимопереходы ложного и истинного значений самореферентного высказывания есть виртуальная неделимая единица мысли (или, иными словами, виртуальный циклический элемент мышления).

Неустранимость наблюдателя из современной науки, в отношении к которому рассматривается неразличимость как критериальный признак ВР, позволит интерпретировать виртуальные частицы в физике, искусственные и социально-культурные ВР и другие виды виртуальности.

Оформленная в концептах соответствующих онтологических типов и присущая соответствующим онтикам виртуальность позволяет раскрыть и такие свойства ВР, которые дополняют или конкретизируют известные свойства психологической ВР. Так, в интерактивном взаимодействии с константной реальностью, обладающей порождающей способностью, проявляется образующая способность ВР: виртуальный образ (не только психический, но также идеальный, материализованный в произведениях искусства, символический и т. д.) образует форму или способ бытия, признаки, контуры и константного состояния человека или объекта. В этой способности воплощается важный компонент сотворчества человека с Абсолютом. Сам человек обретает образ, т. е. образуется, в общении с людьми, миром, Богом. А незримая духовная реальность обретает образы, соприродные отчуждённым или очеловеченным видам ВР.

2. СИНЕРГИЙНОЕ ОБЩЕНИЕ КАК ПУТЬ ПОЗНАНИЯ ДУХОВНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Рассмотренное выше преодоление разделённости онтологических человек в сочетании операций методологии ИТА с процедурами аретеи, их отождествление, совмещение, есть совпадение образа и предмета в истине не только самопознания, но и познания мира. Здесь открываются возможности развития виртуалистики как современного сократического пути познания человеком себя и мира через общение с Богом в себе. Для этого требуется теоретическое осмысление и дальнейшая разработка аретеи как духовной практики общения психолога и клиента друг с другом и с Абсолютом как Богом.

Современные научные парадигмы, как правило, не допускают такого пути, закрывая возможности познания духовной реальности. А в теоретическом аппарате виртуалистики содержатся полионтично переходящие друг в друга понятия духа, Абсолюта как предельной реальности, Творца как самой первой константы, трансцендентной реальности и другие. Духовная реальность включается в процесс теоретического познания и практического освоения, будучи воплощённой в высших уровнях и стержне человеческой психики и культуры в константной реальности жизненного мира человека, в трансцендировании к Абсолюту и сопряжении с ним внутреннего мира совершенного человека. Определения этих терминов, их соотношение требуют дальнейшей теоретической проработки в философии, психологии и других областях знания в данном парадигмальном подходе и соотношения с другими парадигмами, включения в словарь виртуальных терминов, опираясь на труды Н. А. Носова.

В рамках виртуальной психологии Н. А. Носов говорил о виртуале в цитируемом выше интервью как о состоянии духа: «Это особое состояние духа существует у разных людей: святых, аскетов, йогов, спортсменов» [2, с. 317]. Эта характеристика виртуала содержит в себе и философский, интернаучный аспекты, косвенно сопряжена с религиозным, нравственным, художественным и другими аспектами духовной реальности. Заложение основ виртуалистики Н. А. Носовым в содружестве с О. И. Генисаретским, другими учёными и философами опиралось на осмысление Священного Писания, буддийских текстов и других религиозных источников,

изучение христианского опыта богопознания и восточных духовных практик.

Помню, как на конгрессе «Виртуалистика-2001», отвечая на мой вопрос о духовном, творческом аспекте виртуалов, Николай Александрович Носов отметил нереализованность его мечты о диалоге с ангелами и неосуществимость искомого им пути к трансцендентному духовному миру через восхождение по ступеням ВР, неизменно ведущего к новым константным реальностям в жизни человека. Он, к сожалению, не осуществил замыслов проникновения в предельную (или запредельную?) реальность Духа. Однако реализуемый виртуалистикой путь включает постижение, имманентное присутствие Абсолюта в теории и в прикладных областях.

Общение человека с Абсолютом может происходить сообразно восточным или христианским духовным практикам. Первые могут направляться на преодоление различий, в том числе между вещами внешнего мира и их психическими образами, а далее — на достижение слиянного единения с безличным Абсолютом, принадлежащим миру, полное растворение в нём. Вторые отличаются неслитно/нераздельным единением с личностным Богом, в результате которого достигается наивысшее прояснение сознания, обретение себя в Боге и Бога в себе. Именно в этом типе медитаций, соответствующем православной традиции синергийного общения человека с божественным миром, соработничества человека и Бога, ясность и истина не исключают и не просто дополняют друг друга, а совпадают, потому что исходят от Творца и воспринимаются высшими виртуальными уровнями совершенного человека. Здесь проявляется положительная сторона неразличимости = нераздельности образа высшей реальности Абсолюта и пребывания в ней, и важно распознать это событие в духовном созерцании и последующей рефлексии общения.

Православные практики духовного общения гораздо ближе к прикладной виртуалистике, чем буддийские или йогические психотехники и медитации созерцания мира изнутри. Аретя, основанная на общении, принципиально отличается и от практик психоанализа, заключающих в себе методы и алгоритмы коммуникативного обмена и субъект-объектных интерактивных взаимодействий. Вместе с тем, практика виртуалистики может включить

в себя преобразованные инварианты различных психотехник, не разрушающих её православные духовные основания.

Методологические основания теории и практики диалогического освоения мира и самопознания в виртуальной парадигме открывают пути к философскому и научному познанию духовной реальности. Дальнейшее развитие теории ВР представляется необходимым развить понятие Абсолюта как трансцендентного и имманентного миру Творца — «самую первую константу», его творящую роль: «На человеке происходит “замыкание” акта творения — одухотворение человека» [3, с. 50] и её соотношение с порождающей функцией константных реальностей, по отношению к ВР. Абсолют наделяет человека способностью не терять себя в виртуале и овладевать ВР, реализуя её образующую способность в новой константной реальности по образцу своего синергийного сотрудничества с Творцом.

Основой для дальнейшей разработки понятий, выражающих духовную реальность, является толкование Н. А. Носовыи «Шестоднева» Василия Великого. Важно органично вписать в полионтичную систему категорий и понятия трансцендентной реальности, предельной и запредельной реальностей, опираясь на единство и взаимопереходы трансценденции и имманенции как онтологических статусов Абсолюта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дальнейшем развитии виртуалистики как самостоятельного парадигмального подхода в науке и философии может быть полезным её взаимодействие с другими парадигмами. Это, в частности, системно-гармонический подход, основанный на теории глубинного общения Г. С. Батищева [1], выходящий на виртуальные психологические механизмы. Не стоит отвергать полностью и синергийную антропологию С. С. Хоружего и С. И. Генисаретского, преодолевая ошибочную трактовку ВР как недорода бытия [12]. Важна диалогика как логика общения и теория диалога культур, живая методология, используемая, в частности, для формирования коллективного интеллекта [8], концепция множественности систем мышления А. В. Смирнова [11] и другие подходы, разрабатываемые в отечественной философии и науке в последние десятилетия, а также некоторыми направлениями зарубежной мысли. При этом

важно сохранить главные идеи и принципы отечественной традиции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Батищев Г. С.* Введение в диалектику творчества. Санкт-Петербург : Изд-во РХГИ, 1997. 464 с.
2. *Ваганов А. Г.* Тотальная иллюзия реального пространства (Н. А. Носов) // Наука — это то, чего не может быть : сб. интервью учёных. Москва : Изд-во «Независимой газеты», 2016. С. 315–327.
3. *Носов Н. А.* Виртуальная психология. Москва : Аграф, 2000. 432 с.
4. *Носов Н. А., Генисаретский О. И.* Виртуальные состояния человека-оператора // Тр. ГосНИИГА. Авиационная эргономика и подготовка летного состава. Вып. 253. Москва, 1986. С. 147–155.
5. *Носов Н. А.* Не-виртуалистика (Современная философия психологии) // Труды лаборатории виртуалистики. Вып. 12. Москва : Изд-во «Гуманитарий» Академия гуманитарных исследований, 2001. 56 с.
6. *Носов Н. А.* Словарь виртуальных терминов // Труды лаборатории виртуалистики. Выпуск 7. Труды Центра профориентации. Москва : Путь, 2000. 69 с.
7. *Носов Н. А.* Три философии // Виртуалистика: экзистенциальные и эпистемологические аспекты. Москва : Прогресс-Традиция, 2004. С. 342–361.
8. *Пригожин А. И.* Цели и ценности: Новые методы работы с будущим: Философия и теория построения целей предпринимателей, организаций, социумов и новейшие методы поиска и формулирования целей разного масштаба. Москва : URSS, 2021. 440 с.
9. *Пронин М. А.* Αντροποσχίζια — антропосхизия: к исчислению топологической антропологии // Социальные и гуманитарные науки на Дальнем Востоке. 2019. Т. XVI. Вып. 3. С. 82–94.
10. *Пронин М. А.* Виртуалистика в Институте человека РАН. Москва : ИФРАН, 2015. 179 с.
11. *Смирнов А. В.* Процессуальная логика и ее обоснование // Вопросы философии. 2019. № 2. С. 5–17.
12. *Хоружий С. С.* Род или недород? Заметки к онтологии виртуальности // Вопросы философии. 1997. № 6. С. 53–68.

13. *Chalmers D. J. Reality +. Virtual Words and The Problems of Philosophy.* New York: W. W. Norton & Company, 2022. 520 p.

Vladimir I. Falco

INDISTIGIBILITY AS AN ATTRIBUTE OF VIRTUAL REALITY AND INSEPARABLE-UNDIFFERENTIATE UNITY IN SPIRITUAL BEING

Vladimir I. Falco, PhD (Philosophy), associated professor

E-mail: vfalco@yandex.ru

Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University

One of the properties of virtual reality is the phenomenon of indistinguishability in virtualistics. The indistinguishability of real events and their virtual images inherent in the virtual can be not only a source of errors of the subject, but also insights as a contemplation of the truth. A virtual image is a complete coincidence of knowledge and its subject, representing or replacing it. The mind, given to man by the Absolute and correlating the image and the object in constant reality, is capable of recognizing their true or illusory coincidence. The Absolute, which has the unity of transcendental and immanent being, endows a person with the ability not to lose himself, being in the virtual, to master virtual reality (VR), to embody virtual images in a new constant reality. In spiritual communication with the Absolute, a person gains the experience of an inseparable, inseparable synergistic unity, embodied in a virtual image. Virtuality exists not only in the inner world of a person, but also in his creations, subjectivized nature and other incarnations. The property of indistinguishability is found in various types of VR, humanized in the polyontic world, and can serve as its criterion feature. The main source of VR is the spiritual level of being, the Absolute. Spiritual reality becomes an object of knowledge based on the experience of a person's communication with the Absolute, other people, himself and the objective world.

Key words: virtual reality, indistinguishability, Absolute, spiritual being, synergetic communication, areteya.

REFERENCES

1. Batishchev G. S. *Vvedenie v dialektiku tvorchestva.* St. Petersburg : Izd-vo RKhGI, 1997. 464 p.
2. Vaganov A. G. Total'naya illyuziya real'nogo prostranstva (N. A. Nosov) // *Nauka — eto to, chego ne mozhet byt'* : sb. interv'yu uchenykh. Moscow : Izd-vo "Nezavisimoi gazety", 2016. P. 315–327.

3. Nosov N. A. Virtual'naya psikhologiya. Moscow : Agraf, 2000. 432 p.
4. Nosov N. A., Genisaretskii O. I. Virtual'nye sostoyaniya cheloveka-operatora // Tr. GosNIIGA. Aviatsionnaya ergonomika i podgotovka letnogo sostava. Vol. 253. Moscow, 1986. P. 147–155.
5. Nosov N. A. Ne-virtualistika (Sovremennaya filosofiya psikhologii) // Trudy laboratorii virtualistiki. Vol. 12. Moscow : Izd-vo "Gumanitarii" Akademiya gumanitarnykh issledovaniy, 2001. 56 p.
6. Nosov N. A. Slovar' virtual'nykh terminov // Trudy laboratorii virtualistiki. Vypusk 7. Trudy Tsentra proforientatsii. Moscow : Put', 2000. 69 p.
7. Nosov N. A. Tri filosofii // Virtualistika: ekzistentsial'nye i epistemologicheskie aspekty. Moscow : Progress-Traditsiya, 2004. P. 342–361.
8. Prigozhin A. I. Tseli i tsennosti: Novye metody raboty s budushchim: Filosofiya i teoriya postroeniya tselei predprinimatelei, organizatsii, sotsiumov i noveishie metody poiska i formulirovaniya tselei raznogo masshtaba. Moscow : URSS, 2021. 440 p.
9. Pronin M. A. Αντροποσχίζα — antroposkhiziya: k ischisleniyu topologicheskoi antropologii // Sotsial'nye i gumanitarnye nauki na Dal'nem Vostoke. 2019. T. XVI. Vol. 3. P. 82–94.
10. Pronin M. A. Virtualistika v Institute cheloveka RAN. Moscow : IFRAN, 2015. 179 p.
11. Smirnov A. V. Protsessual'naya logika i ee obosnovanie // Voprosy filosofii. 2019. No 2. P. 5–17.
12. Khoruzhii S. S. Rod ili nedorod? Zametki k ontologii virtual'nosti // Voprosy filosofii. 1997. No 6. P. 53–68.
13. Chalmers D. J. Reality +. Virtual Words and The Problems of Philosophy. New York: W. W. Norton & Company, 2022. 520 p.

УДК 004.9
ББК 32.973.2

Раев О. Н.

ПРОЯВЛЕННАЯ И НЕПРОЯВЛЕННАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Раев Олег Николаевич, кандидат технических наук, доцент
E-mail: ncenter@list.ru
Технологический университет имени дважды Героя Советского
Союза, лётчика-космонавта А. А. Леонова,
Сергиево-Посадский филиал Всероссийского государственного
университета кинематографии имени С. А. Герасимова

В статье обосновано применение термина «сигнал изображения» для обозначения информации об изображениях, вводимых, создаваемых, преобразуемых, хранящихся в виде цифровых двоичных кодов в компьютерах и передаваемых по цифровым коммуникационным сетям.

Изображения, созданные техническими средствами, т. е. световые потоки и звук (или только световые потоки, или только звук), сгенерированные на основе сигналов изображений, предлагается называть «непроявленной виртуальной реальностью». А изображения, созданные техническими средствами и воспринятые человеком, — называть «проявленной виртуальной реальностью».

Ключевые слова: виртуальная реальность, проявленная виртуальная реальность, непроявленная виртуальная реальность, виртуалистика, изображение, сигнал изображения, термин, терминология.

Известно, что природа виртуальной реальности может быть самая разнообразная — физическая, геологическая, психологиче-

ская, социальная, техническая и прочая [3]. В данной статье рассмотрена техническая виртуальная реальность, а точнее её частный случай — аудиовизуальная виртуальная реальность, воспринимаемая органами чувств человека, зрением и слухом [12].

В данной статье не рассматриваются воздействия сигналов изображений, формируемых техническими средствами, непосредственно на нервную систему человека или на структуры мозга, в результате которых мозг человека вырабатывает и передаёт сознанию образы объектов, как если бы нервная или мозговая активность была порождена нервными сигналами от органов чувств, воспринимающих информацию от реальных объектов, т. е. создаёт в восприятии человека психологическую виртуальную реальность [1, 2].

Аудиовизуальная виртуальная реальность создаётся аудиовизуальными техническими средствами, формирующими визуальные изображения и звуковые сигналы (аудиоизображения).

В русском языке под изображением понимается:

«1. Действие по значению глаголов изобразить — изображать и изобразиться — изображаться.

2. То, что изображено (рисунок, фотография, скульптура и т. п.); предмет, изображающий кого-либо, что-либо» [13, с. 651].

В том же словаре слово «изобразить» определяется следующим образом:

«1. Передать, воспроизвести в художественном образе (в живописи, скульптуре, в литературе.

2. Представить на сцене кого-либо, что-либо, создать сценический образ.

3. Устаревшее. Выразить, высказать, обнаружить» [13, с. 651, 652].

Из приведённых определений следует, что изображение может быть получено различными способами и может быть не только оптическим (подробнее см., например, [9]).

Очевидно, что если световой поток, распространяющийся от созданного изображения и попадающий в зрачок глаза, будет таким же как свет, идущий от реального объекта, то человек воспримет изображение объекта как реальный объект. При этом не имеет значения технология демонстрации изображений и размеры пространства, которое они заполняют (экран в большом кинозале,

экран телевизора, планшет, смартфон или дисплей шлема виртуальной реальности). В любом случае это изображение объектов, которых на самом деле нет в это время в этом месте.

В практических реализациях формирования изображений не обязательно воспроизводить световой поток физически точно, достаточно, чтобы он соответствовал реальному световому потоку от реального объекта только в диапазонах и пределах, воспринимаемых зрением человека. Например, незачем воссоздавать инфракрасное излучение, поскольку глаз человека не воспринимает это излучение, или добиваться, чтобы свет содержал информацию об объектах, которые человек всё равно не увидит из-за ограничений остроты зрения. Часто достаточно не физиологически точного, а психологически точного воспроизведения объектов в изображении, так как мозг наблюдателя (зрителя) сопоставляет изображение не с реальными объектами, которые в этот момент времени он не видит, а со зрительными образами из памяти, ранее сформировавшимися в течение жизни человека.

Аналогично и для звуковых сигналов достаточно создать акустическое поле в диапазоне уровней звукового давления и частотного диапазона, воспринимаемых человеком. Дополнительно полезно учесть критические полосы слуха, эффект слуховой маскировки звука и точность пространственной локализации источников звука бинауральным слухом.

Если рассматривать виртуальную реальность, порождаемую техническими средствами, то она возникает при включении, приведении в активное состояние средств демонстрации изображений (для оптических изображений — средств визуализации; например, для кинопоказа файл кинофильма и все программные средства, необходимые для проведения показа кинофильма, должны быть загружены в компьютер, компьютер и проектор должны быть включены, а свет в кинозале выключен*).

Технически создаваемые оптические изображения и аудиоизображения актуальны, т. е. существуют здесь и сейчас, только в пределах параметров технических средств их воспроизведения и только пока эти средства работают.

* О кинематографической виртуальной реальности см., например, [7, 8, 11].

Эти изображения автономны, поскольку в них своё время, пространство и свои законы, которые могут отличаться от времени, пространства и законов физической реальности*.

Эти изображения интерактивны в разных технологиях в разной степени, т. е. взаимодействуют с физической реальностью, их порождающей. Например, оптические изображения, формируемые техническими средствами визуализации, интерактивны как минимум в том, что зритель самостоятельно определяет, смотреть или не смотреть их (выключить средство визуализации и акустическую систему). Интерактивность проявляется, например, при техническом отслеживании положения человека в пространстве и его движений и выполнении соответствующей им корректировке демонстрируемого этому человеку оптического изображения и излучаемого динамиками звука.

Таким образом, любое техническое средство показа изображений, работающее на любых физических принципах, создаёт, согласно определению виртуальной реальности Н. А. Носова [3], техническую виртуальную реальность.

Когда изображения записываются или создаются с помощью компьютерных технологий они преобразуются в последовательности двоичных чисел. Эти последовательности чисел не являются изображениями как таковыми, они представляют собой сигналы изображений или информацию об изображениях. Поэтому говорить, например, что в компьютере записаны изображения, неверно, в компьютере могут храниться и обрабатываться лишь сигналы изображений, а потому нет никакой виртуальной реальности в процессах компьютерной обработки, перемещения, хранения двоичных чисел. Об изображениях можно говорить только тогда, когда с помощью различных средств визуализации и динамиков (громкоговорителей) формируются на основе сигналов изображений, реальные световые потоки и звук.

Теперь рассмотрим ситуацию, когда технические средства создали изображения, т. е. на основе сигналов изображений сгенерировали световые потоки и звуковые сигналы (или только световые потоки, или только звуковые сигналы). Породили эти созданные изображения виртуальную реальность? Ответ: нет, они только из-

* О возможных отличиях времени и пространства в оптических изображениях от времени и пространства в реальном мире см., например, [6].

менили реальный физический мир своим наличием. Но эти изображения являются причиной возникновения виртуальной реальности в восприятии человека, если созданные световые потоки попадут в глаза человека, а звуковые сигналы будут восприняты его ушами. Поэтому наличие изображений без человека, их воспринимающего, является лишь потенциальной, скрытой, непроявленной возможностью возникновения виртуальной реальности. Предлагаем такую возможность возникновения виртуальной реальности называть «непроявленной виртуальной реальностью».

Когда человек воспринимает идущие от изображений световые потоки и звук, его мозг, выделяя из сетчаточных изображений и звука ключевые признаки объектов и сопоставляя их с хранящимися в памяти ключевыми признаками ранее видимых подобных объектов и ранее услышанных звуков от подобных объектов, формирует образы объектов, которых в действительности в данный момент времени нет, но изображения которых созданы техническими средствами, и передаёт эти образы сознанию человека. Вот тогда и возникает психологическая виртуальная реальность, созданная аудиовизуальными средствами. Человек воспринимает несуществующие в данный момент времени в данном месте пространства объекты так, как будто они присутствуют. Такую техническую виртуальную реальность, воспринятую человеком, можно назвать проявленной виртуальной реальностью.

В завершении статьи как всегда подчеркнём, что при создании любых виртуальных реальностей разработчики технических средств и творцы контента должны осознавать свою ответственность за последствия воздействия виртуальных реальностей на здоровье, морально-нравственный и духовный облик людей [4, 5, 10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный в статье анализ позволил сформулировать следующие терминологические рекомендации:

1. Информацию об изображениях, вводимую, создаваемую, преобразуемую, хранящуюся в виде цифровых двоичных кодов в компьютерах и передаваемых по цифровым коммуникационным сетям, следует называть сигналами изображений.

2. Изображения, созданные техническими средствами, т. е. световые потоки и звук (или только световые потоки, или только

звук), сгенерированные на основе сигналов изображений, предлагается называть непроявленной виртуальной реальностью.

3. Изображения, созданные техническими средствами и воспринятые человеком, — называть проявленной виртуальной реальностью.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Искандарян Р. А.* Концептуальная разработка феноменального опыта зрителя в иммерсивном кинематографе // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: V Международная научно-практическая конференция, Москва, 12–13 ноября 2018 г.: Материалы и доклады. Москва : ИПП «КУНА», 2019. С. 27–39.

2. *Искандарян Р. А.* Концептуальное моделирование состояния сознания зрителя и восприятия образов в иммерсивном анимационном кинематографе // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: X Международная научно-практическая конференция, Москва, 16–18 апреля 2018 г.: Материалы и доклады. Москва : ВГИК, 2019. С. 51–61.

3. *Носов Н. А.* Словарь виртуальных терминов // Труды лаборатории виртуалистики. Выпуск 7. Труды Центра профориентации. Москва : Путь, 2000. 69 с.

4. *Пронин М. А., Раев О. Н.* Регулирование технологий виртуальной реальности: к первому российскому кодексу этического поведения [Электронный ресурс] // Горизонты гуманитарного знания. 2018. № 5. С. 109–124. URL: <http://journals.mosgu.ru/ggz/issue/view/876>. DOI: 10.17805/ggz.2018.5.9.

5. *Пронин М. А., Раев О. Н.* Этическое сопровождение разработок и применения технологий виртуальной реальности в России: первые шаги // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: XI Международная научно-практическая конференция, Москва, 18–19 апреля 2019 г.: Материалы и доклады / Под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ИПП «КУНА», 2019. С. 11–28.

6. *Раев О. Н.* Время и пространство в виртуальной реальности // Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы: сборник научных статей. Выпуск 12. Москва : ИД Академии Жуковского, 2023. С. 545–551.

7. *Раев О. Н.* Кинематограф и технологии виртуальной реальности // Инновационные технологии в кинематографе и обра-

зовании: IV Международная научно-практическая конференция, Москва, 26–29 сентября 2017 г.: Материалы и доклады. Москва : ВГИК, 2017. С. 109–116.

8. *Раев О. Н.* Кинематографическая виртуальная реальность // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: VI Международная научно-практическая конференция, Москва, 16–18 октября 2019 г.: Материалы и доклады / Под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ИПП «КУНА», 2020. С. 24–35

9. *Раев О. Н.* Понятийная область термина «объёмное изображение» // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе и других областях: IX Международная научно-практическая конференция, Москва, 17–18 апреля 2017 г.: Материалы и доклады. Москва : ВГИК, 2017. С. 29–40.

10. *Раев О. Н., Пронин М. А.* Природная виртуальность и технологии виртуальной реальности: pro et contra // Философия и/или новое интегративное знание: сборник материалов VIII всероссийской научной конференции (с международным участием) [20–21 апреля 2023 года] / под науч. ред. Т. А. Никитенко. Ярославль : РИО ЯГПУ, 2023. С. 256–262.

11. *Раев О. Н.* Российский кинематограф и технологии виртуальной реальности // Мир техники кино. 2019. № 4(13). С. 11–15.

12. *Раев О. Н.* Термин «виртуальная реальность» в аудиовизуальной технике // Запись и воспроизведение объёмных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: XIII Международная научно-практическая конференция, Москва, 15–16 апреля 2021 г.: Материалы и доклады / под общей редакцией О. Н. Раева. Москва : ИПП «КУНА», 2021. С. 161–171.

13. Словарь русского языка / АН СССР, Институт русского языка / под ред. А. П. Евгеньевой в 4-х т. / 3-е изд., стереотип. Т. 1 А–Й. Москва : Русский язык, 1985. 696 с.

Oleg N. Raev

MANIFESTED AND UNDEVELOPED VIRTUAL REALITY

Oleg N. Raev, PhD (Engineering), assistant professor

E-mail: ncenter@list.ru

Leonov University of Technology,

Sergiev Posad branch of the All-Russian State University
of Cinematography named after S. A. Gerasimov

The article substantiates the use of the term “image signal” to refer to information about images entered, created, transformed, stored as digital binary codes in computers and transmitted via digital communication networks.

Images created by technical means, i.e. light streams and sound (or only light streams, or only sound) generated on the basis of image signals, it is proposed to call “undeveloped virtual reality”. And the images created by technical means and perceived by a person — “manifested virtual reality”.

Key words: virtual reality, manifested virtual reality, undeveloped virtual reality, virtuality, image, image signal, term, terminology.

REFERENCES

1. Iskandaryan R. A. Kontseptual'naya razrabotka fenomenal'nogo opyta zritelya v immersivnom kinematografe // Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii: V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 12–13 November 2018 g.: Materialy i doklady. Moscow : IPP “KUNA”, 2019. P. 27–39.
2. Iskandaryan R. A. Kontseptual'noe modelirovanie sostoyaniya soznaniya zritelya i vospriyatiya obrazov v immersivnom animatsionnom kinematografe // Zapis' i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 16–18 April 2018: Materialy i doklady. Moscow : VGIK, 2019. P. 51–61.
3. Nosov N. A. Slovar' virtual'nykh terminov // Trudy laboratorii virtualistiki. Vypusk 7. Trudy Tsentra proforientatsii. Moscow : Put', 2000. 69 p.
4. Pronin M. A., Raev O. N. Regulirovanie tekhnologii virtual'noi real'nosti: k pervomu rossiiskomu kodeksu eticheskogo povedeniya [Elektronnyi resurs] // Gorizonty gumanitarnogo znaniya. 2018. No 5. P. 109–124. URL: <http://journals.mosgu.ru/ggz/issue/view/876>. DOI: 10.17805/ggz.2018.5.9.
5. Pronin M. A., Raev O. N. Eticheskoe soprovozhdenie razrabotok i primeneniya tekhnologii virtual'noi real'nosti v Rossii: pervye shagi // Zapis' i vosproizvedenie ob«emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh: XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 18–19 April 2019: Materialy i doklady / Pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : IPP “KUNA”, 2019. P. 11–28.
6. Raev O. N. Vremya i prostranstvo v virtual'noi real'nosti // Nauka. Tekhnika. Chelovek: istoricheskie, mirovozzrencheskie i

metodologicheskie problemy: sbornik nauchnykh statei. Vypusk 12. Moscow : ID Akademii Zhukovskogo, 2023. P. 545–551.

7. Raev O. N. Kinematograf i tekhnologii virtual'noi real'nosti // Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii: IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 26–29 September 2017: Materialy i doklady. Moscow : VGIK, 2017. P. 109–116.

8. Raev O. N. Kinematograficheskaya virtual'naya real'nost' // Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii: VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moskva, 16–18 October 2019: Materialy i doklady / Pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : IPP “KUNA”, 2020. P. 24–35

9. Raev O. N. Ponyatiinaya oblast' termina “ob“emnoe izobrazhenie” // Zapis' i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe i drugikh oblastiakh: IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 17–18 April 2017: Materialy i doklady. Moscow : VGIK, 2017. P. 29–40.

10. Raev O. N., Pronin M. A. Prirodnaya virtual'nost' i tekhnologii virtual'noi real'nosti: pro et contra // Filosofiya i/ili novoe integrativnoe znanie: sbornik materialov VIII vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem) [20–21 aprelya 2023 goda] / pod nauch. red. T. A. Nikitenko. Yaroslavl' : RIO YaGPU, 2023. P. 256–262.

11. Raev O. N. Rossiiskii kinematograf i tekhnologii virtual'noi real'nosti // Mir tekhniki kino. 2019. No 4(13). P. 11–15.

12. Raev O. N. Termin “virtual'naya real'nost” v audiovizual'noi tekhnike // Zapis' i vosproizvedenie ob“emnykh izobrazhenii v kinematografe, nauke, obrazovanii i v drugikh oblastiakh: XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 15–16 April 2021: Materialy i doklady / pod obshchei redaktsiei O. N. Raeva. Moscow : IPP “KUNA”, 2021. P. 161–171.

13. Slovar' russkogo yazyka / AN SSSR, Institut russkogo yazyka / pod red. A. P. Evgen'evoi v 4-kh t. / 3-e izd., stereotip. T. 1 A–I. Moscow : Russkii yazyk, 1985. 696 p.

УДК 004.5
ББК 74.202.4

Ольховая А. М.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Ольховая Анастасия Михайловна
E-mail: aolkhovaya@vrconcept.net
ООО «ВР КОНЦЕПТ»/VR Concept

В статье анализируются возможности использования виртуальной реальности в сфере образования.

Рассмотрены различные способы взаимодействия со школьниками в виртуальной реальности, включая использование контроллеров, голосовых команд от преподавателя, а также возможности коллективного обучения.

Показано, что виртуальная реальность может помочь школьникам лучше понимать сложные концепции и предметы, создавая более интуитивную и привлекательную среду для обучения в сложных темах школьных предметов.

Ключевые слова: виртуальная реальность, 3D-модели, образование, обучение, контроллеры, VR Concept, коллективное обучение, практические навыки.

Виртуальная реальность (VR) — это технология, которая погружает в компьютерную симуляцию, имитирующую реальный мир или то, что в реальном мире невозможно. В последние годы технология VR стала популярной среди производителей образовательных материалов для учебных заведений.

Виртуальное пространство создаётся из 3D-моделей.

3D-моделирование — это процесс создания цифровой модели в трёхмерном пространстве. 3D-моделирование используется в машиностроении, строительстве, киноиндустрии, при разработке игр и, конечно же, в образовании. В образовательной деятельности 3D-модели используются для создания интерактивных учебных материалов, которые помогают студентам и школьникам понимать сложные концепции и процессы.

3D-модель — это объёмная цифровая модель, созданная из полигонов объекта, как реального, так и вымышленного.

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Создание 3D-модели для использования в виртуальной реальности — сложный и трудоёмкий процесс. Существует рекомендуемая последовательность действий, облегчающая создание качественной 3D-модели.

1. Определение цели. Перед созданием 3D-модели необходимо определить цель её создания и использования в виртуальной реальности. Например, если 3D-модель будет использоваться для обучения студентов, то необходимо определить, какие детали необходимо отобразить, чтобы помочь студентам понять концепцию. Если же модель будет использоваться для обучения школьников, необходимо продумать концепцию из каких элементов будет состоять 3D-модель и как её будут демонстрировать.

2. Сбор референсных материалов. Необходимо осуществить сбор референсных материалов, таких как: фотографии, скетчи, схемы или видео. Они могут помочь создать более точную и реалистичную 3D-модель.

3. Создание формы объекта в 3D-пространстве. Оно может быть выполнено с помощью специализированного 3D-моделирования программного обеспечения, такого как: Компас 3D, Solidworks, Blender, 3ds Max, Maya или ZBrush.

4. Создание текстур. После создания формы объекта следующим шагом является создание текстур, которые добавят детали и реализм в 3D-модель. Текстуры могут быть созданы с помощью программного обеспечения для рисования: Photoshop или Substance Painter.

5. Оптимизация. После создания 3D-модели выполняется её оптимизация, обеспечивающая её работу без сбоев в виртуальной реальности. Это может быть достигнуто путём уменьшения количества полигонов, использования оптимизированных текстур и т. д.

6. Анимация. Важный аспект виртуальной реальности, позволяющий создавать живые и динамичные объекты и персонажи, которые могут взаимодействовать с пользователем.

7. Экспорт 3D-модели в формат, который может быть использован в виртуальной реальности. Обычно это форматы: .step .glTF .fbx, .obj или .dae.

АНИМАЦИЯ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Приведём несколько важных аспектов, которые следует учитывать при создании анимации для виртуальной реальности.

1. Анимация должна быть реалистичной и плавной, чтобы пользователь мог легко взаимодействовать с объектом или персонажем виртуального мира. Нереалистичная или дрожащая анимация может вызвать у пользователя дискомфорт и даже тошноту.

2. При создании анимации для виртуальной реальности необходимо учитывать масштаб объекта или персонажа. Если объект слишком маленький или слишком большой, то пользователю трудно будет его воспринимать.

3. Виртуальная реальность должна быть интерактивной, т. е. пользователь должен иметь возможность взаимодействовать с объектом или персонажем. Например, можно создать сценарий, при котором 3D-модель реагирует на движения пользователя или на его голосовые команды.

4. Анимация движения виртуальных персонажей должна быть естественной и реалистичной, чтобы пользователь мог легко воспринимать движения персонажа и ощущать его присутствие в виртуальном мире.

5. Анимация может потреблять большое количество вычислительных ресурсов, поэтому при создании анимации для виртуальной реальности необходимо учитывать производительность и оптимизировать её для максимальной плавности и быстрой реакции на действия пользователя.

6. При создании анимации для виртуальной реальности необходимо убедиться, что она совместима с выбранным для разра-

ботки программным обеспечением и устройствами виртуальной реальности. Некоторые форматы анимации могут быть несовместимы с используемыми приложениями, поэтому важно выбирать формат, который поддерживается большинством платформ.

Анимация виртуальной реальности предоставляет огромные возможности для создания интерактивных и захватывающих виртуальных миров. Приведём некоторые из возможностей анимации виртуальной реальности.

1. Анимация позволяет создавать персонажи, которые выглядят и двигаются как живые люди. Это создаёт ощущение присутствия и подлинности в виртуальном мире.

2. Анимация может быть использована для создания интерактивных объектов, с которыми пользователь может взаимодействовать в режиме реального времени. Это позволяет пользователям чувствовать себя частью виртуального мира и взаимодействовать с окружающей его виртуальной средой.

3. Анимация может использоваться для создания эффектов взрывов и разрушений, захватывающей и реалистичной атмосферы в виртуальном мире.

4. С помощью анимации можно перемещать виртуальные объекты вокруг пользователя. Это создаёт ощущение движения в виртуальном мире и может быть использовано для создания различных сценариев и игровых сюжетов.

5. Анимация может быть использована для создания виртуальных миров (в том числе создание различных ландшафтов, архитектуры и окружающей среды), которые пользователь может исследовать.

6. Можно запускать анимацию на повтор, создавая таким образом эффект повторяющегося движения, например, качания дерева на ветру. Анимация позволяет контролировать время и пространство виртуального мира, что может использоваться для создания различных эффектов и сюжетов.

Создание 3D-модели для виртуальной реальности — это процесс, который требует знаний и навыков. Только с помощью специализированных программных средств и при наличии опыта в 3D-моделировании можно создать высококачественную 3D-модель, которая будет эффективно использоваться в любых применениях, в том числе в образовании.

ФОРМАТЫ 3D ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Существует несколько форматов, которые хорошо подходят для виртуальной реальности.

1. FBX (Filmbox) — это формат, разработанный компанией Autodesk, который поддерживает множество функций и может содержать информацию о геометрии, материалах, анимации и свете. FBX может быть использован во многих программных пакетах для создания и экспорта моделей для виртуальной реальности.

2. OBJ (Object) — формат, который может хранить информацию о геометрии и текстурах, но не содержит информации об анимации и свете. OBJ является очень распространенным форматом и может быть импортирован во многие программы для создания виртуальной реальности.

3. STEP — формат, который был разработан как универсальный формат для множества различных программ систем автоматизированного проектирования.

4. GLTF (GL Transmission Format) — открытый формат, разработанный группой Khronos Group. Формат содержит информацию о геометрии, текстурах, анимации, свете и камерах. Этот формат используется в различных приложениях виртуальной реальности.

Каждый из перечисленных форматов имеет особенности, преимущества и недостатки. Выбор формата зависит от конкретных требований и задач проекта виртуальной реальности.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ

Виртуальная реальность и 3D-моделирование предоставляют новые возможности для образования. Вместо традиционных методов, таких как книги и лекции, студенты и школьники получают доступ к интерактивным 3D-моделям виртуальной реальности, которые позволяют им увидеть, услышать, почувствовать изучаемый материал и отрабатывать необходимые навыки.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ 3D-МОДЕЛИ

Одно из главных преимуществ 3D-моделей в VR — это возможность участвовать в интерактивных учебных сценариях.

Обучающиеся могут погрузиться в обучающую среду, которая воссоздает реалистичные ситуации, где они могут применить свои знания и навыки.

Например, студенты могут исследовать анатомию человеческого тела, применять физические законы в виртуальной среде или изучать исторические события, отрабатывать навыки технического обслуживания космических ракет или делать математические расчёты.

Также 3D-модели могут использоваться для создания интерактивных заданий, которые помогут студентам применять свои знания и навыки на практике. Например, студенты могут использовать 3D-модели при разработке своих собственных проектов или при решении сложных задач. Это поможет им развивать критическое мышление.

Школьники, погружаясь в виртуальную среду, совместно с учителем могут разобрать модель строения клетки или увидеть процесс сложной для понимания темы урока. Например, школьники с помощью виртуальной реальности погружаются внутрь ядерного реактора, где они видят основные компоненты реактора, включая ядерное топливо, реакторную камеру, охлаждающую систему и контрольно-измерительные приборы; они могут изучить как работает ядерный реактор, какие процессы происходят внутри него и каким образом энергия производится.

Кроме того, 3D-модели могут быть использованы для создания интерактивных учебных материалов. Например, вместо того, чтобы просматривать статические изображения на доске, учитель может использовать VR для объёмного представления изучаемых концепций и процессов, или устроить квест по поиску необходимых элементов, или с помощью ответов провести тест знаний у школьников. Это может помочь школьникам лучше понять материал и сохранить его в памяти на длительный срок.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ VR CONCEPT

VR Concept — российское многопользовательское приложение виртуального прототипирования для коллективной работы с трёхмерными моделями в виртуальной реальности. Приложение сделано полностью на собственном графическом движке. VR Concept

используют компании в сфере промышленности (машиностроение, строительство, архитектура и др.) и образовательные учреждения (вузы, школы).

VR Concept обладает простым и удобным интерфейсом, не требует времени на интеграцию, позволяет загружать САД- и ВМ-модели в VR и сразу приступать к коллективной работе с ними. Для старта работы в VR не нужны навыки программирования, а обучение занимает всего несколько часов. Предусмотрена работа в профессиональных шлемах виртуальной реальности (HTC VIVE, Oculus Rift, Windows Mixed Reality) и комнатах виртуальной реальности (CAVE).

Программное обеспечение виртуального прототипирования VR Concept позволяет не только визуализировать различные объекты и инженерные данные в виртуальной реальности, но и позволяет учителю проводить занятие в классе VR, открыв демонстрационную модель, зал, макет или процесс.

В виртуальном пространстве учитель и ученики видят друг друга в виде аватаров и могут вместе перемещаться и интерактивно взаимодействовать с объектами сцены, в том числе, передавая их другим аватарам.

Функционал по взаимодействию с загруженными моделями: сборка/разборка, создание сечения, построение измерений, добавление текстур, анимации, инструменты трансформации (перемещение, поворот, масштабирование), добавление окружения, источников освещения.

VR Concept с помощью 3D-моделей любого формата даёт возможность создать собственную сцену со своим сценарием в виртуальной реальности.

Компания «ВР КОНЦЕПТ» активно внедряет данное решение в образование. На данный момент у нас есть реализованные кейсы:

1. МГТУ им. Н. Э. Баумана, где преподаватели с аспирантами создали такие проекты как: «Малый разгонный блок», «Сборка наноспутника», «Энергетические и динамические испытания газовых турбомашин», «Анализ технологичности изготовления силовой обшивки», «Анализ удобства обслуживания ракет космического назначения при горизонтальной и вертикальной технологиях их наземной подготовки», «Угловое движение космического аппарата».

2. Пилотное тестирование совместно с Москвой в Реабилитационно-образовательном центре № 76, в котором учителя уже провели уроки в новом формате обучения, где виртуальная реальность была как дополнительный инструмент обучения.

3. В ВИШ МИФИ на основе VR Concept обучают программистов взаимодействовать с 3D-моделями в виртуальной реальности и добавлять дополнительные возможности в сцену, а также проектируют тренажёры для выпускников своего вуза.

Компания «VR КОНЦЕПТ» запустила бесплатный акселератор «Цифровизация обучения» для учителей и педагогов, где они повышают свою квалификацию и по итогу акселератора создают проекты (кейсы), в которых они применяют навыки, полученные за время акселератора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные пилотные тестирования VR Concept в вузах и школах позволили сформулировать следующие преимущества использования 3D-моделей в виртуальной реальности в образовании:

1. Обучающиеся могут увидеть 3D-модели и коллективно совместно с учителем взаимодействовать с ними в режиме реального времени. Это помогает им лучше понимать и запоминать материал.

2. Обучающиеся часто находят традиционные методы обучения скучными и непривлекательными. 3D-модели в виртуальной реальности благодаря полному погружению помогают изменить это, предоставляя интерактивные и занимательные визуализации.

3. VR-технологии позволяют обучающимся практиковать навыки в более безопасной и контролируемой среде, где они могут повторять действия и исправлять ошибки без риска причинить вред себе или окружающим.

4. 3D-модели в виртуальной реальности могут быть настроены под различные уровни сложности и стили обучения, что позволяет преподавателям адаптировать материал к различным типам обучающихся, делать его более доступным.

Компания «VR КОНЦЕПТ» активно внедряет виртуальную реальность в образование. Высшее образование использует 3D-модели в виртуальной реальности для создания сцен, в которых будущие специалисты будут отрабатывать навыки необходимые им после получения образования. Среднее образование активно использует

3D-модели в виртуальной реальности для создания сцен, с помощью которых они вовлекают школьников в учебный процесс.

Несмотря на то, что виртуальная реальность существует уже несколько десятилетий, только в последние годы она становится доступной для повседневного использования и потенциал её использования в образовании огромен.

Сейчас использование VR ограничивается трудностью обучения специалистов использованию VR. Но в рамках Акселератора компания «VR КОНЦЕПТ» помогает сделать процесс понятным и плавным.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецова А. VR эффективен в корпоративном обучении. Результаты исследования Modum Lab. [Электронный ресурс]. URL: <https://modumlab.com/blog/research> (дата обращения: 21.11.2021).

2. VR Concept Инструмент виртуального прототипирования [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт: VR_Concept_Инструмент_виртуального_прототипирования (дата обращения: 04.02.2022).

3. VR Concept [Электронный ресурс]. URL: <https://vrconcept.net/vr/> (дата обращения: 25.01.2022).

Anastasia M. Olkhovaya

POSSIBILITIES OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY APPLICATION IN EDUCATION

Anastasia M. Olkhovaya

E-mail: aolkhovaya@vrconcept.net

VR Concept LLC

This article analyzes the possibilities of virtual reality application in the field of education.

Different ways of interaction with students in virtual reality are discussed, including the use of controllers, voice commands from a teacher, as well as opportunities of group learning.

It is shown that virtual reality can help students better understand complex concepts and subjects, creating a more intuitive and engaging environment for learning in complex topics of school subjects.

Key words: virtual reality, 3D models, education, learning, controllers, VR Concept, collaborative learning, practical skills.

REFERENCES

1. Kuznetsova A. VR effektiven v korporativnom obuchenii. Rezul'taty issledovaniya Modum Lab. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://modumlab.com/blog/research> (data obrashcheniya: 21.11.2021).

2. VR Concept Instrument virtual'nogo prototipirovaniya [Elektronnyi resurs]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Produkt:VR_Concept_Instrument_virtual'nogo_prototipirovaniya (data obrashcheniya: 04.02.2022).

3. VR Concept [Elektronnyi resurs]. URL: <https://vrconcept.net/vr/> (data obrashcheniya: 25.01.2022).

УДК 02
ББК 78.348

Елфимова Г. С.

ПОЛИМОДАЛЬНАЯ КОГНИТИВНО- ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С СЕНСОРНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Елфимова Галина Сергеевна, кандидат технических наук
E-mail: redactor@rgbs.ru
ФГБУК «Российская государственная библиотека для слепых»

В статье приведён обзор истории развития подходов к компенсации сенсорных ограничений, в первую очередь слепоты, при организации доступа к информации. Показано, что современная библиотека для людей с сенсорными ограничениями является комплексной полифункциональной и полимодальной когнитивно-коммуникационной системой мультисенсорного обеспечения доступа пользователей к информации. Поставлен вопрос о необходимости проведения углублённого исследования механизмов отражения в мышлении образов, полученных при невизуальном восприятии объектов окружающего мира, как субъективной психологической реальности и оценки её соответствия реальной картине физического мира.

Ключевые слова: библиотеки для слепых, невизуальный доступ к информации, тифлопсихология, тактильная визуализация, многоформатные издания.

Говоря о библиотеке для людей с сенсорными ограничениями, мы в первую очередь, в соответствии со сложившейся структурой библиотечной сферы, имеем ввиду специальную библиотеку для

слепых. Но подразумеваем, что круг читателей такой библиотеки значительно шире — он включает людей, имеющих самые разные ограничения в получении доступа к информации, обусловленные различными типами сенсорных и других нарушений.

Зрительная депривация выходит на первое место как самый сильный ограничитель в восприятии информации. Около 80% информации об окружающем мире человек получает посредством зрения. В условиях зрительной депривации этот процент информации теряется для слепого человека, если не предоставить ему средства, которые могут компенсировать человеку недостаток зрительных впечатлений.

Вся история развития школ и библиотек для слепых — это история преодоления различного типа барьеров в обеспечении доступа незрячих людей к информации, история поиска и внедрения в практику средств компенсации зрительной недостаточности. Процесс этот развивался параллельно с развитием прикладных научных дисциплин, получивших в названии префикс «тифло»: тифлопсихология, тифлопедагогика, тифлобиблиотековедение. Каждой из них накоплен значительный эмпирический и научно-теоретический базис, который позволяет эффективно функционировать специализированным образовательным и библиотечным учреждениям, выступающим в роли исследовательских центров, развивающих научный потенциал.

Одним из методов исследований психологии слепых традиционно являлась интроспекция — самонаблюдение и фиксация результатов незрячими учёными. Или же изучение мемуаров слепых людей. Примером таких свидетельств является книга Пьера Виллея (1879–1933) «Психология слепых» — незрячий философ ещё на рубеже XIX–XX веков, когда тифлопсихология ещё только начинала оформляться в качестве научной дисциплины, писал о возможностях и ограничениях в развитии слепого человека:

«Прежде всего надо выявить ту основную истину, что слепота не поражает умственных способностей, что она оставляет их неприкосновенными... в умственном и нравственном отношении слепой может считать себя равным зрячему... Нам скажут, пусть почти все представления будут доступны уму слепого, но он не имеет возможности их приобрести или приобретает их с огромными трудностями. Препятствие, следовательно, находится не в пси-

хике слепого, а в скудости средств, при помощи которых слепой мог бы приобретать знания» [2].

Таким образом, компенсация ограничений (в первую очередь вызванных зрительной депривацией) на уровне чувственного восприятия информации обеспечивает функционирование всей системы компенсации в обработке информации — мозг получает дефицитную информацию, а мыслительные процессы, независимо от наличия или отсутствия зрительных представлений, обеспечивают её последующую обработку.

Основу, вокруг которой строятся компенсаторные информационные системы в библиотеках, составляет книга как инструмент, способный в значительной степени расширить горизонты представлений людей с сенсорными ограничениями об окружающем мире.

В книге Рея Брэдбери «451 градус по Фаренгейту» профессор Фабер говорит: «Всё, что вы ищите, Монтэг, существует в мире, но простой человек разве только одну сотую может увидеть своими глазами, а остальные девяносто девять процентов он познаёт через книгу». В той же книге, рассказывая о метаниях Монтэга в пневматическом поезде метро в окружении оглушающей звуковой рекламы, пытающегося разобраться в том, что же такого есть в книгах, что люди из-за них идут на самоожжение, Брэдбери пишет: «Он опять раскрыл книгу, стал лихорадочно листать страницы, он ощупывал их, как слепой, впивался взглядом в строчки, в каждую букву». Он не может прочитать, ему недоступно написанное (правда, недоступно больше по смыслу, и мы ещё вернёмся к этому в дальнейшем) [1].

На данном этапе наших рассуждений это своего рода символ того, чем изобретение Луи Брайля в XIX веке стало для слепых — благодаря рельефно-точечному шрифту книги для них стали источником информации. Но для того, чтобы незрячие люди смогли читать самостоятельно, овладения брайлевским шрифтом мало. Брайлевская грамотность для слепого человека — это гарантия того, что он сможет зафиксировать на бумаге свои знания, но для этого должны быть и внешние источники знаний. Должны быть книги.

Конечно, с изобретением рельефно-точечного шрифта стало развиваться и образование, и книгопереписывание (в начале имен-

но так), и книгопечатание для слепых. Но тут уже приходится говорить о возникновении следующего ограничения в доступе к информации незрячих — недостатка информационных материалов в доступных для слепых людей форматах. Воспроизведение книг в брайлевском формате — процесс весьма материально и финансово затратный. Он занимал длительное время, и говорить об оперативном доступе к информации не приходилось. Более того, по различным данным в специальные форматы для слепых (включая и «говорящие» книги) на физических носителях переводилось не более 5% от общего информационного потока, доступного зрячим людям.

Это ограничение было во многом снято благодаря развитию, с одной стороны, информационно-телекоммуникационных технологий, а с другой — программных и аппаратных средств компенсации зрительной недостаточности: программ экранного доступа и синтеза речи, брайлевских дисплеев и принтеров.

Библиотека для слепых — это весьма технологичная информационная среда, в которой информация репрезентуется как на аналоговых носителях, так и на цифровых. В цифровом формате сосуществуют, дополняя друг друга, специализированные электронные библиотеки («говорящих» книг с криптозащитой, электронного брайля и цифровых образов, предназначенных для тактильной визуализации) с обычными электронными библиотеками. Для работы с последними в физическом пространстве специальной библиотеки функционируют электронные читальные залы, оснащённые указанными ранее программными и аппаратными средствами, которые дают незрячим людям доступ к общедоступным электронным ресурсам [3].

Роль современной библиотеки уже давно не сводится к накоплению, структурированию и хранению массивов информационных источников и простому (даже если говорить о современных цифровых технологичных) обеспечению доступа к ним. Современная библиотека для слепых — это и научно-исследовательский центр, изучающий различные подходы к обеспечению доступа к информации с использованием цифровых технологий, выявляющий и внедряющий в практику методы расширения ассортимента доступных незрячим людям информационных ресурсов и услуг, и центр воспроизведения информационных ресурсов в доступ-

ных форматах, т. е. издательский центр, и центр социокультурной и эстетической реабилитации, аккумулирующий в своей работе различные методы компенсации зрительной депривации. Можно констатировать, что современная библиотека для слепых выходит на уровень комплексной полифункциональной и полимодальной когнитивно-коммуникационной системы мультисенсорного обеспечения доступа пользователей к информации.

Понятие «когнитивно-информационной парадигмы» возникло в педагогике и подразумевает разработку подходов к обеспечению доступа детей к максимально возможному количеству накопленных человечеством знаний. Это одна из современных парадигм педагогики, реализация которой наряду с другими (в первую очередь личностным подходом) обеспечивает формирование комплексной системы обучения, базирующейся на специфических методах обеспечения доступности знаний. В книгоиздании и библиотечном обслуживании для людей с сенсорными ограничениями задача поиска особых (специальных) подходов к воспроизведению информационных ресурсов в доступных форматах, максимально возможного расширения их ассортимента и обеспечения доступа к ним является ключевой.

Введение понятия «когнитивно-информационной среды» в терминологический аппарат библиотечного обслуживания людей с сенсорными ограничениями, в первую очередь, слепых, подразумевает рассмотрение этой среды, как совокупности подходов, технологий и ресурсов, обеспечивающих максимально возможный незрительный доступ к информации/знаниям. Разработка и внедрение подобного комплексного подхода к обеспечению незрительного доступа к информации естественным образом подразумевает и реализацию комплекса исследовательских проектов.

И вот, когда с ассортиментом доступных незрячим людям текстовых документов ситуация более или менее разрешается, можно более плотно заняться вопросом смысловой доступности. Вернёмся к тому, что 80% информации об окружающем мире человек получает посредством зрения. Большая часть этой информации ложится в основу наших представлений, понятийного аппарата, формирования нашего образного мышления. В случае, когда речь идёт об обеспечении незрительного доступа к знаниям для людей с сенсорными ограничениями, этот вопрос также

требует разработки средств компенсации зрительной недостаточности — и этими средствами уже выступают иллюстрации. В первую очередь книжные, раз речь идёт о библиотеке. Но иллюстрации эти носят скорее не художественный, а справочный характер и зачастую выходят за книжный переплёт, оформляясь в виде выставочных пространств, наполненных макетами, моделями, барельефными и рельефно-линейными изображениями. Такой подход обеспечивает усиление полимодальности информационной среды библиотеки для людей с сенсорными ограничениями, более активно задействуя осязательное восприятие и способствуя развитию образного мышления.

Создание иллюстративных материалов для слепых изначально базировалось на научных принципах тифлопсихологии, история развития которой насчитывает уже несколько десятилетий (если не считать отдельных разрозненных попыток воспроизведения графики в рельефе на рубеже XIX–XX веков). Накоплен обширный материал. Практика тактильной визуализации распространилась за стены школ и библиотек. Вместе с государственной программой обеспечения доступной среды в учреждениях культуры, в частности, в музеях, стало появляться всё больше тактильных копий выставочных объектов, снабжённых и рельефно-точечными этикетками, и тифлокомментариями, и, в отдельных случаях, тематическими ароматами. Идеи тифлопсихологии/тифлопедагогики об эффективности комплексной подачи материала вошли и в музейную, и театральную практику, и в практику кинопоказов (сопровождение спектаклей и фильмов тифлокомментариями, создание рельефно-графических образов). А в библиотеках для слепых комплексные полимодальные подходы нашли воплощение и на уровне формирования информационной среды в целом, и на уровне воспроизведения отдельных информационных материалов — многоформатных изданий, включающих укрупнённый плоскочечный текст, текст, напечатанный рельефноточечным шрифтом Брайля, звук и рельефные изображения.

Технологии отработаны, профессиональные каналы обмена опытом налажены. Но, практика показывает, что на данном этапе вопрос доступности возникает уже на новом уровне смыслового восприятия — он смещается в сторону осознания пределов осязательного восприятия и возможностей перекодирования визуаль-

ной информации в тактильную, в сторону настоятельной необходимости глубокого научного изучения соответствий механизмов и результатов формирования образных представлений у людей с различными приоритетами сенсорного восприятия объектов окружающего мира, степени точности и достоверности отображения этих объектов в психике реципиентов с различными сенсорными ограничениями. И этот новый уровень постановки вопроса об обеспечении доступности информации людям с сенсорными ограничениями требует и нового междисциплинарного уровня решения: обновления методологических основ исследований и терминологического аппарата, научного и философского осмысления накопленного опыта.

С самого зарождения тифлопсихологии как науки на рубеже XIX–XX веков отмечалось, что результаты её исследований важны не только для понимания механизмов функционирования психики человека в условиях зрительной депривации, но и для более глубокого понимания протекания психологии человека в целом [4].

Вопросы отображения физической реальности в психике человека и механизмов её интерпретации в ходе мыслительных процессов не являются узкоспециальными для тифлонаук, они представляют интерес для многих научных специальностей, в частности, для общей психологии, философии, семиотики и кибернетики. Не перечисляя всех дисциплин, методологический и терминологический аппарат которых может быть потенциально полезным для решения поставленных выше вопросов, приведём лишь один пример, непосредственно связанный с темой круглого стола («Научные основы технологий виртуальной реальности») — пример терминологических пояснений в виртуальной психологии:

«Мозг формирует образы всех объектов, находящихся в текущий момент времени вокруг человека, и передаёт эти образы в сознание. Именно эти образы реальных объектов в сознании человека и являются психологической виртуальной реальностью...

При этом, поскольку сознание ничего не знает о работе мозга по формированию виртуальных образов объектов из признаков объектов (иначе мы знали бы, как работает мозг, и искусственный интеллект давно был бы создан), а человек непрерывно во

времени в эгоцентричном пространстве “видит” все окружающие его объекты, то человек произвольно проецирует образы объектов из своего сознания непосредственно на реальные объекты и полагает, что объекты именно таковы, каковы их образы в его сознании. Таким образом, субъективная психологическая реальность связывается в сознании человека с реальным физическим миром» [5].

В нашем представлении за этими терминологическими разъяснениями прочитывается задача, схожая с актуальными задачами тифлопсихологии, — задача оценки соответствия субъективной психологической реальности реципиента полимодальных информационных ресурсов, создаваемых библиотекой, реальному физическому миру, содержательно воспроизводимому соответствующим ресурсом.

И это лишь один из примеров потенциального междисциплинарного подхода к решению задач обеспечения полимодального доступа людей с сенсорными ограничениями к информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ системы компенсации зрительной недостаточности и других сенсорных ограничений при организации доступа к информации позволяет сделать заключение, что современная библиотека для слепых выходит на уровень комплексной полифункциональной и полимодальной когнитивно-коммуникационной системы мультисенсорного обеспечения доступа пользователей к информации. Процесс этот требует переосмысления методологической, терминологической и технологической базы функционирования библиотеки с привлечением междисциплинарных подходов современной науки с особым акцентом на исследование механизмов отражения в мышлении образов, полученных при невизуальном восприятии объектов окружающего мира, как субъективной психологической реальности и разработке подходов к обеспечению её адекватного соответствия реальной картине физического мира.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Брэдбери Р.* 451 градус по Фаренгейту. Москва : Эксмо, 2023. 288 с.

2. *Виллей П.* Психология слепых / пер. с фр. В. А. Гандера, предисл. Ф. Шоева. Москва, Ленинград : Учпедгиз, 1931. 160 с.

3. *Елфимова Г. С.* Незрячие в Интернете. Москва : ГПНТБ России, 2011. 180 с.

4. *Литвак А. Г.* Тифлопсихология. Учеб. пособие для пед. интов по спец. № 2111 «Дефектология». Москва : Просвещение, 1985. 208 с.

5. *Раев О. Н.* Термин «виртуальная реальность» в аудиовизуальной технике // Инновационные технологии в кинематографе и образовании: VII Международная научно-практическая конференция, Москва, 15–16 октября 2021 г.: Материалы и доклады. Москва : Куна, 2021. С. 161–171.

Galina S. Elfimova

POLYMODAL COGNITIVE-INFORMATION ENVIRONMENT OF THE LIBRARY FOR PEOPLE WITH SENSORY DISABILITIES

Galina S. Elfimova, PhD (Engineering)

E-mail: redactor@rgbs.ru

Russian State Library for the Blind

The article provides an overview of the history of the development of approaches to compensation of sensory limitations, primarily blindness, in the organization of access to information. It is shown that the modern library for people with sensory disabilities is a complex multifunctional and polymodal cognitive-communication system for multisensory access of users to information. The question is raised about the need for an indepth study of the mechanisms of reflection in thinking of images obtained during nonvisual perception of objects of the surrounding world as a subjective psychological reality and an assessment of its compliance with the real picture of the physical world.

Key words: libraries for the blind, nonvisual access to information, typhlopsychology, tactile visualization, multiformat publications.

REFERENCES

1. Bradbury R. 451 gradus po Farengaitu. Moscow : Eksmo, 2023. 288 p.

2. Villei P. Psikhologiya slepykh / per. s fr. V. A. Gandera, predisl. F. Shoeva. Moscow, Leningrad : Uchpedgiz, 1931. 160 p.

3. Elfimova G. S. Nezryachie v Internetе. Moscow : GPNTB Rossii, 2011. 180 p.

4. Litvak A G. Tiflopsikhologiya. Ucheb. posobie dlya ped. in-tov po spets. № 2111 “Defektologiya”. Moscow : Prosveshchenie, 1985. 208 p.

5. Raev O. N. Termin “virtual’naya real’nost’” v audiovizual’noi tekhnike // Innovatsionnye tekhnologii v kinematografe i obrazovanii: VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Moscow, 15–16 October 2021: Materialy i doklady. Moscow : Kuna, 2021. P. 161–171.

УДК 004
ББК 81.1

Ярославцева Е. И.

ПОНИМАНИЕ ВИРТУАЛЬНОСТИ В ЦИФРОВЫХ ИМИТАЦИЯХ РАСШИРЯЮЩИХСЯ ТЕХНО-КОММУНИКАЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Ярославцева Елена Ивановна, кандидат философских наук, доцент
E-mail: yarela15@mail.ru

Институт философии Российской академии наук,
Международный институт новых образовательных технологий
Российского государственного гуманитарного университета

В современных развивающихся средах цифровой коммуникации происходят постоянные обновления, развиваются разные приспособления для управления стереообъектами, стереогаджеты для коммуникаций внутри стереосреды, активно используется всё, что имитирует учебное и техно-пространство для совместных взаимодействий. Цифровые объекты, порождённые программируемыми счётно-вычислительными устройствами, имитируют предметную и коммуникативную сферу, создавая специфическую сеть. И важно прояснить, насколько понятие виртуальности, имеющее свой контекст, сопрягается со сферой техники современными цифровыми решениями и развёртывает потенциальные коммуникации человека. Необходимо понять, какую методологическую роль играет виртуальность для процесса познания мира.

Ключевые слова: человек, принцип постнеклассики, виртуальность, цифровые имитации, коммуникации, техно-перспективы, программное порождение, сети.

Постнеклассический научный подход ориентирует на понимание того, что в культуре и науке человеческая активность играет ведущую роль и это создаёт возможность творчески осваивать природу, познавая её свойства. Знания и практика ведут к трансформации уровня технологического развития, с неизбежностью порождая в сфере человеческого познания новую методологию, а также новое видение мира. Постнеклассическая научная парадигма, о которой писал академик В. С. Степин [5, с. 680], позволяет в новом аспекте ставить задачи науки, опираясь на базовый фактор — аутопоззис, саморазвитие человека [2], его очевидное присутствие на всех этапах социокультурного процесса. В наступившую эпоху цифровых технологий, способных работать с Big Data — большими базами данных, нужно не элиминировать человека из процесса развития природы, что изначально сделала своим предметом классическая наука, а возвращать его, вписывать в современную методологию познания мира. В материалистическом подходе XX века было уже понятно, что человек познаёт окружающий мир через свою практику, которая и становится «критерием истины» [1, с. 356].

К ИНДУСТРИИ ЦИФРОВЫХ ИМИТАЦИЙ

Сегодня уже можно ставить задачу раскрытия представлений о чувственном через конкретные формы сенсорного человеческого опыта, который не ограничивается пятью широко известными функциональными возможностями человеческого восприятия. С одной стороны, у нас таких чувств три: на химической основе (обоняние и вкус), на механической (слух и осязание), и световой (зрение). Можно сказать, это распределение связано с названием области естественного знания. Но если брать развившиеся в филогенезе функциональные органы на основе биологической обратной связи, то их число больше. «Вот вам, пожалуйста, один из скрытых, но работающих органов чувств. В самом простом виде их очень много. Вот привыкли, что у нас ухо — оно одно-единственное. А на самом деле внутри нашего уха, того самого, которое воспринимает колебания воздуха, находится еще два рецептора! Но один вам хорошо известен, это гравитационный рецептор. <...> В нашем тривиальном ухе есть уже три органа чувств. Рецептор углового ускорения, рецептор линейного ускорения и слуховые рецепторы. Если разобраться, то очень быстро вы найдёте их огром-

ное количество» — говорит в своих лекциях С. В. Савельев [3]. Хеморецепторы, фоторецепторы и механорецепторы также дополняются рецептором электромагнитных чувств, построенном на механопротеинах. Но, по существу, это тоже механорецепторы. У человека есть только мышцы, а больше ничего нет. Больше у нас никаких входов нет. Всё остальное это только фильтры [4].

У рецепторных клеток есть три модальности: механика, химия и свет.

От того, как мы подходим к пониманию восприятия организмом человека внешнего мира, и зависит ответ. Если учитывать специфические системы обратной связи человека, форм чувствительной восприимчивости практически 20, и даже более! На этом строится представление о мире у каждого из нас, и, по мере развития, складывается понимание и себя в мире. Данное очевидное обстоятельство требует опоры на более современную, многомерную методологию, о которой писал академик В. С. Степин, считая необходимым обратиться к развитию человекообразного подхода [5, с. 680].

Бурное развитие счётно-вычислительных процессов при уменьшении инструментов для обработки информации было хорошей основой для создания образа управляемого пространства, чего всеми силами добивалась кибернетика. Работа программно-математического аппарата была необходима для решения управленческих задач и создания наиболее полного представления о положении дел в социуме, в области хозяйственных и экономических процессов. «Кибернетика возникла в качестве науки, одной из главных целей которой было исследование путей и способов воспроизведения в технике принципов функционирования живых систем» [5, с. 158], — того, что можно в упрощённом виде воссоздать как функцию. Создавался метаобраз и вместе с ним — определённый методологический каркас, который был важен для наращивания данных. Кибернетическое построение моделей было, можно сказать, простейшей формой имитации исследуемого объекта и вполне соответствовало требованиям объективного исследования. Но линия счётно-вычислительного обеспечения работы науки, информационного насыщения её моделей, развивала техно-функцию, поддерживая кибермоделирование. Познание двигалось в направлении сбора данных для управленческих планов.

Однако в ситуации распределённого набора информации возникли потребности обмена пакетами исследовательских данных и возобладала потребность быстрой коммуникации, что потребовало переключения с научных моделей в другую плоскость, требующую рост скорости вычислений. Эта ветвь оказалась приоритетной, поскольку запустила формирование сетей и поддержку массовых коммуникаций разного функционального формата — не только текстового, но и зрительного, и аудиального, что составило принцип мультимедийного информационно-коммуникационного процесса.

В развивающейся киберсфере начался всплеск интереса к личному дистанционному общению и возникло цифровое моделирование функций коммуникации в реальном формате, где участники могли проявлять себя с большой непосредственностью, переставая быть наблюдателями социального общения. Простое обслуживание этих связей участников сетевого взаимодействия оказалось точкой качественного изменения роли технологии. Цифровые вычисления показали себя с другой стороны — они перестали служить только базам данных, Big Data, они стали тянуть на себе задачи пространства, где коммуникации порождали новые формы человеческой активности, где происходило расширение и проявлялись новые способы общения. Сетевое пространство оказалось той средой, в которой человек получал свободу, границы которой ему были неизвестны, а также открывались новые потребности, которых многие и не могли себе представить.

НА ГРАНИ НОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Каждый раз новые технологии в культуре человека становились испытанием, вызовом для сохранения своих качеств. Таковыми можно считать и цифровые технологии, повысившие скорость событий и максимально приблизившиеся к человеку, оказавшиеся ему нужными. И показавшиеся очень удобными и волшебными! Человеку нужно суметь сохранить себя, свою естественную природу, отличив себя от машины и от её многочисленных улучшений.

Можно сказать, что так проявилось новое качество скоростных электронных вычислений — оказалось возможным всех обеспечить быстрой связью, мобильными технологиями для общения и получения информации. Обнаружили себя цифровые виртуальные эффекты, которые ранее, как функция человеческого общения, про-

являлись очень слабо. Возможно, что они совершались в личной образной сфере и были частью других психологических технологий, также опирающихся на алгоритмическое поведение человека. Само цифровое программное обеспечение, кодирующее размещение, а также перемещение создаваемых образов в виде цифровых имитаций, осуществляется в порождаемой системами кодов электронной среде, которая тоже воспринимается как реальность, но виртуальная. Здесь также возникает смысловое разветвление: мы должны определиться, что именно ассоциируется с понятием виртуала? Особенности проявления психики человека, открывающиеся и незавершённые его потенции? Или появление исчисленной электронной среды, где могут проявляться аватары, заложенные в алгоритмах компьютерной программы?

По существу, вне коммуникативного процесса счётно-вычислительной природы между людьми, никакого движения цифрового контента не образуется: виртуальная среда «замирает», а технически — зависит, поскольку компьютеры, если попросту, ничего не исчисляют. А если что-то и существует, то только в потенциале, в созданной специалистами программе. Похоже, что человек в этой ситуации оказывается не потребителем, а точкой сборки, который заказывает и, как потребитель, управляет активностью сети. При этом сами сетевики стремятся удержать его в сети, поскольку для них это живая ниша для реализации своих коммерческих интересов. Блогеры — самый яркий продукт цифровой сети, цифровых технологий, у которых нет прошлого, а также не очень ясно, какое у них будущее, поскольку абсолютно не известно, какие у них интересы. Рисуясь перед виртуальной камерой с каким-либо инфопотоком, они живут странной жизнью, вещают как в театре одного актёра. Единственная обратная связь — это количество лайков, как отдельные хлопки из зала. Ну и, конечно, приток свободных средств, которые блогеры получают от собственников сетей.

Теперь стоит сосредоточиться на вопросе познания: может ли быть представлена в роли педагога фигура блогера? Может ли сам электронный, цифровой коммуникативный процесс создать познавательную ситуацию, подобную той, которую осуществляет человек в реальной природе? Какие тайны можно раскрывать в виртуальном пространстве сети? Может быть стоит просто заглянуть в записи программистов, поскольку они лично прогнозируют, какие

роли должны выполнять участники сети. Смогли ли игры стать для игроков тренингом обучения чему-либо или секреты были заранее известны всем игрокам? Имитации быстро раскрываются, поскольку они находятся в достаточно узком логическом коридоре, и могут быть пригодны для проверки и для контроля в области тестирования программного обеспечения перед использованием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В цифровых имитациях нет и не может быть того, что называется новым, поскольку они собраны из уже имеющихся элементов, выраженных в алгоритмической форме. Имитации сами являются моделью, которую человек систематически создаёт на всех своих этапах развития, обучаясь чему-нибудь новому, но в своей манере. Коммуникации человека посредством технологий — это самостоятельный динамичный когнитивный процесс использования новых инструментов. Именно автор, изобретатель совершает действительный познавательный процесс, будучи в своих действиях частью реального развивающегося биологического мира, а не элементом цифровой сетевой имитации. Виртуальность можно рассматривать как особенность зрительного восприятия мира, опору на образ, который он формирует в формате адаптации к возникающим эффектам цифрового освещаемого поля. Если поток света будет отключён, то человеку уже не воспринять ни одного из феноменов дополненной реальности. Познавательным в этом случае становится контент, который отражает знание о технической процедуре, способствовавшей возникновению данного эффекта. В своё время многие технические достижения воспринимались необычно, как невозможные. Сегодня цифровые технологии дополняют современную культуру, и через некоторое время все эти варианты станут легко понимаемыми и легко объясняемыми.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Критерий истины // *Философский словарь* / под ред. А. А. Гусейнова, Ю. Н. Солодухина; сост. П. П. Апрышко, А. П. Поляков / 9-е изд., дораб. и доп. Москва : Мир философии, Алгоритм. 2021. 942 с.
2. *Матурана У., Варела Ф., Древо познания: Биологические корни человеческого познания* / пер. с англ. Ю. А. Данилова. Москва : Прогресс Традиция, 2001. 223 с.

3. *Савельев С. В.* Сколько у нас органов чувств. [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/video/preview/12412367598008352355> (дата обращения: 05.05.2023).

4. *Савельев С. В.* Чувства I. Сенсорные системы человека. [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/video/preview/16299263244695072296> (дата обращения: 05.05.2023).

5. *Степин В. С.* Теоретическое знание. Москва : Прогресс-Традиция, 2003.

6. *Фролов И. Т.* Очерки методологии биологического исследования: Система методов биологии / изд. 2-е, стереотипное. Москва : Издательство ЛКИ, 2007. 228 с.

Elena I. Yaroslavtseva

UNDERSTANDING THE VIRTUALITY OF DIGITAL SIMULATIONS AS TECHNO-EXTENSIONS OF HUMAN COMMUNICATIONS

Elena I. Yaroslavtseva, PhD in Philosophy, Associate Professor

E-mail: yarela15@mail.ru

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences

International Institute of New Educational Technologies,

Russian State Humanitarian University

In modern developing digital communication environments, constant updates are taking place, various devices for controlling stereo objects, stereo gadgets for communications within the stereo environment are being developed, everything that imitates educational and techno space for joint interactions is actively used. Digital objects generated by programmable computing devices imitate the subject and communication sphere, creating a specific network. And it is important to clarify how the concept of virtuality, which has its own context, interfaces with the field of technology, modern digital solutions and deploys potential human communications. It is necessary to understand what methodological role virtuality plays for the process of cognition of the world.

Key words: human, post-nonclassical principle, virtuality, digital imitations, communications, techno-perspectives, software generation, networks.

REFERENCES

1. *Kriterii istiny // Filosofskii slovar' / pod red. A. A. Guseinova, Yu. N. Solodukhina; sost. P. P. Apryshko, A. P. Polyakov / 9-e izd., dorab. i dop. Moscow : Mir filosofii, Algoritm. 2021. 942 p.*

2. Maturana U., Varela F., Drevo poznaniya: Biologicheskije korni chelovecheskogo poznaniya / per. s angl. Yu. A. Danilova. Moscow : Progress Traditsiya, 2001. 223 p.

3. Savel'ev S. V. Skol'ko u nas organov chuvstv. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://yandex.ru/video/preview/12412367598008352355> (data obrashcheniya: 05.05.2023).

4. Savel'ev S. V. Chuvstva I. Sensornye sistemy cheloveka. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://yandex.ru/video/preview/16299263244695072296> (data obrashcheniya: 05.05.2023).

5. Stepin V. S. Teoreticheskoe znanie. Moscow : Progress-Traditsiya, 2003.

6. Frolov I. T. Ocherki metodologii biologicheskogo issledovaniya: Sistema metodov biologii / izd. 2-e, stereotipnoe. Moscow : Izdatel'stvo LKI, 2007. 228 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Кувшинов С. В., Пронин М. А., Раев О. Н. 15 лет конференции об объёмных изображениях	3
Кувшинов С. В., Раев О. Н., Соловьева М. В. Двенадцатый Международный 3D-стерео кинофестиваль	14

Часть I. ВОСПРИЯТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Рожкова Г. И. Игнорируемые различия в восприятии реальных 3D-сцен и их стереоизображений	27
Чекалин Д. Г. Специфические особенности зрительного восприятия стереоскопических изображений	42
Раев О. Н. Зрительное восприятие в реальном мире и в виртуальной реальности	55
Андреев В. П. Проблемы и опыт использования свойств зрения человека в системах технического зрения	70

Часть II. ТЕХНИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ

Пряничников В. Е. Разработка дистанционных сенсорно-управляющих систем, использующих свёртки изображений	87
---	----

Воронков Ю. С., Кувшинов С. В.	
3D-моделирование замкнутых зеркальных пространств и проблемы построения геометрии картин по мотивам творчества Леонардо да Винчи	102
Бирючинский С. Б.	
Аппаратное обеспечение нейронных сетей	120
Рыжков В. П.	
Применение пакета MATLAB для визуализации данных томографии объектов в процессе подготовки инженеров	127

Часть III. ГУМАНИТАРНЫЕ ИННОВАЦИИ

Шульц С. А.	
К ритуально-мифологической теории балета (ракурс объёмности)	143
Бохоров К. Ю.	
Объёмность в экологических видео-эссе Урсулы Биманн	151
Лиховцева А. В.	
Художественные решения построения образа счастья в произведениях искусства и кино в исторической ретроспективе	159
Попова Л. В.	
Пространство и время в фильмах С. Эйзенштейна и А. Тарковского	171
Кувшинов С. В., Ткачук И. А.	
N-мерное пространство метавселенных как новая среда обитания человека	181
Борисова М. В.	
Формирование комбинаторного пространственного мышления у школьников: опыт проведения программы «Головоломка от Леонардо» в историко-архитектурном музее	189
Полищук Е. Ю.	
Прототипирование трёхмерных объектов для музейной экспозиции с использованием фото- и видеосъёмки с дистанционно-пилотируемого летательного аппарата	197

Харин К. В., Шаппо С. А.	
Развитие пространственного воображения учащихся на занятиях по бионическому дизайну	205
Репях Т. А.	
Использование анаглифных стереофотографий и видеоматериалов в проектной деятельности учащихся на занятиях гуманитарного цикла	214
Яманчева Ю. М.	
Формирование пространственного мышления учащихся с применением ЦОР «ЯКласс»	222

Часть IV. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕРМИНОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Пронин М. А., Бубнов А. В.	
Сетевой интеллект и природная виртуальность: к философским и прикладным проблемам и решениям	231
Тищенко В. И.	
Конвергенция понятий «виртуальная реальность» и «сетевое пространство»	240
Раев О. Н., Полякова К. В.	
О терминах «социальные сети» и «виртуальные социальные сети»	252
Авдошин Г. В.	
Взаимодействие видимого и невидимого в силовом поле образа	265
Искандарян Р. А.	
Контринтуитивные эффекты взаимодействия с виртуальной реальностью	275
Королёв А. Д.	
Имена, баллы, числа. Что дальше?	288
Фалько В. И.	
Неразличимость как свойство виртуальной реальности и нераздельно-неслитное единство в духовном бытии	295
Раев О. Н.	
Проявленная и непроявленная виртуальная реальность	307

Ольховая А. М.	
Возможности применения технологий виртуальной реальности в сфере образования	316
Елфимова Г. С.	
Полимодальная когнитивно-информационная среда библиотеки для людей с сенсорными ограничениями	326
Ярославцева Е. И.	
Понимание виртуальности в цифровых имитациях расширяющихся техно-коммуникаций человека	336

**ЗАПИСЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОБЪЁМНЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ В КИНЕМАТОГРАФЕ, НАУКЕ, ОБРАЗОВАНИИ,
МЕДИА И В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ**

**XV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Москва, 3–5 апреля 2023 г.
МАТЕРИАЛЫ И ДОКЛАДЫ**

Отпечатано в ООО «ИПП «КУНА».
119334, Москва, Ленинградский проспект, дом 47, стр. 4.
Подписано в печать 02.07.2023 г. Формат 60×90/16. Тираж 500 экз.
Печать цифровая. Усл. печ. листов 21,75. Заказ 164535.