

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.26>

**ПОЗНАНИЕ РЕАЛЬНОСТИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА:
ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Научная статья

Черных С.Е.^{1,*}, Костин В.Н.²

¹ ORCID : 0000-0002-9887-2899;

² ORCID : 0000-0003-4651-5002;

^{1,2} Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (suo[at]mail.ru)

Аннотация

Актуальность темы исследования связана с вопросами восприятия исследователями теплового контроля инфракрасных изображений различных объектов. Цель работы заключается в определении места и роли тепловизионных исследований в процессах познания реальности за пределами непосредственного восприятия человека. В ходе работы решены следующие задачи: проанализированы особенности восприятия человеком действительности, рассмотрены тепловизионные исследования как способ познания реальности. Основные теоретические выводы и результаты могут быть использованы при подготовке специалистов, применяющих тепловизионное оборудование, с целью их эффективной адаптации к восприятию инфракрасных изображений. Результаты исследования имеют практическую значимость, поскольку могут способствовать перестройке восприятия человека с привычных видимых изображений на эффективную интерпретацию инфракрасных.

Ключевые слова: реальность, восприятие, познание, тепловизионные исследования, инфракрасные изображения.

EXPLORING REALITY BEYOND THE NATURAL HUMAN CAPABILITIES: THERMAL IMAGING STUDIES

Research article

Chernikh S.Y.^{1,*}, Kostin V.N.²

¹ ORCID : 0000-0002-9887-2899;

² ORCID : 0000-0003-4651-5002;

^{1,2} M.N. Miheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (suo[at]mail.ru)

Abstract

Relevance of the research topic is due to the issues of perception by explorers of thermal control of infrared images of various objects. The aim of the work is to determine the place and role of thermal imaging studies in the processes of cognition of reality beyond the direct human perception. In the course of work, the following tasks are solved: the specifics of human perception of reality are analysed, thermal imaging research as a way of cognition of reality is examined. The main theoretical conclusions and results can be used in the training of specialists, using thermal imaging equipment, with the aim of their effective adaptation to the perception of infrared images. The results of the research have practical significance, as they can contribute to the reorganization of human perception from the usual visible images to the effective interpretation of infrared ones.

Keywords: reality, perception, cognition, thermal imaging studies, infrared images.

Введение

До середины XX в. не было еще изобретено технических устройств, позволяющих «увидеть» (или по другим каналам воспринять) реальность за пределами органов чувств человека. Между тем, человек во все эпохи пытался это компенсировать либо умозрительно, либо используя людей с развитым, так называемым сверхчувственным восприятием (волхвов, магов, шаманов, медиумов). Такой познавательный подход связан с человеческой особенностью – пытаться видеть мир как целое [1] (за пределами данного и непосредственно пережитого в индивидуальном опыте). Так как наша цивилизация продолжает стремиться к истинности и объективности картины мира, то на современном этапе опирается на «дополненную» техниками и технологиями реальность, чтобы более качественно ориентироваться в мире.

С одной стороны, последние десятилетия происходит совершенствование тепловизионных средств [2] и интенсивное внедрение инфракрасных устройств визуализации в различные отрасли промышленности [3]. Один из последних тому примеров – необходимость дистанционного контроля температуры больших потоков людей в условиях пандемии COVID-19. При этом все большее количество специалистов вынуждено осваивать подобное наукоемкое оборудование. С другой стороны, основную часть жизни большинство людей привыкло наблюдать только изображения, созданные в видимом спектре электромагнитных волн с помощью их естественного канала чувственного восприятия – зрения. В связи с этим возникают трудности восприятия инфракрасных изображений, что препятствует их дальнейшей обработке и интерпретации. В целом на данный момент вопросы восприятия человеком инфракрасных изображений недостаточно проработаны. Актуальность темы исследования, таким образом, обусловлена потребностями научно-теоретического и практико-методологического характера.

Объектом данного исследования является реальность за пределами восприятия органами чувств человека. *Предмет* изучения – тепловизионные исследования как способ расширения области познания реальности.

Методологическую основу исследования составляют следующие теоретические методы: систематизация, анализ, сопоставление, формулирование выводов. Для обеспечения наиболее полного анализа избранной проблемы применяется комплексный исследовательский подход, позволяющий использовать методологические положения исторического, логического и аналогового (основанного на способности ума к ассоциации) подходов. Исследование данной проблемы построено в рамках постнеклассической парадигмы.

Научная новизна исследования определяется результатами, полученными в ходе решения поставленных задач:

1. Впервые осуществлена постановка проблемы в рассматриваемом ключе.
2. Проведен анализ литературных источников по проблемам восприятия человеком реальности, в том числе с помощью органов чувств.
3. Систематизированы представления о восприятии человеком видимого изображения.
4. Произведено сопоставление восприятия различных объектов человеком в видимой и инфракрасной области спектра.
5. Предложен способ адаптации человека к восприятию инфракрасных изображений.

Научно-практическая значимость. Основные моменты исследования могут быть востребованы при разработке и чтении специальных и базовых курсов по тепловому контролю, как на первоначальной стадии обучения, так и на стадии повышения квалификации специалистов с уже имеющимся опытом работы. Кроме того, отдельные разделы работы могут найти применение при формировании теоретических представлений о проблеме восприятия реальности, выходящей за рамки органов чувств человека.

Обсуждение

Восприятие реальности органами чувств человека

Восприятие – сложный процесс, занимающий свое место в цепочке психического отражения, с помощью которого человек осуществляет познание мира. Более полная последовательность познания в порядке функционирования в психике представляет собой ряд: ощущение – восприятие – представление – понятие – эмоция – влечение – цель [4, С. 4]. Ощущение, восприятие и представление являются содержанием чувственного познания. Ощущение – это представление (или способ, посредством которого испытывается воздействие) единичного свойства предмета человеком, а также и отражение (переживание) состояния самого организма человека. Извне человеку приходят такие виды ощущений, как зрительные, слуховые, тактильные, температурные, вкусовые и обонятельные. Изнутри же идут ощущения положения тела в пространстве, мышечно-двигательные и органические. В результате получаем, что ощущение – элемент восприятия психики. Восприятие – совокупность или сумма ощущений, отражающая предмет в целом. Представление – конкретный образ предмета, наглядное его отражение, в том числе и предмета, который никогда не существовал или еще не воспринимался на данном этапе. Понятие представляет общие свойства отдельных предметов, объединяет их по категориям, присваивает общее имя единичным предметам. При этом человек может только понимать понятие, которое формируется посредством абстрагирования и обобщения, не ощущая и не воспринимая его.

Таким образом, ощущения, восприятия, представления и понятия составляют сферу познавательного психического отражения человека [4, С. 6]. Эмоция относится уже к оценочной сфере и является реакцией на перечисленные элементы психики, которая в свою очередь формирует субъективный образ объективного мира [5]. Влечение – следствие потребности либо поддержать и продлить положительную эмоцию, либо избавиться, забыть отрицательную эмоцию. Наиболее эффективно процесс познания проходит, если он стимулирован положительными эмоциями. Конечным звеном цепочки психического отражения является цель, которая должна иметь информацию о предстоящей деятельности, определять средства достижения и управлять деятельностью психической информации. В итоге, «ощущение, восприятие, представление, понятие, эмоция, влечение и цель есть элементы психики, а формами познания являются суждение, умозаключение, гипотеза и теория» [4, С. 10].

Физика восприятия видимого изображения

В философском смысле более широко понятие «видеть» описал М. Мерло-Понти: «Видеть – значит, проникать в мир существ, которые показывают себя, и они были бы не в состоянии себя показать, если бы были не в состоянии прятаться друг за другом или же за мной. Иными словами, смотреть на объект – значит, сидеть в нем и из него постигать вещи в тех ракурсах, в каких они к нему обращены» [6, С. 102-103]. Но в узком, физическом смысле нам доступна только одна сторона объекта – та, на которую обращен взгляд наших физических глаз. Поэтому более подробно рассмотрим как физические явления при формировании видимого изображения, так и свойства его восприятия человеком.

От источника видимого света (солнце, небо, лампы освещения) кванты электромагнитного излучения видимого диапазона длин волн (350-750 нм) [7, С. 182] попадают на объект наблюдения. В зависимости от поверхностных свойств материала объекта некоторые длины волн поглощаются, определенные отражаются, формируя, таким образом, набор квантов, несущих информацию о «цвете» объекта. То есть под термином «цвет» на данном этапе следует понимать определенные набор квантов излучения с определенными длинами волн, идущий от объекта к наблюдателю. Если наблюдателем является человек, то этот поток попадает на роговицу глаза и хрусталик, являющиеся, с точки зрения оптики, собирающей линзой [8]. Таким образом, на сетчатке глаза формируется изображение наблюдаемого объекта, причем это изображение является перевернутым. При этом резкость изображения для разно удаленных объектов достигается изменением кривизны хрусталика. Далее, информация с сетчатки посредством нейронов поступает на обработку в мозг, где изображение еще раз «переворачивается», а также различным участкам объекта «присваиваются» цвета в зависимости от того набора длин волн квантов излучения, которое приходит с их

направления. Роль мозга при формировании зрительных образов очень велика. Он вносит большие корректировки в объективность представлений о наблюдаемом объекте.

В целом, визуальному восприятию как познавательному процессу характерен ряд особенностей, при этом часть из них относится к мышлению [9, С. 210]:

- целостность – способность формировать полные представления о наблюдаемом объекте;
- предметность – способность сопоставлять видимый образ восприятия с конкретным предметом окружающего мира;
- осмысленность – способность формировать чувственный образ через понимание значения объектов;
- обобщенность – способность восприятия единичных объектов как проявления общего, представляющего класс однородных объектов;
- константность – способность длительного удержания постоянства отдельных свойств и качеств наблюдаемых объектов;
- избирательность – предпочтение выбора одних объектов перед другими;
- апперцепция – зависимость восприятия от опыта, взглядов, то есть от отношения человека к действительности;
- беглость – скорость корректировки мозгом изображения на сетчатке глаза для наиболее правильного восприятия свойств объекта;
- гибкость – способность быстро переключаться с восприятия трехмерного объекта на восприятие плоского изображения (фотографии, экрана устройства) и обратно.

Последняя особенность восприятия особенно важна в контексте рассматриваемой темы данной работы, когда при одновременном наблюдении реального объекта и его инфракрасного изображения на экране прибора (тепловизора) через мыслительную деятельность человека формируется дополненная и обобщенная картина объекта.

Физика формирования инфракрасного изображения

Процесс формирования инфракрасного изображения частично схож с принципом формирования видимого изображения. Это обусловлено тем, что свойства квантов электромагнитного излучения в видимой и инфракрасной области (7-14 мкм) [7, С. 182] отличаются друг от друга не значительно. Например, в большей степени от видимой области отличаются кванты диапазонов спектров рентгеновского и радиоизлучения, в частности, по механизмам взаимодействия с веществом.

В случае инфракрасного излучения его источником являются сами объекты, нагретые выше температуры абсолютного нуля. И чем больше нагрет объект относительно 0 К, тем выше поток излучения от него. А если учесть, что объекты комнатной температуры (20°C) относительно температуры абсолютного нуля имеют температуру $20+273=293$ К, то этот поток является значительным, так как энергия излучения, согласно закону Стефана-Больцмана [7, С. 184] пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры объекта. Таким образом, дополнительное внешнее освещение, как в случае с визуально видимыми объектами, от которых оно отражается и затем уже попадает к наблюдателю, не требуется.

Для визуализации теплового излучения, идущего от наблюдаемого объекта, используются технические устройства – тепловизоры, конструкции которых [10] схожи с устройством глаза человека. Инфракрасное излучение от наблюдаемого объекта распространяется во всех направлениях, и часть его попадает в объектив тепловизора. Так же, как и в глазе человека, в объективе происходит фокусировка излучения на чувствительный элемент приемного устройства – матрицу, являющуюся аналогом сетчатки человеческого глаза. Далее микропроцессорный контроллер приемного устройства формирует в памяти тепловизора двумерную таблицу значений температур для каждой точки матрицы. В современных тепловизорах типичным показателем размера матрицы является размер 640x480 точек. При этом уже на сформированном тепловом изображении каждая точка соответствует (в нее проецируется) определенной области на наблюдаемом объекте, что зависит от характеристик применяемой оптической системы. Таким образом, человек, использующий тепловизор, наблюдает на экране сформированное изображение объекта, каждая точка которого характеризует распределение температур по поверхности наблюдаемого реального объекта. При этом каждая точка инфракрасного изображения окрашивается в определенный цвет, в зависимости от установленной палитры. В результате чего происходит «кодировка» температуры участков наблюдаемого объекта в определенные цвета. Обычно самым горячим участкам объекта присваиваются оттенки красного, а самым холодным – оттенки синего, все остальные цвета равномерно распределяются по установленному температурному диапазону визуализации в соответствии с применяемой палитрой: красный – оранжевый – желтый – зеленый – голубой – синий – фиолетовый – черный.

Восприятие реальности посредством инфракрасных изображений

Для неподготовленного специалиста восприятие тепловых (инфракрасных) изображения является трудной задачей. Это связано с тем, что человек, а особенно взрослый, большую часть своей жизни привык воспринимать окружающие объекты в естественных цветах, которые означают для него только яркостные и цветовые характеристики наблюдаемых объектов, без учета каких-либо еще свойств. Здесь может помочь только опыт визуального наблюдения нагрева железа, когда примерно при 500-550 °С оно начинает светиться в видимом диапазоне бордовым цветом и заканчивает белым при 2500-3000 °С, проходя по мере нагрева все промежуточные оттенки. Но такой опыт есть далеко не у всех даже работающих на промышленных предприятиях.

К трудностям восприятия также добавляется и тот факт, что при наблюдении объектов в инфракрасном диапазоне некоторые «правила поведения» видимых визуальных объектов не соблюдаются. К таким эффектам можно отнести следующие явления:

- Отсутствие теней на тепловом изображении связано с тем, что каждый объект в наблюдаемом пространстве является источником излучения и все «светят» на всех. Бытовой пример такого явления – наблюдение тени горячей

свечи на стене, если она освещена внешним источником: мы можем наблюдать только саму свечу, тени от пламени мы не увидим, так как пламя само является источником света.

- Одинаково нагретые тела (имеющие идентичную температуру) могут визуально иметь разные цвета (видимую температуру) на термоизображении. Это связано с наличием такого фактора, как коэффициент излучения, который определяет возможную долю теплового излучения, покидающего наблюдаемый объект. То есть одинаково нагретые тела могут в разной степени делиться своей внутренней энергией с окружающим пространством за счет испускания излучения.

- Если наблюдаемое тело имеет небольшой коэффициент излучения, то от его поверхности будет отражаться излучение, идущее от окружающих его тел, искажая, таким образом, регистрируемую реальную температуру наблюдаемого объекта, либо его участков.

- Наблюдаемая температура объекта («цвет» на термограмме) будет зависеть (через коэффициент излучения) от угла наблюдения (относительно нормали), причем, если он превышает 60° , то эти различия будут значительными.

- Если на одном термоизображении присутствуют разно нагретые объекты, имеющие к тому же и разные коэффициенты излучения, то их восприятие и определение истинной температуры представляет собой очень сложную задачу.

Для уверенного и правильного восприятия инфракрасных изображений специалист должен (на время своей профессиональной деятельности) перейти от привычной природной «кодировки» цветов к тепловизионной, подразумевая, таким образом, что каждый «цвет» на термограмме несет уже не обычную визуальную информацию, а информирует о степени нагрева/охлаждения того или иного участка. Дополнительно специалист должен держать во внимании и проецировать на наблюдаемую реальность все законы теплового излучения (возникновения, распространения, отражения и поглощения), выстраивая в сознании реальность, дополненную тепловыми свойствами наблюдаемого объекта.

Временной промежуток, необходимый для адаптации специалиста к восприятию инфракрасных изображений, уже познакомившегося с особенностями и законами инфракрасного «мира», может быть существенно сокращен с повышением общей эффективности трактовки тепловых изображений промышленного оборудования. Для решения этой задачи необходимо подготовить набор термоизображений знакомых человеку объектов окружающего мира, с которыми он сталкивается каждый день. Еще лучшим обучающим средством будет непосредственное их наблюдение через тепловизор. Далее возможно применение игровых технологий [11], в частности, прогнозирования теплового поведения визуально наблюдаемых объектов с последующим подтверждением выдвинутых гипотез наблюдением через тепловизор. Таким образом, у специалистов формируется новое понимание восприятия объектов с дополненной тепловой реальностью. Когда именно тепловое состояние объекта является решающим (а не только его визуальное восприятие обычными органами ощущений), можно говорить о том, что эта «дополнительная» реальность занимает место «основной», так как является более важной на данном этапе наблюдения объекта с целью исследования определяющих его состояние свойств, недоступных естественным органам чувств.

Заключение

По мере все более широкого применения тепловизионных устройств увеличивается значение корректного восприятия сформированной приборами дополнительной «инфракрасной» реальности, которую вынуждены наблюдать специалисты в области теплового контроля и принимать ответственные решения. Актуальность изученной темы обусловлена потребностями освещения ранее не затрагиваемых вопросов восприятия человеком тепловизионных изображений.

Проанализирована последовательность познания человека через цепочку психического отражения. Определено место восприятия реальности органами чувств человека как отдельного элемента этой последовательности. Рассмотрена физика восприятия видимого изображения человеком посредством органа ощущений – зрения. Определен характерный ряд основных особенностей визуального восприятия человека.

Рассмотрен процесс формирования инфракрасного изображения с помощью технических устройств в сравнении с формированием изображения в органах зрения человека. Отмечены особенности восприятия инфракрасных изображений человеком, выделены трудности этого восприятия и предложены пути решения данной проблемы.

В результате работы высказано мнение, что на период тепловизионных исследований «дополнительная» инфракрасная реальность может становиться «основной» при определенных условиях. Рассмотренные в исследовании вопросы имеют практическую значимость и могут быть использованы для обучения специалистов теплового контроля, работающих с инфракрасными изображениями промышленного оборудования. Предложенные подходы по адаптации к восприятию «дополнительной» инфракрасной реальности могут повысить эффективность принятия ответственных решений при диагностике различных устройств и объектов, вплоть до биологических.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика», номер госрегистрации 122021000030-1).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Education and Science of Russia (topic "Diagnostics", state registration number 122021000030-1).

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Страхов Н.Н. Мир как целое: черты из наук о природе / Н.Н. Страхов — М.: Айрис-пресс: Айрис-Дидактика, 2007. — 569 с.
2. Фомин Ф.В. Современное состояние и перспективы развития зарубежных ик-систем / Ф.В. Фомин — М.: МНИТИ, 2018. — 35 с.
3. Ещенко Д.В. Практическое применение методов тепловизионного анализа и контроля. / Д.В. Ещенко, А.Т. Никитин, О.А. Белов // Вестник камчатского государственного технического университета. — 2020. — 54. — с. 6-19.
4. Колацкий А.В. «Формы познания» и психика. / А.В. Колацкий // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура.. — 2021. — 2. — с. 1-11.
5. Солодилова И.А. Оценочность и эмотивность в семантике слова. / И.А. Солодилова, И.В. Шепеля // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2015. — 11(186). — с. 172-178.
6. Мерло-Понти М. Феноменология восприятия / М. Мерло-Понти — М.: Ювента: Наука, 1999. — 608 с.
7. Вавилов В.П. Неразрушающий контроль Тепловой контроль: в 7 т.; / В.П. Вавилов — М.: Машиностроение, 2004. — 5 т.
8. Габдрахманова А.Ф. Значение строения и функции органа зрения в клинической практике: учеб. пособие / А.Ф. Габдрахманова. — Уфа: ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2016. — 72 с.
9. Ланщикова Г.А. Психолого-физиологические закономерности визуального восприятия пространства. / Г.А. Ланщикова // Омский научный вестник. — 2009. — 4(79). — с. 209-212.
10. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы, техника, применение / Ж. Госсорг — М.: Мир, 1988. — 399 с.
11. Ваганова О.И. Применение игровых технологий в обучении студентов. / О.И. Ваганова, Ж.В. Смирнова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. — 2019. — 1(35). — с. 16-21.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Straxov N.N. Mir kak celoe: cherty' iz nauk o prirode [The world as a whole: features from the natural sciences] / N.N. Straxov — М.: Ajris-press: Ajris-Didaktika, 2007. — 569 p. [in Russian]
2. Fomin F.V. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy' razvitiya zarubezhny'x ik-sistem [Current state and prospects of development of foreign IR systems] / F.V. Fomin — М.: MNITI, 2018. — 35 p. [in Russian]
3. Eshhenko D.V. Prakticheskoe primeneniye metodov teplovizionnogo analiza i kontrolya [Practical application of thermal imaging analysis and control methods]. / D.V. Eshhenko, A.T. Nikitin, O.A. Belov // Vestnik kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. — 2020. — 54. — p. 6-19. [in Russian]
4. Kolaczkiy A.V. «Formy' poznaniya» i psixika ["Forms of cognition" and the psyche]. / A.V. Kolaczkiy // Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura. [Car. Road. Infrastructure.]. — 2021. — 2. — p. 1-11. [in Russian]
5. Solodilova I.A. Ochenost' i e'motivnost' v semantike slova [Evaluativeness and emotivity in the semantics of the word]. / I.A. Solodilova, I.V. Shepelya // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Orenburg State University]. — 2015. — 11(186). — p. 172-178. [in Russian]
6. Merlo-Ponti M. Fenomenologiya vospriyatiya [Phenomenology of perception] / M. Merlo-Ponti — М.: Yuventa: Nauka, 1999. — 608 p. [in Russian]
7. Vavilov V.P. Nerazrushayushhij kontrol' [Non-destructive testing] Thermal testing: in 7 vol.; / V.P. Vavilov — М.: Mashinostroenie, 2004. — 5 vol. [in Russian]
8. Gabdrakhmanova A.F. Znacheniye stroeniya i funktsii organa zreniya v klinicheskoi praktike: ucheb. posobie [The significance of the structure and function of the organ of vision in clinical practice: studies. stipend] / A.F. Gabdrakhmanova. — Ufa: GBOU VPO BSMU of the Ministry of Health of Russia, 2016. — 72 p. [in Russian]
9. Lanshhikova G.A. Psixologo-fiziologicheskie zakonomernosti vizual'nogo vospriyatiya prostranstva [Psychological and physiological patterns of visual perception of space]. / G.A. Lanshhikova // Omskiy nauchny'j vestnik [Omsk Scientific Bulletin]. — 2009. — 4(79). — p. 209-212. [in Russian]
10. Gossorg Zh. Infrakrasnaya termografiya. Osnovy', texnika, primeneniye [Infrared thermography. Basics, technique, application] / Zh. Gossorg — М.: Mir, 1988. — 399 p. [in Russian]
11. Vaganova O.I. Primeneniye igrovy'x texnologij v obuchenii studentov [The use of gaming technologies in teaching students]. / O.I. Vaganova, Zh.V. Smirnova // Innovacionnaya e'konomika: perspektivy' razvitiya i sovershenstvovaniya [Innovative economy: prospects for development and improvement]. — 2019. — 1(35). — p. 16-21. [in Russian]