

07.00.10.ТАЪРИХИ ИЛМ ВА ТЕХНИКА  
07.00.10.ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ  
07.00.10.HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

УДК 53(575.03)

DOI:10.51844-2077-4990-2022-1-33-37

**ВОПРОСЫ  
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ В  
СРЕДНЕВЕКОВОМ ХОРАСАНе  
И МАВЕРАННАХРЕ**

**Комили Абдулхай Шарифзода**, д.физ.мат.наук, профессор, директор Научно-исследовательского института истории естествознания и техники при БГУ имени Носира Хусрава (Таджикистан, Бохтар); **Шамсидинов Мумин Иномджонович**, к.физ.мат.наук, доцент кафедры общей физики и твердого тела ГОУ «ХГУ им. академика Б. Гафурова» (Таджикистан, Худжанд); **Холов Илхом Латифович**, преподаватель кафедры методики преподавания технологии БГУ имени Носира Хусрава (Таджикистан, Бохтар)

**МАСЪАЛАҲОИ  
ОПТИКАИ ҲАНДАСАВӢ  
ДАР ХУРОСОНУ  
МОВАРОУННАҲРИ  
АСРИМИЁНАГӢ**

**Комилӣ Абдулҳай Шарифзода**, д.и.физикаю математика, профессор, директори Пажӯҳишигоҳи илмӣ-таҳқиқотии таърихи илмҳои табиатиносии ва техникаи назди ДДБ ба номи Носири Хусрав (Тоҷикистон, Бохтар); **Шамсидинов Мӯмин Иномҷонович**, н.и. физикаю математика, доцент кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахти МДТ “ДДХ ба номи академик Б.Гафуров” (Тоҷикистон, Хуҷанд); **Холов Илҳом Латифович**, омӯзгори кафедраи методикаи таълими технологияи ДДБ ба номи Носири Хусрав (Тоҷикистон, Бохтар)

**ISSUES OF  
GEOMETRIC OPTICS IN  
MEDIÆVAL KHORASAN AND  
MAVERANNAHR**

**Komili Abdulhay Sharifzoda**, Dr, of Physics and Mathematics, Professor; director of the research institute of the history of natural science and technology of BSU named after N.Khusrav, E-mail: akomili2006@mail.ru; **Shamsidinov Mumin Inomjonovich**, candidate of physical and mathematical sciences; Associate Professor of the department of general physics and solid state, physics and technology faculty under the SEI «KhSU named after B. Gafurov» (Tajikistan, Khujand), Tel: (+992) 92 620 20 44; E-mail: shamsidinov58@mail.ru; **Kholov Ithom Latifovich**, lecturer of the department of technique teaching technology under BSU named after N. Khusrav (Tajikistan, Bokhtar), E-mail: ilkhlov@mail.ru

**Ключевые слова:** физика, геометрическая оптика, свет, история науки, Аристотель, Архимед, Абу Бакр ар-Рази, Абу-р-Райхан ал-Бируни, Абу Али ибн Сина

Статья посвящена вопросам света, механизма зрения, распространения света и т.д. в античности и средневековом мусульманском Востоке. Авторы на основе первоисточников и опубликованных материалов кратко описывают общий уровень физических знаний об оптике в древности и средневековье. Утверждается, что на средневековом мусульманском Востоке был высокий уровень физических знаний о геометрической оптике. Статья, сочетающая в себе сведения по физике и истории, носит междисциплинарный характер, будет полезна исследователям в данной области. Она адресована физикам, историкам, востоковедам и, прежде всего, специалистам по истории физико-математических и технических наук.

**Вожаҳои калидӣ:** физика, оптикаи ҳандасавӣ, нур, таърихи илм, Арасту, Аршмидус, Абӯбақри Розӣ, Абӯрайҳони Берунӣ, Абӯалӣ ибни Сино

Мақола ба масъалаи рӯшноӣ, механизми биниш, паҳншавии рӯшноӣ ва ғайра дар замони антиқа ва Шарқи асримиёнагии исломӣ бахшида шудааст. Муаллифон дар асоси маъхазҳои муътамад ва маводи наширгардида сатҳи умумии донишҳои физикиро оид ба оптика дар даврони қадим ва асрҳои миёна ба таври мухтасар баррасӣ кардаанд. Таъкид карда мешавад, ки дар Шарқи асримиёнагии олами ислом донишҳои физикӣ дар соҳаи оптикаи ҳандасӣ дар авҷи рушд будааст. Мақола хусусияти байнисоҳавӣ дошта, дар ҳамгироии физика ва таърих навишта шудааст, ки барои

муҳаққиқони ин соҳа муфид хоҳад буд. Он ба физикдонон, муаррихон, шарқииносон ва пеш аз ҳама мутахассисони таърихи фанҳои физикаю математика ва техника тааллуқ дорад.

**Key words:** physics, geometric optics, light, history of science, Aristotle, Archimedes, Abu Bakr ar-Razi, Abu-r-Raihan al-Biruni, Abu Ali ibn Sina

*The article is devoted to the issue of light, the mechanism of vision, the propagation of light, etc. in antiquity and the medieval Muslim East. Based on primary sources and published materials, the authors of the article briefly describe the general level of physical knowledge about optics in antiquity and the Middle Ages. It is argued that a high level of physical knowledge of geometric optics was achieved in the medieval Muslim East. The article is interdisciplinary in nature and is written in a combination of physics and history, which will be useful for researchers in this field. It is addressed to physicists, historians, orientologists, and above all, specialists in the history of physical, mathematical and technical sciences.*

Оптика – это раздел современной физики, в котором изучают свойства света, его распространение и взаимодействие с веществом, а также его физическую природу. Под термином «свет» в оптике понимаются электромагнитные волны с частотой  $\nu$  от  $1,5 \cdot 10^{11}$  до  $3 \cdot 10^{16}$  Гц и длиной волны  $\lambda$  от  $2 \cdot 10^{-3}$  до  $10^{-8}$  м, которые соответствуют инфракрасному и ультрафиолетовому излучению.

На средневековом мусульманском Востоке, как в эпоху античности и эллинизма, разумеется, физическую оптику не понимали в современной трактовке.

В современной физике оптику делят на *геометрическую* и *физическую*.

Геометрической оптикой называют часть оптики, в которой изучаются только законы распространения, преломления и отражения света, без учета его физической природы. Физической оптикой называют часть оптики, в которой изучают природу самого света: его волновое и корпускулярное свойство.

Как в древнем, так и средневековом Востоке, даже и в латинской Европе все ученые, занимающиеся проблемами оптики, в основном, имели дело с вопросами геометрической оптики.

Оптика как наука о зрении, и акустика как наука о слухе – одни из самых древних, увлекательных и практических разделов физики, тем более для древнего и средневекового человека, с чем и связана заинтересованность человечества ими с незапамятных времен. Само слово «оптика» происходит из греческого «*οπτος*» и означает «вижу», «наблюдаю». Но вопросами оптики (имеется в виду геометрическая оптика) занимались еще до древних греков. Например, прямолинейность распространения света была известна еще 5000 лет тому назад в Древнем Египте и Месопотамии. Однако, она, как и другие современные науки, берет свое начало из Древней Греции.

В Древней Греции вопросы оптики привлекали внимание многих ученых, философов и даже медиков, наиболее известные из которых: Платон, известный в исламском мире как Афлотун, Евклид (Уклидус, Уклидис), Архимед (Аршимидус), Птолемей (Батлимус), Гален (Джолинус) и, конечно, Аристотель (Арасту, Аристоталис). Следует отметить, что некоторые из этих имен в средневековом мусульманском мире читаются в двух и даже в трех формах по следующим причинам. При переводе трудов ученых античной или эллинистической эпохи на арабский – государственный язык исламского мира, мусульманские ученые, среди которых были как арабы, так и не арабы, в большинстве случаев иранского происхождения, прежде всего таджики, переводили их имена согласно фонетическому, а иногда и грамматическому строю своего родного языка.

Поскольку в средневековом Хорасане и Мавераннахре вопросы оптики изучались и исследовались вначале по тем направлениям, что и в Древней Греции, и в Древнем Риме, то рассмотрим вкратце эти античные и эллинистические направления.

Для объяснения распространения света и механизмов зрения в Древней Греции существовали три теории. Некоторые ученые считали, что благодаря «зрительному лучу» объекты становятся видимыми. Данную теорию поддерживали Евклид, Евдокс и Платон, которых называли «древнегреческими математиками», тогда как Платон был широко известен как философ. Античных и средневековых философов условно можно разделить на «математиков» и «физиков», так как они были в основном естествоиспытателями, Евклид, например, развивал геометрическую оптику в сравнении с геометрией, а сам полагал, что человек видит предметы с помощью «зрительных лучей», идущих из глаз. Он пытался решить проблему размера объекта в зависимости от его положения.

Иные истолковывали появление зрительных ощущений появлением «образов» («идолов», «iedola») из сияющих тел. Данную теорию поддержали и другие ученые, такие как Демокрит, Эпикур, именуемые «физиками» [4, с. 53]. Следует отметить, что корни идеи Исаака Ньютона (1642 - 1727) – крупнейшего деятеля в истории классической физики, о корпускулярной природе света (в отличие от теории Гюйгенса о волновой природе света) можно найти в трудах Демокрита, Эпикура и позже Лукреция Кара.

У некоторых «физиков», таких как Эмпедокл, была промежуточная идея. С его точки зрения различаются два момента: истечение мельчайших частичек из созерцаемого тела и лучеиспускание из глаза, в результате которого появляется видимый образ. [4, с. 53]. Явное несогласие с данной теорией выражается в «Книге знаний» [2, с. 188].

Можно предположить, что свойство вогнутых зеркал проецировать как сходящиеся, так и расходящиеся пучки световых лучей было хорошо известно древнегреческим ученым. Вспомним легенду о том, как с помощью вогнутых зеркал Архимед сжег римский флот. И Евклид в своей «Катоптрике» указывает о возможности зажечь костер с помощью вогнутых зеркал.

В древности также был известен закон преломления света. Древнегреческие ученые говорили о зрительном преломлении опущенной в воду части палки. Такого рода опыты описал Клавдий Птолемей еще в начале новой эры. Поскольку его интересовали вопросы геометрической оптики, он охарактеризовал некоторые приборы, используемые для изучения преломления (например, две прикрепленные линейки). Птолемей, как самый видный астроном той эпохи, использовал свои оценки преломления к видимому положению звезд. И причину того, что околополюсные звезды описывают не правильные, а слегка сплюснутые около полюса круги, он видел в преломлении.

Основываясь на теорию Герона Александрийского, все ученые древности стали делить оптику на «Диоптрику» (наука о преломлении) и «Катопритику» (наука об отражении). В средние века геометрической оптикой в странах исламской культуры занимались многие ученые, философы и врачи, такие как Абу Бакр ар-Рази – известный в Западной Европе как Abubater и Razes. Его главным образом знали как медика, философа и химика, даже считали одним из родоначальников науки химии. Абу Наср ал-Фараби - величайший представитель восточного перипатетизма, признанный в основном как философ, однако, средневековой Европе он не был известен. Абу Али ибн ал-Хайсам – прославленный ученый физик-оптик в исламском средневековье, один из основателей средневековой геометрической оптики, по происхождению араб из г. Басра (Ирак), в западной Европе он был известен как Аль-Хазен (Al-Khazen). Этот ряд известных ученых можно продолжить: Абу-р-Райхан ал-Бируни (973 – 1048) – именитый ученый и историк, Абу Али ибн Сина (980 – 1037) – прославленный в мире как Авиценна (Avicenna), считается самым известным средневековым ученым; Омар Хайям (1048 – 1123) – известный как поэт и философ, был также математиком, астрономом, физиком; Фахриддин Рази (1149 – 1210) – философ и теолог, Насираддин Туси (1201 – 1274) – также известен ученому миру как астроном, математик, физик, философ и поэт и др. В данной статье анализу подверглись некоторые их взгляды и научные труды.

Интересно определить, какое толкование было дано понятию оптика в средние века в Мавераннахре и Хорасане. Вначале необходимо дать ответ на вопрос: как называли Оптос древних греков средневековые ученые Мавераннахра и Хорасана? Ученые умы исламских стран трактовали данное понятие как «илм ал-маназир ва-л-марое» (رظانملا و عايرملا), т. е. «наука о пейзажах и зеркалах». Слово «маназир» (رظانم) – образовано от формы множественного числа слова «манзар» (رظنم), означающего «пейзаж». Оно, в свою очередь, произошло от корня «назара» (رظن), то есть «видеть», «наблюдать». От формы множественного числа «миръат» (ءارم) «зеркало» образовалось «мароё» (ءايرم), соответственно, «зеркала». А слово «илм» в переводе означает «наука».

Древние греки воспринимали понятие «оптика» как «науку о видении» или «науку о наблюдении». Средневековые мусульманские ученые трактовали оптику как «науку о видении (наблюдении) и о зеркалах», указывая на необходимость и зеркал при изучении вопросов геометрической оптики. В дальнейшем мусульманские ученые Хорасана и Мавераннахра, которые не были арабами, этому предмету дали название - «наука о свете» («илми нур» (مءء روء) или «илми нуршиноси» (ءىسانشروء)).

На средневековом мусульманском Востоке теорию античных «математиков» об оптике поддерживал Абу Наср ал-Фараби. Он, поддерживая Евклида и Платона, утверждал, что «прямолинейные (лучи - авторы) - такие, которые выходят из глаза и распространяются в

прямом направлении зрения, пока не исчезнут». «Изогнутые (лучи - авторы) - такие, которые выходят из глаза, встречают на пути зеркало, препятствующее их распространению по прямой и изгибающее их, отклоняя в виду из сторон зеркала...» [6, с.68].

Абу Бакр ар-Рази, приемлющий теорию Платона относительно понимания души, в противовес Аристотелю [1, с.17], не соглашается с точкой зрения Платона в понимании природы зрения и света. «Зрение по Платону есть схождение лучей из глаз», это указывают в своих научных переписках Ибн Сина и ал-Бируни [3, с.383]. Ар-Рази выражает свое несогласие, наряду с точкой зрения Платона, и с теорией древнегреческих «математиков», таких как Евдокс, Евклид и Птолемей, в том числе некоторых «физиков», например, Эмпедокла [5, с.68-69].

Абу Бакр ар-Рази возродил и развил теорию «физиков», относительно появления света из звезд и огня, т. е. лучи распространяются от источника света. В своем сочинении «Книга о свойствах зрения» он опровергает мнение ученых, предполагающих, что предметы становятся видимыми, благодаря исходящим из глаз «зрительным лучам». Опровергается им и теория Евклида об оптике в книге «Китаб фи кайфийа ал-абсар буййна фихи `ан ал-абсар-л-лайса йакунун би шу`а` йухраджу мин ал-айн ва йункалу фихи ашквал мин китаб Уклидис фи-л-маназир») [5, с. 69].

Ученый XII века Фахр-ад-Дина ар-Рази в своей книге «Восточная полемика» (ثحابملا بيقرشملا - Ал-мубохис ал-машрикиййа) определяет свою позицию относительно теории света Абу Бакра ар-Рази, поддерживая его точку зрения [7, с.297-299]. Фахриддин Рази приводит четыре доказательства того, что предметы становятся видимыми благодаря лучам, исходящим из человеческого глаза. Приведем эти доказательства.

«Во-первых, - говорит Фахр-ад-Дин ар-Рази, - зрительных лучей у животных больше, и когда они смотрят на нос, то они наблюдают некую сферу, образованную из лучей. Следовательно, это доказывает, что в глазу существуют лучи.

Во-вторых, многие люди, когда после долгого сна открывают глаза и смотрят на окружающие их предметы, то видят лучи, которые потом исчезают. Следовательно, это свидетельствует о том, что в глазах человека содержатся лучи.

В-третьих, когда мы закрываем один глаз, зрительное отверстие другого глаза (зрачок) становится больше. Итак, логично сказать, что они (глаза - авторы) наполнены плотной сущностью.

В-четвертых, если бы не было перемещения света от мозга к глазу, то, следовательно, бесполезно было бы существование двух нервов, идущих к глазам» [5, с. 70].

Затем Фахриддин Рази процитировал ответ Абу Бакра ар-Рази следующим образом: «Обращаясь к сторонникам истечения лучей из глаз, Мухаммад ибн Закариййа приводит довод Абу Бакра ар-Рази по поводу первого доказательства. Им отмечается, что способность животных видеть сферу из лучей возле носа не является доказательством существования лучей в глазах. Это, напротив, подтверждает наличие наружного луча, который падает на роговую оболочку глаза и его отражение на нос.

Второму вышеприведённому доказательству Абу Бакр ар-Рази дает следующее объяснение: во время сна в глазах собирается некоторое количество влаги, похожая по чистоте и прозрачности на луч. По этой причине глаза тянутся ко сну и уходят от бодрствования. В результате быстрого реагирования глаз на очертание предмета глаза становятся зорче. Причем продолжительность реагирования на очертание зависит от самого очертания. И это время от начала не равно нулю. Таким образом, ощущение в этот момент поневоле становится полнее.

Относительно третьего доказательства он отмечает, что отверстие одного глаза становится шире в случае, когда другой закрыт. А значит они не могут быть одновременно и большими, и узкими.

Известно, что глаза становятся шире в темноте и уже при свете, так как яркие лучи мешают разглядеть предмет в темноте. Бесспорно, лучшим условием для зрения является умеренное освещение. В темноте мы стараемся расширить глаза, усиливая зрение, а при ярком свете невольно прикрываем глаза, это позволяет избежать вредные последствия его. И понятно: когда мы закрываем один глаз, другой расширяется, чтобы приоткрыть хрусталик для такого количества света, которое попадает в него, или чтобы видеть все доступное. Это вовсе не связано с какой-то субстанцией, отделяющейся от глаза. Даже при наличии какой-то субстанции нельзя связывать ее с сияющим телом, допускающим лучи.

Четвертое доказательство подвергается полному опровержению, так как если бы лучи исходили от мозга к глазам, то их прохождение совершенно невозможно из-за жесткости слоя роговой оболочки (глаз). Луч не может пройти сквозь нее...» [8, с. 73-76].

Следует отметить, что Абу Бакр ар-Рази неоднократно пытался разъяснить физическую причину природы миража - одной из интереснейших тем оптики. Свидетельством этого является то, что этой проблеме он посвятил два труда под названиями «О миражах» («Фи джавв-ус-сараб» - *فی فوج بارسا*) и «Об опровержении Хусейна ат-Тимара относительно миража» (Фи-радд ала Хусейн ат-Тимар ала джавв-ус-сараб» - *فی فوج بارسا*) [4, с. 121].

Учение Абу Бакра ар-Рази об оптике в дальнейшем было развито Абу Али ибн ал-Хайсамом, известным в латинском мире как Alhazen. Взгляды Абу Бакра ар-Рази поддерживал и развивал также Абу Али ибн Сина (Авиценна).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Беков, К. масъалаи нафс дар фалсафай мухаммад закарӣи Розӣ //К.Беков/ Изв. АН Тадж. ССР, Серия: Философия. Экономика. Правоведение.- 1988.- № 2. - С. 16-21 (на тадж. яз.).
2. Ибн Сина. Дониш-намэ.//И.Сина. Избранные произведения. Т.1. – Душанбе: Ирфон, 1980.- 322с.
3. Ибн Сина. Переписка Беруни и Ибн Сина// Абу Али ибн Сина. Избранные произведения. Т.1. – Душанбе: Ирфон, 1980.-242с.
4. Комилов, Абдулхай. Физика ар-Рази и Ибн Сины/А.Комилов. – М.: МГУ, 1999. – 160 с.
5. Комили Абдулхай. Физика Абу Бакра ар-Рази/А.Комилов. – М.: МБА, 2014. – 104 с.
6. Кубесов, А.К. Математическое наследие ал-Фараби/А.К.Кубесов. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 248 с.
7. فخرالدین رازی کتاب المباحث المشرقیه جلد دوم تهران ۱۹۶۶
8. موسی دینار شاهی از تاریخ فلسفه تاجیک دوشنبه عرفان ۱۹۸۸

#### REFERENCES:

1. Bekov, K. Mas'alai nafs dar falsafai Muhammad Zakariyei Rosi // Izv. AN Taj. SSR, Series: Philosophy. Economy. Jurisprudence, 1988, No. 2. - P. 16-21 (in Tajik).
2. Ibn Sina. Donish-name (Knowledge book) // Abu Ali ibn Sino. Izbrannnie proizvedenia (Selected works). V.1. – Dushanbe: Cognition, 1980.
3. Ibn Sina. Perepiska Beruni I Ibn Sina (Correspondence between Beruni and Ibn Sina) // Abu Ali ibn Sino. Izbrannnie proizvedenia (Selected works). V.1. – Dushanbe: Cognition, 1980.
4. Komilov Abdulhay. Fizika ar-Razi i Ibn Sini (Physics of ar-Razi and Ibn Sina). – M.: MGU (MSU), 1999. – 160 p.
5. Komili Abdulhay. Fizika Abu Bakra ar-Razi (Physics Abu Bakr ar-Razi) – M.: MBA, 2014. – 104 p.
6. Kubesov A.K. Matemamicheskoe nasledie al-Farabi (Al-Farab's mathematical legacy). – Alma-Ata: Science, 1974. – 248 p.
7. Fakhriddin Razi. Kitob al-Mubahis al-mashriqiya. V.2. (The Eastern controversy. V.2) – Tehron, 1966.
8. Muso, Dinirshoev. Az ta'rikhi falsafa'i tojik (From the history of Tajik philosophy). – Dushanbe: Cognition, 1988.