

DOI: <https://doi.org/10.57231/j.ao.2023.5.5.008>

УДК: 61:535.5306; 51:535.8

ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНЗЫ: СТРУКТУРА И СВОЙСТВА С ФОКУСОМ НА ОПТИЧЕСКУЮ СИЛУ

Нурматова Ф. Б.¹, Абдуганиева Ш. Х.², Dias Simoes Juan Raphael³

1. Заведующая кафедрой Биофизики и информационных технологий в медицине, Ташкентский государственный стоматологический институт, feruzanurmatova_tdsi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2158-5584>
2. Старший преподаватель кафедры Биофизики и информационных технологий в медицине, Ташкентский государственный стоматологический институт, abduganieva72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6078-9435>
3. Доцент кафедры Биофизики и информационных технологий в медицине, Ташкентский государственный стоматологический институт, juanrapha@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8321-0959>

Аннотация. Актуальность. Эта статья представляет обзор о линзах, основываясь на их виде и оптической силе. Линзы – это прозрачные оптические устройства, которые используются для фокусировки света или изменения вида изображений. В статье описываются различные виды линз, включая собирающие и рассеивающие линзы. Эта статья предоставляет краткое и понятное объяснение о линзах, их роли в оптике и их применении в медицине и других областях. 1. Научный аспект: Линзы и их оптическая сила являются фундаментальными понятиями в области оптики. Изучение их свойств и характеристик способствует расширению нашего знания об оптике и способствует развитию новых технологий. 2. Технический аспект: Знание о различных видах линз и их оптической силе необходимо для разработки и применения оптических систем в различных технических областях, включая фотографию, микроскопию, телескопию и другие оптические устройства. Оптимизация оптических систем требует глубокого понимания взаимосвязи между видами линз и их оптической силой. 3. Медицинский аспект: Изучение различных видов линз и их оптической силы является важным для разработки и проектирования оптических систем, используемых в медицинской практике, таких как очки, контактные линзы и оптические приборы для операции на глазах. Понимание этих концепций помогает в улучшении зрения и охраны здоровья глаз. **Цель исследования.** Освоить методы определения фокусных расстояний собирающих и рассеивающих тонких линз. Решаемые задачи: – приобрести навыки юстировки центрированных оптических систем; – освоить методы измерения фокусных расстояний собирающих и рассеивающих линз; – пронаблюдать зависимость вида изображения от положения предмета относительно фокуса линзы. **Материалы и методы.** Собирающие линзы, также известные как конвергентные линзы, собирают световые лучи в одну точку и используются для коррекции близорукости. Рассеивающие линзы, рассеивают световые лучи и применяются для коррекции дальнозоркости. Оптическая сила линзы измеряется в диоптриях и зависит от ее формы, размера и материала. **Результаты и заключение.** Чем больше числовое значение оптической сила линзы, тем сильнее линза. Положительные значения указывают на прямую линзу, а отрицательные – на конкавную линзу. Например, линза с оптической силой +2.00 D будет собирать световые лучи для близкого зрения, тогда как линза с оптической силой -3.00 D будет рассеивать световые лучи для коррекции дальнозоркости. Линзы являются важным инструментом в офтальмологии для коррекции зрения и лечения различных заболеваний глаз.

Ключевые слова: линза, сила линзы, собирающие линзы, рассеивающие линзы, фокусное расстояние, диоптрия.

Для цитирования:

Нурматова Ф. Б., Абдуганиева Ш. Х., Dias Simoes Juan Raphael. Оптические линзы: структура и свойства с фокусом на оптическую силу. Передовая офтальмология. 2023; 5 (5): 43-47.

OPTIK LINZALAR: TUZILISHI VA XUSUSIYATLARI, LINZALARNING OPTIK KUCHI

Nurmatova F. B.¹, Abduganiyeva Sh.X.², Dias Simoes Juan Raphael³

1. Toshkent davlat stomatologiya instituti, Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari kafedrasini mudiri, feruzanurmatova_tdsi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2158-5584>
2. Toshkent davlat stomatologiya instituti, Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari kafedrasini katta o'qituvchisi, abduganieva72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6078-9435>
3. Toshkent davlat stomatologiya instituti, Biofizika va tibbiyotda axborot texnologiyalari kafedrasini dotsenti, juanrapha@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8321-0959>

Annotasiya. Dolzarbligi. Ushbu maqolada linzalarning turi, optik kuchi haqida umumiy ma'lumot berilgan. Linzalar yorug'likni fokuslash yoki tasvirlar ko'rinishini o'zgartirish uchun ishlatiladigan aniq optik qurilmalardir. Maqolada har xil turdagi linzalar, shu jumladan yig'uvchi va sochuvchi linzalar tasvirlangan. Ushbu maqolada linzalar, ularning optikadagi o'рни, tibbiyot va boshqa sohalarda qo'llanilishi haqida qisqacha va aniq tushuntirish berilgan. 1. Ilmiy jihat: Linzalar va ularning optik kuchi optika sohasidagi asosiy tushunchalardir. Ularning xossalari va xususiyatlarini o'rganish optika haqidagi bilimlarimizni kengaytirishga va yangi texnologiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi. 2. Texnik jihat: Har xil turdagi linzalar va ularning optik kuchini bilish turli texnik sohalarda, jumladan fotografiya, mikroskopiya, teleskopiya va boshqa optik qurilmalarda optik

tizimlarni loyihalash va qo'llash uchun zarurdir. Optik tizimlarni optimallashtirish linzalar turlari va ularning optik kuchi o'rtasidagi munosabatlarni chuqur tushunishni talab qiladi. 3. Tibbiy jihat: Har xil turdagi linzalarni va ularning optik kuchlarini o'rganish tibbiy amaliyotda ishlatiladigan ko'zoynaklar, kontakt linzalari va ko'z jarrohligi uchun optik asboblari kabi optik tizimlarni ishlab chiqish va loyihalash uchun muhimdir. Ushbu tamoillarni tushunish ko'rishni yaxshilashga va ko'z sog'lig'ini saqlashga yordam beradi. Tadqiqot maqsadi. Yupqa linzalar, yig'uvchi va sochuvchi linzalarning fokus masofasini aniqlash usullarini o'zlashtirish. Yechilishi kerak bo'lgan vazifalar: – markazlashtirilgan optik tizimlarni sozlash ko'nikmalarini egallash; – tasvir turini linzaning fokusiga nisbatan holatiga bog'liqligini kuzatish. **Materiallar va usullar.** Yig'uvchi linzalar sifatida ham tanilgan konvergent linzalar yorug'lik nurlarini bir nuqtaga qaratadi va miyopiyaning tuzatish uchun ishlatiladi. Sochuvchi linzalari yorug'lik nurlarini tarqatadi va uzoqni ko'ra olmaslikni tuzatish uchun ishlatiladi. Linzaning optik kuchi dioptriyada o'lchanadi va u linzaning shakli, o'lchami va materialiga bog'liq. **Natijalar va xulosalar.** Linzaning optik kuchi qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik kuchli bo'ladi. Musbat qiymatlar yassi linzaligini ko'rsatadi va manfiy qiymatlar yig'uvchi linzaligini ko'rsatadi. Masalan, optik kuchi +2,00 D bo'lgan linza yaqindan ko'rishni to'g'rilash uchun yorug'lik nurlarini to'playdi, optik kuchi –3,00 D bo'lgan linza esa uzoqni ko'ra olmaslikni tuzatish uchun yorug'lik nurlarini tarqatadi. Linzalar oftalmologiyada ko'rishni tuzatish va turli ko'z kasalliklarini davolash uchun muhim vositadir.

Kalit so'zlar: linza, linza kuchi, fokus masofasi, dioptriya, yig'uvchi linza, sochuvchi linza, astigmatizm.

Иқтибос учун:

Нурматова Ф. Б., Абдуганиева Ш. Х., Dias Simoes Juan Raphael. Оптические линзы: структура и свойства с фокусом на оптическую силу. Передовая офтальмология. 2023; 5 (5): 43-47.

OPTICAL LENSES: STRUCTURE AND PROPERTIES WITH A FOCUS ON OPTICAL POWER

Nurmatova F. B.¹, Abduganieva Sh.Kh.², Dias Simoes Juan Raphael³

1. Head of the Department of Biophysics and Information Technologies in Medicine, Tashkent State Dental Institute, feruzanurmatova_tdsi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2158-5584>
2. Senior Lecturer of the Department of Biophysics and Information Technologies in Medicine, Tashkent State Dental Institute, abduganieva72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6078-9435>
3. Associate Professor of the Department of Biophysics and Information Technologies in Medicine, Tashkent State Dental Institute, juanrapha@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8321-0959>

Annotation. Relevance. This article provides an overview of lenses based on their type and optical power. Lenses are clear optical devices that are used to focus light or change the appearance of images. The article describes different types of lenses, including converging and diverging lenses. This article provides a concise and clear explanation about lenses, their role in optics, and their applications in medicine and other fields. 1. Scientific aspect: Lenses and their optical power are fundamental concepts in the field of optics. The study of their properties and characteristics contributes to expanding our knowledge of optics and contributes to the development of new technologies. 2. Technical aspect: Knowledge of different types of lenses and their optical powers is necessary for the design and application of optical systems in various technical fields including photography, microscopy, telescope and other optical devices. Optimizing optical systems requires a deep understanding of the relationship between lens types and their optical power. 3. Medical aspect: The study of different types of lenses and their optical powers is important for the development and design of optical systems used in medical practice, such as glasses, contact lenses and optical instruments for eye surgery. Understanding these concepts helps in improving vision and maintaining eye health. **Purpose of the study.** Master methods for determining the focal lengths of converging and diverging thin lenses. Tasks to be solved: – acquire skills in aligning centered optical systems; – master methods for measuring the focal lengths of converging and diverging lenses; – observe the dependence of the image type on the position of the object relative to the focus of the lens. **Materials and methods.** Converging lenses, also known as convergent lenses, focus light rays into one point and are used to correct myopia. Diverging lenses scatter light rays and are used to correct farsightedness. The optical power of a lens is measured in diopters and depends on its shape, size and material. **Results and conclusion.** The higher the numerical value of the optical power of a lens, the stronger the lens. Positive values indicate a straight lens, and negative values indicate a convex lens. For example, a lens with a power of +2.00 D will collect light rays to correct near vision, while a lens with a power of –3.00 D will diffuse light rays to correct farsightedness. Lenses are an important tool in ophthalmology for vision correction and treatment of various eye diseases.

Key words: lens, lens power, converging lenses, diverging lenses, focal length, diopter.

For citation:

Nurmatova F. B., Abduganieva Sh.Kh., Dias Simoes Juan Raphael., Optical lenses: structure and properties with a focus on optical power. Advanced ophthalmology. 2023; 5 (5): 43-47.

Актуальность: 1. Научный аспект: Линзы и их оптическая сила являются фундаментальными понятиями в области оптики. Изучение их свойств и характеристик способствует расширению нашего знания об оптике и способствует

развитию новых технологий. 2. Технический аспект: Знание о различных видах линз и их оптической силе необходимо для разработки и применения оптических систем в различных технических областях, включая фотографию,

микроскопию, телескопию и другие оптические устройства. Оптимизация оптических систем требует глубокого понимания взаимосвязи между видами линз и их оптической силой. 3. Медицинский аспект: Изучение различных видов линз и их оптической силы является важным для разработки и проектирования оптических систем, используемых в медицинской практике, таких как очки, контактные линзы и оптические приборы для операции на глазах. Понимание этих концепций помогает в улучшении зрения и охраны здоровья глаз.

Цель исследования. Освоить методы определения фокусных расстояний собирающих и рассеивающих тонких линз. Решаемые задачи: – приобрести навыки юстировки центрированных оптических систем; – освоить методы измерения фокусных расстояний собирающих и рассеивающих линз; – пронаблюдать зависимость вида изображения от положения предмета относительно фокуса линзы.

Материалы и методы исследования. Линзы – фундаментальные оптические элементы, которые нашли широкое применение в нашей жизни. Они играют ключевую роль в таких устройствах, как очки, микроскопы, телескопы, камеры и даже лазеры. Однако, чтобы правильно использовать линзы, необходимо понимать их виды и основные свойства.

Оптической линзой называется прозрачное тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями. Существует несколько видов линз, каждая из которых обладает уникальными характеристиками. Прямые линзы являются самыми распространенными.

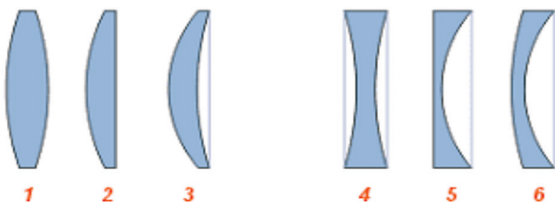


Рис. 1 Формы линз

1 – двояковыпуклая, 2 – плосковыпуклая, 3 – вогнуто-выпуклая (радиус выпуклой поверхности меньше, чем радиус вогнутой), 4 – двояковогнутая, 5 – плосковогнутая, 6 – выпукло-вогнутая (радиус вогнутой поверхности меньше, чем радиус выпуклой). Линзы 1, 2, 3 – собирающие; 4, 5, 6 – рассеивающие

Линия, соединяющая центры сферических поверхностей, образующих линзу, называется главной оптической осью линзы.

Основной характеристикой линзы является фокусное расстояние f или ему обратная величина

$$D = \frac{1}{f}$$

называется оптической силой линзы. В соответствии со знаком этих величин собирающие линзы называют положительными, обозначая знаком «+», и рассеивающие – отрицательными, обозначая знаком «-».

Оптическая сила линз выражается в особых единицах – диоптриях (дп). Диоптрия равна оптической силе линзы с фокусным расстоянием 1 м.

Направим на двояковыпуклую линзу пучок лучей белого света параллельно главной оптической оси (рис. 2, а). Лучи проходят через линзу и, преломляясь, собираются в одной точке F , лежащей на главной оптической оси. Точка, в которой собираются все прошедшие через линзу лучи, падающие на нее параллельно главной оптической оси, называется главным фокусом линзы.

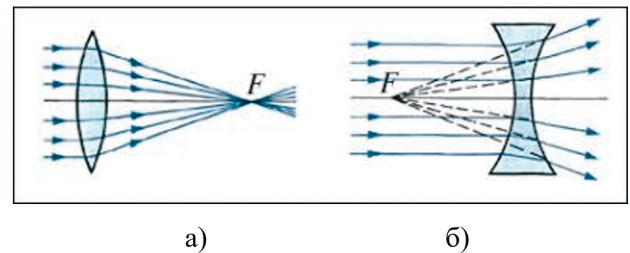


Рис. 2. Основные точки и линии в линзах

У рассеивающей линзы главный фокус образуется не самими лучами, а их продолжением (рис. 2, б). Такой главный фокус называется мнимым.

Они имеют выпуклую форму и собирают световые лучи в одной точке, называемой фокусом. Фокусное расстояние, также известное как оптическая сила линзы, определяет силу сфокусировки. Чем меньше фокусное расстояние, тем сильнее линза.

Консавные линзы, наоборот, имеют вогнутую форму и рассеивают световые лучи. Они обладают отрицательной оптической силой и используются, например, в очулярах микроскопов, чтобы получить увеличенное изображение объекта. Консавные линзы также применяются для коррекции некоторых заболеваний глаза, таких как астигматизм.

Оптическая система линз – это совокупность линз, работающих вместе для достижения нужного оптического эффекта. Например, в фотокамерах оптическая система линз включает несколько линз, которые собирают и фокусируют свет для создания изображения на пленке или матрице.

Результаты и обсуждение. Очковые линзы широко используются на протяжении многих лет и по-прежнему остаются одним из самых популярных средств коррекции зрения. Они изготавливаются из различных материалов, включая пластик и стекло. Очковые линзы могут иметь различные фокусные показатели для коррекции близорукости, дальнозоркости и астигматизма.

Близорукость. В процессе развития организма могут возникать отдельные отклонения от нормы, вследствие чего нарушается первое, основное, условие наилучшего зрения: изображение не получается на сетчатке глаза. Если глазное яблоко в процессе развития приобретает несколько удлиненную форму (за счет посто-

Оптическую силу корректирующих линз подбирают экспериментально, таким образом, чтобы изображение удаленных предметов получилось на сетчатке глаза. Оптическая сила D системы очки – глаз равна алгебраической сумме оптических сил очковой линзы D_1 и глаза D_2 :

$$D = D_1 + D_2$$

Зная D и D_2 , из этой формулы можно найти оптическую силу очковых линз D_1 .

Дальнозоркость. Если в процессе развития глазное яблоко оказывается несколько укороченным, то возникает другой недостаток зрения – дальнозоркость. В этом случае фокальная плоскость оптической системы глаза расположена позади сетчатки (рис. 3, б) и изображение опять-таки получается нерезким. Чтобы получить резкое изображение, надо увеличить

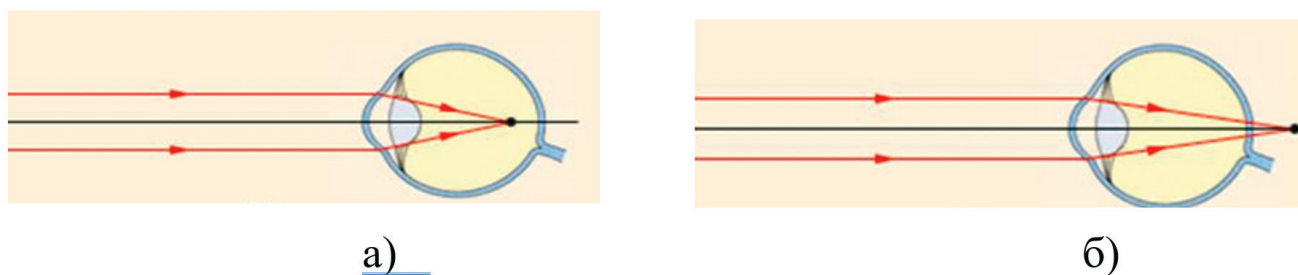


Рис. 3. Недостатки оптической системы глаза: близорукость (а), дальнозоркость (б)

янного мышечного напряжения), а оптическая сила хрусталика остается в пределах нормы (или наоборот), фокальная плоскость, в которой получается изображение предмета, не совпадает с сетчаткой глаза; она располагается впереди сетчатки (рис. 3, а). Этот недостаток зрения называется близорукостью.

Для устранения этого недостатка необходимо уменьшить оптическую силу хрусталика, чтобы он слабее преломлял лучи и они попадали на сетчатку

оптическую силу глаза. Это достигается с помощью собирающей линзы, она увеличивает преломляющую способность глаза и изображение получается на сетчатке. Обычно в этом случае применяются очки с вогнуто выпуклыми линзами (рис. 4, б).

С возрастом эластичность хрусталика и, следовательно, пределы аккомодации уменьшаются. В соответствии с этим хрусталик становится более плоским и оптическая сила глаза уменьшается,

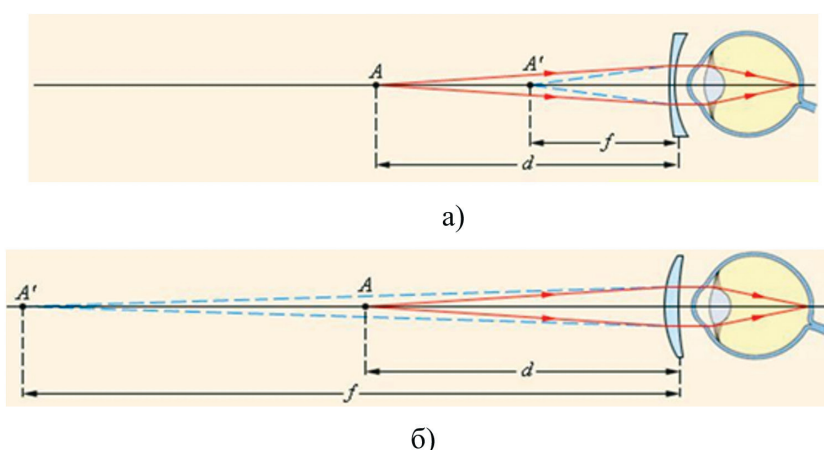


Рис.4. Коррекция близорукости и дальнозоркости глаза при помощи линз.

глаза. Для этого перед роговицей надо расположить рассеивающую линзу (рис. 4, а). Обычно для этой цели применяют очки с выпукловогнутыми линзами.

наступает возрастная, старческая дальнозоркость. Она также исправляется с помощью очков с положительными корректирующими линзами.

Чем больше числовое значение оптическая

сила линзы, тем сильнее линза. Положительные значения указывают на прямую линзу, а отрицательные – на конкавную линзу. Например, линза с оптической силой +2.00 D будет собирать световые лучи для близкого зрения, тогда как линза с оптической силой –3.00 D будет рассеивать световые лучи для коррекции дальнозоркости.

Астигматизм. Обычно поверхности хрусталика весьма близки к поверхности идеальных сфер. Однако иногда кривизна одной из поверхностей (или одновременно обеих) оказывается в различных плоскостях различной. Тогда при рассмотрении предмета все горизонтальные линии проецируются на сетчатку глаза и кажутся четкими, а изображения вертикальных линий на сетчатку глаза не попадают и кажутся размытыми или наоборот. Этот недостаток органов зрения называется астигматизмом.

Астигматизм исправляют с помощью цилиндрических линз. Такие линзы обладают резко выраженными астигматическими свойствами: в зависимости по отношению расположения источника света они дают изображение круглого отверстия в виде горизонтальной или вертикальной линии. Поэтому цилиндрическая линза усиливает или ослабляет преломляющую способность хрусталика только в одной плоскости и, таким образом, «помогает» ему проецировать на сетчатку только те линии, которые не получают резкими на сетчатке глаза.

Благодаря развитию технологий, очковые линзы стали легче, более удобными для использования и имеют лучшую оптическую четкость. Кроме того, современные очковые линзы могут быть защищены от УФ-излучения и иметь антибликовое покрытие, что делает их еще более привлекательными для пациентов.

Контактные линзы являются альтернативой

очковым линзам. Они изготавливаются из гибкого материала, который эффективно прилегает к поверхности глаза. Контактные линзы позволяют пациентам иметь естественное ощущение зрения без необходимости носить очки. Они могут быть использованы для коррекции близорукости, дальнозоркости, астигматизма. Кроме того, некоторые контактные линзы разработаны специально для терапии и предотвращения некоторых глазных заболеваний, таких как сухость глаз и кератоконус.

Например, фоточувствительные линзы, такие как те, которые содержат в себе встроенные фотопеременные материалы, автоматически темнеют при воздействии яркого света, обеспечивая дополнительную защиту от УФ-излучения. Также совершенствуются линзы с улучшенной проникающей способностью кислорода, что делает их более комфортными и безопасными для глаз.

Закключение. Трудно представить современного человека, работающего без компьютера, ведь практически все услуги переходят в онлайн-формате. Домашний досуг также проводится чаще за компьютером, да еще и в атмосфере искусственного освещения. В результате офтальмологи бьют тревогу, так как основная часть населения оказывается в зоне риска из-за высокой нагрузки на органы зрения. В решении этой проблемы, понимание различных видов линз и их оптической силы помогает нам применять их наиболее эффективно и получать максимальную пользу от их использования.

Линзы широко используются в офтальмологии для коррекции зрения и лечения различных заболеваний глаз. Они позволяют нам получать ясное изображение, корректировать зрение и использовать мощную оптическую технологию и повысить качество жизни.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bakhtiyarova, N. F. Our experience in conducting integration lectures on biophysics and eye diseases on» optics. *Biophysics of vision. EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR) – Peer Reviewed Journal* Volume: 6, Issue: 8, August 2020, 395–397
2. Nurmatova, F. B., Abduganiyeva, S. K., Muradov, K. I., & Xodjaeva, D. Z. (2022). Inflammatory Processes Of The Mucous Shells Of The Mouth Cavity With Alternating Magnetic Field. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 2863–2865.
3. Ulrich Harten "Physik fur Mediziner" Springer 2011
4. Абдуганиева, Ш. X., & Нурматова, Ф. Б. (2017). Биомедицинская информатика. In *Теоретические и практические проблемы развития современной науки* (pp. 24–25).
5. Абдуганиева, Ш. X., Нурматова, Ф. Б., & Джаббаров, Р. А. (2017). Роль биомедицинской и клинической информатики в изучении медицинских проблем. In *European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences* (pp. 18–20).
6. Нурматова, Ф. Б. (2017). Междисциплинарная интеграция биофизики в медицинском вузе. *Методы науки*, (4), 78–79.
7. Нурматова, Ф. Б. (2022, august). Электронный учебник как средство мультимедийного обучения: Нурматова Феруза Бахтияровна, ТГСИ, кафедра биофизики и информаци-
8. «Линзы и их применение в оптических системах». *Очки и видение*, том 25, номер 3, 2020, с. 125–138.
9. Нурматова, Ф. Б., & Абдуганиева, Ш. X. (2023). Цифровая трансформация в медицине: тенденции и перспективы. *Universum: технические науки*, (7–1 (112)), 26–29.
10. Raphael, D. S. J., & Muradov, K. I. (2022). Thermodynamics of living systems.
11. Нурматова, Ф. Б., Абдуганиева, Ш. X., Рахимова, Х. Ж., & Ходжаева, Д. З. (2023). Природа света. Определение длины световой волны. *Advanced Ophthalmology*, 2(2), 62–65.
12. Plakhtiev, A., Gaziev, G., Doniyorov, O., & Muradov, K. (2023). Contactless wide-range ferromagnetic high-current converters for monitoring and control systems in the electric power industry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 04014). EDP Sciences.
13. Plakhtiev, A., Gaziev, G., Doniyorov, O., & Muradov, K. (2023). High-current contactless ferromagnetic converters for multi-profile monitoring and control systems. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 401, p. 04015). EDP Sciences.