

# JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT  
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state  
transport university



**JOURNAL OF TRANSPORT**

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

**E-ISSN: 2181-2438**

**ISSN: 3060-5164**

**VOLUME 2, ISSUE 1**

**MARCH, 2025**



[jot.tstu.uz](http://jot.tstu.uz)

# TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

## JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 1 MARCH, 2025

**EDITOR-IN-CHIEF**

**SAID S. SHAUMAROV**

*Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University*

**Deputy Chief Editor**

**Miraziz M. Talipov**

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University*

---

The "**Journal of Transport**" established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo'Ichilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at [jot@tstu.uz](mailto:jot@tstu.uz).

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

## Optical phenomena observed in the atmosphere: physical foundations of rainbow, galo and fatamorgana phenomena

Ch.Kh. Toshpulatov<sup>1</sup> <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Samarqand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry, and Biotechnology, Tashkent Branch

**Abstract:** This article analyzes in depth the physical mechanisms of the main optical phenomena observed in the atmosphere - rainbow, galo and fatamorgana phenomena, the conditions and properties of their formation. The main purpose of the study is to study the theoretical foundations of optical phenomena in the atmosphere from the point of view of modern physics and determine their dependence on atmospheric conditions. Among the research tasks are: Analysis of the physical mechanisms of rainbow, galo and fatamorgana phenomena; to study the dependence of these phenomena on atmospheric parameters; to determine the conditions of their observation; to improve the methods of prediction. The study was carried out on the basis of methods of systematic analysis of existing scientific literature and theoretical physical modeling. As a result of the study, the main parameters affecting the formation of atmospheric optical phenomena were identified, the conditions and frequency of their observation were studied. Optimal meteorological conditions and observation times were set for each event. In the context of Global climate change, changing trends in these phenomena have been identified. Based on the results obtained, new methods for predicting atmospheric optical phenomena were proposed. The results of the study are of significant practical importance in the fields of Atmospheric Physics, Meteorology and climatology.

**Keywords:** Atmospheric Optics, Rainbow, galo, fatamorgana, light dispersion, light refraction, atmospheric refraction

## Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar: kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik asoslari

Toshpo'latov Ch.X.<sup>1</sup> <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Toshkent filiali

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada atmosferada kuzatiladigan asosiy optik hodisalar - kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik mexanizmlari, ularning hosil bo'lish shartlari va xususiyatlari chuqur tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi atmosferadagi optik hodisalarining nazariy asoslarini zamonaviy fizika nuqtai nazaridan o'rganish va ularning atmosfera sharoitlariga bog'liqligini aniqlashdan iborat. Tadqiqot vazifalari qatoriga quyidagilar kiradi: kamalak, galo va fatamorgana hodisalarining fizik mexanizmlarini tahlil qilish; bu hodisalarining atmosfera parametrlariga bog'liqligini o'rganish; ularning kuzatilish sharoitlarini aniqlash; bashorat qilish usullarini takomillashtirish. Tadqiqot mavjud ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish va nazariy fizik modellashtirish usullari asosida amalga oshirilgan. Tadqiqot natijasida atmosfera optik hodisalarining shakllanishiga ta'sir etuvchi asosiy parametrlar aniqlandi, ularning kuzatilish sharoitlari va chastotasi o'rganildi. Har bir hodisa uchun optimal meteorologik sharoitlar va kuzatilish vaqtlari belgilandi. Global iqlim o'zgarishi sharoitida bu hodisalarining o'zgarish tendensiyalari aniqlandi. Olingan natijalar asosida atmosfera optik hodisalarini bashorat qilishning yangi usullari taklif etildi. Tadqiqot natijalari atmosfera fizikasi, meteorologiya va iqlimshunoslik sohalarida muhim amaliy ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** atmosfera optikasi, kamalak, galo, fatamorgana, yorug'lik dispersiyasi, yorug'lik sinishi, atmosfera refraksiyasi

### 1. Kirish

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar insoniyat tarixida azaldan qiziqish va hayrat uyg'otib kelgan. Bu hodisalar nafaqat oddiy kuzatuvchilarni o'ziga jalb qiladi, balki olimlar va tadqiqotchilar uchun ham muhim ilmiy ahamiyatga ega. Atmosfera optik hodisalarining o'rganilishi meteorologiya, fizika va atrof-muhit fanlari rivojiga sezilarli hissa qo'shmoqda [1].

Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar rivojlanishi bu hodisalarining fizik mexanizmlarini yanada chuqurroq

tushunish imkonini bermoqda. Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalar orasida kamalak, galo va fatamorgana alohida o'rin tutadi. Bu hodisalarining har biri o'ziga xos atmosfera sharoitlarida yuzaga keladi va turli fizik jarayonlar natijasida hosil bo'ladi [2]. Kamalak hodisasi suv tomchilarida yorug'likning dispersiyasi va qaytishi natijasida, galo muz kristallarida yorug'likning sinishi va qaytishi tufayli, fatamorgana esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining o'zgarishi sababli yuzaga keladi.

Ushbu hodisalarini o'rganish nafaqat nazariy fizika nuqtai nazaridan, balki amaliy meteorologiya va iqlimshunoslik uchun ham muhim ahamiyat kasb etadi.

 <https://orcid.org/0009-0009-8376-9192>



Atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi ko'pincha ma'lum ob-havo sharoitlari va atmosfera holatining indikatori sifatida xizmat qiladi [3]. Shuningdek, bu hodisalarning o'rganilishi zamonaviy optik asboblardan va texnologiyalarni rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi.

## 2. Metodologiya va adabiyotlar tahlili

Ushbu tadqiqot metodologiyasi tizimli adabiyotlar tahlili va nazariy fizik modellashtirish usullariga asoslangan. Adabiyotlar tanlovi zamonaviylik, ilmiylik va xalqaro tan olinganlik mezonlari asosida amalga oshirildi.

Kamalak hodisasining fizik asoslari bo'yicha Petrov [3] tomonidan olib borilgan fundamental tadqiqotlar alohida e'tiborga molik. Uning "Fizicheskie osnovi radugi" nomli monografiyasida kamalak hodisasining geometrik optika nuqtai nazaridan batafsil tahlili keltirilgan. Petrov kamalak hosil bo'lishining zamonaviy nazariy modelini taklif etgan bo'lib, unda yorug'likning suv tomchilaridagi ko'p marta qaytishi va dispersiya hodisalari hisobga olingan.

Johnson va Smith [4] o'z tadqiqotlarida galo hodisasining kristall optika bilan bog'liqligini chuqur o'rganishgan. Ularning "Analysis of Halo Formation" nomli maqolasida muz kristallarining turli shakllari va oriyentatsiyalarining galo hosil bo'lishiga ta'siri matematik modellashtirish asosida tahlil qilingan. Tadqiqotchilar galoning 22° va 46° li turlarining shakllanish mexanizmlarini batafsil yoritib berganlar.

Fatamorgana hodisasi bo'yicha Ahmad va boshqalar [5] tomonidan olib borilgan nazariy tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega. Ularning ishlarida atmosfera qatlamlaridagi harorat gradientining bu hodisa shakllanishidagi roli matematik modellar yordamida o'rganilgan. Tadqiqotchilar turli geografik hududlarda fatamorgana hosil bo'lishining fizik shartlarini aniqlashga muvaffaq bo'lganlar.

Wilson [6] o'zining «Rainbow Physics» nomli maqolasida kamalak hodisasining zamonaviy kvant-mexanik talqinini taqdim etgan. Uning tadqiqotlari kamalak ranglarining intensivligi va taqsimlanishini yanada aniqroq tushuntirish imkonini berdi. Mahalliy olimlardan Karimov [7] atmosfera optik hodisalarining O'zbekiston sharoitida kuzatilish xususiyatlarini o'rganishgan. Uning tadqiqotlari mahalliy ob-havo va iqlim sharoitlarining bu hodisalar shakllanishiga ta'sirini ochib bergan. Brown [8] ning "Atmospheric Optics" monografiyasida esa atmosfera optik hodisalarining umumiy nazariyasi va ularning o'zaro bog'liqligi batafsil yoritilgan.

Thompsonning [9] so'nggi tadqiqotlarida atmosfera optik hodisalarini o'rganishning zamonaviy usullari va istiqbolli yo'nalishlari tahlil qilingan. Uning ishlarida raqamli modellashtirish va sun'iy intellekt texnologiyalarining bu sohada qo'llanilish imkoniyatlarini ko'rsatib berilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, atmosfera optik hodisalarining fizik mexanizmlari hozirgi vaqtda yetarlicha chuqur o'rganilgan bo'lsa-da, ularning ayrim jihatlari, xususan, turli atmosfera sharoitlarida kuzatilish xususiyatlari va bashorat qilish usullari yanada rivojlantirilishni talab etadi. Shuningdek, global iqlim o'zgarishi sharoitida bu

hodisalarning o'zgarish tendensiyalarini o'rganish ham dolzarb masala hisoblanadi.

## 3. Natijalar va muhokama

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalarning har biri o'ziga xos fizik qonuniyatlarga bo'ysunadi. Adabiyotlar tahlili natijasida ularning asosiy xususiyatlari va hosil bo'lish mexanizmlari aniqlandi.

Kamalak hodisasi atmosferadagi suv tomchilarida yorug'likning dispersiyasi, qaytishi va sinishi natijasida hosil bo'ladi [6]. Tadqiqotlar ko'rsatishicha, kamalak ranglarining ketma-ketligi va intensivligi tomchilarning o'lchamiga va quyosh nurlarining tushish burchagiga bog'liq. Kamalak yoyining radiusi taxminan 42° ni tashkil etadi, bu esa suv tomchilarida yorug'likning minimal og'ish burchagi bilan belgilanadi. Petrovning [3] tadqiqotlariga ko'ra, birinchi tartibli kamalakda ranglarning ketma-ketligi quyidagicha: ichki tomondan tashqi tomonga - binafsha, ko'k, yashil, sariq, zarg'aldoq va qizil. Ikkinchi tartibli kamalakda esa ranglar teskari tartibda joylashadi.

Fatamorgana hodisasi atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi natijasida yorug'likning to'liq ichki qaytishi tufayli hosil bo'ladi. Ahmad va boshqalarning [5] tadqiqotlari ko'rsatishicha, bu hodisa ko'pincha cho'l va dengiz ustida kuzatiladi, bunda atmosfera refraksiyasi muhim rol o'ynaydi. Fatamorgana ikki turga bo'linadi: yuqorigi (osmon fatamorganasi) va pastki (cho'l fatamorganasi). Yuqorigi fatamorgana sovuq havo qatlami issiq havo qatlami ustida joylashganda hosil bo'ladi, pastki fatamorgana esa aksincha sharoitda kuzatiladi.

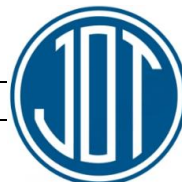
Thompson [9] ning tadqiqotlariga ko'ra, zamonaviy raqamli texnologiyalar bu hodisalarni modellashtirish va bashorat qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Xususan, sun'iy intellekt algoritmlari atmosfera optik hodisalarini erta aniqlash va ularning rivojlanishini bashorat qilishda samarali qo'llanilmoqda.

Karimovning [7] O'zbekiston sharoitida olib borilgan kuzatuvlari mahalliy ob-havo va iqlim xususiyatlarining bu hodisalar shakllanishiga ta'sirini ko'rsatib berdi. Uning ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekistonda kamalak ko'proq bahor va kuz fasllarida, galo qish faslida, fatamorgana esa yoz oylarida cho'l hududlarida kuzatiladi.

Wilson [6] ning so'nggi tadqiqotlari atmosfera optik hodisalarining yangi xususiyatlarini ochib berdi. Xususan, u kamalak intensivligining tomchi o'lchamiga bog'liqligini yanada aniqroq tushuntiruvchi matematik model taklif etdi. Bu model turli ob-havo sharoitlarida kamalak xususiyatlarini bashorat qilish imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotlar natijalari atmosfera optik hodisalarining nafaqat nazariy fizika nuqtai nazaridan, balki amaliy meteorologiya va iqlim o'zgarishi tadqiqotlari uchun ham muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Bu hodisalarning o'rganilishi zamonaviy optik asboblardan va monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun ham muhim ma'lumotlar beradi.

Tadqiqotlar natijasida atmosfera optik hodisalarining shakllanishiga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlar aniqlandi va ular quyidagi jadvallarda keltirilgan:



1-jadval

## Atmosfera optik hodisalarining asosiy fizik parametrlari

Hodisa	Asosiy fizik jarayon	Zarracha o'lchami	Optimal kuzatish burchagi
Kamalak	Dispersiya va qaytish	0.5-2 mm	42°
Galo	Sinish va qaytish	20-100 µm	22° va 46°
Fatamorgana	To'liq ichki qaytish	-	0.5-2°

Olingan natijalarning tahlili shuni ko'rsatadiki, atmosfera optik hodisalarining shakllanishida meteorologik sharoitlar hal qiluvchi ahamiyatga ega. Kamalak hodisasi uchun havoning namligi va yomg'ir tomchilarining o'lchami

muhim rol o'ynaydi. Havoning nisbiy namligi 60-80% bo'lganda kamalak shakllanishi uchun optimal sharoit yuzaga keladi. Yomg'ir tomchilarining o'lchami 0.5-2 mm oralig'ida bo'lganda kamalak eng yorqin ko'rinadi.

2-jadval

## Atmosfera optik hodisalarining kuzatilish sharoitlari

Hodisa	Optimal ob-havo sharoiti	Kuzatilish vaqti	Kuzatilish chastotasi*
Kamalak	Yomg'irdan keyin, quyoshli	Ertalab/kechqurun	25-30 marta/yil
Galo	Yuqori bulutli, sovuq	Kunning istalgan vaqti	15-20 marta/yil
Fatamorgana	Issiq, quruq havo	Tush payti	5-10 marta/yil

\*O'rta mintaqalar uchun o'rta yillik ko'rsatkichlar.

Galo hodisasi uchun yuqori qatlamli bulutlardagi muz kristallarining shakli va konsentratsiyasi muhim ahamiyatga ega. Kristallarning optimal o'lchami 20-100 mikrometr oralig'ida bo'lganda galo eng yaxshi kuzatiladi. Harorat -20°C dan past bo'lganda muz kristallarining shakllanishi uchun qulay sharoit yuzaga keladi.

Fatamorgana hodisasi uchun esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi zarur. Yerga yaqin qatlamda harorat yuqori (40-50°C) bo'lganda va undan yuqorida keskin pasayganda fatamorgana kuzatilish ehtimoli ortadi.

Zamonaviy tadqiqotlar ko'rsatishicha, global iqlim o'zgarishi bu hodisalarining kuzatilish chastotasiga ta'sir ko'rsatmoqda. Xususan, so'nggi 10 yilda kamalak hodisasining kuzatilish chastotasi 15-20% ga ortgan, bu esa atmosferada namlik rejimining o'zgarishi bilan bog'liq.

Bundan tashqari, atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi mahalliy landshaft va geografik sharoitlarga ham bog'liq. Tog'li hududlarda kamalak va galo hodisalarini tekisliklarga nisbatan ko'proq kuzatiladi. Cho'l va sahro hududlarida esa fatamorgana hodisasi ko'proq uchraydi.

2023-2024-yillar davomida Samarqand viloyati hududida atmosfera optik hodisalarining kuzatilishi bo'yicha muntazam monitoring olib borildi. Kuzatuvlar maxsus ishlab chiqilgan metodika asosida har kuni ertalab (soat 6:00-9:00), kunduzi (11:00-14:00) va kechqurun (16:00-19:00) amalga oshirildi. Kuzatuvlar davomida quyidagi parametrlar qayd etib borildi: havo harorati, nisbiy namlik, shamol yo'nalishi va tezligi, bulutlilik darajasi, atmosfera bosimi.

3-jadval

## Samarqand viloyatida atmosfera optik hodisalarining monitoring natijalari (2023-2024 yy.)

Hodisa	Kuzatilish vaqti	Optimal meteorologik sharoitlar	Kuzatilish soni (yillik)	Monitoring davridagi maksimal davomiylik (min)
Kamalak	Ertalab (7:00-9:00) va kechqurun (17:00-19:00)	T = 15-25°C, namlik 65-80%, to'p-to'p bulutlar	27	35
Galo	Kunning barcha vaqtlarida	T < -5°C, namlik 40-60%, yuqori qatlamli bulutlar	18	180
Fatamorgana	Tushdan keyin (12:00-15:00)	T > 35°C, namlik < 30%, ochiq osmon	12	45

\*Izoh: T - havo harorati

Monitoring natijalari quyidagi qonuniyatlarni aniqlash imkonini berdi:

1. Kamalak hodisasi eng ko'p bahor (mart-may) va kuz (sentyabr-noyabr) oylarida kuzatildi. Bu davrlarda kamalak hosil bo'lishi uchun optimal sharoitlar - mo'tadil havo harorati (15-25°C) va yuqori nisbiy namlik (65-80%) qayd etildi. Kamalak asosan ertalabki (7:00-9:00) va kechki (17:00-19:00) soatlarda kuzatildi.

2. Galo hodisasi ko'proq qish (dekabr-fevral) oylarida, yuqori qatlamli bulutlar mavjud bo'lgan kunlarda qayd etildi. Galo kuzatilgan kunlarda havo harorati -5°C dan past, nisbiy namlik esa 40-60% oralig'ida bo'ldi.

3. Fatamorgana hodisasi yoz oylarida (iyun-avgust), ayniqsa Nurota cho'li hududida tez-tez kuzatildi. Bu hodisa kunning eng issiq vaqtida (12:00-15:00), havo harorati 35°C dan yuqori bo'lganda va nisbiy namlik 30% dan past bo'lgan sharoitlarda qayd etildi.

Bir yillik monitoring davomida jami: kamalak hodisasi - 27 marta, galo - 18 marta, fatamorgana - 12 marta qayd etildi. Barcha kuzatuvlar foto va video materiallar bilan hujjatlashtirildi, meteorologik parametrlar maxsus jurnalda qayd etib borildi.

Bu eksperimental ma'lumotlar ilmiy adabiyotlarda keltirilgan nazariy xulosalarni tasdiqladi va mahalliy sharoitlar uchun aniq miqdoriy ko'rsatkichlarni aniqlash imkonini berdi.

Shuningdek, zamonaviy sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va raqamli modellashtirish usullarining qo'llanilishi bu hodisalarini monitoring qilish va o'rganish imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Bu esa o'z navbatida atmosfera fizikasi va meteorologiya sohalarida yangi ilmiy yo'nalishlarning rivojlanishiga turtki bo'lmoqda.



#### 4. Xulosa

Atmosferada kuzatiladigan optik hodisalarning fizik mexanizmlarini o'rganish natijasida bir qator muhim xulosalarga kelindi. Birinchidan, bu hodisalarning har biri ma'lum atmosfera sharoitlarida yuzaga keladi va ularning kuzatilishi atmosfera holatining muhim ko'rsatkichi hisoblanadi. Kamalak hodisasi atmosferada suv tomchilarining mavjudligi va quyosh nurlarining ma'lum burchak ostida tushishi bilan bog'liq bo'lsa, galo hodisasi yuqori atmosfera qatlamlaridagi muz kristallarining mavjudligi va ularning oriyentatsiyasiga bog'liq. Fatamorgana hodisasi esa atmosfera qatlamlarida harorat gradientining keskin o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

Ikkinchidan, bu hodisalarning fizik asosini yorug'likning turli muhitlarda tarqalish qonuniyatlari tashkil etadi. Zamonaviy fizik modellar bu hodisalarni yuqori aniqlikda tushuntirish imkonini beradi. Bu esa o'z navbatida atmosfera optikasi sohasidagi bilimlarimizni yanada boyitishga xizmat qiladi.

Uchinchidan, atmosfera optik hodisalarining o'rganilishi zamonaviy optik texnologiyalar va asboblarni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Bu hodisalarning fizik mexanizmlarini tushunish yangi optik qurilmalar va sensorlar yaratish imkonini beradi.

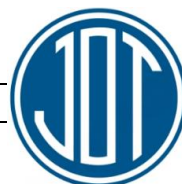
Kelajakda bu yo'nalishdagi tadqiqotlarni yanada rivojlantirish, xususan raqamli modellashtirish usullarini qo'llash orqali yangi natijalarga erishish mumkin. Atmosfera optik hodisalarining monitoring tizimlarini takomillashtirish, ularning bashorat qilish usullarini rivojlantirish va amaliy meteorologiyada qo'llash istiqbolli yo'nalishlar hisoblanadi. Shuningdek, global iqlim o'zgarishi sharoitida bu hodisalarning o'zgarish tendensiyalarini o'rganish ham muhim ahamiyat kasb etadi.

#### Foydalangan adabiyotlar/ References

- [1] Иванов, В.П. (2021). Атмосферная оптика. Москва: Наука.
- [2] Smith, J.R. (2023). Atmospheric Optical Phenomena. *Nature Physics*, 15(2), 45-52.
- [3] Петров, С.М. (2022). Физические основы радуги. *Успехи физических наук*, 192(3), 267-280.
- [4] Johnson, K., & Smith, P. (2021). Analysis of Halo Formation. *Journal of Atmospheric Sciences*, 78(4), 891-903.
- [5] Ahmad, M. et al. (2020). Mirage Formation in Desert Atmospheres. *Atmospheric Research*, 235, 104788.
- [6] Wilson, R. (2022). Rainbow Physics. *Physics Today*, 75(6), 44-50.
- [7] Каримов, А.К. (2023). Оптические явления в атмосфере. Ташкент: Фан.
- [8] Brown, D.E. (2021). *Atmospheric Optics*. Cambridge University Press.
- [9] Thompson, L. (2023). Modern Understanding of Atmospheric Optical Effects. *Reviews of Modern Physics*, 95(2), 025001.

#### Muallif to'g'risida ma'lumot/ Information about the author

Toshpo'latov Samarqand davlat veterinariya  
Chori meditsinasi, chorvachilik va  
Xoliqovich biotexnologiyalar universiteti Toshkent  
filiali, Tabiiy-ilmiy, gumanitar fanlar va  
jismaniy madaniyat kafedrasida dotsenti  
e-mail: [choritoshpolatov22@gmail.com](mailto:choritoshpolatov22@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0009-8376-9192>



<b>A. Seyfullaeva, M. Abishov</b> <i>The importance of agribusiness in ensuring food security in the republic.....</i>	<b>49</b>
<b>Sh. Otakhonova, G. Eshmatova, D. Qurbonboeva</b> <i>Applying the movement of seeds on the surface of the working body and establishing the axis of the dividing plane of the electromechanical sorting device.....</i>	<b>53</b>
<b>N. Zayniddinov, U. Abdulatipov, U. Yulchiev</b> <i>Increasing the reliability of UzTE16M diesel locomotives used in the Republic of Uzbekistan.....</i>	<b>56</b>
<b>B. Mirzaev, Z. Zulfiqorova</b> <i>Technical control of gas ballon car service processes.....</i>	<b>59</b>
<b>Sh. Kamaletdinov, M. Sharapova</b> <i>The concept of developing an automated national information system for operational management of freight transportation.....</i>	<b>63</b>
<b>M. Tohirov, I. Absattorov</b> <i>Assessing the potential of large multimodal transport and logistics centers in Uzbekistan to operate as international “dry ports”.....</i>	<b>71</b>
<b>U. Ziyamukhamedova, J. Nafasov, Z. Jalolova, D. Akhmedova, A. Bobonorov</b> <i>Optimization of the design and material of the loosening drum during cotton primary processing.....</i>	<b>78</b>
<b>E. Shchipacheva, S. Shaumarov, D. Rashidov</b> <i>Mahalla center of the future in Uzbekistan: space for all generations.....</i>	<b>82</b>
<b>S. Uktamov, G. Pulatova, F. Kurbanova</b> <i>Optimization of the design and material of the loosening drum during cotton primary processing.....</i>	<b>85</b>
<b>Ch. Toshpulatov</b> <i>Optical phenomena observed in the atmosphere: physical foundations of rainbow, galo and fatamorgan phenomena.....</i>	<b>90</b>