

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Қазақстан Республикасының Ғылым  
Академиясының  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық  
университетінің

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
al-Farabi Kazakh National University

**SERIES**  
**PHYSICO-MATHEMATICAL**

**4 (338)**

**JULY – AUGUST 2021**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

### **Бас редактор:**

**МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

### **Редакция алқасы:**

**ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы** (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы** (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

**ВОЙЧИК Вальдемар**, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н-10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика) Н=28

**ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина) Н=5

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=5

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) Н=42

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары.**

**Физика-математикалық сериясы».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

### Главный редактор:

**МУТАНОВ Галимкаир Мутанович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

### Редакционная коллегия:

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич**, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

**ВОЙЧИК Вальдемар**, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика) Н=28

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина) Н=5

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

**ТАКИБАЕВ Нургали Жабагаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=5

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова) Н=42

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан) Н=10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=12

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н=26

«Известия НАН РК.

Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № 16906-Ж выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

#### **Editor in chief:**

**MUTANOV Galimkair Mutanovich**, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

#### **Editorial board:**

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich** (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

**BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich**, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

**WOICIK Waldemar**, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico) H=28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine) H=5

**MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=5

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova) H=42

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan) H=10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H=26

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 2518-1726 (Online),**  
**ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 338 (2021), 25 – 30

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.62>

UDC621.383

IRSTI 44.41.35

**Dosymbetova G.B., Svanbayev Ye.A., Zhuman G.B., Nurgaliyev M.K., Saymbetov A.K.\***

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: ahmet.saymbetov@kaznu.kz

### DEVELOPMENT OF CONCENTRATING SILICON SOLAR CELLS

**Abstract:** renewable energy sources are a promising direction for the development of global energy. Autonomous systems powered by solar panels are increasingly being used today. However, there is a limit to the efficiency of silicon solar cells produced today, which can be overcome with the use of various engineering devices. Concentrating solar cells reduce the area of the photovoltaic cells, increase the intensity of solar radiation on the photovoltaic cells, and can reduce the overall cost of the system. In this paper, the development of a concentrating silicon solar cell is considered. The results of experiments using a linear Fresnel lens are shown, and the load characteristics are obtained at various degrees of solar radiation concentration. As a result of the work done, the study of the efficiency of the solar panel using a solar concentrator was completed. The conditions for the maximum power of the concentrating solar cell are established. Under these conditions, the cell temperature does not exceed the operating threshold level, and the output power of the solar cell has been increased by more than 2 times in comparison with the solar panel without the use of a concentrator. The results obtained can be used to improve the efficiency of existing silicon solar cells.

**Key words:** solar cell, Fresnel lens, concentrating silicon solar cells, load characteristic, degree of concentration.

**Introduction.** Today, with the development of green energy and the increasing demand for alternative energy sources, more and more attention is being paid to ways to improve the efficiency of solar panels [1-2]. There are several ways to achieve this goal: the use of high-efficiency semiconductor materials, the use of solar tracking systems to provide direct sunlight, and the use of solar concentrators. Technologies for manufacturing semiconductors of materials with high efficiency are associated with high costs for their manufacture. Solar tracking systems can increase the total amount of energy generated by a solar power plant. The use of solar concentrators significantly increases the efficiency of solar cells [3]. With the development of technologies for manufacturing heterostructures, their efficiency, along with the price, increases in the market. Despite the fact that concentrating solar cells have high performance and reduce the working area of solar cells, flat silicon solar cells are more relevant for use on a large scale due to their low cost [4,5].

Nowadays, solar power plants based on concentrating semiconductor solar cells are not used on an industrial scale in the world. However, a large number of scientific groups are engaged in such solar cells all over the world [6-15]. The most important tasks that they set themselves are: increasing the efficiency of solar cells by increasing the luminous flux per unit area of the solar cell, methods for manufacturing high-performance materials using heterostructures, and the development and manufacture of optical lenses and waveguides for focusing on the solar cell.

One way to focus a light spot on a solar cell is to use a solar tracker [1]. The use of single-axis solar tracking systems cannot allow accurate orientation to the Sun so that the light spot remains permanently on the solar cell. In this regard, biaxial solar trackers are used for this purpose. Biaxial and uniaxial solar trackers can be equipped with photo sensors or use algorithms to calculate the coordinates of the Sun. Biaxial and uniaxial solar trackers equipped with photo sensors are often used in places with a changeable climate. The algorithm of such tracking systems is to find the angle of inclination with the maximum amount of incident solar radiation [16,17]. To design trackers that do not use photosensors, it is necessary to calculate the height and azimuth of the angle of the Sun, depending on the geographical location of the tracker, as well as the day of the year and time of day [18]. Such biaxial solar trackers can be divided into two groups: altitude-azimuthal and rotating in polar coordinates [19]. In [20], a system for tracking the azimuthal displacement of the Sun and its altitude is

considered. Solar tracking systems increase the average annual amount of energy produced. Numerous studies of the operation of solar tracking systems show that trackers increase the output power and amount of energy by 12-40%, compared to fixed solar panels. Photovoltaic systems using trackers and concentrating solar cells will increase the output amount of energy several times.

**Materials and methods.** *Optical concentrators.* A linear Fresnel lens made of glass has some advantages over a plastic lens. For example, the deterioration of ultraviolet radiation, so the optical properties do not change and the service life is not limited. With the use of modern technology, lenses can be obtained from glass in very large quantities and at very low prices. But on the other hand, glass lenses are heavier, more fragile. And because of the technology used, the lower concentration is  $C < 10$ .

In general, there are two possible configurations of the Fresnel lens. In the first case, when the lens is facing the object with its grooves, the optical aberrations are less. Blurring the image as a result of changing the angle of incidence is less dynamic. In the second case, the lens of the lens faces the object with its flat surface, the aberration is greater, but the dust deposition between the grooves is prevented and self-cleaning occurs in rainy weather.

The shape of the individual elements of the Fresnel lens can be easily calculated according to the Fermat principle (Figure 1). For a given refractive index  $n$ , the focal length  $f$ , the thickness of the groove  $v$ , and the height  $h$  of the refractive edge above the optical axis. From this we can conclude: the smaller the distance between the grooves of the lens, the smaller the optical aberration, and the thickness of the lens should be the smallest (Figure 2).

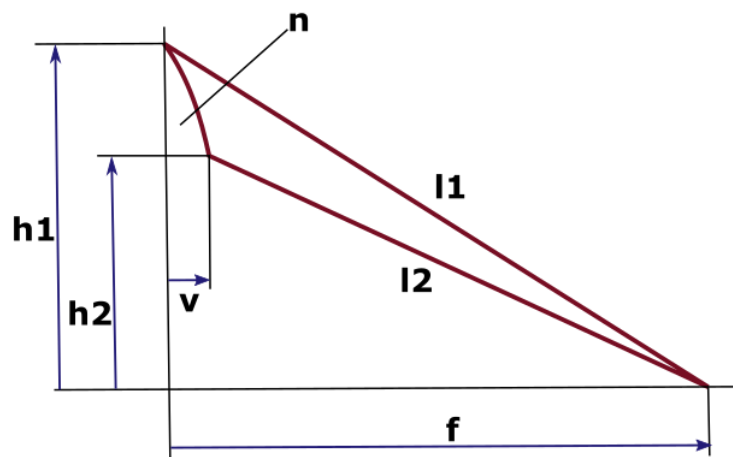


Figure 1. The shape of the individual elements of the Fresnel lens

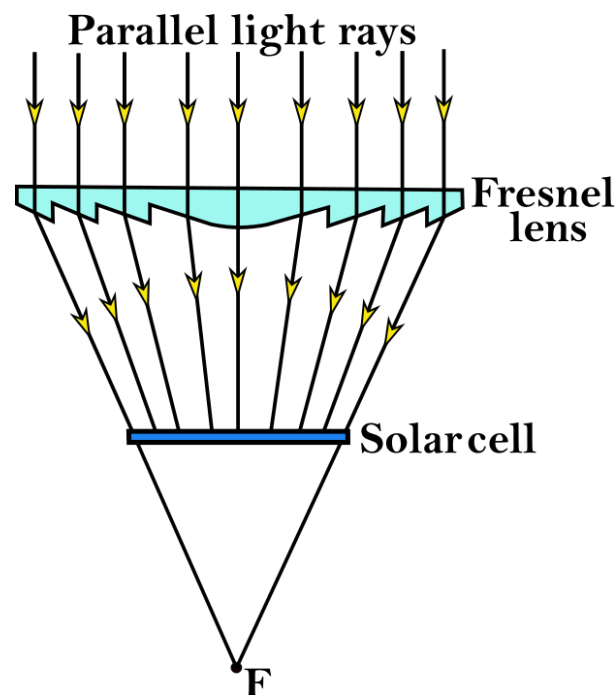


Figure 2. Arrangement of the Fresnel lens and the solar panel

The efficiency of the entire lens can be shown as:

$$\frac{F}{F_0} = \frac{1}{A_L} \cdot \sum_{i=1}^n K_{ia} \cdot A_i ;$$

where  $F$  – effective light flow,  $F_0$  – total light flow,  $K_{ia} = \frac{F}{F_0}$ ; -the ratio of the effective part of the area to the total area,  $A_i$  – area of individual element of the lens,  $A_L$  – total area of the lens.

**Development of a concentrating silicon solar cell.** In order to study the efficiency of a solar panel using a solar concentrator, a laboratory model of a concentrating solar battery was made, shown in Figure 3.



Figure 3. Laboratory layout of a concentrating solar cell

Polycrystalline solar cells with a size of 52x52 mm as well as plastic Fresnel lenses with a size of 150x150 mm and a focal length of 14.5 cm were used. To adjust the distance from the lens to the solar cell, the lenses are placed in a plastic housing with four holes for vertical supports. The plastic housing is fixed at the desired height with the help of nuts.

**Experimental results and discussion.** To study the efficiency of using a solar panel, experiments were conducted with a single solar cell. Our task was to establish the optimal distance of the solar concentrator from the solar cell, at which the solar cell does not lose its properties. The resulting I-V characteristics are shown in Figure 4.

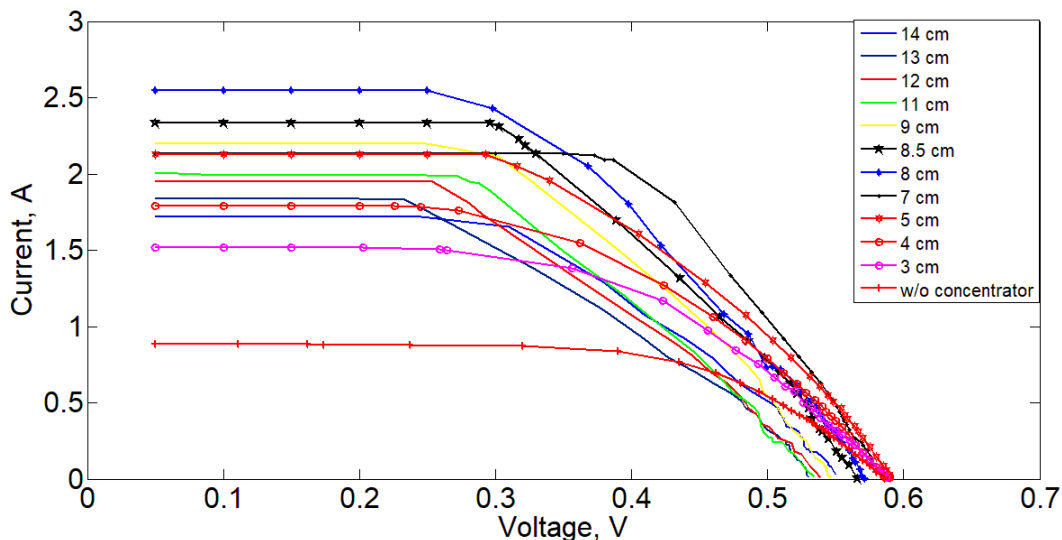


Figure 4. I-V characteristics of a solar cell using a solar concentrator at different distances from the lens to the solar cell

As can be seen from the graphs that the conditions under which the lens is located at a distance of 8 cm from the solar cell has the greatest characteristics. However, if we look at the power graph (Figure 5), we can see that the solar cell has the greatest power at a distance of 7 cm from the lens to the solar cell. In general, the use of concentrating lenses increases the efficiency of using solar cells.



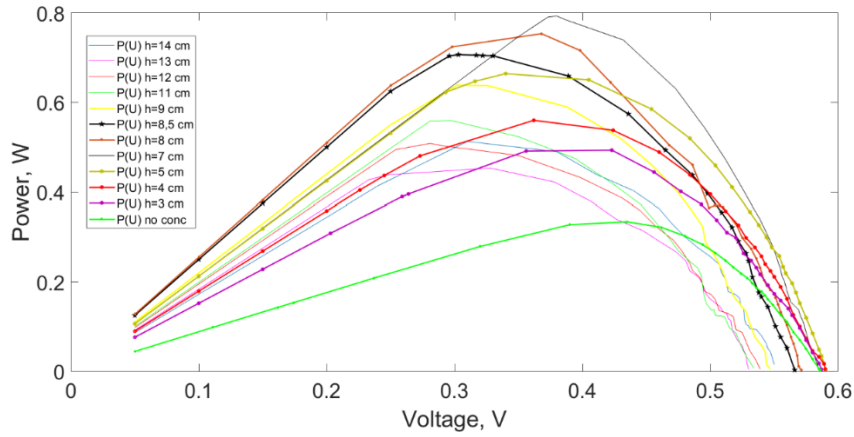


Figure 5. Graphs of solar cell power using a solar concentrator at different distances from the lens to the solar cell

Figure 6 shows the dependence of the maximum power of the solar cell on the distance from the lens to the solar cell.

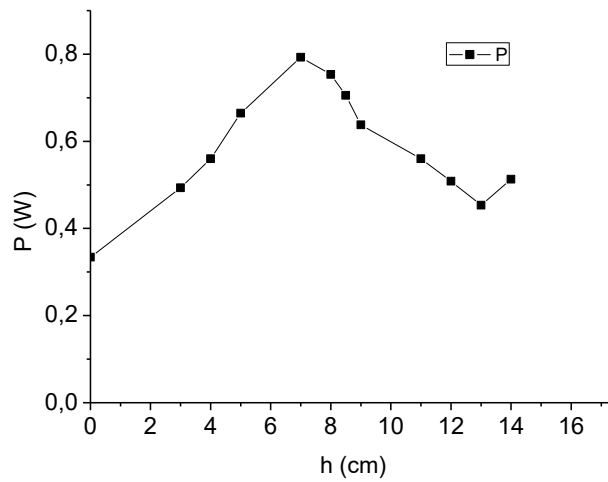


Figure 6. Dependence of the maximum power of the solar cell on the distance between the lens and the solar cell

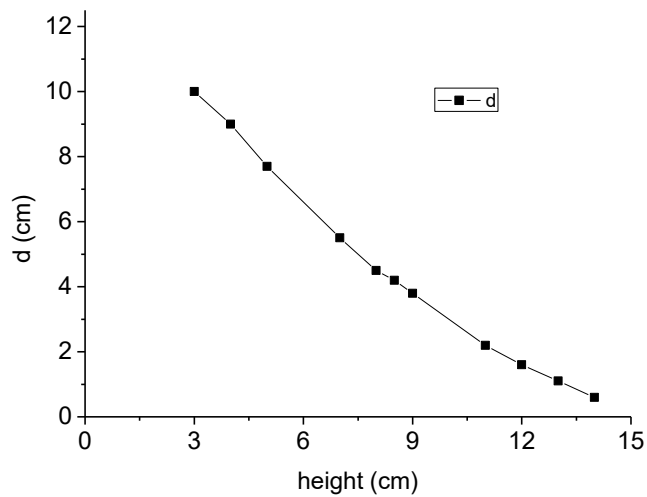


Figure 7. Dependence of the spot diameter on the distance between the lens and the solar cell

Figure 7 shows the dependence of the spot diameter on the distance between the lens and the solar cell. As a result of experiments, it was found that in order to obtain maximum power, the solar cell must be positioned so that the diameter of the light spot is equal to the length of the solar cell.

**Conclusion.** As a result of this work, a laboratory installation of a concentrating silicon solar battery using a Fresnel lens was developed. Experimental work was carried out to study the characteristics of solar cells under conditions of increasing the concentration by several times. The dependences of the size of the sunspot on the degree of radiation concentration are obtained. As a result of experiments, when the degree of concentration increases by more than 4 times, the power of the solar battery increases by more than 2 times. The results obtained can be used to improve the efficiency of existing silicon solar cells.

**Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К.\***

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.  
E-mail: ahmet.saymbetov@kaznu.kz

### **КОНЦЕНТРАЦИЯЛАУШЫ КРЕМНИЙЛІ КҮН БАТАРЕЯСЫН ЖАСАУ**

**Аннотация:** қайта қалпына келетін энергия көздері әлемдік энергетиканы дамытудың басым бағыты болып табылады. Күн батареяларымен жұмыс істейтін автономды жүйелер бүгінде көбірек қолданысқа ие болуда. Алайда, қазіргі уақытта кремнийлі күн батареяларының энергия шығару тиімділігі шектеулі, оны әртүрлі инженерлік құрылғыларды қолдану арқылы арттыруға болады. Концентрациялаушы күн батареялары фотоэлектрлік элементтердің ауданын азайтады, фотоэлектрлік элементтерге күн сәулеленуінің қарқындылығын арттырады және жүйенің жалпы құнын төмендетуіне әкелуі мүмкін. Бұл жұмыста концентрациялаушы кремнийлі күн батареясын әзірлеу қарастырылған. Френельдің сызықтық линзасын қолдана отырып жүргізілген эксперименттердің нәтижелері көрсетілген, күн сәулесінің әртүрлі концентрациясындағы жүктеме сипаттамалары алынған. Жасалған жұмыстардың нәтижесінде күн концентраторын қолдана отырып, күн панелінің тиімділігін зерттеу аяқталды. Концентрациялаушы күн элементінің максималды қуат шарттары белгіленді. Мұндай жағдайда элементтің температурасы жұмыс жасайтын шекті деңгейінен аспайды, ал күн батареясының шығыс қуаты концентраторсыз күн панелімен салыстырғанда 2 еседен астам өсті. Алынған нәтижелерге сүйене отырып қолданыстағы кремнийлі күн батареяларының тиімділігін арттыру үшін пайдалануға болады.

**Түйін сөздер:** күн элементі, Френель линзасы, концентрациялаушы кремнийлі күн элементі, жүктемелік сипаттама, концентрация деңгейі.

**Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К.\***

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.  
E-mail: ahmet.saymbetov@kaznu.kz

### **РАЗРАБОТКА КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ**

**Аннотация:** Возобновляемые источники энергии являются перспективным направлением развития мировой энергетики. Автономные системы с питанием от солнечных батарей сегодня находят все большее применение. Однако существует предел КПД кремниевых солнечных элементов, выпускаемых сегодня, который возможно преодолеть с использованием различных инженерных устройств. Концентрирующие солнечные элементы уменьшают площадь фотоэлектрических элементов, увеличивают интенсивность солнечного излучения на фотоэлектрические элементы и могут привести к снижению общей стоимости системы. В данной работе рассмотрена разработка концентрирующей кремниевой солнечной батареи. Показаны результаты экспериментов с использованием линейной линзы Френеля, получены нагрузочные характеристики при различных степенях концентрации солнечного излучения. В результате проделанных работ завершено исследование эффективности солнечной панели с использованием солнечного концентратора. Установлены условия максимальной мощности концентрирующего солнечного элемента. В этих условиях температура элемента не превышает рабочий пороговый уровень, а выходная мощность солнечного элемента была увеличена в более чем 2 раза в сравнении с солнечной панелью без

использования концентратора. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности существующих кремниевых солнечных элементов.

**Ключевые слова:** солнечный элемент, линза Френеля, концентрированный кремнистый солнечный элемент, нагрузочная характеристика, уровень концентрации.

#### **Information about authors:**

**Dosymbetova G.B.** – PhD student, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan; gulbakhard@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3935-7213>;

**SvanbayevYe.A.** – Senior Lecturer, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan; svanbaev.eldos@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0093-7958>;

**Zhuman G.B.** – Master student, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan; gulzhan.zhuman@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9009-6995>;

**Nurgaliyev M.K.** – Lecturer, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan; johnatlantgalt@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6795-5384>;

**Saymbetov A.K.** – Associate professor, al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan; ahmet.saymbetov@kaznu.kz; <https://orcid.org/0000-0003-3442-8550>.

#### **REFERENCES**

[1] Saymbetov A.K., et al. "Development of autonomous photovoltaic systems with small power." *Bulletin of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan* 1.371 (2018): 68-72.

[2] KuttybayNurzhit, et al. "Optimized Single-Axis Schedule Solar Tracker in Different Weather Conditions." *Energies* 13.19 (2020): 5226. <https://doi.org/10.3390/en13195226>.

[3] Shanks Katie, et al. "Prototype fabrication and experimental investigation of a conjugate refractive reflective homogeniser in a cassegrain concentrator." *Solar Energy* 142 (2017): 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.11.038>.

[4] Khamooshi Mehrdad, et al. "A review of solar photovoltaic concentrators." *International Journal of Photoenergy* 2014 (2014). <https://doi.org/10.1155/2014/958521>.

[5] Wu.Yupeng, et al. "Experimental characterisation of a Fresnel lens photovoltaic concentrating system." *Solar Energy* 86.1 (2012): 430-440. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.10.032>.

[6] KumarVinod, R.L. Shrivastava, and S.P. Untawale. "Fresnel lens: A promising alternative of reflectors in concentrated solar power." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 44 (2015): 376-390. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.006>.

[7] Shanks Katie, Sundaram Senthilarasu, and Tapas K. Mallick. "Optics for concentrating photovoltaics: Trends, limits and opportunities for materials and design." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60 (2016): 394-407. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.089>.

[8] Renno C., et al. "Experimental characterization of a concentrating photovoltaic system varying the light concentration." *Energy Conversion and Management* 138 (2017): 119-130. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.01.050>.

[9] Shanks Katie, et al. "A > 3000 suns high concentrator photovoltaic design based on multiple Fresnel lens primaries focusing to one central solar cell." *Solar Energy* 169 (2018): 457-467. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.05.016>.

[10] Chemisana Daniel. "Building integrated concentrating photovoltaics: a review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15.1 (2011): 603-611. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.017>.

[11] Xu Ning, et al. "Numerical simulation and experimental validation of a high concentration photovoltaic/thermal module based on point-focus Fresnel lens." *Applied Energy* 168 (2016): 269-281. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.077>.

[12] Zubi Ghassan, José L. Bernal-Agustín, and Gian Vincenzo Fracastoro. "High concentration photovoltaic systems applying III–V cells." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13.9 (2009): 2645-2652. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.002>.

[13] Du Bin, Eric Hu, and Mohan Kolhe. "Performance analysis of water cooled concentrated photovoltaic (CPV) system." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16.9 (2012): 6732-6736. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.09.007>.

[14] Karimi Fariborz, et al. "Experimental study of a concentrated PV/T system using linear Fresnel lens." *Energy* 123 (2017): 402-412. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.028>.

## МАЗМҰНЫ

### ФИЗИКА

<b>Бастыкова Н.Х., Коданова С.К.</b> ТЕРМОЯДРОЛЫҚ ҚАБЫРҒАЛЫҚ ПЛАЗМАДА ТОЗАҢДЫ БӨЛШЕКТЕРДІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	6
<b>Байсеитов Қ.М.</b> КВАРК – ГЛЮОНДЫ ПЛАЗМАНЫҢ ДИЭЛЕКТРЛІК ФУНКЦИЯСЫ.....	15
<b>Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К.</b> КОНЦЕНТРАЦИЯЛАУШЫ КРЕМНИЙЛІ КҮН БАТАРЕЯСЫН ЖАСАУ.....	25
<b>Джазаиров-Кахраманов А.В., Имамбеков О., Карипбаева Л.Т., Стеблякова А.А.</b> ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ҚАРМАУЫ КЕЗІНДЕ СӘЙКЕС ${}^9\text{Be}$ АСТРОФИЗИКАЛЫҚ СИНТЕЗІ ҮШІН РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА РЕЗОНАНСТАРЫНЫҢ МӘНІ.....	31
<b>Исмагамбетова Т.Н., Габдуллин М.Т., Ramazanov T.S.</b> ЖАРТЫЛАЙ АЗҒЫНДАЛҒАН КВАЗИКЛАССИКАЛЫҚ ИОНДАРЫ БАР ТЫҒЫЗ СУТЕГІ ПЛАЗМАСЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	41
<b>Ибраев А.Т.</b> ЗАРЯДТАЛҒАН БӨЛШЕКТЕР КӨЗДЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ТЕОРИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	47
<b>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., В.М. Томозов</b> ЖАРҚ ЕТУІ САЛДАРЫНАН ДАМЫҒАН ҰЗАҚ ГАММА – СӨУЛЕЛЕРІНІҢ ҮДЕМЕЛІ ПРОТОНДАР АҒЫНЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ.....	55
<b>Садыков Т.Х., Аргынова А.Х., Жуков В.В., Новолодская О.А., Пискаль В.В.</b> «АДРОН-55» ТЯНЬ-ШАНЬ ИОНДАУШЫ - НЕЙТРОНДЫ КАЛОРИМЕТРІНІҢ ПЕРИФЕРИЯЛЫҚ ДЕТЕКТОРЛАРЫН ЖАҢҒЫРТУ».....	65
<b>Саяков О., Жао Я., Машекова А.</b> 3D СҮЙЫҚТЫҚ ПЕН ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ЕКІ ЖАҚТЫ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІМЕН ҚАНАТТЫ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУ.....	75
<b>Терещенко В.М.</b> СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК СТАНДАРТТАРДЫҢ ЖИНАҚТАЛҒАН КАТАЛОГЫН ҚҰРУДЫҢ ПАЙДАСЫ ТУРАЛЫ.....	82
<b>ИНФОРМАТИКА</b>	
<b>Дайырбаева Э.Н., Ерімбетова А.С., Тойгожинова А.Ж.</b> ӘР ТҮРЛІ МАТРИЦАЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СТРИП ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КЕСКІНДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ НӘТИЖЕЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	89
<b>Калижанова А., Вуйчик В., Кунельбаев М., Козбакова А., Амиргалиева Ж.</b> МАТЛАВ ОРТАСЫНДА КӨЛБЕУ БРЭГГ ТОРЫ БАР ТАЛШЫҚТЫ -ОПТИКАЛЫҚ СЕНСОРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ.....	96
<b>Жантаев Ж.Ш., Қайранбаева А.Б., Қиялбаева А.К., Нұрпейсова Г.Б., Панюкова Д.В.</b> ЗИЯТКЕРЛІК БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН МАҒЛҰМАТ ЖИНАУ: ӘДІСТЕР МЕН НӘТИЖЕЛЕР.....	108

## МАТЕМАТИКА

<b>Айсағалиев С.А., Севрюгин И.В., Исаева З.Б., Игликова М.Н.</b> ШЕКТЕУЛЕР МЕН СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ТИІМДІ БАСҚАРУ.....	118
<b>Дауылбаев М.Қ., Атахан Н., Асет Н.</b> СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ СЕКІРІСТІ ШЕТТІК ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ ЖІКТЕЛУІ.....	126
<b>Есмағамбетов Б.С., Апсеметов А.Т., Балабекова М.О., Каюмов К.Г., Джакибаев А.Ш.</b> КЕЗДЕЙСОҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ҒЫҚТИМАЛДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ПАРАМЕТРЛІК ЕМЕС БАҒАЛАУ.....	136
<b>Иманбаев Н.С.</b> КВАЗИСИНГУЛЯРЛЫ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУДІҢ ИНДЕКСІН ЕСЕПТЕУДІҢ ТОПОЛОГИЯЛЫҚ БІР ӘДІСІ ЖАЙЛЫ.....	143
<b>Мырканова А.М., Аканова К.М., Ластовецкий А.Л.</b> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЕҢІСТІГІНІҢ АНИЗОТРОПИЯСЫ.....	151
<b>Омарова Г.Т., Омарова Ж.Т.</b> К ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ.....	165

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

<b>Бастыкова Н.Х., Коданова С.К.</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ПРИСТЕНОЧНОЙ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ПЛАЗМЕ ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ.....	6
<b>Байсеитов К.М.</b> ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ КВАРК-ГЛЮОННОЙ ПЛАЗМЫ.....	15
<b>Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К.</b> РАЗРАБОТКА КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ.....	25
<b>Джазаиров-Кахраманов А.В., Имамбеков О., Карипбаева Л.Т., Стеблякова А.А.</b> ЗНАЧЕНИЕ РЕЗОНАНСОВ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ ПРИ ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ЗАХВАТЕ ДЛЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО АСТРОФИЗИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ${}^9\text{Be}$ .....	31
<b>Исмагамбетова Т.Н., Габдуллин М.Т., Ramazanov T.S.</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛОТНОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ С ЧАСТИЧНО ВЫРОЖДЕННЫМИ КВАЗИКЛАССИЧЕСКИМИ ИОНАМИ.....	41
<b>Ибраев А.Т.</b> КОРРЕКТИРОВКА ТЕОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ.....	47
<b>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</b> ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКОВ УСКОРЕННЫХ ПРОТОНОВ ПРИ РАЗВИТИИ ВСПЫШЕК С ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕМ.....	55
<b>Садыков Т.Х., Аргынова А.Х., Жуков В.В., Новолодская О.А., Пискаль В.В.</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ДЕТЕКТОРОВ ТЯНЬ-ШАНСКОГО ИОНИЗАЦИОННО-НЕЙТРОННОГО КАЛОРИМЕТРА «АДРОН-55».....	65
<b>Саяков О., Жао Я., Машекова А.</b> 3D АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРЫЛА С ДВУСТОРОННИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЖИДКОСТИ И КОНСТРУКЦИИ.....	75
<b>Терещенко В.М.</b> О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ СВОДНОГО КАТАЛОГА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.....	82

### ИНФОРМАТИКА

<b>Дайырбаева Э.Н., Еримбетова А.С., Тойгожинова А.Ж.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРИП-МЕТОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАТРИЦ.....	89
<b>Калижанова А., Вуйчик В., Кунельбаев М., Козбакова А., Амиргалиева Ж.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА С НАКЛОННОЙ РЕШЕТКОЙ БРЭГГА В СРЕДЕ MATLAB.....	96
<b>Жантаев Ж.Ш., Кайранбаева А.Б., Киялбаев А.К., Нурпеисова Г.Б., Панюкова Д.В.</b> СБОР ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ.....	108

## МАТЕМАТИКА

<b>Айсагалиев С.А., Севрюгин И.В., Исаева З.Б., Игликова М.Н.</b> ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ.....	118
<b>Дауылбаев М.Қ., Атахан Н., Асет Н.</b> АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НАЧАЛЬНЫМИ СКАЧКАМИ ДЛЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ.....	126
<b>Есмагамбетов Б.С., Апсеметов А.Т., Балабекова М.О., Каюмов К.Г., Джакибаев А.Ш.</b> НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	136
<b>Иманбаев Н.С.</b> ОБ ОДНОМ ТОПОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ВЫЧИСЛЕНИЮ ИНДЕКСА КВАЗИСИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ.....	143
<b>Мырканова А.М., Аканова К.М., Ластовецкий А.Л.</b> АНИЗОТРОПИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН....	151
<b>Омарова Г.Т., Омарова Ж.Т.</b> К ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ.....	159

## CONTENTS

### PHYSICS

<b>Bastykova N.Kh., Kodanova S.K.</b> COMPUTER SIMULATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF DUST PARTICLES IN THE EDGE FUSION PLASMA.....	6
<b>Baiseitov K.M.</b> DIELECTRIC FUNCTION OF QUARK-GLUON PLASMA.....	15
<b>Dosymbetova G.B., Svanbayev Ye.A., Zhuman G.B., Nurgaliyev M.K., Saymbetov A.K.</b> DEVELOPMENT OF CONCENTRATING SILICON SOLAR CELLS.....	25
<b>Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Imambekov O., Karipbayeva L.T., Steblyakova A.A.</b> THE ROLE OF RESONANCES IN THE CAPTURE OF ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ON THE REACTION RATE OF THE RELEVANT ASTROPHYSICAL SYNTHESIS OF ${}^9\text{Be}$ .....	31
<b>Ismagambetova T.N., Gabdullin M.T., Ramazanov T.S.</b> THERMODYNAMIC PROPERTIES OF DENSE HYDROGEN PLASMAS WITH PARTIALLY DEGENERATE SEMICLASSICAL IONS.....	41
<b>Ibrayev A.T.</b> CORRECTION OF THE THEORY OF RESEARCHING THE PROPERTIES OF CHARGED PARTICLES SOURCES.....	47
<b>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</b> CHARACTERISTICS OF ACCELERATED PROTONS FLUXES DURING THE DEVELOPMENT OF FLARES WITH PROLONGED GAMMA RADIATION.....	55
<b>Sadykov T.Kh., Argynova A.Kh., Jukov V.V., Novolodskaya O.A., Piskal' V.V.</b> MODERNIZATION OF THE PERIPHERAL DETECTORS OF TIEN-SHAN IONIZATION- NEUTRON CALORIMETER DETECTORS "HADRON-55".....	65
<b>Sayakov O., Zhao Y., Mashekova A.</b> 3D AERODYNAMIC ANALYSIS OF AWING WITH 2-WAY FLUID-STRUCTURE INTERACTION.....	75
<b>Tereshchenko V.M.</b> ABOUT EXPEDIENCY OF CREATION COMPILE CATALOGUE OF SPECTROPHOTOMETRIC STANDARDS.....	82

### COMPUTER SCIENCE

<b>Daiyrbayeva E., Yerimbetova A., Toigozhinova A.</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF IMAGE RECOVERY BASED ON THE STRIP METHOD USING VARIOUS MATRICES.....	89
<b>Kalizhanova A., Wojcik W., Kunelbayev M., Kozbakova A., Amirgaliyeva Zh.</b> MODELING SPECTRAL CHARACTERISTICS OF FIBER-OPTIC SENSOR WITH TILTED BRAGG GRATING IN MATLAB MEDIUM.....	96
<b>Zhantayev Zh., Kairanbayeva A., Kiyalbayev A., Nurpeissova G., Panyukova D.</b> DATA COLLECTION FOR INTELLECTUAL FORECASTING: METHODS AND RESULTS.....	108



## MATHEMATICS

<b>Aisagaliev S.A., Sevryugin I.V., Issyaeva Z.B., Iglukova M.N.</b> OPTIMAL CONTROL OF LINEAR SYSTEMS WITH CONDITIONS.....	118
<b>Dauylbayev M.K., Atakhan N., Asset N.</b> ASYMPTOTIC EXPANSION OF SOLUTION OF BVP WITH INITIAL JUMPS FOR SINGULARLY PERTURBED INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION.....	126
<b>Yesmagambetov B.B., Apsemetov A., Balabekova M.O., Kayumov K.G., Jakibayev A.</b> NON-PARAMETRIC ESTIMATION OF PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF RANDOM PROCESSES.....	136
<b>Imanbaev N.S.</b> ON A TOPOLOGICAL METHOD FOR CALCULATING THE INDEX OF QUASI-SINGULAR INTEGRAL EQUATION.....	143
<b>Myrkanova A.M., Akanova K.M., Lastovetsky A.L.</b> ANISOTROPY OF ECONOMIC SPACE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	151
<b>Omarova G.T., Omarova Zh.T.</b> TO THE INVERSE PROBLEM OF CELESTIAL MECHANICS.....	159

**Publication Ethics and Publication Malpractice in  
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)**

**<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*  
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 15.08.2021.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 4.