

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**3 (301)**

**МАМЫР – МАУСЫМ 2015 ж.**

**МАЙ – ИЮНЬ 2015 г.**

**MAY – JUNE 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчекөв Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

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

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 3, Number 301 (2015), 33 – 37

**THE RESEARCH OF INFLUENCE OF TEMPERATURE  
ON STABILITY IN NETWORKS  
OF FIBER-OPTIC CONNECTION LINES****K. T. Bazhikov, A. O. Kasimov, R. R. Rakhimzhanov, D. B. Kenzhebayev**

Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bajyk@mail.ru

**Keywords:** fiber, optic, links, heat, chamber.**Abstract.** The experiment allowed to determine the stability of the optical radiation transmitter – receiver module at the changing temperature of the ambient. Changing temperature was carried out anywhere from -40 to +70°C, in both experiments the influence of temperature to signal attenuation was minor.

The aim of the experimental studies is a checking attenuation on the main line portion depending on the magnitude of changes in the temperature range. For experimental research a poster module was made that allows to: investigate the dependence of the optical power of the transmitter on the temperature; investigate the dependence of temperature on the mechanical properties of the cable and the consequent verification of probabilistic additional damping.

Change the output power transeiving module with temperature range of 100° c is only 0.3 db. that is, the frequency characteristics of the test signal is substantially independent of temperature within the specified range.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ В СЕТЯХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

К. Т. Бажиков, А. О. Касимов, Р. Р. Рахымжанов, Д. Б. Кенжебаев

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** волоконно-оптические линии связи, термокамера.

**Аннотация.** Эксперимент позволил определить стабильность оптического излучения приемо-передающего модуля при изменении температуры окружающей среды. Изменение температуры осуществлялось в пределах от  $-40$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ , в обоих экспериментах влияние температуры на затухание сигнала оказались незначительными.

Установление сигнала в сети волоконно-оптические линий связи (ВОЛС) зависит от температуры [1].

Экспериментальных данных, поясняющих изменения величины затуханий от изменения температурного диапазона, недостаточно.

Целью экспериментальных исследований, является проверка затухания сигнала на участке магистральной линии в зависимости от величины изменений температурного диапазона.

Для проведения экспериментальных исследований был разработан стендовый модуль, который позволяет:

– исследовать зависимость мощности оптического передатчика от температуры;

– исследовать зависимость температуры на изменения механических свойств кабеля и как следствие этого проверка вероятностных дополнительных затуханий.

Для проведения экспериментальных исследований были применены [2]:

Термокамера Heraeus Votsch, приемо-передающий оптический модуль, анализатор ошибок HP 70842 А, оптический аттенюатор, блок питания HP E3631A, генератор Anritsu MP1632A, электронный осциллограф HP 83480A.

Термокамера Heraeus Votsch – диапазон изменяемых температур внутри оборудования составляет от  $-60$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . Внутренний объем 2700 л; скорость повышения температуры –  $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ , скорость понижения  $-5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  равномерно по всему объему; габаритные размеры внутреннего объема (ШхГхВ) 1500х1500х1200 мм; постоянство температуры  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ , разброс температуры по объему  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ; смотровое окно 500х500 мм; водяное охлаждение; масса 2030 кг. Камера имеет два сменных дна: одно с отверстием под вибростенд, для совместной работы с ним (в комплекте крепления и защитная пленка), второе глухое, для работы в режиме термокамеры. Пульт управления камеры выносной. Длина соединительных кабелей до 10 м. Для проведения наиболее точных измерений в термокамере необходимо выдерживать не менее 20 – 30 минутные паузы после установления необходимой температуры [2].

Оптический аттенюатор – используется для внесения затуханий в волоконно-оптическую линию, представляющую из себя одномодовое волокно марки Corning optical fiber с размерами сердцевины и оболочки 8/125 мкм и длиной волны 1,3...1,55 мкм. Для проведения исследования взята длина  $L_{\text{опт}}=1$  м [3].

При проведении эксперимента с генератора последовательности импульсов на передающую часть модуля подается псевдослучайная последовательность импульсов определенной частоты. Приемо-передающий модуль осуществляет преобразование входного электрического сигнала в оптический и передает его в линию связи. С помощью аттенюатора в линию вносится затухание, что приводит к снижению мощности передаваемого сигнала. На приемную часть модуля поступает маломощный сигнал, что может привести к неверному его приему и дешифрированию. Принятый сигнал подается на анализатор ошибок и сравнивается с исходным, таким образом, определяется достоверность принятого сигнала. Схема измерительного стенда показана на рисунке 1.

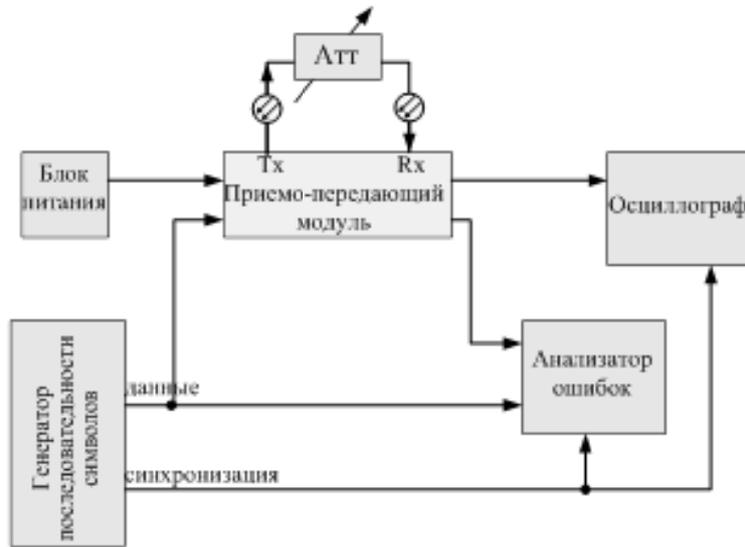


Рисунок 1 – Схема измерительного стенда

При проведении эксперимента вносимые в линию затухания считались приемлемыми до достижения порогового значения BER=10<sup>-10</sup>. При достижении этого уровня ошибки анализатор выдавал информацию о превышении порогового уровня и сбое синхронизации.

Зависимость мощности оптического передатчика от температуры.

В эксперименте требовалось определить стабильность оптического излучения приемо-передающего модуля при изменении температуры окружающей среды. Эксперимент проводился по схеме, показанной на рисунке 1. Исследуемый модуль был подключен к измерительному оборудованию и помещен в термокамеру, где осуществлялось изменение температурного диапазона окружающей среды в пределах от -40 до +70°C. С генератора последовательности символов на анализатор ошибок и бортовой приемо-передающий оптический модуль подавалась псевдослучайная последовательность символов PRBS7 с частотой 1 ГГц. С помощью аттенюатора в линию связи вносилось затухание до тех пор, пока коэффициент ошибок не достигал предельного значения 10<sup>-10</sup>. Полученная величина затухания фиксировалась в таблице вместе с показателем температуры, установленным в термокамере для исследуемого модуля. Изменение температуры окружающей среды влияет на мощность излучения лазерного диода. Зависимость затухания от температуры представлена в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Зависимость затухания от температуры

a, dB	19,9	19,9	19,9	20	20	20	20	20	20	20	20,05	20,1	20,15	20,2	20,2
T, °C	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	45	50	55	60	65	70

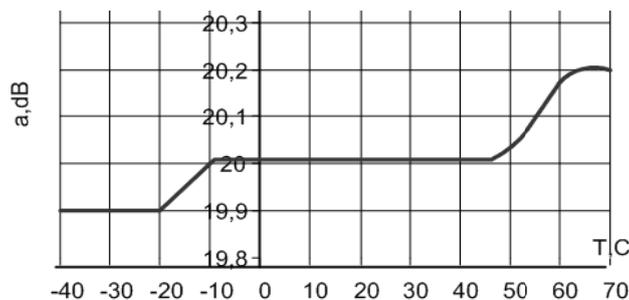


Рисунок 2 – Зависимость затуханий вносимых в линию от температуры

Из рисунка 2 видно, что благодаря схеме термостабилизации, влияние температуры на выходную мощность передатчика сведено к минимуму. Изменение выходной мощности приемо-передающего модуля при температурном разбросе в 100°C составляет всего 0,3 дБ.

Влияние затухания ВОЛС на скорость передаваемой информации при различной температуре окружающей среды.

Второй эксперимент проводился аналогично первому, при этом фиксировалось допустимое вносимое затухание в линию в зависимости от скорости передаваемой информации при разных температурах окружающей среды. Исследование было произведено для следующих температур окружающей среды:  $t_1 = -30^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -10^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 20^\circ\text{C}$ ,  $t_4 = 40^\circ\text{C}$ ,  $t_5 = 60^\circ\text{C}$ . Полученные зависимости представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2 – Зависимость затухания

$t_1 = -30^\circ\text{C}$												
$f, \text{ГГц}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
$a, \text{дБ}$	21,4	23,2	23,8	22,4	21,4	20	21,4	21,3	19,6	19,6	19,6	18,4
$t_2 = -10^\circ\text{C}$												
$f, \text{ГГц}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
$a, \text{дБ}$	21,2	23,4	23,8	22,2	21,4	20	21	21	19,6	19,5	19,5	18,4
$t_3 = 20^\circ\text{C}$												
$f, \text{ГГц}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
$a, \text{дБ}$	21	23,8	23,8	22	21,4	20	20,6	21	19,4	19,4	19,4	18,5
$t_4 = 40^\circ\text{C}$												
$f, \text{ГГц}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
$a, \text{дБ}$	21	23	23,1	22	22	20,2	20,5	20,8	19,4	19,2	19,2	18,4
$t_5 = 60^\circ\text{C}$												
$f, \text{ГГц}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5
$a, \text{дБ}$	21	22,5	22,6	22	22	20,4	20,4	20,4	19,6	19	19	18,3

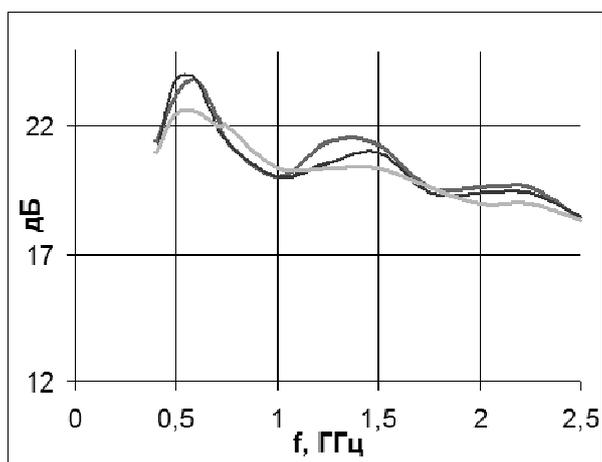


Рисунок 3 – Зависимость затуханий, вносимых в линию, от скорости передаваемой информации и температуры окружающей среды

Из рисунка 3 видно, что при изменении температуры  $t_1 = -30^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = -10^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 20^\circ\text{C}$ ,  $t_4 = 40^\circ\text{C}$ ,  $t_5 = 60^\circ\text{C}$ , частотные характеристики незначительно отличаются друг от друга.

**Заключение.** Изменение выходной мощности приемо-передающего модуля при температурном разбросе в 100°C составляет всего 0,3 дБ. То есть частотные характеристики передаваемого испытательного сигнала практически не подвержены влиянию температуры в заданном диапазоне.

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Влияние температуры на оптический кабель. – <http://www.telesputnik.ru>  
[2] Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. – М.: САЙРУС СИСТЕМС, 1999.  
[3] Рудов Ю.К., Лукин И.А., Беляков М.И. Высокоскоростные волоконно-оптические системы для магистральных линий связи // Техника средств связи: ТПС. – 1989. – Вып. 6.

**REFERENCES**

- [1] *The temperature influence to optical cable.* - <http://www.telesputnik.ru>, (in Russ.).  
[2] Ivanov. A.B. *The fiber optics: components, system of transmission, measurements.* – М.:Cyrus systems, 1999, (in Russ.).  
[3] Rudov Y.K., Lukin I.A., Belyakov M.I. *The highspeed fiber – optical systems for trunk connection lines.* Technique of connection means: TPC. 1989. Ed. 6, (in Russ.).

**ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖЕЛІЛЕРІНІҢ  
ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІНЕ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ**

**К. Т. Бажиков, А. О. Касимов, Р. Р. Рахымжанов, Д. Б. Кенжебаев**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** талшықты-оптикалық байланыс желісі, термокамера.

**Аннотация.** Тәжірибе қоршаған орта температура өзгерісі кезіндегі қабылдау - өткізбе модулінің оптикалық сәлелену тұрақтылығын анықтауға мүмкіндік берді. Температура өзгерісі -40-тан +70°C-ке дейін іске асты, бәсеңсу сигналына температура әсері екі тәжірибеде де болмашы болып шықты.

*Поступила 25.02.2015 г.*

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

[physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 9.06.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

15,7 п.л. Тираж 300. Заказ 3.