

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

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**

5 (315)

**ҚЫРКУЙЕК – ҚАЗАН 2017 Ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 Г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2017**

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 ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. чл.-корр. (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

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

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 / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. corr. member. (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

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 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/physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

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 5, Number 315 (2017), 60 – 65

I.D. Kozin, I.N. Fedulina

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: IDKozin@yandex.ru, InnaFedulina@yandex.kz

**VACUUM - ENVIRONMENT
IN THE DECISION OF RADIO PHYSICS PROBLEMS**

Abstract. It is shown that assignment to vacuum of electric and magnetic characteristics in SI system has led to necessity to introduce for propagation mediums relative values of the same parameters which play only a role of coefficients. It is offered for vacuum in SI system to enter light velocity as a constant, dielectric and magnetic permeability to equate to unit, and for medium these parameters to make absolute. Discrepancies of some quantities of the electromagnetic theory to the appropriated dimensions are given.

Key words: Dimension, units, systems of units, electric properties, magnetic properties

УДК 621.351.819

И.Д. Козин, И.Н. Федулina

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

ВАКУУМ – СРЕДА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАДИОФИЗИКИ

Аннотация. Показано, что присвоение вакууму электрических и магнитных характеристик в системе единиц СИ привело к необходимости введения для сред распространения относительных значений тех же параметров, которые играют лишь роль коэффициентов. Предлагается для вакуума в систему единиц СИ ввести скорость света в качестве постоянной величины, диэлектрические и магнитные проницаемости приравнять к единице, а для среды эти параметры сделать абсолютными. Приведены несоответствия некоторых величин электромагнитной теории присвоенным размерностям.

Ключевые слова: размерность, единицы, системы единиц, электрические свойства, магнитные свойства.

Пространство, в котором происходит распространение радиоволн, называется средой. Средой распространения мы называем и свободное пространство (вакуум), электрически нейтральные и заряженные образования. К средам можно отнести также проводники и изоляторы. Вакуумом мы называем пространство, в котором отсутствует любой вид материи (вещества). Чаще всего, мы подразумеваем, что вакуум не обладает никакими физическими свойствами: температурой, плотностью вещества и т.п. В первую очередь к вакууму мы относим межзвёздное и межгалактическое пространство. И хотя истинного вакуума даже в межзвёздном пространстве нет, оно наиболее близко по характеристикам к таковому. Но даже через это межзвёздное пространство распространяются свет, корпускулярная радиация звёзд, космическая и метеоритная пыль.

Закономерности распространения радиоволн в различных средах определяются совместным решением уравнений Максвелла и среды распространения [1]. При этом среда распространения характеризуется следующими выражениями:

$$\vec{D} = \epsilon_a \vec{E}, \quad \vec{B} = \mu_a \vec{H}, \quad \vec{j} = \sigma(\vec{E} + \vec{E}_v), \quad (1)$$

где D – электрическое смещение (индукция), B – магнитная индукция, H , E и E_v – магнитная и электрические (тока Ампера и тока смещения) напряжённости поля, j – плотность тока, σ –

удельная проводимость, ε_a и μ_a - диэлектрическая и магнитная проницаемости, которые и определяют свойства среды относительно распространения электромагнитных волн.

Выражения (1) называются *уравнениями состояния среды*, в которой происходят электромагнитные процессы.

Во всех системах единиц за основные размерности приняты обозначения длины L , массы M и времени T . В каждой из таких систем введено ещё по одной единице. В качестве четвёртой величины в системе СИ принята единица силы тока ампер, размерность которой $[I]=L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$. Система СГС подразделяется на две подсистемы, в которые в качестве четвёртой основной единицы вводится диэлектрическая постоянная и даёт системе название СГСЕ или магнитная постоянная, что даёт ей название СГСМ.

В каждой из систем находятся и производные единицы, типа «сила» и т.п.

В исследованиях направления электромагнетизм чаще всего используются системы СИ и СГС.

Таблица 1 – Единицы измерения и размерности электромагнитных величин среды

Величина	Обозначения	единица		размерность	
		СИ	СГС	СИ	СГС
Напряжённость электрического поля	E	В/м	б/н	$LMT^{-3}I^{-1}$	$L^{-1/2}M^{1/2}T^{-1}$
Электрическая индукция	D	Кл/м ²	б/н	$L^{-2}TI$	$L^{-1/2}M^{1/2}T^{-1}$
Диэлектрическая проницаемость: вакуума среды	ε	б/р	б/р	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$	б/р
	ε_0	Ф/м			
	ε_a	Ф/м			
Напряжённость магнитного поля	H	Вб, А/м	Мкс	$L^{-1}I$	$L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$
Магнитная индукция	B	Т	Гс	$MT^{-2}I^{-1}$	$L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$
Магнитная проницаемость: вакуума среды	μ	б/р	б/н	$LMT^{-2}I^{-2}$	б/р
	μ_0	Г/м			
	μ_a	Г/м			
Плотность тока	j	А/м ²	б/н	$L^{-2}I$	$L^{-1/2}M^{1/2}T^{-2}$
Удельная проводимость	ρ	См/м	б/н	$L^{-3}M^{-1}T^3I^2$	T^{-1}

б/р – безразмерная величина,
б/н – величина без названия

1. Индукция и напряжённость электромагнитного поля. В соотношениях индукций и напряжённостей полей в научных публикациях допускаются различные толкования. Так, во множестве учебной литературы и научных публикациях термины индукции и напряжённости электрических и магнитных полей просто отождествляются. Читая такие заключения, необходимо уточнять какой системой единиц пользовался автор. Например, для системы СГС индукция – это напряжённость для вакуума. В системе СГС формально напряжённость магнитного поля может быть определена из выражения

$$H=B/\mu,$$

а электрического поля –

$$E=D/\varepsilon.$$

За единицу напряжённости магнитного поля H , равной одному эрстеду (Э) принимается напряжённость поля в вакууме при индукции B , равной 1 Гауссу (Гс). Поскольку магнитная μ и ε электрическая проницаемости – величины безразмерные, размерности обеих напряжённостей в этом случае совпадают с размерностями соответствующих индукций, но присвоенные названия единиц не тождественны.

В тоже время размерностью магнитной индукции в системе СИ принимают единицу «тесла» – Т, а напряжённость – «вебер» – Вб или А/м. В этой системе индукция магнитного поля имеет размерность $[B]=MT^{-2}I^{-1}$, в то время как в системе СГС она $[B]=L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$. Согласимся, что различная размерность в различных системах, имеющих одинаковые основные величины, не совсем логична. Не совсем логично, когда названия величин отличаются, а их размерность одинакова.

Для определения единицы напряжённости магнитного поля удобно воспользоваться любым из следствий закона Био-Савара-Лапласа, дающих выражение напряжённости магнитного поля тока для конкретных контуров. Возьмём для этой цели формулу напряжённости магнитного поля в центре кругового тока

$$H=I/(2R).$$

Согласно этой формулы напряжённость поля будет равняться единице, если по кольцу радиусом в один метр будет протекать ток силой 2А или, что, разумеется, тоже, ток силой 1А – по кольцу радиусом 0,5 м. Единицей напряжённости названа величина А/м. Размерность напряжённости магнитного поля

$$[H]=L^{-1}I.$$

Не указывая на многочисленные источники, отметим, что в пределах одной публикации эти названия чередуются как равноправные понятия.

Рассмотрим размерности величин, входящих в выражения (1).

$$E \rightarrow \left(\frac{B}{m} \right) \rightarrow [B \cdot m^{-1}], D \rightarrow \left(\frac{A \cdot c}{B \cdot m} \cdot \frac{B}{m} \right) = \frac{A \cdot c}{m^2} \rightarrow [A \cdot c \cdot m^{-2}] \text{ и}$$

$$H \rightarrow \left(\frac{A}{m} \right) \rightarrow [A \cdot m^{-1}], B \rightarrow \left(\frac{B \cdot c}{A \cdot m} \cdot \frac{A}{m} \right) = \frac{B \cdot c}{m^2} \rightarrow \text{Тл} \rightarrow [B \cdot c \cdot m^{-2}]$$

Как видим, размерности индукции и напряжённости обеих компонент электромагнитной среды существенно различаются, не совпадают с указанными в работе [2] и отождествлять их не имеет смысла.

2. Электрическая и магнитная проницаемости. Диэлектрическая и магнитная проницаемости ε_a и μ_a сред распространения электромагнитных волн – абсолютные физические переменные, которые определяют сопротивление среды для электрического и магнитного полей.

Характеристиками среды также являются:

- диэлектрическая проницаемость, равная $\varepsilon_a = \varepsilon \cdot \varepsilon_0$,
- магнитная проницаемость, равная $\mu_a = \mu \cdot \mu_0$ и
- удельная проводимость σ .

Величины ε и μ – относительны к аналогичным единицам, присущим вакууму ε_0 и μ_0 .

Если удельная проводимость σ - величина абсолютная и имеет размерность См/м, то величины ε и μ размерности не имеют, они, можно сказать, играют роль коэффициентов k_ε и k_μ при ε_0 и μ_0 , относящихся к вакууму. То есть, можно предыдущие выражения представить в виде:

$$\varepsilon_a = k_\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \text{ и } \mu_a = k_\mu \cdot \mu_0.$$

Как отмечается в справочнике [2], из уравнений электромагнетизма можно установить аналогию между E и B , D и H , ε и $1/\mu$, которая показывает неудачность наименований характеристик магнитного поля. Для определения магнитных величин, а именно взаимодействия полюсов постоянных магнитов, использовался закон Кулона.

В нижеприведенной таблице 2 приведены значения относительной диэлектрической проницаемости и абсолютной проводимости для ряда веществ среды распространения радиоволн.

Вариации σ связаны в основном с температурой сред распространения радиоволн.

В общем случае ε , μ и σ могут быть функциями времени и координат, особенно это относится к величинам ε и σ для реальной земной поверхности и атмосферы, свойства которых неоднородны и непостоянны во времени.

Таблица 2 – Относительная диэлектрическая проницаемость ε и проводимость σ некоторых приземных сред

Среда	Частота, МГц	$\varepsilon = k_\varepsilon$	σ , (См/м)
Вакуум		1,0	0
Воздух		1,00059	0
Пресная вода ($t=20^\circ\text{C}$)	<300	90	$2 \div 10^{-2}$
	3000	80	5
	10000	40	20
	100000	10	5
Морская вода ($t=20^\circ\text{C}$)	<300	78	5
	3000	70	5
	10000	40	20
	100000	10	5
Влажная почва ($t=20^\circ\text{C}$)	<300	$15 \div 30$	$10^{-2} \div 1 \cdot 10^{-1}$
	3000	$15 \div 30$	$10^{-1} \div 5 \cdot 10^{-1}$
	10000	$10 \div 15$	$1 \div 3$
Сухая почва ($t=20^\circ\text{C}$)	<300	$3 \div 6$	$10^{-4} \div 5 \cdot 10^{-3}$
	3000	$3 \div 6$	$5 \cdot 10^{-3} \div 7 \cdot 10^{-2}$
	10000	$2 \div 5$	$10^{-1} \div 2 \cdot 10^{-1}$
Лёд ($t= -10^\circ\text{C}$)	<300	$4 \div 5$	$10^{-2} \div 10^{-1}$
	3000	3,5	$10^{-4} \div 10^{-3}$
	10000	3,2	$10^{-4} \div 10^{-3}$
Снег ($t= -10^\circ\text{C}$)	<300	1,2	10^{-6}
	3000	1,2	10^{-5}
	10000	1-2	10^{-5}
Мёрзлая почва ($t= -35^\circ\text{C}$)	<300	$3 \div 7$	$10^{-3} \div 10^{-2}$
Лес	<30	1,004	$10^{-6} \div 10^{-5}$
	$60 \div 3000$	$1,004 \div 1,4$	$10^{-5} \div 10^{-3}$

Вопреки приведённым определениям теоретическая радиофизика в системе СИ присвоила вакууму вполне определённые характеристики и свойства. Так только для того, чтобы оправдать значение величины скорости света, определяемой выражением

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}, \quad (2)$$

вакуум приобрёл такие характеристики как электрическая ε_0 и магнитная μ_0 проницаемости, имеющие в системе единиц СИ значения

$$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}, \text{ Ф/м}, \left(\frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{В} \cdot \text{м}} \right) \text{ и } \mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6}, \text{ Гн/м}, \left(\frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А} \cdot \text{м}} \right). \quad (3)$$

Малопонятно, что физически эти величины в вакууме означают. Как мы уже отмечали: нет вещества, нет физических свойств.

Предлагаемые изменения в теорию электромагнетизма сведены в таблицу 3.

Интересно, что с метрологической точки зрения между ε_0 и μ_0 существует различие. Значение величины μ_0 зафиксировано международным соглашением и является неизменным. Значение ε_0 определяется точностью измерения скорости света (2) и, по мере уточнения последней, может изменяться [2].

Относительные электрическая и магнитная проницаемости для большинства веществ, например, для воздуха, близки к единице, $\varepsilon \approx \mu \approx 1$ и $\varepsilon_a \approx 8,854 \cdot 10^{-12}$, Ф/м, а $\mu_a \approx 1,256 \cdot 10^{-6}$, Гн/м. Для любых иных сред и $\varepsilon \neq 1$, и $\mu \neq 1$.

Неправомерность присвоения каких-либо свойств вакууму можно продемонстрировать на следующем примере [2]. В системе МКСМ в нерациональном виде основные единицы те же, что и в системе СИ. Однако электрическим и магнитным свойствам присвоены следующие, иные, чем в системе СИ, значения: $\mu_0 = 10^{-7}$ Гн/м, а $\varepsilon_0 = 1,1 \cdot 10^{-10}$ Ф/м. Как видим, единицы и размерности ε_0 и μ_0 в обеих системах идентичны, а значения различны. Но тогда, согласно уравнению (2), скорость

распространения электромагнитной волны в вакууме в системе МКСМ составит величину $c = 3,33 \cdot 10^7$ м/с, то есть почти на порядок меньше истинного значения.

Правильней следовало бы в систему СИ, как и в любую другую систему, ввести величину скорости света и электромагнитных волн в вакууме без введения величин ε_0 и μ_0 , то есть ввести значение этой величины как физической константы $c=3 \cdot 10^8$ м/с, а $\varepsilon_0 = \mu_0=1$, как это принято в системе единиц СГС.

Тогда скорости этих волн в среде вместо

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0 \cdot \mu\mu_0}},$$

можно представить уравнением

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}, \quad (4)$$

а величины ε и μ для сред распространения из относительных следует перевести в абсолютные характеристики.

Это предложение вполне логично, поскольку отклоняет необходимость присвоения электромагнитных свойств вакууму и характеристики сред становятся физическими параметрами. Однако без утверждения этого предложения, пользоваться следует установленными положениями.

Эти установленные положения несут в себе и другие неудобства. Ещё с древних времён опыты электризации веществ привели к мнению, что все нейтральные в электрическом плане вещества – суть диэлектрики, то есть они состоят из двух частей, заряженных различными по знаку зарядами.

Диэлектрик (изолятор) - материал, плохо проводящий или совсем не проводящий электрический ток. Концентрация свободных носителей заряда в диэлектрике не превышает 10^8 см⁻³. Основное свойство диэлектрика состоит в способности поляризоваться во внешнем электрическом поле. С точки зрения зонной теории твёрдого тела диэлектрик - вещество с шириной запрещённой зоны больше 3 эВ.

Как показали опыты с электролитами (золочение, серебрение, покрытие медью и т.д.) диэлектриками являются кислотные соли, окислы и т.п. Простые молекулы, например, молекулы атмосферного газа диэлектрическими свойствами не обладают.

Условно, к проводникам относят материалы с удельным электрическим сопротивлением $\rho < 10^{-5}$ Ом·м, а к диэлектрикам (изоляторам) - материалы, у которых $\rho > 10^8$ Ом·м. При этом удельное сопротивление хороших проводников может составлять всего 10^{-8} Ом·м, а у лучших диэлектриков превосходить 10^{16} Ом·м. Удельное сопротивление полупроводников в зависимости от строения и состава материалов, а также от условий их эксплуатации может изменяться в пределах 10^{-5} - 10^8 Ом·м. Хорошими проводниками электрического тока являются металлы. Из 105 химических элементов лишь двадцать пять являются неметаллами, причём двенадцать элементов могут проявлять полупроводниковые свойства. Но кроме элементарных веществ существуют тысячи химических соединений, сплавов или композиций со свойствами проводников, полупроводников или диэлектриков. Чёткую границу между значениями удельного сопротивления различных классов материалов провести достаточно сложно. Например, многие полупроводники при низких температурах ведут себя подобно диэлектрикам. В то же время диэлектрики при сильном нагревании могут проявлять свойства проводников или полупроводников. Качественное различие состоит в том, что для металлов проводящее состояние является основным, а для полупроводников и диэлектриков - возбуждённым.

Зачастую в электрическом плане среды разделяют на *диэлектрики*, *полупроводники* и *проводники* по отношению плотностей тока смещения j_v и тока проводимости j . Оно зависит от электрической проницаемости, проводимости и длины волны и равно

$$\left| \frac{j_v}{j} \right| = \frac{\varepsilon}{60 \cdot \lambda \cdot \sigma}, \quad (5)$$

где $\lambda = c/f$ - длина волны, f - частота, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с - скорость света.

Как уже упоминалось (1), магнитная проницаемость – физическая величина, характеризующая изменение магнитной индукции \mathbf{B} среды при воздействии магнитного поля \mathbf{H} [3]. Для физического вакуума $\mu = 1$. Относительная магнитная проницаемость для большинства материалов (например, для воздуха), равняется единице, $\mu = 1$. Материалы с относительной магнитной проницаемостью меньшей единицы $\mu < 1$ называются *диамагнетиками*, с положительной, но большей единицы, относительной магнитной проницаемостью $\mu > 1$ - *парамагнетиками* и с очень большой относительной магнитной проницаемостью $\mu \gg 1$ - *ферромагнетиками*.

Таблица 3 - Используемые и рекомендуемые единицы сред распространения электромагнитных волн

Физические характеристики и их обозначения			
Теория электромагнетизма		Рекомендуемые	
Единицы	Размерности	Единицы	Размерности
ε_0	$8,854 \cdot 10^{-12}, [\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$	ε_0	1, бр*
μ_0	$1,256 \cdot 10^{-6}, [\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$	μ_0	1, бр
ε	бр	$\varepsilon = k_\varepsilon$	$[\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$
μ	бр	$\mu = k_\mu$	$[\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$
$\varepsilon_a = \varepsilon \cdot \varepsilon_0$	$[\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$	$\varepsilon_a = k_\varepsilon \cdot \varepsilon_0 = k_\varepsilon$	$[\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$
$\mu_a = \mu \cdot \mu_0$	$[\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$	$\mu_a = k_\mu \cdot \mu_0 = k_\mu$	$[\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}]$
c_0	$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \approx 3 \cdot 10^8, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$	const**	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

*бр – безразмерная величина,

** - константа

Таким образом, теория электромагнетизма требует пересмотра и коррекции в терминологии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Козин И.Д., Федулina И.Н. Космическая погода и ее влияние на распространение радиоволн: Учебное пособие – Алматы: АУЭС, 2012, - 79 с.
 [2] Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. –М.: Наука, 1977. - 336 с.
 [3] Физический энциклопедический словарь. - М.: Советская энциклопедия, 1983. - 928 с.

REFERENCES

- [1] Kozin I.D., Fedulina I.N. Space weather and its influence on radiowave propagation. Almaty: AUES, 2012. 79 p. (in Russ.).
 [2] Sena L.A. Edinicy fizicheskikh velichin i ih razmernosti . M.: Nauka, 1977. 336 p. (in Russ.).
 [3] Fizicheskij enciklopedicheskij slovar. M.: Sovetskaja enciklopedija, 1983. 928 p. (in Russ.).

И.Д. Козин, И.Н. Федулina

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

РАДИОФИЗИКА ЕСЕПТЕРІН ШЕШУДЕГІ ВАКУУМ – ОРТА

Аннотация. Өлшемдер жүйесінде ӨЖ вакуумге электрлік және магниттік сипаттамаларды меншіктеу, таралу орталарына тек коэффициенттердің рөлін ойнайтын дәл сол параметрлердің салыстырмалы мәндерін енгізудің қажеттілігі көрсетілді. Вакуум үшін өлшемдер жүйесіне ӨЖ тұрақты шама ретінде жарық жылдамдығын енгізу, диэлектрлік және магниттік өткізгіштіктерін бірге теңеу, ал орта үшін бұл мәндерді абсолютті ету ұсынылады. Электромагниттік теориясының кейбір өлшемдерінің меншіктелген өлшемдеріне сәйкес еместігі келтірілген.

Тірек сөздер: өлшемділік, бірліктер, бірліктер жүйесі, электрлік қасиеттер, магниттік қасиеттер

МАЗМУНЫ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Сызықты біртекті D_e -жүйелерді жордандық канондық түрге келтіру.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Matlab бағдарламалар пакетін қолданып «Сыртқы күш әсер еткенде мәжбүрлі тербелістерді есептеу және визуализациялау» компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Солтүстік Тянь-Шаньнің сейсмикалық тәртіп ерекшелігін бағалауда геотермиялық үлгілеуді қолдану.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Ионосфералақы F-аймақтың биіктігін бағалау әдістерін салыстыру.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. Электрондық концентрацияның ионосфераның F2-қабатының максималындағы күнделікті өзгеруі.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Максимум F2-қабатының түнгі көбеюлерінің жұқа құрылымы.....	50
Васильев И.В., Жұмбаев Б.Т. Жердің электрлік өрісінің қалыптасуына гравитациялық күшінің әсері.....	55
Козин И.Д., Федулina И.Н. Радиофизика есептерін шешудегі вакуум – орта.....	60
Козин И.Д., Федулina И.Н. Радиотолқынның қабылдағыш антеннаға әсері.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Жердің қазіргі заманғы қозғалысының GPS бақылауындағы уақыттық қатарларының кедергісін сүзу алгоритмі.....	71
Батрышев Д.Ф., Ерланұлы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Бір қабырғалы көміртекті нанотүтікшелердің құрылымдық және электрондық қасиеттерін BECKE 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (B3LYP) гибрид функционалы негізінде зерттеу.....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И.В. Атмосфералық экстинкцияның лездік мәндері және ауысуы коэффициенттері.....	84
Бақтыбаев Қ., Бақтыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Өзара әрекеттесуші бозондар моделінің микроскоптық негіздемесі және ядролық теориядағы жалпыланған квазиспиндік формализм.....	91
Бапаев К.Б., Слэмжанова С.С. Айырымдық-динамикалық жүйелердің орнықтылығы.....	101
Иманбаева А.Б., Шалданбаев А.Ш., Копжасарова А.А. Коэффициенттері тұрақты кәдімгі дифференциалдық теңдеулер системасының сингуляр әсерленген Коши есебін спектралдік әдіспен шешу.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Ұқсастық әдісі бойынша, сингуляр әсерленген Кошидің есебін шешу.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Изотермиялық диффузия кезіндегі тік каналдардағы үшкомпонентті газдар қоспаларында пайда болатын конвективтік қозғалыстардың сандық талдауы.....	134
Мырзақұл Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзақұл Т.Р., Мырзакулов К.Р. Старобинский моделінің негізіндегі F-эссенция динамикасы	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Мәтін үндесітілігін анықтауға арналған қолданыстағы жүйелерді талдау.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Қабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Физикалық құбылыстарды компьютерлік моделдеуде MATLAB жүйесін қолдану.....	156

СОДЕРЖАНИЕ

Кульжумиева А.А., Сартабанов Ж.А. Приведение линейных однородных D_e -систем к жордановому каноническому виду.....	5
Сайдуллаева Н.С., Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Каликулова А.О., Пазылова Д.Т. Организация выполнения компьютерной лабораторной работы «Расчет и визуализация вынужденных колебаний при наличии внешней силы» с применением пакета программ Matlab.....	13
Сайдуллаева Н.С., Тагаев Н.С., Пазылова Д.Т., Каликулова А.О. Влияние однократной перегрузки на развитие усталостной трещины.....	22
Жантаев Ж.Ш., Виляев А.В., Серикбаева Э.Б. Применение геотермического моделирования в оценке особенностей сейсмического режима Северного Тянь-Шаня.....	26
Гордиенко Г.И., Яковец А.Ф., Литвинов Ю.Г. Сравнение методов оценки высоты максимума F-области ионосферы.....	35
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Крюков С.В., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г. День ото дня вариации электронной концентрации в максимуме F2-слоя ионосферы.....	44
Яковец А.Ф., Гордиенко Г.И., Жумабаев Б.Т., Литвинов Ю.Г., Абдрахманов Н. Тонкая структура ночных увеличений в максимуме F2-слоя.....	50
Васильев И.В., Жумабаев Б.Т. Влияние гравитации на формирование электрического поля земли.....	55
Козин И.Д., Федулина И.Н. Вакуум – среда в решении задач радиофизики.....	60
Козин И.Д., Федулина И.Н. Воздействие радиоволны на приёмную антенну.....	66
Жантаев Ж.Ш., Стихарный А.П., Виляев А.В. Алгоритм фильтрации помех временных рядов GPS мониторинга современных движений земной поверхности	71
Батрышев Д.Г., Ерланулы Е., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т. Исследование структурных и электронных свойств одностенных углеродных нанотрубок на основе гибридного функционала bescke 3-PARAMETER LEE-YANG-PARR (V3LYP).....	75
Серебрянский А. В., Усольцева Л. А., Комаров А. А., Рева И. В. Коэффициенты перехода и мгновенные значения атмосферной экстинкции.....	84
Бактыбаев К., Бактыбаев М.К., Наукенов Д.Д., Далелханкызы А. Микроскопическое обоснование модели взаимодействующих бозонов и обобщенный квазиспиновый формализм в теории ядра	91
Бапаев К.Б., Сламжанова С.С. Об устойчивости разностно – динамических систем.....	101
Иманбаева А.Б., Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш. Асимптотическое разложение решения сингулярно возмущенной задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.....	112
Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш., Иманбаева А.Б. Решение сингулярно возмущенной задачи Коши методом подобия.....	127
Косов В.Н., Жакебаев Д.Б., Федоренко О.В. Численный анализ конвективных движений, возникающих при изотермической диффузии в вертикальных каналах в трехкомпонентных газовых смесях.....	134
Мырзакул Ш.Р., Белисарова Ф.Б., Мырзакул Т.Р., Мырзакулов К.Р. Динамика F-эссенции в рамках модели старобинского	143
Мамырбаев О.Ж., Мухсина Қ.Ж. Анализ существующих систем для определения тональности текста.....	149
Омашова Г.Ш., Спабекова Р., Кабылбеков К.А., Саидахметов П.А., Абдрахманова Х.К., Аширбаев Х.А. Использование системы MATLAB при компьютерном моделировании физических процессов.....	156

CONTENTS

<i>Kulzhumiyeva A.A., Sartabanov Zh.A.</i> Reduction of linear homogeneous D_e -systems to the jordan canonical form.....	5
<i>Saidullayeva N.S., Kabyzbekov K.A., Ashirbaev Kh.A., Kalikulova A.O., Pazylova D.T.</i> Organization of computer lab work "Calculation and visualization of forced oscillations in the presence of an external force" with the use of the software package Matlab.....	13
<i>Saidullayeva N.S., Tagaev N.S., Pazylova D.T., Kalikulova A.O.</i> Effect of single overload on the development of a fatigue crack.....	22
<i>Zhantaev Zh.Sh., Vilyayev A.V., Serikbaeva E.B.</i> The application of geothermal modeling in the assessment of the features of the seismic regime of the Northern Tien Shan.....	26
<i>Gordienko G.I., Yakovets A.F., Litvinov Yu.G.</i> Comparison of the methods for estimating the hight of the maximum of th F region of the ionosphere.....	35
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Kryukov S.V., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G.</i> Day-to-day variability of electron concentration n the ionospheric $F2$ layer maximum.....	44
<i>Yakovets A.F., Gordienko G.I., Zhumabayev B.T., Litvinov Yu.G., Abdrakhmanov N.</i> Fine structure of nighttime enhancements of the electron concentration in the $F2$ layer maximum	50
<i>Vassilyev I.V., Zhumabayev B.T.</i> Influence of gravitation on formation of the electric field of the earth.....	55
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Vacuum - environment in the decision of radio physics problems.....	60
<i>Kozin I.D., Fedulina I.N.</i> Radio-wave action on the receiving antenna.....	66
<i>Zhantaev Zh.Sh., Stikharny A.P., Vilyayev A.V.</i> The algorithm for filtering the errors of time series GPS monitoring ofafactual movements of the earth's surface.....	71
<i>Batryshev D.G., Yerlanuly Ye., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Investigation of structural and electronic properties of single-walled carbon nanotubes on the basis of a hybrid functional becke 3-parameter LEE-YANG-PARR (B3LYP).....	75
<i>Serebryanskiy A., Usoltseva L., Komarov A., Reva I.</i> The trasformation coefficients and instantaneous values of atmospheric extinction.....	84
<i>Baktybaev K., Baktybaev M.K., Naukenov D.D., Dalelkhankyzy A.</i> Microscopic justification of the model of interacting bosons and a generalizedquasispin formalism in the theory of the nuclei.....	91
<i>Bapayev K.B., Slamzhanova S.S.</i> On stability of difference-dynamical systems	101
<i>Imanbayeva A.B., Shaldanbayev A.Sh., Kopzhasarova A.A.</i> Asymptotic decomposition the decision is singular the indignant task of Cauchy for the system of the ordinary differential equations with constant coefficients.....	112
<i>Kopzhasarova A.A., Shaldanbayev A.Sh., Imanbayeva A.B.</i> The decision is singular the indignant task of Cauchy by a similarity method.....	127
<i>Kossov V.N., Zhakebaev D.B., Fedorenko O.V.</i> Numerical analysis of convective motions occurring under isothermal Diffusion in the vertical channels in ternary gaseous mixtures.....	134
<i>Myrzakul S.R., Belisarova F.B., Myrzakul T.R., Myrzakulov K.R.</i> Dynamics of F-essence in frame of the starobinsky model.....	143
<i>Mamyrbayev O.Zh., Muhsina K.Zh.</i> Analysis of existing systems for determination of tonnity of text.....	149
<i>Omarshova G. Sh., Spabekova R., Kabyzbekov K. A., Saidahmetov P. A., Abdrakhmanova H. K., Ashirbaev H. A.</i> The use of the system MATLAB in the compyter simulation of physical processes.....	156

**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). 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.physics-mathematics.kz>

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

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 25.09.2017.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11 п.л. Тираж 300. Заказ 5.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19