

ISSN 2308-4804

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal

№ 12 (88), 2020, Vol. I

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2020

UDC 53:51+371+61+159.9+316
LBC 72

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal, № 12 (88), 2020, Vol. I

The journal is founded in 2013 (September)
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

Registration Certificate: III № ФС 77 – 53534, 04 April 2013

Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)

EDITORIAL STAFF:

Head editor: Teslina Olga Vladimirovna

Executive editor: Malysheva Zhanna Alexandrovna

Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science

Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences

Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences

Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences

Kislyakov Valery Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences

Rzaeva Aliye Bayram, Candidate of Chemistry

Matvienko Evgeniy Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences

Kondrashihin Andrey Borisovich, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences

Khuzhayev Muminzhon Isokhonovich, Doctor of Philological Sciences

Ibragimov Lutfullo Ziyadullaevich, Candidate of Geographic Sciences

Gorbachevskiy Yevgeniy Viktorovich, Candidate of Engineering Sciences

Madaminov Khurshidjon Mukhamedovich, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Otazhonov Salim Madrakhimovic, Doctor of Physics and Mathematics

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles.

Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, ave. Metallurgov, 29

E-mail: info@scienceph.ru

Website: www.scienceph.ru

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+371+61+159.9+316
ББК 72

НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 12 (88), 2020, Том 1

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Теслина Ольга Владимировна
Ответственный редактор: Малышева Жанна Александровна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук
Хужаев Муминжон Isoхонович, доктор философских наук
Ибрагимов Лутфулло Зиядуллаевич, кандидат географических наук
Горбачевский Евгений Викторович, кандидат технических наук
Мадаминов Хушиджон Мухамедович, кандидат физико-математических наук
Отажонов Салим Мадрахимович, доктор физико-математических наук

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

<i>Abdikalikova G.A., Nazhmadinov M.A.</i> ON SOLVABILITY OF ONE PROBLEM FOR SYSTEM OF PARABOLIC EQUATIONS	8
<i>Abdurakhimov A.U., Nishchonov Kh.M., Ikromov A.Sh.</i> DISTRIBUTION OF EVENTS OVER THE MULTIPLICITY OF SECONDARY CHARGED AGENTS.....	12
<i>Gulamov R.A., Bokiev B.R.</i> DIFFUSION AND SOLUBILITY OF D-ELEMENTS IN SILICON.....	15
<i>Zainabidinov S.Z., Vlasov S.I., Nazirov D.E.</i> INFLUENCE OF PRESSURE ON THE PROPERTIES OF METAL-GLASS-SEMICONDUCTOR STRUCTURES BASED ON SILICON DOPED WITH GADOLINIUM	17
<i>Nazirov D.E.</i> DIFFUSION AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF RARE EARTH ELEMENTS EUROPIA, ERBIUM AND THULIUM IN SILICON	22
<i>Nazirov D.E., Vlasov S.I., Kuchkarov B.Kh., Bobokhuzhaev K.U.</i> INFLUENCE OF GADOLINIUM ON THE ELECTRIC PROPERTIES ON THE INTERPHASE BOUNDARY OF SILICON – SILICON OXIDE	26
<i>Negrash A.S., Golovin I.A.</i> DYNAMICS OF PHYSICAL OBJECTS – THE THEORY OF ABSOLUTENESS	29

Pedagogical sciences

<i>Alimbabaeva Z.L., Makhmudova Sh.A., Islamova G.Kh., Kamilova G.M.</i> THE ROLE OF STRUCTURAL MATERIALS TECHNOLOGY AND MATERIALS SCIENCE IN BACHELOR'S TRAINING.....	52
<i>Drygina M.V.</i> CULTURAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS TRAINING TO EDUCATE PUPILS IN A DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT.....	54
<i>Tulaganov R.X., Umbarov D.M.</i> OUTDOOR GAMES AS A MEANS AND METHOD OF DEVELOPING THE MOTOR ABILITIES OF BOYS 7-10 YEARS OLD TO ENGAGE IN VOLLEYBALL	57

Medical sciences

<i>Ashymov Zh.D.</i> COMPARISON OF THE ACCURACY OF COMPUTER OCCLUSAL DESIGN (CAD/CAM – SIRONA CEREC) WITH TRADITIONAL METHODS (WAXUP)	62
<i>Yusupkhanov O.N., Selpiev T.T.</i> ECONOMIC ACCESSIBILITY OF RESIDENTS OF THE CHUY REGION IN DENTAL CARE	65

Psychological sciences

Dzhalilova S.Kh.

STUDY OF THE DYNAMICS OF THE IDEA OF STUDENTS PROFESSIONALLY SIGNIFICANT
PROPERTIES OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY DEPENDING ON THE COURSE OF STUDY 69

Nazarov A.S., Mitina O.V.

PSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF MANAGERIAL DECISION-MAKING 73

Sociological sciences

Pasek A.

THE CONCEPT OF TRUST IN MODERN AND POST-MODERN SOCIETY 76

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

<i>Абдикаликова Г.А., Нажмадинов М.А.</i> О РАЗРЕШИМОСТИ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ	8
<i>Абдурахимов А.У., Нишионов Х.М., Икромов А.Ш.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОБЫТИЙ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ.....	12
<i>Гуламов Р.А., Бокиев Б.Р.</i> ДИФФУЗИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ d-ЭЛЕМЕНТОВ В КРЕМНИИ.....	15
<i>Зайнабидинов С.З., Власов С.И., Назиров Д.Э.</i> ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА СТРУКТУР МЕТАЛЛ-СТЕКЛО-ПОЛУПРОВОДНИК, НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ГАДОЛИНИЕМ	17
<i>Назиров Д.Э.</i> ДИФФУЗИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕВРОПИЯ, ЭРБИЯ И ТУЛИЯ В КРЕМНИИ	22
<i>Назиров Д.Э., Власов С.И., Кучкаров Б.Х., Бобохужаев К.У.</i> ВЛИЯНИЕ ГАДОЛИНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ КРЕМНИЯ – КРЕМНИЯ ОКСИДА	26
<i>Неграш А.С., Головин И.А.</i> ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ – ТЕОРИЯ АБСОЛЮТНОСТИ	29

Педагогические науки

<i>Алимбабаева З.Л., Махмудова Ш.А., Исламова Г.Х., Камилова Г.М.</i> РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ	52
<i>Дрыгина М.В.</i> МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ К ВОСПИТАНИЮ ШКОЛЬНИКОВ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ	54
<i>Тулаганов Р.Х., Умбаров Д.М.</i> ПОДВИЖНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО И МЕТОД РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МАЛЬЧИКОВ 7-10 ЛЕТ К ЗАНЯТИЯМ ВОЛЕЙБОЛОМ	57

Медицинские науки

<i>Ашымов Ж.Д.</i> СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ОККЛЮЗИОННОГО ДИЗАЙНА (CAD/CAM – SIRONA CEREC) С ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ (WAXUP).....	62
<i>Юсупханов О.Н., Сельпиев Т.Т.</i> ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ	65

Психологические науки

Джалилова С.Х.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ
СВОЙСТВАХ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КУРСА ОБУЧЕНИЯ 69

Назаров А.С., Митина О.В.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ..... 73

Социологические науки

Пасек А.

ПОНЯТИЕ ДОВЕРИЯ В СОВРЕМЕННОМ И ПОСТМОДЕРНИСТСКОМ ОБЩЕСТВЕ..... 76

УДК 517.956

О РАЗРЕШИМОСТИ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙГ.А. Абдикаликова¹, М.А. Нажмадинов²¹ кандидат физико-математических наук, доцент, ² магистрант
Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова, Казахстан

Аннотация. Исследуется задача Коши для системы параболических уравнений. Получены условия разрешимости рассматриваемой задачи. Установлена асимптотическая и равномерная устойчивость решений в классе, имеющих начальные функции задачи Коши.

Ключевые слова: параболические уравнения, фундаментальное решение, функция Дирака, задача Коши, устойчивость.

Рассмотрим линейную систему неоднородных уравнений параболического типа

$$L_{\gamma}u = f(t, x) \quad (1)$$

где $u = \text{col}(u_1, \dots, u_n)$ – искомый вектор-столбец; $L_{\gamma} = \frac{\partial}{\partial t} - \Delta + \gamma$, Δ – оператор Лапласа, $\gamma = \text{const} > 0$; $f(t, x)$ – финитная вектор-функция; $(t, x) \in E_{1+n}$, E_n – n -мерное вещественное евклидово пространство векторов $x = (x_1, \dots, x_n)$.

На современном этапе развития теории параболических уравнений значительный интерес представляет исследование задач для различных классов дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа с применением теории обобщенных функций.

Важная роль теории обобщенных функций при математическом моделировании реальных процессов естествознания и техники, с одной стороны, и необходимость разработки конструктивных подходов решения широкого класса задач для уравнений параболического типа, с другой стороны, делают рассматриваемую задачу приоритетной.

Существуют разнообразные методы и подходы к исследованию таких задач. Использование теории обобщенных функций позволяет расширить класс разрешимых задач. Отметим работы [1-3], где можно найти подробный обзор по теории обобщенных функции и многочисленных применениях, а также библиографию по этим задачам.

Цель работы – установить достаточные условия существования и единственности решения системы (1).

Рассмотрим задачу нахождения функции $u(t, x)$, удовлетворяющей для всех $(t, x) \in E_{1+n}$ уравнению

$$L_{\gamma}u \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \Delta u + \gamma u = f(t, x) \quad (1)$$

и условию

$$u(t_0, x) = \varphi(x) \in C(E_n) \quad (2)$$

Исследование задачи Коши (1)-(2) начнем с изучения функции $u(t, x)$, удовлетворяющей системе

$$L_{\gamma}u \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \Delta u + \gamma u = f(t, x), (t, x) \in E_{1+n} \quad (1)$$

и условию

$$u(t, x) \rightarrow 0 \text{ при } t \rightarrow -\infty \quad (3)$$

Решение рассматриваемой задачи (1), (3) представимо в виде

$$u(t, x) = \int_{t_0}^t \int_{E_n} \Phi(t, s, x, \xi) f(s, \xi) d\xi ds \quad (4)$$

где функция $\Phi(t, s, x, \xi)$ убывает на бесконечности и удовлетворяет уравнению

$$L_\gamma \Phi(t, s, x, \xi) \equiv \frac{\partial \Phi}{\partial t} - \Delta \Phi + \gamma \Phi = \delta(t - s) \delta(x - \xi)$$

и

$$\Phi(t, s, x, \xi) \rightarrow 0 \text{ при } |x - \xi| \rightarrow \infty$$

Здесь δ – функция Дирака.

Можно непосредственно убедиться в том, что функция $\Phi(t, s, x, \xi)$ связана с δ -функцией равенством:

$$\Phi(t, s, x, \xi) = L_\gamma^{-1} \delta(t - s) \delta(x - \xi) \quad (5)$$

Умножив обе части (5) на оператор L_γ , получим

$$L_\gamma \Phi(t, s, x, \xi) = \delta(t - s) \delta(x - \xi) \quad (6)$$

Интегрируя (6) имеем, что ядро интегрального оператора есть функция $\Phi(t, s, x, \xi)$:

$$L_\gamma^{-1} = \int_{E_n} \Phi(t, s, x, \xi) d\xi$$

Заметим, что внешний источник $f(t, x)$, характеризующий количество тепла можно представить в виде

$$f(t, x) = \delta(t) \varphi(x) \quad (7)$$

Затем интегрируя (7), находим

$$\int_{t_0}^t f(t, x) dt = \varphi(x)$$

Тем самым получили соотношение между количеством тепла и температурой.

Формула (7) является одним из подходов выбора начального условия.

Теперь приступим к определению функции $u(t, x)$, удовлетворяющей системе:

$$L_\gamma u \equiv \frac{\partial u}{\partial t} - \Delta u + \gamma u = 0, (t, x) \in E_{1+n} \quad (8)$$

и начальному условию

$$u(t_0, x) = \varphi(x) \in C(E_n) \quad (2)$$

Решение задачи для системы (8) с условием (2) представляется в виде:

$$u(t, x) = \int_{E_n} \Phi(t, t_0, x, \xi) \varphi(\xi) d\xi \quad (9)$$

где функция $\Phi(t, t_0, x, \xi) = \delta_1(t) \Phi_0(t, t_0, x, \xi) e^{-\gamma(t-t_0)}$ – решение, удовлетворяющая уравнению:

$$L_\gamma \Phi(t, t_0, x, \xi) \equiv \frac{\partial \Phi}{\partial t} - \Delta \Phi + \gamma \Phi = 0$$

и которая стремится к δ -функции в начальный момент

$$\Phi(t, t_0, x, \xi) \rightarrow \delta(x - \xi) \text{ при } t \rightarrow +t_0;$$

$$\Phi_0(t, t_0, x, \xi) = \delta_0(t) [4\pi(t - t_0)]^{-\frac{n}{2}} e^{-\frac{|x-\xi|^2}{4(t-t_0)}} \text{ удовлетворяет уравнению}$$

$$L\Phi_0(t, t_0, x, \xi) \equiv \frac{\partial \Phi_0}{\partial t} - \Delta \Phi_0 = 0$$

и также стремится к δ -функции в начальный момент

$$\Phi_0(t, t_0, x, \xi) \rightarrow \delta(x - \xi) \text{ при } t \rightarrow +t_0.$$

Рассмотрим \mathcal{H} – класс функций, обращающихся в нуль при $t < 0$ и ограниченных.

Определение. Фундаментальным решением задачи Коши (1)-(2) называется решение задачи

$$L_\gamma \Phi(t, s, x, \xi) = \delta(t - s) \delta(x - \xi),$$

$$\Phi|_{t < 0} = 0.$$

Решение линейной задачи (1)-(2) существует в классе \mathcal{H} и представимо в виде суперпозиции интегралов (4) и (9) через фундаментальное решение задачи Коши

$$\begin{aligned} u(t, x) = & \int_{E_n} \Phi(t, t_0, x, \xi) \varphi(\xi) d\xi + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{E_n} \Phi(t, s, x, \xi) f(s, \xi) d\xi ds \end{aligned} \quad (10)$$

или

$$\begin{aligned} u(t, x) = & \int_{E_n} \delta_1(t) \Phi_0(t, t_0, x, \xi) e^{-\gamma(t-t_0)} \varphi(\xi) d\xi + \\ & + \int_{t_0}^t \int_{E_n} \Phi_0(t, s, x, \xi) e^{-\gamma(t-s)} f(s, \xi) d\xi ds \end{aligned} \quad (11)$$

В виду условий на функции $f(t, x)$ и $\varphi(x)$ такое решение будет единственным.

Для $u(t, x)$ имеет место оценка

$$\begin{aligned} |u(t, x)| \leq & e^{-\gamma(t-t_0)} \sup_{\xi} |\varphi(\xi)| + \\ & + \gamma^{-1} \left(1 - e^{-\gamma(t-t_0)} \sup_{\substack{0 \leq s \leq t \\ \xi}} |f(s, \xi)| \right) \end{aligned} \quad (12)$$

Отметим, что непрерывная зависимость решения $u(t, x)$ от входных данных $f(t, x)$ и $\varphi(x)$ следует из оценки (12).

Полученный результат сформулируем в виде теоремы.

Теорема. Если $f(t, x) \in \mathcal{H}$ и $\varphi(x)$ – непрерывная ограниченная функция в E_n , то решение $u(t, x)$ задачи (1)-(2) существует и единственно в классе \mathcal{H} , определяется в виде (11) и удовлетворяет оценке (12).

Теперь допустим, что $\bar{u}(t, x)$ – решение задачи Коши уравнения (1), соответствующее произвольной начальной функции $\bar{\varphi}(x) \in C(E_n)$.

Используя (11) имеем:

$$\begin{aligned} u(t, x) - \bar{u}(t, x) &= \\ &= \int_{E_n} \delta_1(t) \Phi_0(t, t_0, x, \xi) e^{-\gamma(t-t_0)} [\varphi(\xi) - \bar{\varphi}(\xi)] d\xi. \end{aligned}$$

Далее оценим:

$$\begin{aligned} |u(t, x) - \bar{u}(t, x)| &\leq \\ &\leq \int_{E_n} \delta_1(t) \Phi_0(t, t_0, x, \xi) e^{-\gamma(t-t_0)} \sup_{\xi} |\varphi(\xi) - \bar{\varphi}(\xi)| d\xi \leq \\ &\leq \delta_1(t) e^{-\gamma(t-t_0)} \int_{E_n} \Phi_0(t, t_0, x, \xi) \sup_{\xi} |\varphi(\xi) - \bar{\varphi}(\xi)| d\xi \leq \\ &\leq \delta_1(t) e^{-\gamma(t-t_0)} \sup_{\xi} |\varphi(\xi) - \bar{\varphi}(\xi)|. \end{aligned}$$

Тем самым получили утверждение.

Теорема. Решение $u(t, x)$ системы уравнения (1) асимптотически и равномерно устойчиво в классе, имеющих начальные функции задачи Коши из $C(E_n)$.

Заметим, что если дополнительно предположить относительно входных данных и построенного решения непрерывной дифференцируемости по независимым переменным t и x , то функция $u(t, x) \in C^2(t > 0) \cap C(t \geq 0)$, удовлетворяющая системе параболических уравнений (1) при всех $(t, x) \in E_{1+n}$ и начальному условию (2) является и классическим решением задачи (1)-(2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров, В.С. Обобщенные функции в математической физике / В.С. Владимиров. – М.: Наука, 1979. – 320 с.
2. Олейник, О.А. Уравнения с неотрицательной характеристической формой / О.А. Олейник, Е.В. Радкевич. – М.: Изд. МГУ, 2010. – 360 с.
3. Соболев, С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике / С.Л. Соболев. – М.: Наука, 1988. – 333 с.

Материал поступил в редакцию 27.11.20

ON SOLVABILITY OF ONE PROBLEM FOR SYSTEM OF PARABOLIC EQUATIONS

G.A. Abdikalikova¹, M.A. Nazhmadinov²

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, ² Master's Degree Student
K. Zhubanov Aktobe Regional University, Kazakhstan

Abstract. The Cauchy problem for a system of parabolic equations is researched. Conditions for the solvability of the problem under consideration are obtained. The asymptotic and uniform stability of solutions in the class with initial functions of the Cauchy problem is established.

Keywords: parabolic equations, fundamental solution, Dirac function, Cauchy problem, stability.

УДК 539.186.22

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОБЫТИЙ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

А.У. Абдурахимов¹, Х.М. Нишоннов², А.Ш. Икромов³

^{1,2} кандидат физико-математических наук, доцент,

³ магистр по лазерной физике, преподаватель

Андижанский государственный университет, Узбекистан

Аннотация. Предлагаемая работа посвящена исследованию множественного образования вторичных заряженных частиц при высоких энергиях. Экспериментальные данные при различных энергиях получены на основе π p-взаимодействия в пропановых пузырьковых камерах. В работе анализируются топологические сечения мало и многолучевых событий, средняя множественность заряженных частиц и их зависимость от энергии. Делается заключение, что средняя множественность имеет хорошее согласие с логарифмической зависимостью от энергии и это является указанием в пользу мультипериферической модели.

Ключевые слова: атомное ядро, π p-взаимодействия, топологические сечения, мультипериферическая модель, π -мезоны, γ -кванты.

Введение. В течение последних лет большое число экспериментальных и теоретических работ посвящено исследованию множественного образования вторичных заряженных частиц при высоких энергиях [1, 2].

Наряду с изучением множественного рождения заряженных частиц не менее важным являются изучения множественного образования нейтральных π -мезонов и γ -квантов [3, 4].

В работе приведены результаты по исследованию π p- взаимодействий, а именно, будут рассмотрены следующие вопросы:

1. Распределения событий по множественности вторичных заряженных частиц.

2. Сравнение экспериментальных данных с теоретическими моделями. В работе использованы данные, полученные при облучении двухметровой пропановой пузырьковой камеры в пучке π -мезонов с импульсом 40 Гэв/с серпуховского ускорителя. Здесь обсуждаются:

а) топологические сечения;

б) средняя множественность вторичных заряженных частиц;

в) зависимость средней множественности заряженных частиц от энергии.

Основная часть: Топологическим сечением $\sigma_{n\pm}(S)$ называется сечение взаимодействия с определенным числом заряженных частиц n_{\pm} в конечном состоянии плюс любое число нейтральных частиц. Топологическое $\sigma_{n\pm}$ можно рассматривать как функцию двух переменных n_{\pm} и S (n_{\pm} -множественность заряженных частиц, \sqrt{S} – полная энергия в с. ц. м.). Результаты исследования показывают, что при рассмотренных энергиях большинство $\sigma_{n\pm}$ продолжают расти с энергией. В то же время для (2–6) лучевых событий $\sigma_{n\pm}$ медленно падает. Если образование n частиц происходит случайным образом и в результате многих актов столкновений в среднем рождаются $\langle n \rangle$ частиц, то

$$\sigma_n \sim e^{-\langle n \rangle} \cdot \frac{\langle n \rangle^n}{n!} \quad (1)$$

Действительно, распределение σ_n имеет пуассоновский вид. Топологические сечения π – p – взаимодействия представлены в таблице 1. Здесь исключены случаи упругого рассеяния. Все оставшиеся события нормировались на полное сечение неупругих взаимодействий при 40 Гэв/с, которое принималось равным $\sigma_{in}^{\pi-p} = \sigma_{tot}^{\pi-p} - \sigma_{el}^{\pi-p} = (21,2 \pm 0,15)$ мбн. Полное сечение π p – взаимодействий при импульсе $P=40$ Гэв/с равно $(24,7 \pm 0,15)$ мбн.

Таблица 1

Топологические сечения π p – взаимодействий (мбн).

Гэв/с n_{\pm}	7	10	16	20	25	40	50	205
0	$0,7 \pm 0,3$	$0,60 \pm 0,25$	$0,45 \pm 0,20$	$0,26 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,02$	$0,23 \pm 0,06$	$0,20 \pm 0,10$	$0,02 \pm 0,01$
2*)	$7,00 \pm 1,06$	$7,50 \pm 0,23$	$5,42 \pm 0,30$	$4,31 \pm 0,20$	$3,28 \pm 0,28$	$3,31 \pm 0,19$	$3,10 \pm 0,50$	$1,69 \pm 0,25$
4	$12,0 \pm 1,0$	$9,87 \pm 0,20$	$9,02 \pm 0,22$	$9,11 \pm 0,20$	$7,65 \pm 0,17$	$6,34 \pm 0,28$	$5,90 \pm 0,30$	$3,43 \pm 0,16$
6	$2,10 \pm 0,50$	$3,33 \pm 0,09$	$4,85 \pm 0,13$	$5,72 \pm 0,16$	$5,31 \pm 0,12$	$5,68 \pm 0,26$	$5,80 \pm 0,20$	$3,82 \pm 0,17$
8	$0,10 \pm 0,10$	$0,50 \pm 0,30$	$1,37 \pm 0,07$	$1,87 \pm 0,07$	$2,20 \pm 0,05$	$3,37 \pm 0,21$	$3,50 \pm 0,20$	$4,02 \pm 0,17$
10	-	$0,04 \pm 0,09$	$0,20 \pm 0,02$	$0,39 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,02$	$1,44 \pm 0,13$	$1,60 \pm 0,20$	$3,37 \pm 0,16$
12	-	-	$0,02 \pm 0,01$	-	$0,09 \pm 0,01$	$0,61 \pm 0,08$	$0,70 \pm 0,10$	$2,16 \pm 0,13$

Окончание таблицы 1

ГэВ/с n _±	7	10	16	20	25	40	50	205
14	-	-	0,001	-	0,01 ± 0,00	0,15 ± 0,04	0,20 ± 0,10	1,19 ± 0,09
16	-	-	0,001	-	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,53 ± 0,06
18	-	-	0,001	-	-	-	-	0,30 ± 0,05
20	-	-	-	-	-	0,02 ± 0,02	-	0,03 ± 0,02
22	-	-	-	-	-	0,02 ± 0,02	-	0,05 ± 0,02
24	-	-	-	-	-	-	-	0,01 ± 0,01
σ _{in} (мбн)	21,93 ± ± 0,26	21,91 ± 0,15	21,33 ± 0,20	21,7 ± 0,20	19,28 ± 0,87	21,20 ± 0,15	21,0 ± 0,9	20,67 ± ± 0,42

*) без упругих

Средняя множественность вторичных заряженных частиц для π p – соударений вычислялось по формуле

$$\langle n_{\pm} \rangle = \frac{\sum_i n_i N_i}{\sum_i N_i} \quad (2)$$

где n_i – множественность, N_i число событий в каждой множественности. Значение средней множественности заряженных частиц <n_±> в π p- взаимодействиях при p=40 ГэВ/с приведено в таблице 2. Ошибки везде статистические.

Таблица 2

π p – взаимодействия		
<n _± >	D = √(<n _± ² > - <n _± > ²)	<n _± >/D
5,62 ± 0,04	2,77 ± 0,03	2,03 ± 0,03

В процессе вычисления средней множественности были учтены поправки, связанные с парами Далитца, со вторичными взаимодействиями и γ-квантами вблизи точки взаимодействия. Эти поправки были учтены при вычисления <n_±>. в таблице 3.

Таблица 3

π-p – взаимодействия								
P(ГэВ)/с	7	10	16	20	25	40	50	205
<n _± >.	3,15 ± ± 0,09	3,61 ± ± 0,03	4,19 ± ± 0,05	4,60 ± ± 0,05	4,86 ± ± 0,04	5,62 ± ± 0,04	5,71 ± ± 0,13	8,00 ± 0,17

Заключение: Имеющиеся экспериментальные данные по средней множественности заряженных частиц, полученные на пузырьковых камерах, приведены в таблице 3(интервал импульсов p=(7÷205) ГэВ/с).

Из таблицы, видно, что с ростом импульса первичной частицы средняя множественность вторичных заряженных частиц растет медленно. Например, при возрастании импульса первичной частицы в 20 раз (с16 до 205 ГэВ/с), <n_±>. увеличивается всего лишь в 2 раза. По предсказанию мультипериферической модели рост (<n_±> с энергией должен описываться логарифмической, а по статистической модели степенной зависимостью.

$$\langle n_{\pm} \rangle = A_1 + B_1 \ln E \text{ и } \langle n_{\pm} \rangle = A_2 E^{B_2} \quad (3)$$

здесь E- полная энергия в с. ц. м. двух сталкивающихся частиц, A₁, A₂, B₁, B₂-свободные параметры, подобранные м. н. к. (методом наименьших квадратов). Анализ имеющихся данных показывает, что в интервале импульсов P= (7÷50) ГэВ/с предсказания обеих моделей находятся в хорошем согласии с экспериментом и нельзя сделать выбора между степенным и логарифмическим ростом средней множественности вторичных заряженных частиц с энергией. Если привести сравнение с этими моделями в интервале от 7 до 205 ГэВ/с, то получим, что логарифмическая зависимость снова хорошо описывает поведение <n_±> с ростом энергии. Подобранные значения коэффициентов A и B, а также значения χ – квадрат для выше указанных интервалов энергии приведены в таблице 4. Степенной закон не описывает изменение <n_±>. с E в этом интервале энергий (χ²=56 для 7 степеней свободы).

Таблица 4

Интервал импульсов налетающей частицы (Гэв/с)	Число точек	$\pi^- p$ – взаимодействия					χ^2
		$\langle n_{\pm} \rangle = A_1 + B_1 \ln E$		χ^2	$\langle n_{\pm} \rangle = A_2 E^{B_2}$		
		A ₁	B ₁		A ₂	B ₂	
7 ÷ 50	8	-0,43 ± 0,03	2.75 ± 0.05	7.8	1.35 ± 0.03	0.66 ± 0.01	10,6
7 ÷ 205	9	-0,83 ± 0,03	2.95 ± 0.05	8,5	1.46 ± 0.03	0.61 ± 0.01	56,0

Таким образом, можно утверждать, что хорошее согласие экспериментальных данных с логорифмической зависимостью $\langle n_{\pm} \rangle$ от энергии является указанием в пользу мультипериферической модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурахимов, А.У. Исследование средней множественности заряженных частиц в адрон-адронных взаимодействиях ($E > 10$ Гэв). / А.У. Абдурахимов, Х.М. Мадаминов, Ж.Н. Зиётдинов // Международный научный журнал. – Казань, Россия. – 2017. – № 11 (145) – С. 8–10.
2. Абдурахимов, А.У. Множественные процессы и масштабная инвариантность. Научный сборник / А.У. Абдурахимов, С.З. Зайнобиддинов, А.О. Курбанов и др. – Ташкент, 2015. – С. 25–27.
3. Абдурахимов, А.У. Некоторые характеристики средней множественности заряженных частиц в физике высоких энергий., / А.У. Абдурахимов, Х.М. Нишонов, А.Ш. Икромов // Science and World. – Волгоград, 2019. – № 12 (76) – Т. II – С. 8–10.
4. Абдурахимов, А.У. Средние характеристики π^0 – мезонов и γ - квантов при высоких энергиях. Научный сборник конференции молодых ученых / А.У. Абдурахимов, Б. Эргашев. – Самарканд, 2019. – С. 51–57.

Материал поступил в редакцию 10.11.20

DISTRIBUTION OF EVENTS OVER THE MULTIPLICITY OF SECONDARY CHARGED AGENTS

A.U. Abdurakhimov¹, Kh.M. Nishchonov², A.Sh. Ikromov³

^{1,2} Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,

³ Master in Laser Physics, Lecturer

Andijan State University, Uzbekistan

Abstract. This paper is devoted to the study of multiple formation of secondary charged particles at high energies. Experimental data at various energies were obtained on the basis of the π - p interaction in propane bubble chambers. The paper analyzes the topological cross sections of small and multipath events, the average multiplicity of charged particles, and their dependence on energy. It is concluded that the average multiplicity has a good agreement with the logarithmic dependence on energy and this is an indication in favor of the multi-peripheral model.

Keywords: atomic nucleus, π - p interactions, topological sections, multi-peripheral model, π -mesons, γ -quanta.

УДК 53:51

ДИФФУЗИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ d-ЭЛЕМЕНТОВ В КРЕМНИИ

Р.А. Гуламов¹, Б.Р. Бокиев²¹ кандидат физико-математических наук, директор, ² учитель¹ Академический лицей «Дустлик» Наманганского инженерно-строительного института, Узбекистан**Аннотация.** В этой статье обсуждается диффузия и растворимость переходных элементов в кремнии.**Ключевые слова:** кремний, диффузия, растворимость, переходной металл, коэффициент диффузии.

Одним из перспективных направлений в области физики полупроводников является изучение и контролирование примесных дефектов в полупроводниках, в частности, в наиболее широко используемом материале – в кремнии, поскольку именно контролируемое введение различных примесей придает этому материалу важные свойства, которые невозможно получить другим путем. Введение в кремний примесных атомов при высоких температурах с последующим резким охлаждением сопровождается образованием пересыщенного твердого раствора. Состояние пересыщенного твердого раствора термодинамически неустойчиво.

Поэтому такая система стремится к равновесному состоянию путем распада. Изучение распада твердых растворов представляет большой научный и практический интерес. Это связано с тем, что полупроводниковые материалы, в частности кремний, при изготовлении приборов подвергаются либо диффузионному отжигу, либо нагреванию при впавлении металлических контактов. Такая термическая обработка приводит к изменению электрофизических и рекомбинационных свойств кремния и приборов на его основе. Это связано с тем, что введенные примесные атомы, находящиеся в электрическом активном состоянии, в твердом растворе переходят в электрически неактивное состояние. Часто в процессе распада выделяющиеся атомы примеси переходят в новые состояния, представляющие собой комплексы, которые могут образовывать дополнительные энергетические уровни в запрещенной зоне. Таким образом, в процессе распада на различных кинетических стадиях концентрация одних уровней будет уменьшаться, но будут возникать новые уровни [1].

В зависимости от степени легирования кристаллов донорными или акцепторными примесями зарядовое состояние атомов переходных металлов может изменяться. На основе анализа экспериментальных данных предложена модель электронной структуры ионов переходных металлов с незаполненной 3d-оболочкой как для случая замещения ими узловых атомов, так и при размещении в междоузлиях [3].

Переходные металлы имеют высокие значения коэффициентов диффузии (D) в кремнии (рис. 1). Такие значения D характерны для диффузии атомов в жидкой фазе и могут быть поняты в рамках междоузельного механизма диффузии, протекающей без участия собственных дефектов решетки. Для наиболее быстро диффундирующих примесей, таких как кобальт, никель и медь, параметры диффузии сравнимы с аналогичными параметрами легких элементов (водорода и лития). С уменьшением заряда ядра 3d-элементов наблюдается уменьшение D до 10^{-8} $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, связанное с увеличением атомного радиуса элементов. Подобная зависимость D от атомных характеристик должна проявляться и для 4d-, 5d-металлов. Однако имеющихся экспериментальных данных для однозначных выводов недостаточно.

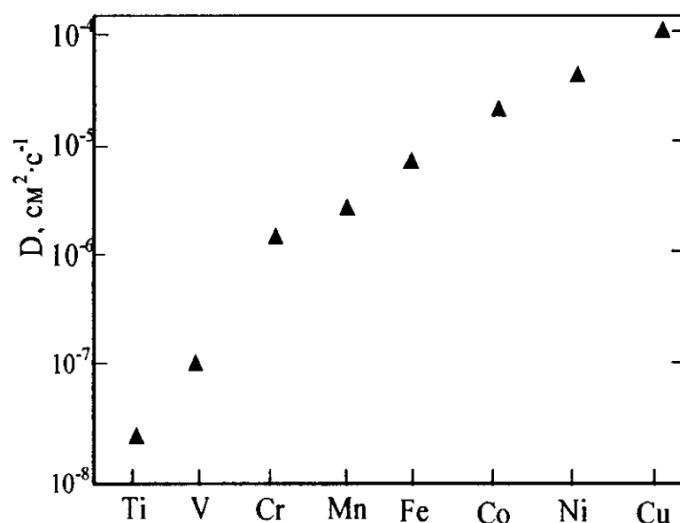


Рис. 1. Коэффициент диффузии междоузельных атомов 3d-элементов в кремнии при 1100 °C [3].

Результаты исследований растворимости 3d-элементов методами ЭПР и нейтронного активационного анализа (НАА) также показывают, что они образуют в основном междоузельные растворы (рис. 2).

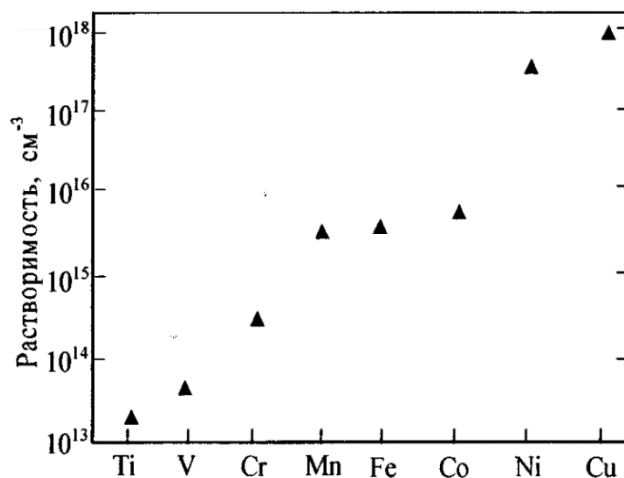


Рис. 2. Растворимость 3d-металлов в кремнии при 1100 °C [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазов, В.М. Физико-химические основы легирования полупроводников / В.М. Глазов, В.С. Земсков. – Москва, НАУКА, 1967.
2. Collins, C.B. Phys. Rev. / C.B. Collins, R.O. Carlson. – 1997. – № 108 – P. 1409.
3. Rohn, W. Solid State Phys. / W. Rohn. – 1957. – № 5 – P. 262.

Материал поступил в редакцию 17.11.20

DIFFUSION AND SOLUBILITY OF D-ELEMENTS IN SILICON

R.A. Gulamov¹, B.R. Bokiev²

¹ Candidate of Physicoal and Mathematical Sciences, Director, ² Teacher
Academic Lyceum "Dustlik" of Namangan Engineering Institute, Uzbekistan

Abstract. This article discusses the diffusion and solubility of transition elements in silicon.

Keywords: silicon, diffusion, solubility, transition metal, diffusion coefficient.

УДК 621.315.592.3:546.28'65

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА СТРУКТУР МЕТАЛЛ-СТЕКЛО-ПОЛУПРОВОДНИК, НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ГАДОЛИНИЕМ

С.З. Зайнабидинов¹, С.И. Власов², Д.Э. Назиров³

¹ доктор физико-математических наук, профессор, академик,

² доктор физико-математических наук, профессор, ³ кандидат физико-математических наук, доцент

¹ Андижанский государственный университет имени Мирзо Бабура, ¹ Академия Наук РУз,

^{2,3} Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

***Аннотация.** Обнаружено, что всестороннее гидростатическое сжатие структур металл-стекло-полупроводник, на основе кремния, легированного гадолинием, приводит к перераспределению генерационных центров, локализованных в объеме полупроводника и оказывает влияние на энергетическое распределение поверхностных состояний, границы раздела полупроводник (Si)-стекло ($PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$). При этом, наличие примеси редкоземельного элемента гадолиния в кремниевой структуре металл-стекло-полупроводник, приводит к увеличению ППС в границе раздела Si-стекло и к стабилизации ее тензометрических свойств.*

***Ключевые слова:** структура металл-стекло-полупроводник, всестороннее гидростатическое сжатие структур, кремний, легированный редкоземельным элементом, перераспределение генерационных центров, энергетическое распределение поверхностных состояний, границы раздела металл-стекло-полупроводник, плотности поверхностных состояний, стабилизация тензометрических свойств структуры.*

Основу современной микроэлектроники составляют полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы. Составной частью всех полупроводниковых приборов является структура металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) [4-6]. В таких приборах как полевые транзисторы, поверхностно-барьерные варикапы, элементы памяти, приборы с зарядовой связью, структура МДП является основной рабочей частью прибора. Во всех случаях физические процессы, происходящие на границах раздела МДП, оказывают существенное влияние на рабочие характеристики полупроводниковых приборов.

Известно, что введение примесных атомов в полупроводниковую подложку структур МДП оказывает существенное, а в ряде случаев, и доминирующее влияние на электрические характеристики таких структур и приборов на их основе [2, 3, 9, 10, 13]. В работах [10, 14] показано, что наличие примесей редкоземельных элементов (РЗЭ) в кремнии приводит к стабилизации ряда его параметров.

В связи с этим, представлялось интересным исследовать зарядовые свойства и релаксационные характеристики структур МДП, содержащих РЗЭ гадолиния в кремнии. Выбор примесей гадолиния в качестве легирующей примеси обусловлен тем, что гадолиния в кремнии создает мелко акцепторный уровень [12] и, следовательно, не должен оказывать существенного влияния на генерационно-рекомбинационные параметры структур МДП.

Для исследований использовались образцы n-Si с удельными сопротивлениями $15 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, легированные гадолинием при выращивании из расплава методом Чохральского, а также диффузией. Диффузия гадолиния в кремнии КЭФ-15 осуществлялась при $T = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 5 – 24 часов из напыленного или нанесенного источника. Концентрация гадолиния в кремнии, по данным нейтронно-активационного анализа (выполненного в ЛИЯФ РАН, Россия и ИЯФ АН РУз, Узбекистан), составляла $5 \cdot 10^{16} - 5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

В качестве контрольных использовались образцы n-Si с соответствующим удельным сопротивлением без дополнительного легирования Gd. При создании исследуемых структур металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) использовалось стекло типа $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$ ($PbO-52 \%$; $SiO_2-29 \%$; $B_2O_3-12 \%$; $Al_2O_3-6 \%$; $Ta_2O_5-1 \%$), химически нанесенное на поверхность кристаллического кремния n-типа, из мелкодисперсной шихты, с последующим оплавлением при температуре $T = 680 \text{ }^\circ\text{C}$, с последующим отжигом при температуре $T = 470 \text{ }^\circ\text{C}$ [15]. На поверхность стекла (управляющий электрод) и на полупроводниковую подложку (омический контакт) распылялся алюминий. Значение площади управляющего электрода на эксперименте составляло значение 0.01 см^2 .

Использованное стекло с указанным процентным содержанием компонентного состава, при нанесении его на поверхность кремния пластин, приводит к образованию достаточно большой плотности поверхностных состояний (ППС). При специальной дополнительной термической обработке при температуре $+120 \text{ }^\circ\text{C}$, в течение 30 минут, уменьшается ППС. Также, в работе выявлено, что термоциклические обработки, аналогичных исследуемых структур, путем погружения их в жидкий азот и извлечения на воздух, с выдержкой 2 минуты в каждом случае, так же уменьшаются ППС, также, как и для структур типа Al-SiO₂-Si [11]. На основе этих результатов, принято решение использование этих стекол для дальнейших экспериментальных исследований.

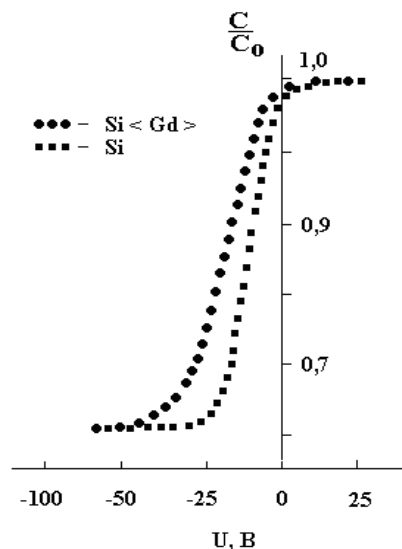


Рис. 1. Высокочастотные вольт-фарадные характеристики структур металл–стекло–полупроводник, нормализованные к величине емкости слоя стекла (C_0), изготовленные на основе $Si<Gd>$ – (●●●) и на основе без примесного Si – (■■■)

Для исследования электрофизических характеристик изготовленных структур, использовались методы высокочастотных вольт-фарадная характеристика (ВВФХ) и изотермическая релаксация емкости (ИРЕ) структур МДП, в процессе формирования инверсионного слоя [11]. На рис. 1. приведены ВВФХ структур металл-стекло-полупроводник (МСП) (измеренные в темноте, на частоте 1 МГц, при температуре $T = 18\text{ }^\circ\text{C}$), нормализованные к величине емкости слоя стекла (C_0), изготовленные на основе $Si<Gd>$ –(●●●) и на основе без примесного Si –(■■■).

Из приведенных зависимостей видно, что ВВФХ структуры, изготовленной на основе $Si<Gd>$, больше смещена в сторону отрицательных значений напряжения, по сравнению с характеристикой для контрольной структуры. В соответствии с существующими теориями [3, 10], это указывает на большую ППС и большую величину положительного заряда, встроенного в стекло в структурах, изготовленных на основе $Si<Gd>$. На рис. 1.4. приведены релаксационные зависимости емкости исследуемых структур, изготовленных на основе без примесного кремния (зависимости 2, 2¹) и на основе кремния с примесью гадолиния зависимости (1, 1¹), измеренные в темноте, при температуре $-24\text{ }^\circ\text{C}$, после переключения напряжения $V_1 \rightarrow V_2$ ($40 \rightarrow 55\text{ В}$). Из приведенных зависимостей видно, что скорость формирования заряда инверсионного слоя [8], в изготовленных структурах на основе кремнии с примесью гадолиния (зависимости (1, 1¹)) больше, чем в контрольных структурах (зависимости 2, 2¹). Скорость формирования заряда инверсионного слоя, после импульсного увеличения напряжения, прикладываемого к структуре при фиксированной температуре, определяется концентрацией генерационных центров, как в объеме полупроводника, так и ППС, локализованных на границе раздела полупроводник-диэлектрик.

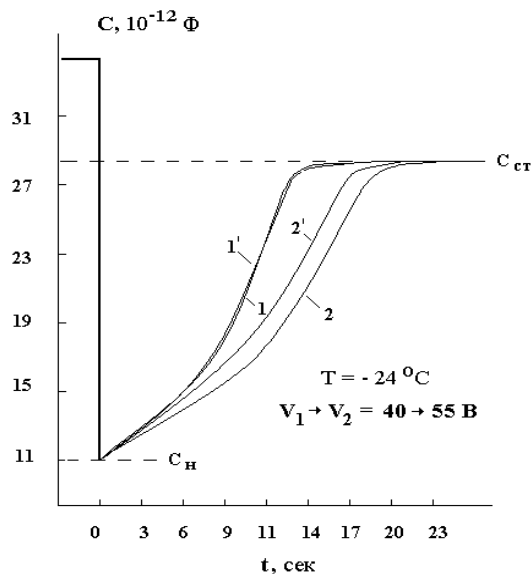


Рис. 2. Релаксационные зависимости емкости исследуемых структур (зависимости 1, 1' – для структур с примесью гадолиния в кремнии и зависимости 2, 2' – для контрольных структур, на основе без примесного кремния)

Следовательно, можно сделать вывод, что ППС в структурах с гадолиния в кремнии значительно больше, чем в контрольных структурах. Для проверки этого предположения были измерены спектры распределения дифференциальной ППС по ширине запрещенной зоны кремния. На рис. 1 приведены спектры распределения дифференциальной ППС по ширине запрещенной зоны кремния для структур с гадолиния (зависимости 1, 1') и для контрольных структур (зависимости 2, 2'). Из приведенных зависимостей видно, что дифференциальная ППС в структурах с Gd больше, чем в контрольных структурах.

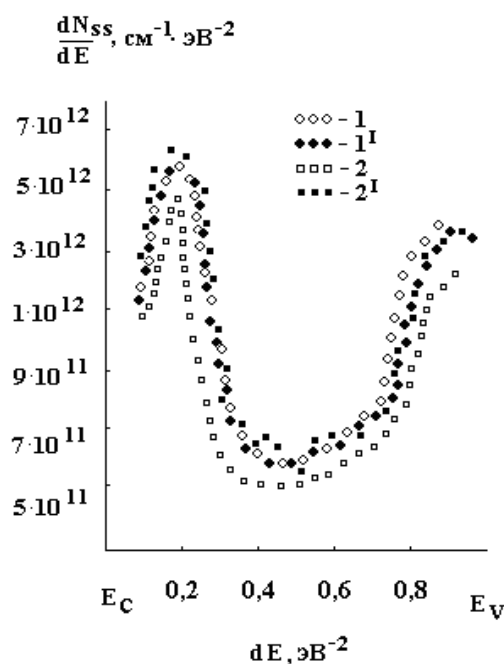


Рис. 3. Спектры распределения дифференциальной плотности поверхностных состояний по ширине запрещенной зоны кремния для структур с примесью гадолиния в кремнии (зависимости 1, 1') и для контрольных структур (зависимости 2, 2')

В работе было показано, что всестороннее гидростатическое сжатие (ВГС) структур, изготовленных на основе стекол аналогичного состава, приводит к изменению энергетического распределения (ППС) по ширине запрещенной зоны кремния. Для установления влияния гадолиния на тензометрические свойства, изготовленных структур МСП, подвергались ВГС до давлений 7 кБар на установке «Гидростат» ЛГ-16, с последующим измерением релаксационных зависимостей и распределения ППС исследуемых образцов.

На рис. 2, зависимость 1 – соответствует не подвергавшейся ВГС структуре с Gd, зависимость 1¹ – соответствует той же структуре, подвергнутой давлению в 7 кБар, зависимости 2 и 2¹ – соответственно до и после воздействия ВГС для контрольных (без примесных) структур. Видно, что воздействие ВГС приводит к увеличению скорости формирования заряда инверсионного слоя в контрольных структурах, и практически не оказывает влияния на релаксационные зависимости структур МСП с примесью гадолия. Этот вывод, следует из данных приведенных на рис. 3. Здесь зависимости 1 и 1¹ соответствуют распределению ППС, по ширине запрещенной зоны кремния, для структур с примесью гадолия в кремнии до и после воздействия давления, а зависимости 2 и 2¹ соответствуют контрольным структурам до и после воздействия давления.

Видно, что в структурах с примесью гадолия в кремнии, после воздействия давления, распределение ППС изменяется незначительно лишь вблизи валентной зоны кремния [1, 7]. При этом в контрольных образцах, воздействие давления приводит к значительным изменениям распределения ППС по всей ширине запрещенной зоны кремния. Из полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы. Наличие примеси РЗЭ в кремнии структуре МСП, приводит к увеличению ППС в границе раздела Si-стекло и к стабилизации ее тензометрических свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, С.И. Влияние давления на свойства структур металл-металл-полупроводник / С.И. Власов, М.И. Базарбаев, Д.Э. Назыров и др. // Доклады АН РУз. – Ташкент, 2006. – № 3. – С. 24–27.
2. Власов, С.И. Влияние давления на свойства трехслойных структур метал-стекло-полупроводник / С.И. Власов, К.А. Исмаилов, Ф. Сапаров и др. // Вестник Каракалпакского Отделения АН РУз. – 2008. – № 4 (213) – С. 13–15.
3. Глазов, В.М. В.М. Глазов, А.Я. Потемкин, Г.Г. Тимошина, М.С. Михайлова // ФТП. 1997. Т. 31. В. 9. С. 1025-1028.
4. Гурский, Л.И. Зарядовые свойства МОП-структур. / Л.И. Гурский, Н.В. Румак, В.В. Куско. – Минск: Наука и техника, 1980. – 200 с.
5. Далиев, Х.С. Физические процессы в кремнии и кремниевых многослойных структурах / Х.С. Далиев // Материалы республиканской научной конференции «Неравновесные процессы в полупроводниках и полупроводниковых структурах». – Ташкент, 2017. – С. 61–62.
6. Зайнабидинов, С.З. Неравновесные процессы на границе раздела полупроводник // Монография. “Университет” / С.З. Зайнабидинов, С.И. Власов, А.А. Насиров. – Ташкент, 1995. – 113 с.
7. Кучкаров, Б.Х. Релаксационные зависимости емкости трехслойных структур в процессе формирования заряда инверсионного слоя / Б.Х. Кучкаров, С.И. Власов, Д.Э. Назыров // Микроэлектроника, физика и технология наночастиц. Республиканская научно-практическая конференция. – Андижан, Узбекистан. 4-5 декабря 2015. – С. 20–22.
8. Назыров, Д.Э. Влияние давления на свойства кремниевых структур, легированных редкоземельными элементами / Д.Э. Назыров // Научно-методические проблемы инженерной физики. Республиканская конференция. – Ташкент, 8-9 сентября 2017. – С. 134–135.
9. Назыров, Д.Э. Исследование диффузии, растворимости и электрических свойств гадолия в кремнии / Д.Э. Назыров // Электронная обработка материалов. – 2006. – № 6 (242) – С. 76–79.
10. Назыров, Д.Э. Кремний, легированный редкоземельными элементами / Д.Э. Назыров, А.Р. Регель, Г.С. Куликов. Препринт № 1122. ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, 1987. – С. 1–56.
11. Ржанов, А.В. Электронные процессы на поверхности полупроводников / А.В. Ржанов. – М.: Наука, 1970. – 399 с.
12. Турсунов И.Г., // И.Г. Турсунов, Б.Х. Кучкаров // Uzbek Journal of Physics V. 18 I. 5. 2016. PP. 322-325.
13. Mamatkarimov, O.O. B.Kh. Kuchkarov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. V. 4. I. 12. PP. 5002-5005. 2017.
14. Mamatkarimov, O.O. B.Kh. Kuchkarov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. V. 4. I. 12. PP. 5006-5010. 2017.
15. Vlasov, S.I., // S.I. Vlasov, D.E. Nazzyrov, Q.U. Bobokhujayev, B. Kh. Kuchkarov // Uzbek Journal of Physics V. 16. I. 3. 2014. PP. 231-233.

Материал поступил в редакцию 28.11.20

**INFLUENCE OF PRESSURE ON THE PROPERTIES
OF METAL-GLASS-SEMICONDUCTOR STRUCTURES
BASED ON SILICON DOPED WITH GADOLINIUM**

S.Z. Zainabidinov¹, S.I. Vlasov², D.E. Nazirov³

¹ Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician,

² Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,

³ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

¹ Andijan State University named after Mirzo Babur, ¹ Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,

^{2, 3} National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek (Tashkent), Uzbekistan

Abstract. *It was found that the all-round hydrostatic compression of metal-glass-semiconductor structures based on silicon doped with gadolinium leads to the redistribution of generation centers localized in the semiconductor bulk and affects the energy distribution of surface states, the semiconductor (Si) -glass interface (PbO-SiO₂-B₂O₃-Al₂O₃-Ta₂O₅). At the same time, the presence of an admixture of the rare-earth element Gd in the Si metal-glass-semiconductor structure leads to an increase in the PSS at the interface of the Si-glass and to the stabilization of its tensometric properties.*

Keywords: *metal-glass-semiconductor structure; comprehensive hydrostatic compression of structures; rare earth doped silicon; redistribution of generation centers; energy distribution of surface states; metal-glass-semiconductor interface; density of surface states; stabilization of tensor properties of the structure.*

УДК 621.315.592.3:546.28'65

ДИФФУЗИЯ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЕВРОПИЯ, ЭРБИЯ И ТУЛИЯ В КРЕМНИИ

Д.Э. Назиров, кандидат физико-математических наук, доцент,
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (Ташкент), Узбекистан

Аннотация. Проведены комплексными методами меченых атомов, автордиографии, измерения электропроводности и эффекта Холла, изотермической релаксации емкости и тока, исследования диффузии, растворимости и электрофизических свойств редкоземельных элементов: европия, эрбия и тулия в кремнии при различных средах отжига и для широкого интервала температур (1100-1250 °С). Установлены диффузионные параметры, растворимость и выявлена мелкая акцепторная природа на поверхности и в объеме кремния *n*-типа кремния, исследованы примесей редкоземельных элементов европия, эрбия и тулия в кремнии.

Ключевые слова: меченые атомы; автордиография; изотермическая релаксация емкости и тока; исследования диффузии, растворимости; электрофизические свойства редкоземельных элементов.

Как известно, кремний легированный редкоземельными элементами (РЗЭ) привлекает все большее внимание исследователей как в связи с использованием их для повышения термической и радиационной стойкости кремния, так и с точки зрения особенностей структуры электронных оболочек этой группы редкоземельных элементов [3, 6, 10-12], а также перспективой использования кремниевого материала, легированного РЗЭ, в оптоэлектронике в качестве источника. Это обуславливается перспективой применения Si<РЗЭ> структур в кремниевой оптоэлектронике в качестве источников света, например для Si<Er> на длине волны 1.54 μm , соответствующей минимуму потерь и дисперсии волоконно-оптических линий связи [1, 7, 9]. Эффективность же примесей РЗЭ в кремнии, проявление оптических свойств структур зависит от спектра как оптически, так и электрически активных центров, содержащих РЗЭ, общей концентрации и механизма диффузии редкоземельных элементов.

Целью настоящей работы являлось комплексное исследование диффузии, растворимости и электрофизических свойств примесей европия [8], эрбия [2, 4] и тулия [2] в кремнии. На поверхность образцов кремния *n*-типа с удельным сопротивлением $\rho = 15 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$, площадь напылялась металлическим слоем радиоактивного изотопа европия – $^{152}\text{Eu}_2\text{O}_3$, эрбия – ^{169}Er , тулия – ^{170}Tm , или наносился из раствора слой хлорида европия, эрбия и тулия, меченого радиоактивным изотопом европия – $^{152}\text{Eu}_2\text{O}_3$, эрбия – ^{169}Er , тулия – ^{170}Tm , также в других партиях образцов кремния (площадь образцов $\sim 1.5\text{-}2.5 \text{ cm}^2$, толщина $\sim 350\text{-}380 \text{ }\mu\text{m}$).

Для электрических исследований диффузантами являлись стабильные изотопы металлического европия, эрбия и тулия, или соли трёхвалентных хлорида европия, эрбия и тулия. Диффузионный отжиг проводился на воздухе, в вакуумированных ампулах ($\sim 10^{-5}\text{-}10^{-7} \text{ мм рт. ст.}$), а также в откачанных ампулах в атмосфере аргона в интервале температур 1100-1250 °С. Длительность диффузионного отжига менялась в зависимости от температуры диффузии от 5 до 48 часов. После диффузионного отжига образцы многократно промывались в плавиковой кислоте, царской водке, а также в кипящей смеси $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{HCl}$. После этого, края образца зачищались на глубину ($\sim 100 \text{ }\mu\text{m}$), значительно превышающую глубину диффузии ($\sim 10 \text{ }\mu\text{m}$). Профиль диффузантов определялся методом секционирования – травливания тонких слоев (в растворе $\text{HF} : \text{HNO}_3 = 1:50$ с промывкой в смеси $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{HCl}$) и измерения остаточной активности образца.

Остаточная активность образца измерялась на установке малого фона УМФ-1500М с β -счетчиком СБТ-11. Идентификация энергетических спектров примесей РЗЭ: европия – $^{152}\text{Eu}_2\text{O}_3$, эрбия – ^{169}Er , тулия – ^{170}Tm , также осуществлялась проведением измерений на анализаторе импульсов АИ-1024 (ФТИ имени А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург). Толщина снятых слоев (0.05-0.5 μm) определялась взвешиванием образца. Автордиограммы, полученные до и после отжига, а также в процессе снятия слоев, свидетельствовали о равномерном распределении примесей европия – $^{152}\text{Eu}_2\text{O}_3$, эрбия – ^{169}Er , тулия – ^{170}Tm , по сечению образца и об отсутствии включений. В предположении, что соблюдается закон Фика и что поверхностная концентрация примеси не изменяется со временем (диффузия из постоянного источника в полуограниченное тело), определен коэффициент диффузии (D) примесей европия – $^{152}\text{Eu}_2\text{O}_3$, эрбия – ^{169}Er , тулия – ^{170}Tm в кремнии. С этой целью экспериментальная кривая остаточного количества примеси, аппроксимировалась теоретической кривой для диффузии из постоянного источника:

$$Q(x)=2C_0 \sqrt{Dt} \operatorname{ierfc}(x/2 \sqrt{Dt}) \quad (1)$$

здесь, C_0 – поверхностная концентрация, x – суммарная толщина снятых слоев, t – время диффузии. Профиль концентрации носителей заряда определялся методами измерения проводимости и эффекта Холла, изотермической релаксации емкости и тока исследования диффузии, методом травли тонких слоев и измерения проводимости и эффекта Холла. Концентрация носителей заряда $p(x)$ определялась по формуле:

$$p(x) = \frac{1}{e} \left(\frac{d\sigma_s}{dx} \right)^2 \cdot \left[\frac{d}{dx} (R_s \sigma_s^2) \right]^{-1}$$

здесь, R_s – измеряемый (эффективный) коэффициент Холла; σ_s – поверхностная проводимость; e – заряд электрона. Отметим, что эта формула приведена в работе в более общем виде, учитывающем различие холловской и дрейфовой подвижностей [9].

Анализ, полученных данных, проводился в предположении, что выполняется закон Фика и поверхностная концентрация примеси не меняется со временем (диффузия из постоянного источника: $c(0, t) = \text{const}$). При таких предположениях и с учетом того, что толщина образца намного превосходит глубину диффузии, кривая $c(x)$ описывается функцией *erfc*.

Как показывают результаты, эти распределения примесей для: европия [8], эрбия [2, 4] и тулия [2] в кремнии представляют собой резко спадающую кривую, удовлетворительно аппроксимируемую *erfc*-функцией, соответствующей решению уравнения Фика для диффузии из постоянного источника в полуограниченное тело.

Концентрация носителей заряда $p(x)$ в кремнии, легированного европием, эрбием и тулием определялась с учетом подвижности носителей заряда. При этом, предполагалась полная ионизация примесей европием, эрбием и тулием в кремнии, т. е. считалось, что концентрация примесей Eu , Er и Tm $c(x)$ равна концентрации носителей заряда $p(x)$: $c(x) = p(x)$. Толщина снятых слоев определялась взвешиванием образца на весах. Как и при ранее исследованиях примесей европия [8], эрбия [2, 4] и тулия [2] в кремнии, электрические измерения, проведенные в нескольких точках поверхности, свидетельствовали о равномерном распределении примеси по сечению образца и об отсутствии включений второй фазы.

Полученные результаты, вид распределения для Eu , Er и Tm в кремнии представляют собой резко спадающую кривую, удовлетворительно аппроксимируемую *erfc*-функцией, соответствующей решению уравнения Фика для диффузии из постоянного источника в полуограниченное тело. Концентрация носителей заряда $p(x)$ в кремнии, легированного Eu , Er и Tm определялась с учетом подвижности носителей заряда [9].

Таблица 1

Коэффициенты диффузии Eu , Er и Tm в кремнии

Температура диффузии, °C	Коэффициент диффузии в кремнии; D , $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$		
	Европий (Eu)	Эрбий (Er)	Тулий (Tm)
1100	$1.0 \cdot 10^{-13}$	$5.9 \cdot 10^{-14}$	$6.8 \cdot 10^{-14}$
1150	$2.5 \cdot 10^{-13}$	$1.2 \cdot 10^{-13}$	$2.8 \cdot 10^{-13}$
1200	$5.2 \cdot 10^{-13}$	$2.6 \cdot 10^{-13}$	$4.9 \cdot 10^{-13}$
1250	$1.2 \cdot 10^{-12}$	$6.7 \cdot 10^{-13}$	$1.3 \cdot 10^{-13}$

Также, при определении диффузионных параметров вместе с легированными образцами исследовались и контрольные образцы *n-Si* (КЭФ-15). В контрольных образцах изменений типа проводимости и значений проводимости не наблюдается. Это подтверждает, что при отжиге происходит диффузия именно примесей Eu , Er и Tm в кремний.

Температурная зависимость коэффициента диффузии для соответствующих примесей Eu , Er и Tm в кремнии носит аррениусовский характер и может быть описана следующими соотношениями:

$$D_{Eu} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-3.0 \text{ eV/kT}) \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$D_{Er} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(-2.9 \text{ eV/kT}) \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}.$$

$$D_{Tm} = 8 \cdot 10^{-2} \cdot \exp(-3.0 \text{ eV/kT}) \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}.$$

Глубина проникновения примесей Eu , Er и Tm в кремнии, для оценки которой нами использовалась величина $2\sqrt{Dt}$, во всем исследованном интервале температур не превышает несколько Eu , Er и Tm в кремнии составляют при этом величину $\sim 10^{18} \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.

Полученные экспериментальные результаты показывает, что коэффициенты диффузии в зависимости от температуры и энергии активации примесей Eu , Er и Tm в кремнии располагаются в диапазоне значений, характерных для диффузии типичных элементов III группы периодической системы, диффундирующих по узлам кристаллической решетки. Сопоставление наших данных по диффузии примесей Eu , Er и Tm в кремнии

с ранними результатами по диффузии других РЗЭ в кремнии, полученными с помощью радиоактивной и др. методик, использованных выше, показывает, что способ нанесения диффузанта и среда диффузии существенно не влияет на диффузионные параметры редкоземельных элементов в кремнии. Обнаружено, что примеси *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии проявляют, как и другие редкоземельные элементы, исследованные нами, мелкую акцепторную природу на поверхности и в объеме кремния *n*-типа, после диффузионного отжига. Методом эффекта Холла определена подвижность носителей заряда – дырок в диффузионно-легированных примесей *Eu*, *Er* и *Tm* в слоях кремния. Подвижность носителей заряда в диффузионных слоях *Si<Eu>*, *Si<Er>* и *Si<Tm>* равна $\sim 135\text{-}250 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ и уменьшается с увеличением концентрации примесей *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии.

По температурной зависимости коэффициента Холла – концентрации носителей заряда, а также методом изотермической релаксации емкости и тока каких-либо глубоких уровней в запрещенной зоне кремния характерных для *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии, не обнаружено. Концентрационное распределение носителей заряда в слоях кремния, легированного примесей *Eu*, *Er* и *Tm*, определенное с помощью электрических измерений, может быть описано соотношениями:

$$C \approx (3\text{-}5) \cdot 10^{17} \operatorname{erfc}(x / 2 \sqrt{Dt}), \text{ см}^{-3}.$$

При этом, поверхностная концентрация атомов *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии, определенная с помощью метода меченых атомов, составляет $\sim 10^{18}\text{-}10^{19} \text{ см}^{-3}$. Таким образом, концентрация электрически активных РЗЭ примесей *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии составляет менее 10 % от общей концентрации примесей *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии. Как показывает анализ, полученных данных, коэффициенты диффузии и энергии активации примесей *Eu*, *Er* и *Tm* в кремнии располагаются в диапазоне значений, характерных для диффузии типичных элементов III группы, а также для других РЗЭ являющихся примесями замещения и диффундирующих по узлам кристаллической решетки. Это позволяет утверждать, что РЗЭ примесей *Eu*, *Er* и *Tm*, этой же группы, также является примесью замещения и диффундирует подобно другим РЗЭ по узлам кристаллической решетки кремния.

Сопоставление полученных данных с ранними результатами по диффузии РЗЭ в кремнии, полученными с помощью электрически, радиоактивной и др. методик, показывает [12-14], что способ нанесения диффузанта и среда диффузии не влияет существенно на диффузионные параметры РЗЭ в кремнии. Таким образом, можно предположить, что примеси РЗЭ европий (*Eu*), эрбий (*Er*) и тулий (*Tm*) – элементы третьей группы периодической системы, исследованные нами, также являются примесями замещения и диффундируют по узлам кристаллической решетки (вакансионный механизм диффузии) в кремнии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов, Г.К. Диффузия скандия в кремнии. / Г.К. Азимов, С. Зайнабидинов, Д.Э. Назыров // Физика и техника полупроводников. – 1989. – Т. 23. – В. 3. – С. 556–557.
2. Базарбаев, М.И. Диффузия иттрия и иттербия в кремнии. / М.И. Базарбаев // Uzbek Journal of Physics. – Ташкент, 2006. – В. 8 (3) – Рр. 125–127 (01.00.00; №5).
3. Зайнабидинов, С. Диффузия эрбия в кремнии / С. Зайнабидинов, Д.Э. Назыров, А.Ж. Акбаров и др. // Письма в ЖТФ. – 1998. – Т. 24. – В. 2. – С. 68–70.
4. Зайнабидинов, С. Диффузия, растворимость и электрические свойства самария и иттербия в кремнии. Электронная обработка материалов / С. Зайнабидинов, Д.Э. Назыров, М.И. Базарбаев. – Кишинев, 2006. – В. 4. – С. 90–92.
5. Зайнабидинов, С.З. Исследование диффузии, растворимости и электрофизических свойств скандия, празеодима и европия в кремнии. / С.З. Зайнабидинов, Д.Э. Назыров, В.П. Усачева // Научный Вестник. – АндГУ. Андижан. Узбекистан, 2020. – № 1 (3) – С. 19–28. (01.00.00. № 13).
6. Назыров, Д.Э. Диффузия европия в кремнии / Д.Э. Назыров // Физика и техника полупроводников. – 2003. – Т. 37. – В. 5. – С. 570–571.
7. Назыров, Д.Э. Диффузия иттербия в кремнии. / Д.Э. Назыров // Физика и техника полупроводников. – 2003. – Т. 37. – В. 9. – С. 1056–1057.
8. Назыров, Д.Э. Диффузия иттрия в кремнии. / Д.Э. Назыров, М.И. Базарбаев, А.А. Иминов // Физика и техника полупроводников. – 2006. – Т. 40. – В. 7. – С. 788–789.
9. Назыров, Д.Э. Диффузия тербия в кремнии. / Д.Э. Назыров // Физика и техника полупроводников. – 2006. – Т. 40. – В. 6. – С. 650–651.
10. Назыров, Д.Э. Диффузия эрбия и тулия в кремнии. / Д.Э. Назыров, Г.С. Куликов, Р.Ш. Малкович // Физика и техника полупроводников. – 1991. – Т. 25. – В. 9. – С. 1653–1654.
11. Назыров, Д.Э. Кремний, легированный редкоземельными элементами / Д.Э. Назыров, А.Р. Регель, Г.С. Куликов. Препринт ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. – Л., 1987. – № 1122. – С. 1-56.
12. Фистуль, В.И. Атомы легирующих примесей в полупроводниках (состояние и поведение) / В.И. Фистуль. – Москва. Физматлит, 2004. – С. 1-432.
13. Nazirov, D.E. Diffusion and electrophysical properties of rare earth elements of erbium, thulium and samarium and ytterbium in silicon. / D.E. Nazirov, M.F. Jurayeva, Sh.Yu. Farmonova // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. January. – 2020. – Vol. 7 – Issue 1 – Pp. 12493–12499. SJ IF = 6.126.
14. Zainabidinov, S. Diffusion, solubility and electrical properties scandium and praseodim in silicon / S. Zainabidinov, D.E. Nazirov // Russian Physics Journal. – 2007. – V. 50 – No. 1 – Pp. 75–77.

Материал поступил в редакцию 28.11.20

**DIFFUSION AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES
OF RARE EARTH ELEMENTS EUROPIA, ERBIUM AND THULIUM IN SILICON**

D.E. Nazirov, Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor,
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek (Tashkent), Uzbekistan

***Abstract.** Conducted by complex methods of tagged atoms, autoradiography, measurements of electrical conductivity and Hall effect, isothermal relaxation of capacitance and current, studies of diffusion, solubility and electro-physical properties of rare earth elements: europium, erbium, and thulium in silicon under various annealing media and for a wide temperature range (1100-12500 °C). The diffusion parameters, the solubility, and the shallow acceptor nature on the surface and in the bulk of n-type silicon of silicon, the studied impurities of the rare-earth elements europium, erbium, and thulium in silicon have been established.*

***Keywords:** tagged atoms, autoradiography, isothermal relaxation of capacity and current, diffusion, solubility studies, electrophysical properties of rare earth elements.*

УДК 621.315.592.3:546.28'65

ВЛИЯНИЕ ГАДОЛИНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НА МЕЖФАЗНОЙ ГРАНИЦЕ КРЕМНИЯ – КРЕМНИЯ ОКСИДА

Д.Э. Назиров¹, С.И. Власов², Б.Х. Кучкаров³, К.У. Бобохужаев⁴

¹ кандидат физико-математических наук, доцент,

² доктор физико-математических наук, профессор,

^{3,4} доктор по философии, доцент

^{1,2} Национальный университет Узбекистана имени Мирз Улугбека (Ташкент),

^{3,4} Наманганский государственный университет, Узбекистан

Аннотация. Изучено влияние всестороннего гидростатического давления на изменение подвижного заряда, встроенного в структуру свинцово-боросиликатного стекла $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$. Показано что воздействие давлением в 3-5 кБар приводит к уменьшению подвижного заряда и улучшению диэлектрических параметров стекла.

Ключевые слова: влияние всестороннего гидростатического давления, изменение подвижного заряда, структуру свинцово-боросиликатного стекла, стекла $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$, воздействие давлением в 3-5 кБар, давлением в 3-5 кБар приводит к уменьшению подвижного заряда, уменьшению подвижного заряда, улучшение диэлектрических параметров стекла.

Изучено влияние всестороннего гидростатического давления на изменение подвижного заряда, встроенного в структуру свинцово-боросиликатного стекла $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$. Показано что воздействие давлением в 3-5 кБар приводит к уменьшению подвижного заряда и улучшению диэлектрических параметров стекла.

В таких устройствах, как полевые транзисторы, поверхностный барьер переменной емкости, элементы памяти, устройства с зарядовой связью, связь полупроводник – диэлектрик является основной рабочей областью. В большинстве других полупроводниковых приборов контакт полупроводник – диэлектрик выполняет функции поддержки: разделительная изоляция, пассивация и защита поверхности полупроводника от внешних воздействий. Во всех случаях физические процессы, происходящие на границах раздела полупроводник – диэлектрик, оказывают существенное влияние на рабочие характеристики полупроводниковых приборов.

Полупроводниковому диэлектрику большое количество работ посвящено изучению влияния внешних воздействий на свойства переходных слоев. Но эти работы, как правило, посвящены исследованию наиболее широко используемой системы кремний – диоксид кремния [1, 2, 6, 7].

Однако в некоторых случаях система кремний – диоксид кремния обладает некоторыми недостатками. К таким недостаткам высокотемпературные (900-1200 °С) образования слоя SiO_2 , приводящие к перераспределению примесных центров по толщине к полупроводниковой подложке, обусловлены различными факторами сегрегации [1] и относятся к появлению в полупроводнике термоэлемента, дефектные центры. Свинцово-боросиликатные стекла, стекающие вниз, лишены этих недостатков. Более того, использование легкоплавких свинцовых боросиликатных стекол позволяет сочетать высокие изоляционные характеристики и простоту получения диэлектрических покрытий. С этой точки зрения, изучение природы электрофизических процессов, протекающих в покрытиях на основе свинцово-боросиликатных стекол, актуально при внешних воздействиях. Для исследования использовали стекло типа $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$ с массовым процентным содержанием компонентов 49:32:15:3:1, нанесенное на поверхность пластин из *n*-кремния (10 Ом см, с кристаллографической ориентацией <111>) из раствора малой дисперсии с последующим плавлением ($T = 680$ °С) и нагревом ($T = 470$ °С) [4].

Для измерений электрических характеристик использовались структуры типа Al – свинец-боросиликатное стекло-*n*-Si, изготовленные по методике, описанной в [5]. Толщина слоя стекла составила – 2000-2500 ангстрем. Алюминий наносился методом вакуумного осаждения. Диаметр управляющих электродов 3 мм. С помощью метода высокочастотных (1 МГц) вольт-фарадных (C-V) характеристик [3] во всех изготовленных структурах наблюдался хорошо выраженный гистерезис (рис. 1). Однако в конструкциях, подвергнутых всестороннему сжатию давлением в 5 кБар на установке «Гидростат-16», гистерезис характеристик не наблюдался даже при измерениях в интервалах температур – 20 + 80 °С.

Согласно существующим теориям, параллельное смещение вольт-фарадных характеристик структур МГС (выполненных на основе полупроводника электронного типа, такого как проводимость) в сторону отрицательного напряжения указывает на образование положительного заряда в структуре стекла. А изменение формы вольт-фарадных характеристик таких структур, свидетельствует об увеличении заряда поверхностных состояний, которые перезаряжаются при изменении величины приложенного напряжения.

Наличие в структуре свинцово-боросиликатных стекол подвижного заряда может быть обусловлено локализацией инжектируемого полупроводника электронов вблизи легко поляризуемых ионов свинца и их накоплением на потенциальных барьерах включений кристаллической фазы [6].

Для подтверждения предположения о формировании подвижного положительного заряда в стекле исследуемых структур перед воздействием давления измеряли тангенс угла диэлектрических потерь при различных температурах ($-10 - + 50$ °C) и частотах (100 кГц – 2 МГц). Сопоставление полученных температурных и частотных зависимостей тангенса угла диэлектрических потерь позволило установить, что во всех измеряемых структурах тангенс угла диэлектрических потерь имеет характерный максимум релаксации. А в структурах, подверженных давлению более 3 кБар, диэлектрические потери значительно возрастают.

Поскольку изменение степени поляризации ионов свинца с помощью внешних механических воздействий представляется маловероятным, изменение высоты потенциальных барьеров между включениями кристаллической фазы может быть основной причиной, приводящей к уменьшению гистерезисных явлений. Действительно, влияние понижающих давление высоты потенциальных барьеров приводит к уменьшению глубины потенциального углубления.

Таким образом, инжектированные, приложенные к напряжению смещения обогащения, полупроводниковые электроны не локализируются в больших количествах в потенциальных дырах, возвращаются при изменении полярности напряжения обратно в полупроводник. В пользу этой причины свидетельствуют температурные зависимости тангенса угла диэлектрических потерь.

В структурах, подверженных воздействию давления, максимум релаксации диэлектрических потерь уменьшается и становится менее выраженным. Для подтверждения предлагаемой модели были изготовлены конструкции с пониженным содержанием свинца в стекле. Массовый процент компонентов стекла $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$ в этих структурах составил 42:39:15:3:1. Контрольные измерения вольт-фарадных характеристик, в аналогичных условиях, показали существенное уменьшение петли гистерезиса.

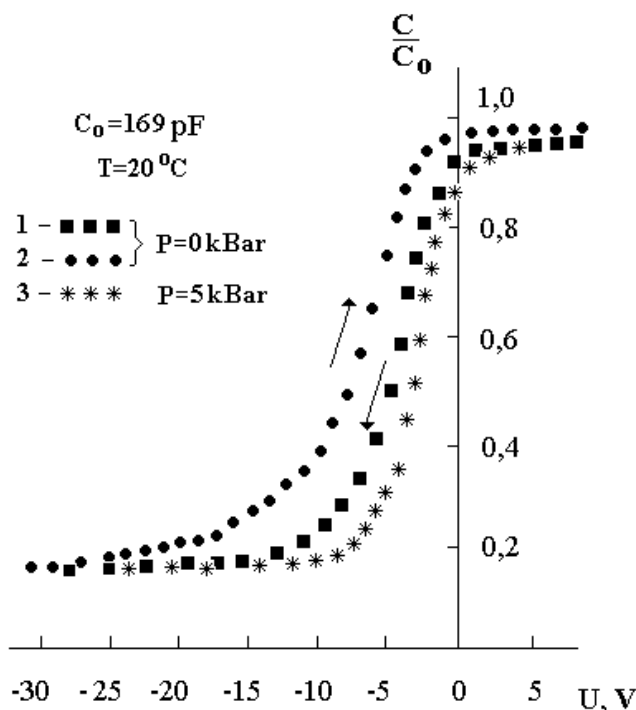


Рис. 1. Вольт-фарадные характеристики (нормированные на величину емкостей слоя стекла) одной из исследуемых структур, до проявления давления (зависимости 1 и 2) и подвергнутого воздействию давления в 5 кБар с выдержкой 10 минут (зависимость 3)

Недавно нами было показано [9], что в структурах на основе SiO_2 влияние давления приводит к восстановлению полупроводниковым слоем, около границы раздела полупроводник – диэлектрик, и эти структуры меняют некоторые динамические характеристики.

Однако в структурах, изготовленных на основе n -кремния таких как проводимость, покрытых слоем свинцового боросиликатного стекла, скорость генерации поверхности является такой же функцией времени, как и для структур, подвергающихся давлению. Поэтому в этих структурах реконструкция поверхности при воздействии давления до 5 кБар не происходит. На основании полученного результата можно сделать следующий вывод.

Всестороннее сжатие структур на основе стекла $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$ с массовой долей 49:32:15:3:1 приводит к уменьшению вероятности локализации электронов на легко поляризуемых ионах свинца. Это приводит как к улучшению изолирующих свойств стекла, так и к уменьшению гистерезисных эффектов. В таких устройствах, как полевые транзисторы, поверхностный барьер переменной емкости, элементы памяти, устройства с зарядовой связью, связь полупроводник – диэлектрик является основной рабочей областью.

В большинстве других полупроводниковых приборов контакт полупроводник – диэлектрик выполняет функции поддержки: разделительная изоляция, пассивация и защита поверхности полупроводника от внешних воздействий. Во всех случаях физические процессы, происходящие на границах раздела полупроводник – диэлектрик, оказывают существенное влияние на рабочие характеристики полупроводниковых приборов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров О.В., Афонин Н.Н. ФТП. Т. 39(6), 67 (2005).
2. Барабан, А.П. Электроника слоев SiO_2 на кремнии / А.П. Барабан, В.В. Булавинов, П.П. Коноров. – Ленинград, ЛГУ, 1988.
3. Берман, Л.С. Емкостная спектроскопия глубоких центров в полупроводниках / Л.С. Берман, А.А. Лебедев. – Ленинград, Наука, 1981.
4. Власов С.И., Насиров А.А., Маматкаримов О.О., Эргашева М.А. Электронная обработка материалов № 3, 99 (2008).
5. Парчинский П.Б., Власов С.И., Насиров А.А. Микроэлектроника. 26(1), 62 (1997).
6. Репинский С.М. ФТП. 5(9), 1050 (2001).
7. Чистов, Ю.С. Физика МДП-структур / Ю.С. Чистов, В.Ф. Сыдоров. – Воронеж, ВГУ, 1986.
8. Parchinskii, P.B. The effect of irregularities of deep generation centers distribution on the minority carrier generation in the space charge region at Si-Lead-borosilicate glasses interface / P.B. Parchinskii, A.A. Nasirov, A.A. Nebesniy // International symposium "New trends of development fundamental and applied physics: Problems, achievements and prospects". – Tashkent, 10-11 November 2016. – Pp. 206–208.
9. Vlasov, S.I. Semiconductor Physics. / S.I. Vlasov, A.V. Ovsyannikov, B.K. Ismailov // Quantum electronics and Optoelectronics. – 2012. – № 15 (2) – P. 166.

Материал поступил в редакцию 28.11.20

INFLUENCE OF GADOLINIUM ON THE ELECTRIC PROPERTIES ON THE INTERPHASE BOUNDARY OF SILICON – SILICON OXIDE

D.E. Nazirov¹, S.I. Vlasov², B.Kh. Kuchkarov³, K.U. Bobokhuzhaev⁴

¹ Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,

² Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,

^{3,4} Doctor of Philosophy, Associate Professor

^{1,2} National University of Uzbekistan named after Mirz Ulugbek (Tashkent),

^{3,4} Namangan State University, Uzbekistan

Abstract. The effect of all-round hydrostatic pressure on the change in the mobile charge built into the structure of lead-borosilicate glass $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$ has been studied. It is shown that exposure to a pressure of 3 – 5 kBar leads to a decrease in the mobile charge and an improvement in the dielectric parameters of the glass.

Keywords: influence of all-round hydrostatic pressure, changing the mobile charge, lead borosilicate glass structure, glasses $PbO-SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3-Ta_2O_5$, exposure to pressure of 3 ÷ 5 kbar, pressure of 3 ÷ 5 kbar leads to a decrease in the mobile charge, decrease in mobile charge, improving the dielectric parameters of glass.

УДК 53:51

ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ – ТЕОРИЯ АБСОЛЮТНОСТИ

А.С. Неграш¹, И.А. Головин²¹ кандидат технических наук, сопредседатель секции общей физики, ² студент 3-го курса¹ Московское общество испытателей природы Московского государственного университета,² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный университет пищевых производств», Россия

¹ E-mail: fsh14@bk.ru, ² E-mail: iluha.golovin@mail.ru

Аннотация. Предложена аксиоматическая структура динамики физических объектов – теория абсолютности. Цель работы – установить функциональные связи между динамическими величинами физического объекта, движущегося в лаборатории. За основные приняты динамические величины физического объекта – масса, импульс и момент импульса. Используются физические свойства фотона. Получено универсальное уравнение динамики физического объекта. Установлено, что все релятивистские эффекты физического объекта являются результатом динамического воздействия на него со стороны иных физических объектов. Работа адресована всем, кому интересны идеи о фундаменте физики.

Ключевые слова: специальная теория относительности; теория абсолютности; физический объект; динамика симбиона; фотон, импульсно – эквивалентный физическому объекту.

ВВЕДЕНИЕ

В этом (2020) году исполнилось 115 лет ключевой работе Альберта Эйнштейна [11] об «электродинамике движущихся тел», получившей название «специальная теория относительности» (СТО).

Работа [11] состоит из двух частей: «кинематической» – 1 и «электродинамической» – 2.

В части 1 введены следующие понятия: «система отсчета» (СО), «луч света», «твердый стержень», «наблюдатель». Система отсчета – это система осей координат с часами, синхронизированными по определенному правилу. Системы отсчета могут двигаться относительно друг друга поступательно равномерно и прямолинейно. Используются три допущения: справедлив принцип относительности Галилея (в этой части он используется как геометро-кинематический принцип); имеет место «кинематическое свойство света» – постоянство его скорости во всех системах отсчета ($c = \text{const}$); вдоль координатных осей каждой СО выполняется правило синхронизации часов (для использования понятия одновременности событий в разных точках пустого пространства каждой СО), часы расположены в каждой точке координатной оси СО. «Наблюдатель» есть в каждой СО. За основные величины приняты длина, время и скорость.

Предметом исследования являются геометро-кинематические свойства пространства – времени, характеризующие системы отсчета. Считается, что вопрос о том, что такое «свет» не имеет значения – «кинематического свойства света» вполне достаточно.

Часть 1 представляет собой аксиоматическую структуру – теорию об изменении свойств пустого пространства и времени систем отсчета, поступательно движущихся друг относительно друга, в зависимости от скорости удаления одной из них от другой. «Кинематическая» часть работы [11] является фундаментом СТО.

В рамках этой части СТО выявлены «пространственно-временные (геометро-кинематические) релятивистские эффекты» вдоль одной из координатных осей СО: с увеличением скорости удаления одной СО относительно второй в первой СО с точки зрения второй СО происходят «сокращение длины твердого стержня» и «замедление темпа хода времени». Эти эффекты есть проявление свойств пустого пространства и времени, возникающие при поступательном равномерном прямолинейном удалении одной СО от другой.

Суждения о динамических характеристиках физических объектов (в рамках «электродинамической» части работы [11]) являются следствиями изложенных в кинематической части СТО свойств пустого пространства и времени систем отсчета.

В части 2 СТО выявлены «динамические релятивистские эффекты» вдоль одной из координатных осей СО: с увеличением скорости удаления одной СО относительно второй в первой СО с точки зрения второй СО происходят «увеличение массы и энергии тела».

Такой подход не является единственным. Вальтером Кауфманом в 1902 г. было выявлено в однородном магнитном поле увеличение массы электрона после его разгона электрическим полем [13]. Максом Абрагамом в 1902 г. было выражено суждение: увеличение массы электрона есть результат внедрения в электрон энергии ускоряющего электрон поля во время его разгона [16]. Анри Пуанкаре в 1908 г. выразил следующие суждения: «Электрон обладает двумя типами инерции: инерцией механической (m_c) и инерцией электромагнитной ($m_{эм}$). Когда скорость (v) меняется, реальная масса, масса механическая (m_c), остаётся постоянной, это следует из самого её определения; но электромагнитная инерция ($m_{эм}$), которая способствует образованию кажущейся массы (m_T),

увеличивается со скоростью соответственно определённому закону" [7]. В этой цитате выделение курсивом и введение символов в скобках (обозначений динамических величин электрона) выполнено авторами предлагаемой работы.

Заметим, что представления о массе, зависящей от скорости, существовало и до 1905 года: Томсон [19], Хевисайд [12], Лоренц [14], Пуанкаре [18]. Формулы, справедливые для фотона, также были получены до 1905 года: ($E = mc^2$) Уомв 1874 [9], Хэвисайд 1889 [12], Пуанкаре 1900 [18]; ($E = hv$) Планк 1900 [17].

Критика понятийного аппарата СТО возникла с момента ее публикации. Один из вопросов критиков – гносеологический: «Релятивистские эффекты СТО являются реальными или кажущимися?». Критика продолжается и в XXI веке (например, [6], [10]), но предложенные новые трактовки понятий СТО не изменили ее аксиоматическую структуру и не стали бесспорными, гносеологический вопрос остался быть актуальным [4].

По мнению авторов предлагаемой работы, использование в СТО понятия «свет» вместо понятия «фотон» не позволяет выявить общность понятий «тело», «движущийся физический объект с ненулевой статической массой», «фотон» и установить в полном объеме функциональные связи между величинами физических объектов, а также не дает возможности получить однозначный ответ на указанный гносеологический вопрос.

Авторы предлагаемой работы исходят из того, что для установления функциональных связей между величинами физических объектов выделение кинематической части в отдельную аксиоматическую структуру не является необходимостью, если за физическую основу принять эмпирические данные Кауфмана, суждения Абрагама и Пуанкаре. В работе продолжен этот путь исследования динамики физических объектов.

Предметом исследования являются динамические свойства движущегося физического объекта в «лаборатории». При этом понятие «лаборатория» отличается от понятия «система отсчета» СТО.

Цель работы – установить функциональные связи между динамическими величинами физического объекта, движущегося в лаборатории.

Предлагаемая работа формируется как аксиоматическая динамическая структура. В ней за основные принимаются динамические величины физического объекта – масса, импульс и момент импульса. При этом используется понятие «фотон» и его динамические и геометро-кинематические свойства [5]. Формируется понятийный аппарат динамики физического объекта.

СОКРАЩЕНИЯ

ИЭЛСФ – источник элементарного луча стандартных фотонов,
 ПФ – приемник фотонов,
 РДЭСФ – релятивистский динамический эффект стандартного фотона,
 СО – система отсчета,
 СТО – специальная теория относительности,
 СФ – стандартный фотон,
 ТА – теория абсолютности,
 ФО – физический объект,
 ФИЭФО – фотон (электромагнитный квант), импульсно – эквивалентный физическому объекту,
 ЭЛСФ – элементарный луч стандартных фотонов.

НИЖНИЕ ИНДЕКСЫ

эм – электромагнитная,

$j = \overline{c, p, \Sigma}$ – статическая, импульсная (фотонная), полная,

$\overline{c, p, \Sigma}$ – прямоугольная скобка означает либо c , либо p , либо Σ .

ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН ФИЗИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

I – обобщённая сходственная величина физического объекта.

$$I = \begin{cases} m & \text{– масса} \\ p & \text{– импульс} \\ E & \text{– энергия} \end{cases}$$

$$I_c = \begin{cases} m_c \\ p_c \\ E_c \end{cases} \text{ – статическая (c) – для физического объекта в состоянии покоя}$$

$$I_p = \begin{cases} m_p \\ p_p \\ E_p \end{cases} \text{ – импульсная, или фотонная, (p) – для фотона, импульсно-эквивалентного движущемуся физическому объекту}$$

физическому объекту

$$I_{\Sigma} = \begin{bmatrix} m_{\Sigma} \\ p_{\Sigma} \\ E_{\Sigma} \end{bmatrix} - \text{полная } (\Sigma) - \text{ для движущегося физического объекта}$$

$$I_j = \begin{bmatrix} m_c & m_p & m_{\Sigma} \\ p_c & p_p & p_{\Sigma} \\ E_c & E_p & E_{\Sigma} \end{bmatrix} - \text{любая величина } (I_j) \text{ физического объекта.}$$

Примеры обозначения индексных величин физического объекта

m_c – статическая масса,

m_p – импульсная (фотонная) масса – (масса фотона, импульсно-эквивалентного физическому объекту),

p_c – модуль статического импульса физического объекта,

p_p – импульсный (фотонный) импульс (импульс фотона, импульсно- эквивалентного физическому объекту),

E_{Σ} – полная энергия физического объекта.

1. ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОНА

1.1. Формула связи между тремя видами масс движущегося электрона

Придадим математическую форму процитированным физическим суждениям Пуанкаре.

Пусть электрон в состоянии покоя в некоторой лаборатории имеет массу m_c (назовём её статической), а после разгона электрона из состояния покоя до скорости v он имеет массу m_{Σ} (назовём её полной). «Электромагнитную инерцию» (электромагнитную массу) обозначим m_{Σ} .

Определение 1. *Лаборатория* – это совокупность измерительных приборов, неподвижных относительно друг друга.

Физический объект – это обобщение понятия «тело» классической механики, включающее все движущиеся и неподвижные материальные объекты в лаборатории.

Физические объекты разделяются на стабильные ($m_c = const$) и нестабильные ($m_c \neq const$). В работе рассматриваются только стабильные ФО, поэтому прилагательное «стабильный» опущено.

Предварительное определение (качественного характера) понятия скорость физического объекта в лаборатории

Скорость (v) – это величина, характеризующая *темп движения физического объекта в лаборатории*.

Определение 2. *Разгон физического объекта* – это явление, при котором происходит увеличение модуля скорости физического объекта.

Определение 3. Величины одинаковой размерности называются *однородными величинами*.

Будем считать величины $m_c, m_{\Sigma}, m_{\Sigma}$ однородными и предположим, что между этими величинами существует соотношение

$$m_c^x + m_{\Sigma}^x = m_{\Sigma}^x, \quad (1)$$

$$m_c > 0. \quad (1')$$

x – неизвестное действительное положительное число, m_{Σ} и m_{Σ} – неизвестные функции динамических величин электрона, характеризующие его режим движения.

Формула (1) соответствует очевидному предельному соотношению между статической и полной массами: в состоянии покоя электромагнитная масса отсутствует ($m_{\Sigma} = 0$) и полная масса (m_{Σ}) электрона равна его статической массе (m_c). Т. е. из (1) следует:

$$\text{состояние покоя} \rightarrow m_{\Sigma} = m_c. \quad (1.1)$$

Разделим (1) на степень x статической массы (m_c^x) – получим безразмерную форму (1). Т. е.

$$\bar{m}_c^x + \bar{m}_{\Sigma}^x = \bar{m}_{\Sigma}^x, \quad (2)$$

где

$$\bar{m}_c = \frac{m_c}{m_c} = 1, \quad (3.1)$$

$$\overline{m_{эм}} = \frac{m_{эм}}{m_c} , \quad (3.2)$$

$$\overline{m_э} = \frac{m_э}{m_c} = \gamma . \quad (3.3)$$

$\gamma = \overline{m_э}$ – коэффициент изменения полной массы электрона при его разгоне из состояния покоя до скорости v (коэффициент «релятивистского эффекта»).

Здесь и далее черта над символом величины означает *относительную величину* – отношение величины к однородной ей статической величине физического объекта.

Разделим (2) на γ^x , получим

$$\left(\frac{m_c}{\gamma}\right)^x + \left(\frac{m_{эм}}{\gamma}\right)^x = 1 , \quad (4)$$

или

$$\frac{1}{\gamma^x} + \beta^x = 1 , \quad (5)$$

$$\beta = \frac{m_{эм}}{\gamma} = \frac{m_{эм}}{m_э} = \frac{m_{эм}}{m_c} . \quad (6)$$

β – отношение электромагнитной массы $m_{эм}$ к полной массе $m_э$ электрона.

Из (5) следует

$$1 + (\gamma\beta)^x = \gamma^x . \quad (7)$$

Умножив (7) на m_c^x , получим

$$m_c^x + m_c^x \gamma^x \beta^x = m_c^x \gamma^x . \quad (8)$$

Из (3.3) и эмпирических данных следует, что относительная полная масса ($\overline{m_э} = \gamma$) электрона после разгона должна быть большей единицы. Т.е.

$$\gamma > 1 . \quad (9)$$

Так как величина x положительная, то одночлен γ^x также должен быть большим единицы. Т.е.

$$\gamma^x > 1 . \quad (9.1)$$

Поскольку статическая масса величина положительная ($m_c > 0$), то для выполнения требования (9.1) из (8) следует требование положительного значения одночлена $\gamma^x \beta^x$. Т.е.

$$\gamma^x \beta^x > 0 . \quad (10)$$

Поскольку, согласно (9.1), одночлен $\gamma^x > 1$, то для выполнения требования (10) при любом действительном значении β достаточно принять следующее условие:

$$x - \text{чётное число.} \quad (11)$$

Ограничимся рассмотрением простейшего случая: положим x минимальным чётным числом, отличным от нуля. Т.е.

$$x = 2 . \quad (12)$$

Подставляя (12) в (1), (5), (7) и (8), получим

$$\frac{1}{\gamma^2} + \beta^2 = 1 \quad , \quad (13)$$

$$1 + (\gamma\beta)^2 = \gamma^2 \quad , \quad (14)$$

$$m_c^2(1 + (\gamma\beta)^2) = m_c^2 + m_c^2\gamma^2\beta^2 = m_c^2\gamma^2 = m_{\Sigma}^2 \quad , \quad (15)$$

$$m_c^2 + m_{\Sigma H}^2 = m_{\Sigma}^2 \quad . \quad (16)$$

Из (14) следует

$$(14') \quad \gamma = \overline{m}_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma}}{m_c} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad , \quad \beta = \frac{m_p}{m_{\Sigma}} = \frac{\sqrt{\gamma^2-1}}{\gamma} \quad . \quad (14'')$$

Подчеркнем, что коэффициенты γ и β по определению являются безразмерными *динамическими величинами* – отношениями *динамических величин*.

Установлено, что при движении электронов (поперек направления индукции магнитного поля в стационарном однородном магнитном поле) возникает электромагнитное излучение (синхротронное), параметры которого зависят от скорости движения электронов [8]. Сопоставляя эти данные и данные Кауфмана с суждениями Абрагама и Пуанкаре, логично предположить, что характеристики возникающих фотонов в указанном явлении должны быть отражены в (16) одночленом $m_{\Sigma H}^2$. Это приводит к предположению: движущийся электрон можно рассматривать как симбиоз электрона в состоянии покоя и некоторого «фотона, импульсно-эквивалентного физическому объекту».

Понятия «фотон» и «электромагнитный квант» эквиваленты.

Определение 4 (ФИЭФО). Фотон, импульсно-эквивалентный физическому объекту – это такой фотон, импульс (\vec{p}_p) которого равен кинетическому импульсу (\vec{p}_k) физического объекта. Т.е.

$$\vec{p}_p = \vec{p}_k \quad , \quad (17)$$

$$\vec{p}_k = m_{\Sigma} \vec{v} \quad , \quad (18)$$

$$p_p = m_p c \quad . \quad (19)$$

c – фундаментальная постоянная фотона,

m_p – импульсная (фотонная) масса – масса фотона, импульсно-эквивалентного физическому объекту (движущемуся электрону),

p_p – импульс ФИЭФО (движущемуся электрону),

\vec{p}_k – кинетический импульс физического объекта (электрона),

\vec{v} – скорость физического объекта (электрона).

Понятие ФИЭФО было введено в работе [4].

Предположим, что электромагнитная масса ($m_{\Sigma H}$) есть масса (m_p) фотона, импульсно – эквивалентного ($\vec{p}_p = \vec{p}_k$) движущемуся со скоростью \vec{v} электрону, полная масса которого равна m_{Σ} . Т.е.

$$m_{\Sigma H} = m_p \quad . \quad (20)$$

С учётом (20) формула связи между тремя видами масс движущегося электрона (16) примет вид

$$m_c^2 + m_p^2 = m_{\Sigma}^2 \quad . \quad (21)$$

Из (17) – (19), следует

$$m_p c = m_{\Sigma} v \quad , \quad (22)$$

или

$$\frac{v}{c} = \frac{m_p}{m_{\Sigma}} \quad . \quad (23)$$

С учетом (3.2), (3.3), (20), (21), (6) из (23) следует

$$\frac{v}{c} = \beta = \frac{m_p}{m_\Sigma} = \frac{\sqrt{m_\Sigma^2 - m_e^2}}{m_\Sigma} = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} \quad (24)$$

Из (24) следует

$$v = \beta c = \frac{m_p}{m_\Sigma} c = \frac{\sqrt{m_\Sigma^2 - m_e^2}}{m_\Sigma} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c \quad (25)$$

Определение модуля скорости (темпа движения) физического объекта (электрона) в лаборатории через его динамические величины

Формула (25) выражает определение «модуля скорости (v) физического объекта (электрона) в лаборатории через его «динамические величины» (m_e, m_Σ) и фундаментальную постоянную фотона (c).

1.2. Универсальная формула энергии фотона

Универсальная формула энергии фотона (в частности, для ФИЭФО – индекс «р») имеет вид [5]

$$E_p = p_p c = m_p c^2 = m_p r_p c \omega_p = \hbar \omega_p = h \nu_p = h \frac{1}{T_p} = \frac{\hbar c}{\lambda_p} = 2be\nu_p \quad (26)$$

$$\hbar = p_p r_p = m_p r_p c = \frac{p_p}{k_p} = \frac{be}{\pi} = CONST_2 \quad (26')$$

$$c = \omega_p r_p = \nu_p \lambda_p = \frac{\lambda_p}{T_p} = CONST_1 \quad (26'')$$

$$k_p = \frac{2\pi}{\lambda_p} = \frac{\omega_p}{c} = \frac{1}{r_p} \quad (26''')$$

$h = 2\pi\hbar$, \hbar – постоянная Планка, постоянная Дирака,

λ_p, T_p – кванты длины и времени ФИЭФО,

ν_p, ω_p – частота и угловая скорость ФИЭФО,

$r_p = \frac{\lambda_p}{2\pi}$ – характерный размер ФИЭФО,

$k_p = \frac{1}{r_p}$ – модуль волнового вектора (величина, обратная характерному размеру ФИЭФО),

$e = \Phi_D$ – квант потока электрического смещения ФИЭФО, $[e]=\text{Кл}$,

$b = \Phi_0$ – квант потока магнитной индукции ФИЭФО, $[b]=\text{Вб}$,

h, \hbar, b, e, c – фундаментальные постоянные физические величины любого фотона, они не зависят от энергии фотона; остальные величины в (26) есть индивидуальные постоянные физические величины фотона.

На этом формирование аксиоматики динамики физических объектов – теории абсолютности – завершено. Далее формируется дедуктивная часть аксиоматической структуры.

2. УНИВЕРСАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

2.1. Функциональные связи динамических величин движущегося физического объекта

Умножив (21) на квадрат скорости фотона (c^2), получим

$$(m_c c)^2 + (m_p c)^2 = (m_\Sigma c)^2 \quad ,$$

$$p_c^2 + p_p^2 = p_\Sigma^2 \quad , \quad (27)$$

где

$$p_c = m_c c \quad (27.1)$$

$$p_p = m_p c \quad (27.2)$$

$$p_\Sigma = m_\Sigma c \quad (27.3)$$

Здесь введены понятия модулей трёх видов импульса (p_c, p_p, p_Σ) движущегося электрона. Умножив (26) на квадрат скорости фотона (c^2), получим

$$(p_c c)^2 + (p_p c)^2 = (p_\Sigma c)^2 \quad ,$$

$$E_c^2 + E_p^2 = E_\Sigma^2 \quad , \quad (28)$$

$$E_c = p_c c \quad (28.1)$$

$$E_p = p_p c \quad (28.2)$$

$$E_\Sigma = p_\Sigma c \quad . \quad (28.3)$$

Здесь введены понятия трёх видов энергии (E_c, E_p, E_Σ) движущегося электрона. Формула (28) в виде

$$E_\Sigma^2 - E_c^2 = E_p^2 \quad , \quad (29)$$

есть аналог известной теоремы классической механики об изменении кинетической энергии тела (ΔE)

$$\Delta E = E - E_0 = A \quad . \quad (30)$$

A – работа внешних сил над физическим объектом, подвергнутом разгону. Т.е. A – это характеристика внешнего энергетического воздействия на ФО.

С учетом этой аналогии вскрывается причина роста полной энергии ФО при разгоне и (29) принимает вид

$$E_\Sigma^2 - E_c^2 = A^2 \quad , \quad (29')$$

$$A = E_p \quad . \quad (29'')$$

Разделив (29') на c^4 , получим

$$m_\Sigma^2 - m_c^2 = (m_p)^2 = \left(\frac{E_p}{c^2}\right)^2 = \left(\frac{A}{c^2}\right)^2 \quad . \quad (29''')$$

Физическому предположению Абрагама [16] придана математическая форма – (29''').

Очевидно, что формулы динамики электрона (21), (27), (28) справедливы для любого движущегося физического объекта, имеющего отличную от нуля массу покоя m_c (далее такой объект называется «симбион»), т. к. иные индивидуальные свойства движущегося электрона не использовались.

Определение 5. Симбион – это движущийся физический объект со статической массой, отличной от нуля. Т.е.

$$m_c = const \neq 0 \quad . \quad (31)$$

2.2. Функциональные связи кинематических и геометрических величин симбиона

2.2.1. Функциональные связи геометрических величин симбиона

Умножив (27) на $\frac{1}{\hbar^2}$, получим

$$\left(\frac{p_c}{\hbar}\right)^2 + \left(\frac{p_p}{\hbar}\right)^2 = \left(\frac{p_\Sigma}{\hbar}\right)^2 \quad , \quad (32)$$

Определение 6. Обобщённый квант длины (обобщённая длина волны) симбиона (λ_j) определяется формулами

$$\lambda_j = \frac{h}{p_j} , \quad (33)$$

$$j = \overline{c, p, \Sigma} . \quad (34)$$

$j = \overline{c, p, \Sigma}$ – статический, импульсный (фотонный), полный.

С учётом (33) и (34) формула (32) примет вид

$$\frac{1}{\lambda_c^2} + \frac{1}{\lambda_p^2} = \frac{1}{\lambda_\Sigma^2} . \quad (35)$$

С учётом (27.1) из (33) и (34) следует

$$\lambda_c = \frac{h}{p_c} = \frac{h}{m_c c} . \quad (36)$$

λ_c – статический квант длины симбиона.

Сравнивая (36) с известной формулой комптоновской (λ_K) длины волны [8]

$$\lambda_K = \frac{h}{p_c} = \frac{h}{m_c c} , \quad (37)$$

получим

$$\lambda_K = \lambda_c . \quad (38)$$

Формула (38) выражает физический смысл комптоновской длины волны: *комптоновская длина волны (λ_K) равна статическому кванту длины (λ_c) симбиона* (36).

С учётом (27.2) из (33) и (34) следует

$$\lambda_p = \frac{h}{p_p} . \quad (39)$$

λ_p – фотонный (импульсный) квант длины симбиона (длина волны фотона, импульсно – эквивалентного симбиону).

С учётом (17), (18), (3.3) и (36) формула (39) примет вид

$$\lambda_p = \frac{h}{p_p} = \frac{h}{p_k} = \frac{h}{m_\Sigma v} = \frac{h}{m_c \gamma v} = \frac{h}{p_c \gamma \beta} = \frac{\lambda_c}{\gamma \beta} . \quad (40)$$

Сравнивая (40) с формулой Луи де Бройля для длины (λ_B) волны [15]

$$\lambda_B = \frac{h}{p_k} = \frac{h}{m_\Sigma v} = \frac{h}{m_c \gamma v} , \quad (41)$$

получим

$$\lambda_p = \lambda_B . \quad (42)$$

Формула (42) выражает физический смысл длины волны в формуле де Бройля (41): *длина волны (λ_B) в формуле де Бройля равна импульсному кванту длины (λ_p) фотона, импульсно – эквивалентного симбиону.*

Полный квант длины симбиона (λ_Σ), с учётом (33), (34), (27.3) и (36) выражается формулой

$$\lambda_\Sigma = \frac{h}{p_\Sigma} = \frac{h}{m_\Sigma c} = \frac{h}{m_c \gamma c} = \frac{\lambda_c}{\gamma} . \quad (43)$$

С учетом обобщения формулы (26''') из (33), (35) следует

$$k_j = \frac{2\pi}{\lambda_j}, \quad (33')$$

$$k_c^2 + k_p^2 = k_\Sigma^2. \quad (35')$$

2.2.2. Функциональные связи кинематических величин симбиона

Умножив (28) на $\frac{1}{\hbar^2}$, получим

$$\left(\frac{E_c}{\hbar}\right)^2 + \left(\frac{E_p}{\hbar}\right)^2 = \left(\frac{E_\Sigma}{\hbar}\right)^2. \quad (44)$$

Определение 7. Обобщённая частота симбиона (ν_j) определяется формулой

$$\nu_j = \frac{E_j}{\hbar}. \quad (45)$$

С учётом (45) и (34) формула (44) примет вид

$$\nu_c^2 + \nu_p^2 = \nu_\Sigma^2, \quad (46)$$

$$\nu_c = \frac{E_c}{\hbar} = \frac{m_c c^2}{\hbar}, \quad (46.1)$$

$$\nu_p = \frac{E_p}{\hbar} = \frac{m_p c^2}{\hbar} = \frac{E_c}{\hbar} \gamma \beta = \nu_c \gamma \beta, \quad (46.2)$$

$$\nu_\Sigma = \frac{E_\Sigma}{\hbar} = \frac{m_\Sigma c^2}{\hbar} = \frac{E_c}{\hbar} \gamma = \nu_c \gamma. \quad (46.3)$$

Из (28.1)-(28.3), (40) и (45) следует

$$c = \frac{E_j}{p_j} = \frac{E_j}{\hbar} \lambda_j = \nu_j \lambda_j = \frac{1}{T_j} \lambda_j, \quad (47)$$

$$\nu_j = \frac{1}{T_j} = \frac{c}{\lambda_j}, \quad (48)$$

в частности,

$$\nu_p = \frac{E_p}{p_p \lambda_p} = \frac{E_p}{\hbar}. \quad (49)$$

T_j – обобщенный квант времени симбиона.

Формула (49) выражает физический смысл импульсной частоты (ν_p) как частоты фотона, импульсно – эквивалентного симбиону. Формула Макса Планка [17]

$$\nu = \frac{E}{\hbar}, \quad (49МП)$$

справедливая для фотона, есть частный случай формулы (45).

С учетом (48) из (46) следует

$$\frac{1}{T_\Sigma^2} + \frac{1}{T_p^2} = \frac{1}{T_c^2}, \quad (50)$$

T_c, T_p, T_Σ назовем квантами времени симбиона (статическим, импульсным, полным).

2.3. Универсальное уравнение динамики физического объекта.

Классификация сходственных величин физического объекта.

Комплексная форма универсального уравнения динамики физического объекта

Формулы (21), (26), (28), (35), (46) и (50) можно выразить одним универсальным уравнением (I) динамики физического объекта (симбиона) с пояснительной формулой (I_a). Т.е.

$$I_c^2 + I_p^2 = I_\Sigma^2 \quad (I)$$

$$I = m, p, E, v, \frac{1}{T}, \frac{1}{\lambda}, k \quad (I_a)$$

Определение 8. Величины симбиона называются *изоморфными*, если их отношение есть фундаментальная константа или степенной одночлен фундаментальных констант (с, h).

Определение 9. Изоморфные величины (I) симбиона называются *сходственными*, если они удовлетворяют универсальному уравнению динамики симбиона (I).

Например, величины $m, p, E, v, T, \lambda, k$ являются изоморфными, а величины $m, p, E, v, \frac{1}{T}, \frac{1}{\lambda}, k$ – сходственными.

С учетом (I), (I_a) формулы (15), (14'), (24), (25) примут вид

$$I_c^2(1 + (\gamma\beta)^2) = I_c^2\gamma^2 = I_\Sigma^2 \quad (51)$$

$$\gamma = \bar{I}_\Sigma = \frac{I_\Sigma}{I_c} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \quad (52)$$

$$\beta = \frac{I_p}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{I_\Sigma^2 - I_c^2}}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} = \frac{v}{c} \quad (53)$$

$$v = \beta c = \frac{I_p}{I_\Sigma} c = \frac{\sqrt{I_\Sigma^2 - I_c^2}}{I_\Sigma} c \quad (53')$$

Формула обобщенной энергии (E_j) симбиона (содержит семерку (I_a) сходственных величин симбиона) имеет вид:

$$E_j = p_j c = m_j c^2 = h\nu_j = h \frac{1}{T_j} = \frac{hc}{\lambda_j} \quad (II)$$

$$j = \lceil c, p, \Sigma \rceil \quad (II_a)$$

Универсальное уравнение динамики симбиона (I) выражает следующую **теорему 1**: квадрат полной (I_Σ) обобщенной сходственной величины (I) физического объекта ($m, p, E, v, \frac{1}{T}, \frac{1}{\lambda}, k$) равен сумме квадратов однородных ей статической (I_c) и импульсной (I_p) обобщенных величин.

В рамках предложенного понятийного аппарата динамики физического объекта классификация сходственных величин симбиона примет вид, представленный в таблице 1

Таблица 1

Классификация сходственных величин (I) физического объекта – симбиона

Физическая величина	№ строки	Вид физической величины			
		Статическая (с)	Импульсная, или фотонная (p)	Полная (Σ)	Любая $j = \lceil c, p, \Sigma \rceil$ (I _δ)
(I _j)					
Номер столбца		0	1	2	3
Масса (m _j)	0	$m_c = m$	$m_p = m_c \gamma \beta$	$m_\Sigma = m_c \gamma$	m_j
Импульс (p _j)	1	$p_c = m_c c$	$p_p = p_c \gamma \beta$	$p_\Sigma = p_c \gamma$	$p_j = m_j c$ (II)
Энергия (E _j)	2	$E_c = p_c c$	$E_p = E_c \gamma \beta$	$E_\Sigma = E_c \gamma$	$E_j = p_j c$ (III)

Окончание таблицы 1

Физическая величина (I_j)	№ строки	Вид физической величины			
		Статическая (c)	Импульсная, или фотонная (p)	Полная (Σ)	Любая $j = \sqrt{c, p, \Sigma}$ (I_j)
Номер столбца		0	1	2	3
Частота (ν_j)	3	$\nu_c = \frac{E_c}{h}$	$\nu_p = \nu_c \gamma \beta$	$\nu_\Sigma = \nu_c \gamma$	$\nu_j = \frac{E_j}{h}$ (45)
Величина, обратная обобщенному кванту времени симбиона ($\frac{1}{T_j}$)	4	$\frac{1}{T_c} = \frac{h}{E_c}$	$\frac{1}{T_p} = \frac{\gamma \beta}{T_c}$	$\frac{1}{T_\Sigma} = \frac{\gamma}{T_c}$	$\frac{1}{T_j} = \frac{c}{\lambda_j}$ (47)
Величина, обратная обобщенному кванту длины симбиона ($\frac{1}{\lambda_j}$)	5	$\frac{1}{\lambda_c} = \frac{p_c}{h}$	$\frac{1}{\lambda_p} = \frac{\gamma \beta}{\lambda_c}$	$\frac{1}{\lambda_\Sigma} = \frac{\gamma}{\lambda_c}$	$\frac{1}{\lambda_j} = \frac{p_j}{h}$ (33)
Любая (I_j)	6	I_c	$I_p = I_c \gamma \beta$	$I_\Sigma = I_c \gamma$	$I_c^2 + I_p^2 = I_\Sigma^2$ (I)
$I = \begin{bmatrix} m \\ p \\ E \\ \nu \\ \frac{1}{T} \\ \frac{1}{\lambda} \end{bmatrix}$	7	Примечания: 1. I – обобщенная сходственная величина симбиона ($m, p, E, \nu, \frac{1}{T}, \frac{1}{\lambda}$). 2. I_j – любая величина симбиона ($j = \sqrt{c, p, \Sigma}$). 3. Скорость фотона (c) – фундаментальная константа. 4. $\gamma = \bar{I}_\Sigma = \frac{I_\Sigma}{I_c} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ (52) 5. $\beta = \frac{I_p}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{I_\Sigma^2 - I_c^2}}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} = \frac{v}{c}$ (53) 6. γ, β – безразмерные динамические величины.			

Универсальному уравнению динамики физического объекта (I) можно придать комплексную форму

$$I_\Sigma^2 + (iI_p)^2 = I_c^2 \quad , \quad (ii)$$

$$i = \sqrt{-1} \quad (i)$$

и присвоить наименование «уравнение инвариантности сходственных статических величин физического объекта». При $I=m$ это уравнение выражает инвариантность статической массы физического объекта, которая уже выражена определением физического объекта (электрона).

2.4. Сопоставление полученных результатов с результатами СТО работ [11] и [3]

Изоморфизм энергии (E) и массы (m) для статических и полных величин физического объекта был выявлен в работе [11]. Его можно выразить формулами

$$E_j = m_j c^2 \quad , \quad (II.Э)$$

$$j = \sqrt{c, \Sigma} \quad . \quad (II_a.Э)$$

Величины E_j и m_j по определению 8 являются изоморфными, так как

$$\frac{E_j}{m_j} = c^2 \quad . \quad (III.Э)$$

Формулы (II.Э) и (II_a.Э) являются частными случаями формул (II) и (II_a).

В работе [15] в рамках СТО получено «соотношение между энергией и импульсом частицы», имеющей статическую массу m_c :

$$\frac{E_c^2}{c^2} = p_c^2 + m_c^2 c^2 \quad . \quad (Ip/ЛЛ)$$

С учётом формул (17), (19) и (27.3) формула (IрЛЛ) эквивалентна формуле (27) и является частным случаем универсального уравнения (I).

Формула (IрЛЛ) есть следствие СТО [3], однако в работах Эйнштейна формула (IрЛЛ) отсутствует. Универсальное уравнение (I) в известных нам работах отсутствует.

2.5. Функциональная связь сходственных величин симбиона при его торможении

Определение 10. Торможение симбиона – это явление, при котором происходит уменьшение модуля его скорости.

До сих пор рассматривалось ускоренное движение симбиона из состояния покоя до скорости v . Очевидно, что при обратимости этого явления (т. е. при торможении симбиона со скорости v до состояния покоя) справедлива следующая формула:

$$\frac{I_{\Sigma-}^2}{\gamma^2} = I_{c-}^2, \quad (54)$$

$$\gamma = \frac{I_{\Sigma-}}{I_{c-}} = \frac{I_{\Sigma-}}{I_c}. \quad (54')$$

Индекс «-» означает, что величина с этим индексом относится к процессу торможения симбиона, имевшего к началу торможения полную величину

$$I_{\Sigma-} = I_{\Sigma}, \quad (55)$$

а концу торможения статическую величину

$$I_{c-} = I_c. \quad (56)$$

С учётом (51), (55) и (56) выражение (54) примет вид

$$\frac{I_{\Sigma}^2}{\gamma^2} = I_c^2 \left(\frac{1}{\gamma^2} + \beta_-^2 \right) = I_c^2 \left(\frac{1}{\gamma^2} + \beta^2 \right) = I_{c-}^2 = I_c^2, \quad (57)$$

$$\left(\frac{1}{\gamma^2} + \beta^2 \right) = 1. \quad (57')$$

2.6. Релятивистские эффекты динамики симбиона как результата его разгона или торможения

Определение 11. Увеличение обобщенной полной сходственной величины (I_{Σ}) симбиона в γ раз при его разгоне из состояния покоя называется *релятивистским эффектом при разгоне симбиона*.

По числовому значению коэффициента релятивистского эффекта γ (роста обобщенной полной сходственной величины) симбиона можно вычислить его скорость после разгона (v_+), используя формулу (25) с учетом (Ia). Т.е.

$$v_+ = \frac{\sqrt{I_{\Sigma}^2 - I_c^2}}{I_{\Sigma+}} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c, \quad (58)$$

$$\gamma = \frac{I_{\Sigma+}}{I_c}. \quad (58')$$

Определение 12. Уменьшение обобщенной полной сходственной величины (I_{Σ}) симбиона в γ раз при его торможении до состояния покоя называется *релятивистским эффектом при торможении симбиона*.

По числовому значению коэффициента γ_- (уменьшения обобщенной полной сходственной величины) симбиона можно вычислить его скорость (v_-) до торможения, используя формулу (59) с учетом (55), (56). Т.е.

$$v_- = \frac{\sqrt{I_{\Sigma}^2 - I_c^2}}{I_{\Sigma-}} c = \frac{\sqrt{\gamma_-^2 - 1}}{\gamma_-} c = \frac{\sqrt{I_{\Sigma}^2 - I_c^2}}{I_{\Sigma}} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c, \quad (59)$$

$$\gamma_- = \frac{I_{\Sigma}}{I_c} = \gamma, \quad (60)$$

$$v_- = \frac{\sqrt{l_{\Sigma-}^2 - l_c^2}}{l_{\Sigma-}} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c \quad (60')$$

Здесь доказана **теорема 2**: релятивистские эффекты сходственных величин (I_j) симбиона выражаются двумя парами формул – (58'), (58) при его разгоне и (60), (60') при его торможении; как при разгоне, так и при торможении эти эффекты выражаются единым «коэффициентом релятивистского эффекта» (γ) для всех сходственных величин симбиона.

В ТА сохраняется использование термина «релятивистский эффект» как дань сложившейся терминологии СТО. Правильнее было бы использование терминов «динамический эффект» и «коэффициент динамического эффекта».

При $\gamma = 1$ релятивистский эффект отсутствует.

2.7. Релятивистские динамические эффекты стандартного фотона (РДЭСФ) при разгоне или торможении его источника

Анализ процесса аннигиляции электрона и позитрона, двигавшихся друг к другу с большого расстояния с одинаковыми по модулю скоростями с образованием пары фотонов в конце процесса, приводит к суждению: универсальное уравнение (I) справедливо не только для симбиона, но и для «стандартного фотона» (СФ), излученного его источником, движущимся к приемнику лаборатории со скоростью, равной скорости симбиона. При этом индексы обозначений величин в (I) будут нести следующий смысл:

c – относится к сходственной величине СФ, излученного его источником, неподвижным в лаборатории;

Σ – относится к измеренной в лаборатории сходственной величине фотона, излученного источником СФ, движущимся в лаборатории со скоростью v .

Это суждение выражено **теоремой 3**: для фотона, излученного движущимся со скоростью v источником СФ, справедливы те же формулы релятивистских эффектов для его сходственных величин, что и для сходственных величин симбиона, движущегося с той же скоростью.

Иное суждение привело бы к невыполнению закона сохранения полной энергии замкнутой системы физических объектов.

В качестве стандартного можно принять любой фотон.

Определение 13. Фотон, излученный движущимся в лаборатории со скоростью v источником СФ и принятый приемником лаборатории, называется релятивистским.

Для обозначений сходственных величин релятивистского фотона используются индексы: $\Sigma +$ (при разгоне источника СФ), $\Sigma -$ (при торможении источника СФ).

При $I = \frac{1}{\lambda}$ формулы релятивистских эффектов СФ для кванта длины СФ при излучении фотона в направлении движения стандартного источника и в противоположном направлении примут вид

$$\gamma = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\Sigma+}} \quad (58'.1)$$

$$v_+ = \frac{\sqrt{\lambda_c^2 - \lambda_{\Sigma+}^2}}{\lambda_c} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c \quad (58.1)$$

v_+ – скорость источника СФ после разгона источника в лаборатории,

$$\gamma_- = \frac{\lambda_{\Sigma-}}{\lambda_c} = \gamma \quad (60.1)$$

$$v_- = \frac{\sqrt{\lambda_{\Sigma-}^2 - \lambda_c^2}}{\lambda_{\Sigma-}} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c \quad (60'.1)$$

v_- – скорость источника СФ до торможения источника в лаборатории.

Пары формул (58'.1), (58.1) и (60.1), (60'.1) можно назвать формулами релятивистских динамических эффектов стандартного фотона (РДЭСФ) для кванта длины при излучении фотона в направлении движения стандартного источника (релятивистское фиолетовое смещение излученного фотона – «фиолетовый РДЭСФ») и при излучении фотона против направления движения источника СФ (релятивистское красное смещение излученного фотона – «красный РДЭСФ»).

В ТА эти формулы позволяют установить скорость источника СФ в лаборатории как качественно (приближение, удаление, состояние покоя), так и количественно.

Эти четыре формулы РДЭСФ назовем РДЭСФ для кванта длины. РДЭСФ – это аналог эффекта Доплера для звуковых и световых явлений (сформулированного им в 1842 г.).

Пару этих формул (60.1), (60'.1) можно получить и в рамках СТО. Эту пару формул называют *релятивистским поперечным эффектом Доплера* [10].

В СТО «наблюдатель» – «геометро-кинематический». В системе отсчета он выполняет только геометро-кинематические функции. В ТА можно ввести понятие «динамического наблюдателя» в лаборатории, который способен по цвету (т. е. по энергии) единственного фотона, принятого от источника стандартного фотона, определить неподвижность (состояние покоя) источника или скорость удаления (или приближения) источника к наблюдателю. Эту функцию «динамического наблюдателя» можно возложить на приемник фотонов (ПФ), имеющий способность определять энергию принятого фотона.

Комплект приборов (источник СФ, зеркало и приемник фотонов) с учетом РДЭСФ позволяет «динамическому наблюдателю» укомплектовать лабораторию измерительными приборами (т. е. неподвижными относительно друг друга). Цвет принятого им фотона, который прежде был излучен источником СФ лаборатории и отражен от зеркала другого измерительного прибора не изменился – другой измерительный прибор неподвижен и может быть включен в состав лаборатории. Понятие «неподвижность» приборов относительно друг друга получает эмпирическую основу. Т. е. понятие «неподвижность» физического объекта относительное, но, с учетом РДЭСФ, оно позволяет сформировать лабораторию, в которой все динамические величины физических объектов являются абсолютными.

Источниками стандартного фотона могут быть следующие электродинамические структуры: атомы, светодиодные и лазерные источники и т. д. Приемниками фотонов также могут быть электродинамические структуры: атомы, приемники на основе фотоэлементов, спектрометры и т. д.

2.8. Дефект статической массы источников и приемников фотонов

Определение симбиона включает в себя не только стабильные элементарные частицы (электрон, протон, фотон и их античастицы), но и атомы веществ в невозбужденном состоянии. Это позволяет считать источники и приемники фотонов симбионами, статическая масса которых во много раз больше массы фотона. Атом – это «элементарный источник фотонов», который может быть и «элементарным приемником фотонов».

Из закона сохранения полной энергии замкнутой системы физических объектов следует справедливость теорем 4 и 5 «о дефекте статической массы атома».

Теорема 4. Статическая масса возбужденного атома больше статической массы атома в невозбужденном состоянии на величину массы фотона, испущенного атомом.

$$\frac{\Delta E_c}{c^2} = \Delta m_c = m_{c2} - m_{c1} = m_{12} = \frac{E_{12}}{c^2} = \frac{\hbar \nu_{12}}{c^2}, \quad (61)$$

m_{c2} – статическая масса атома перед излучением фотона, массой m_Φ ,

m_{c1} – статическая масса атома после излучения фотона,

E_{12} – энергия фотона,

m_{12} – масса фотона,

Δm_c – дефект статической массы атома.

Из (61) следует

$$\sqrt{\frac{\Delta E_c}{\Delta m_c}} = c = \sqrt{\frac{E_{12}}{m_{12}}} = \sqrt{\frac{\hbar \nu_{12}}{m_{12}}}. \quad (61')$$

Теорема 5. Статическая масса атома в невозбужденном состоянии меньше статической массы атома в возбужденном состоянии на величину массы фотона, принятого невозбужденным атомом.

Поставим следующие вопросы. Что такое фундаментальная постоянная (с) фотона? Если это скорость фотона, то чем обеспечивается ее постоянство? Почему скорость фотона есть величина постоянная и не зависит от его энергии (от цвета фотона)?

Ответы на эти вопросы содержатся в динамике взаимодействия фотона с источником. Скорость стандартного фотона обеспечивается его источником и является не только характеристикой фотона, но и характеристикой его источника, как генератора фотона – см. (61').

Почему эта характеристика ($c = \text{CONST}_1$) у всех источников фотона не зависит от энергии испускаемого ими фотона? Это свойство основано на эмпирических данных (дисперсии световых лучей разного цвета в вакууме не выявлено).

Содержание теорем 4 и 5 не противоречит эмпирическим данным: (спектры излучения фотонов атомами веществ совпадают со спектрами поглощения фотонов). Явления излучения и поглощения фотонов атомами – обратимые явления.

2.9. Векторная интерпретация универсального уравнение (I) динамики симбиона

Теорема I есть аналог теоремы Пифагора. Это допускает векторную интерпретацию величин I_c, I_p и I_Σ . Следовательно, уравнение (I) можно представить в векторной форме:

$$\begin{cases} \vec{I}_c + \vec{I}_p = \vec{I}_\Sigma & , \text{ (I)} \\ \vec{I}_c \perp \vec{I}_p & . \text{ (I}_a) \end{cases}$$

Согласно определению ФИЭФО ($\vec{p}_p = \vec{p}_k = m_\Sigma \vec{v}$) и с учетом сходственности величин **I** обобщённая импульсная величина (\vec{I}_p) сонаправлена с импульсом ФИЭФО (\vec{p}_p) и, следовательно, со скоростью движения (\vec{v}) физического объекта.

Система формул (I) и (I_a) выражает **теорему 6**: вектор (\vec{I}_Σ) полной сходственной величины физического объекта равен сумме векторов однородных ей импульсной (фотонной) и статической обобщённых величин. При этом вектор (\vec{I}_p) импульсной обобщённой величины сонаправлен с вектором (\vec{v}) скорости физического объекта, а вектор статической обобщённой величины (\vec{I}_c) перпендикулярен этой скорости.

Индексная форма формулы (I) имеет вид

$$c^2 + p^2 = \Sigma^2 \quad . \quad \text{(I.и)}$$

Формула (I.и) справедлива для любой сходственной величины **I** физического объекта.

Векторная интерпретация универсального уравнения (I) динамики симбиона представлена на рисунке

1.

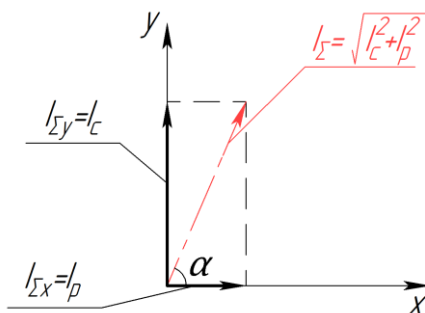


Рис. 1. Векторная интерпретация универсального уравнения (I) динамики симбиона

2.10. Критерии динамического подобия режимов движения физического объекта

Определение 14 (α, β, γ). Движения физических объектов являются динамически подобными, если числовые значения любого из трёх критериев динамического подобия режимов их движения (α, β, γ)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-\cos^2 \alpha}} = \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{I_\Sigma}{I_c} = \frac{\bar{I}_\Sigma}{I_c} \quad , \quad (62)$$

$$\beta = \frac{\sqrt{\gamma^2-1}}{\gamma} = \cos \alpha = \sqrt{1-\sin^2 \alpha} = \frac{v}{c} = \frac{I_p}{I_\Sigma} = \frac{\bar{I}_p}{I_\Sigma} \quad , \quad (63)$$

$$\alpha = \arccos \beta = \arccos \frac{\sqrt{\gamma^2-1}}{\gamma} = \arccos \frac{v}{c} = \arccos \frac{I_p}{I_\Sigma} = \arccos \frac{\bar{I}_p}{I_\Sigma} \quad . \quad (64)$$

являются одинаковыми.

Очевидно, что произведение γ и β

$$\gamma\beta = \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \sqrt{\gamma^2-1} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \text{ctg } \alpha = \frac{I_p}{I_c} = \frac{\bar{I}_p}{I_c} \quad (65)$$

также является критерием динамического подобия режимов движения физических объектов.

Безразмерная форма (I) примет вид

$$(\bar{I}) \quad \bar{I}_c^2 + \bar{I}_p^2 = \bar{I}_\Sigma^2 ; \quad 1 + (\gamma\beta)^2 = \gamma^2, (I\gamma\beta); \quad 1 + (\text{ctg}\alpha)^2 = \frac{1}{(\sin \alpha)^2} \quad (I\alpha)$$

Физические величины, имеющие размерность, входят в формулы (62)-(65) в виде отношения однородных величин. Режим движения ФО не является функцией статических величин (I_c).

Критерии подобия (α, β, γ) позволяют выполнить классификацию физических объектов в зависимости от режима их движения – см. табл. 2.

Таблица 2

Классификация физических объектов по режиму их движения

ФИЗИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ					
Тип физического объекта	Тело - ФО в состоянии покоя	Движущийся физический объект - симбион ($m_c \neq 0; 0 < v < c$)			Фотон (ЭМК)
Виды симбионов	–	Нерелятивистский симбион	Релятивистский симбион	Ультрарелятивистский симбион	–
	1	2	3	4	5
Область числовых значений критериев подобия режима движения	$\gamma = 1$ $\beta = 0$ $\alpha = \frac{\pi}{2}$ $v = 0$	$\gamma \approx 1 + \frac{\beta^2}{2}$ $\beta \ll 1$ $\alpha \rightarrow \frac{\pi}{2}$ $v \ll c$	$\gamma > 1$ $0 < \beta < 1$ $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ $0 < v < c$	$\gamma \rightarrow \infty$ $\beta \rightarrow 1$ $\alpha \rightarrow 0$ $v \rightarrow c$	$\gamma \rightarrow \infty$ $\beta = 1$ $\alpha = 0$ $v = c$
Универсальное уравнение динамики физического объекта	$I_\Sigma = I_c$ $I_p = 0$	$I_\Sigma \approx I_c \left(1 + \frac{\beta^2}{2}\right)$ $I_p \ll I_c$ $I_p \ll I_\Sigma$	$I_\Sigma = \sqrt{I_c^2 + I_p^2}$ $I_\Sigma = I_c \sqrt{1 + (\gamma\beta)^2}$	$I_\Sigma \approx I_p \left(1 + \frac{1}{2I_p^2}\right)$ $I_\Sigma \approx I_p$ $I_c \ll I_p$ $I_c \ll I_\Sigma$	$I_\Sigma = I_p$ $I_c = 0$
Коэффициент релятивистско-го эффекта ($\gamma = \frac{I_\Sigma}{I_c}$)	$\gamma = 1$	$\gamma = 1 + \frac{\beta^2}{2}$	$\gamma = \sqrt{1 + (\gamma\beta)^2}$ $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$	$\gamma \rightarrow \infty$	$\gamma \rightarrow \infty$
Примечания	$\gamma = \bar{I}_\Sigma = \frac{I_\Sigma}{I_c} = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ $\beta = \frac{I_p}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{I_\Sigma^2 - I_c^2}}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} = \frac{v}{c}$ $\alpha = \arccos \beta = \arccos \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma}$ $v = \frac{I_p c}{I_\Sigma} = \frac{\sqrt{I_\Sigma^2 - I_c^2}}{I_\Sigma} c = \frac{\sqrt{\gamma^2 - 1}}{\gamma} c$ $I = m, p, E, v, \frac{1}{T}, \frac{1}{\lambda}$				

Физические объекты можно разделить на три типа: тело ($\gamma = 1$), симбион ($\gamma > 1$) и фотон ($\gamma \rightarrow \infty$).

Симбионы подразделяются на три вида: симбион классической механики – нерелятивистский симбион ($\gamma \approx 1 + \frac{\beta^2}{2}$), релятивистский симбион ($\gamma > 1$), ультрарелятивистский симбион ($\gamma \rightarrow \infty$).

Таким образом, все тела динамически подобны ($\gamma = 1$), все фотоны динамически подобны ($\gamma \rightarrow \infty$), все симбионы динамически подобны при условии $\gamma = \text{const}$.

2.11. Классическая динамика симбионов

Определение 15. Классическая динамика симбионов – это динамика симбионов с наименьшими значениями динамического критерия режима их движения. Т.е.

$$\gamma \approx 1 + \frac{\beta^2}{2} \quad (52)$$

Полагая $\gamma \approx 1$ в формулах динамики симбионов, получим известные формулы классической динамики симбионов. Т.е.

$$p_k = p_p = p_c \gamma \beta \approx p_c \beta \approx m_c v \quad (17 - 19, 52, 53)$$

$$\lambda_p = \lambda_B = \frac{h}{p_k} = \frac{h}{p_p} = \frac{h}{p_c \gamma \beta} \approx \frac{h}{m_c v} \quad (40')$$

Определение 16. Разность полной и статической энергий симбиона называется *кинетической энергией симбиона*. Т.е.

$$E_k = E_{\Sigma} - E_c \quad (66)$$

или

$$E_{\Sigma} = m_c c^2 + \gamma \beta m_c c^2 \quad (66')$$

При $I=E$ с учетом (66) и определений таблицы 1 формула (53') примет вид

$$v = \frac{\sqrt{I_{\Sigma}^2 - I_c^2}}{I_{\Sigma}} c = \frac{\sqrt{E_{\Sigma}^2 - E_c^2}}{E_{\Sigma}} c = \frac{\sqrt{(E_{\Sigma} - E_c)(E_{\Sigma} + E_c)}}{\gamma E_c} = \frac{\sqrt{E_k E_c (\gamma + 1)}}{\gamma m_c c} = \frac{1}{\gamma} \sqrt{\frac{E_k (\gamma + 1)}{m_c}}$$

$$v = \frac{1}{\gamma} \sqrt{\frac{E_k (\gamma + 1)}{m_c}} \quad (53'')$$

В рамках классической динамики симбионов ($\gamma \approx 1 + \frac{\beta^2}{2}$) формулы (53''), (66), (66') примут вид

$$v \approx \sqrt{\frac{2E_k}{m_c}} \quad (53''')$$

$$E_k \approx \frac{m_c v^2}{2} \quad (66'')$$

или

$$E_{\Sigma} \approx m_c c^2 + \frac{m_c v^2}{2} \quad (66''')$$

Формула (53''') – это **определение модуля скорости (темпа движения) симбиона в лаборатории через его динамические величины для классического симбиона**.

Формула (66''') называется формулой *полной энергии классического симбиона* и является формулой СТО.

Формула (40') называется *формулой де Бройля длины волны нерелятивистской частицы (классического симбиона)* и является формулой квантовой механики.

Классическая динамика симбионов является предельным случаем теории абсолюности. С позиций ТА формулы классической динамики симбионов являются приближенными.

Определение 17. Если в лаборатории справедливы формулы классической динамики симбионов, то принято называть лабораторию *инерциальной*.

В ТА предполагается, что в лаборатории справедливы формулы классической динамики симбионов. В ТА (как и в СТО) иные лаборатории не рассматриваются, и прилагательное «инерциальная» опущено.

3. РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЭФФЕКТЫ ДЛИНЫ ДВИЖУЩЕГОСЯ ТВЕРДОГО СТЕРЖНЯ

Ключевым вопросом части 1 СТО считается вопрос об измерении длины движущегося твердого стержня. В СТО предложены два метода измерения длины стержня: 1) сравнение с эталоном длины путем прикладывания твердого эталона к стержню (измеренная этим способом длина стержня называется «собственной длиной стержня»); 2) косвенный – путем использования постоянства скорости света и разности *одновременных показаний синхронизированных часов на концах стержня*, движущегося вдоль одной из координатных осей.

В методике измерения величин в ТА за *эталонный объект* принят *стандартный фотон*. Т. е. за *эталонные величины* приняты величины *стандартного фотона*. Величины СФ известны. Для установления числового значения любой величины СФ в любой системе измерения физических величин достаточно знать *числовое значение единственной индивидуальной характеристики СФ*, например, числовое значение его энергии.

Для иллюстрации этой методики рассмотрим методику измерения длины твердого стержня и времени движения фотона вдоль этого стержня. Для этого используем следующие два понятия, введенные определениями в работе [5].

Определение 18 (ЭЛСФ). *Элементарный луч стандартных фотонов* – это последовательность одинаковых фотонов, излученных с частотой (f_c), равной частоте стандартного фотона (ν_c), векторы скоростей которых лежат на одной прямой. Т.е.

$$f_c = \nu_c = \frac{c}{\lambda_c} \quad (67)$$

Определение 19 (ИЭЛСФ). *Источник элементарного луча стандартных фотонов* – это излучатель (генератор) элементарного луча стандартных фотонов.

ИЭЛСФ можно назвать «элементарным лазером» и определить как лазер, мощность (P_c) которого наименьшая при заданной частоте (ν_c) луча стандартных фотонов. Формула мощности такого луча (и такого лазера), при КПД ИЭЛСФ равном единице, такова [5]:

$$P_c = h\nu_c^2 \quad (67')$$

Выполним следующие три эксперимента.

Принципиальная схема **эксперимента 1** представлена на рисунке 2.

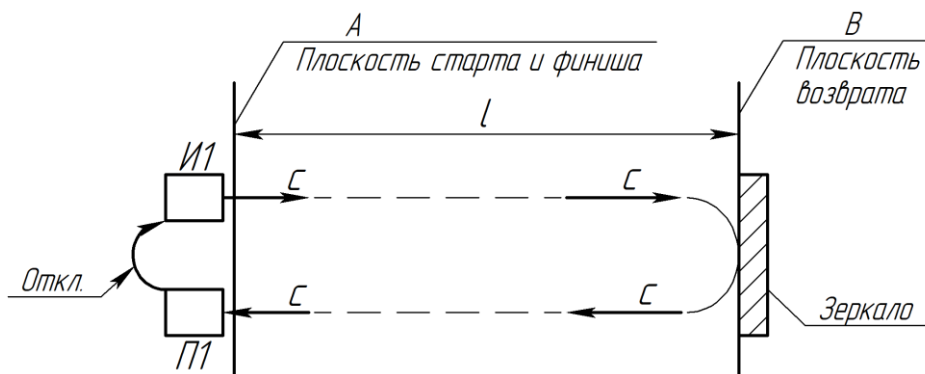


Рис. 2. Принципиальная схема эксперимента 1

В лаборатории имеются источник ЭЛСФ (И1), приемник фотонов (П1) и зеркало, расположенное в плоскости возврата (В) на расстоянии l от плоскости старта и финиша (А). Неподвижность зеркала устанавливается по цвету отраженного от него фотона, принятого приемником П1. Цвет отраженного от зеркала СФ не изменился – зеркало неподвижно в лаборатории.

Включается ИЭЛСФ (И1) – это начало эксперимента. Из пункта А испускается ЭЛСФ в направлении к пункту В. При отражении стандартных фотонов от зеркала их величины не меняются (но направление скорости их движения изменяется на противоположное). Стандартные фотоны достигают исходного пункта А. Приемник П1 в момент принятия первого фотона отключает источник ЭЛСФ (И1). Это является окончанием эксперимента. При этом двойная длина АВ ($2l$) заполнена стандартными фотонами.

Длину ($l_c^{\text{эл}}$) элементарного луча стандартных фотонов в квантах длины СФ (λ_c) и продолжительность ($t_c^{\text{эл}}$) эксперимента в квантах времени (T_c) СФ можно найти, если известно число ($N_c^{\text{эл}}$) фотонов луча, излученного источником И1 в процессе проведения эксперимента. Т.е.

$$2l = l_c^{\text{эл}} = N_c^{\text{эл}} \lambda_c \quad (68)$$

$$t_c^{\text{эл}} = N_c^{\text{эл}} T_c, \quad (69)$$

$$N_c^{\text{эл}} = \frac{E_c^{\text{эл}}}{E_c} = \frac{E_c^{\text{эл}}}{E_c}, \quad (70)$$

$$\eta_c^{\text{эл}} = \frac{E_c^{\text{эл}}}{E_c^{\text{эл}}} = 1. \quad (71)$$

При КПД ИЭЛСФ, равном единице (т. е. при $E_c^{\text{нл}} = E_c^{\text{мл}}$), число ($N_c^{\text{нл}}$) СФ в ЭЛСФ равно отношению электрической энергии ($E_c^{\text{мл}}$), потребленной источником луча И1, к энергии СФ ($E_c = h\nu_c$). Величина $E_c^{\text{мл}}$ известна – она измерена источником И1 в процессе проведения эксперимента.

Выполним **эксперимент 2**. Пусть ИЭЛСФ И2 удаляется от приемника фотонов П1 с постоянной скоростью. Постоянство скорости И2 можно установить по постоянству энергии релятивистского красного фотона, принимаемого от И2. Повторим эксперимент 1, используя в качестве источника элементарного луча фотонов источник луча релятивистских красных фотонов. Перед началом эксперимента двойная длина АВ должна быть заполнена релятивистскими красными фотонами. Начало эксперимента – это момент отключения И2 и одновременного включения П1. Измерим двойную длину АВ ($l_-^{\text{нл}}$) и время ($t_-^{\text{нл}}$) прохождения этой длины релятивистскими красными фотонами.

Для элементарного луча фотонов, состоящего из релятивистских красных фотонов (величины которых обозначены индексом «-»), получим

$$l_-^{\text{нл}} = N_-^{\text{нл}} \lambda_- \quad (72)$$

$$t_-^{\text{нл}} = N_-^{\text{нл}} T_- \quad (73)$$

$$N_-^{\text{нл}} = \frac{E_-^{\text{нл}}}{E_-} = \frac{E_-^{\text{мл}}}{E_-} \quad (74)$$

$$\eta_-^{\text{нл}} = \frac{E_-^{\text{нл}}}{E_-^{\text{мл}}} = 1 \quad (75)$$

При КПД ($\eta_-^{\text{нл}}$) приемника (П1) фотонов, равном единице (т. е. при $E_-^{\text{нл}} = E_-^{\text{мл}}$), число ($N_-^{\text{нл}}$) луча релятивистских красных фотонов равно отношению электрической энергии ($E_-^{\text{мл}}$), полученной приемником П1, к энергии релятивистского красного фотона ($E_- = h\nu_-$). Величина $E_-^{\text{мл}}$ известна – она измерена приемником П1 в процессе проведения эксперимента.

Согласно красному РДЭСФ имеем

$$\lambda_- = \gamma \lambda_c \quad (76)$$

$$T_- = \gamma T_c \quad (77)$$

$$v_- = \frac{v_c}{\gamma} \quad (78)$$

$$N_-^{\text{нл}} = \frac{N_c^{\text{нл}}}{\gamma} \quad (79)$$

С учетом (68), (69), (76)-(79) формулы (72) и (73) примут вид

$$l_-^{\text{нл}} = N_-^{\text{нл}} \lambda_- = \frac{N_c^{\text{нл}}}{\gamma} \gamma \lambda_c = l_c^{\text{нл}} = 2l \quad (80)$$

$$t_-^{\text{нл}} = N_-^{\text{нл}} T_- = \frac{N_c^{\text{нл}}}{\gamma} \gamma T_c = t_c^{\text{нл}} \quad (81)$$

Из формул (80) и (81) следует: эксперименты 1 и 2, выполненные в лаборатории по предложенной в ТА методике измерений, показывают одинаковые значения удвоенной длины стержня АВ и времени движения фотонов вдоль стержня.

Однако, с позиций СТО, с точки зрения «движущегося наблюдателя» (источника ЭЛСФ – И2), если измерять длину стержня числом стандартных фотонов, испущенных источником ЭЛСФ (И2), равным числу релятивистских красных фотонов ($N_-^{\text{нл}}$), укладываемых на длине удвоенной длине (2l) стержня АВ, то длина стержня ($l_-^{\text{нл}}$), вычисленная как произведение этого числа ($N_-^{\text{нл}}$) на длину кванта длины СФ (λ_c) будет в γ раз меньше. Ведь, источник ЭЛСФ (И2) никаких других фотонов, кроме стандартных, не излучает. Источники И1 и И2 являются одинаковыми источниками ЭЛСФ. С точки зрения «движущегося наблюдателя» длина $l_-^{\text{нл}}$ будет являться длиной удаляющегося от него стержня АВ. Т.е.

$$l_-^{\text{нл}} = N_-^{\text{нл}} \lambda_c = \frac{N_c^{\text{нл}}}{\gamma} \lambda_c = \frac{l_c^{\text{нл}}}{\gamma} = \frac{l_c^{\text{нл}}}{\gamma} = \frac{l_c^{\text{нл}}}{\gamma} = \frac{2l}{\gamma} \quad (82)$$

Результат, выраженный формулой (82), есть выражение (справедливой в рамках СТО) следующей трактовки релятивистского эффекта длины движущегося твердого стержня: с точки зрения «наблюдателей» систем отсчета длина стержня наименьшая в системе отсчета, условно принятой за неподвижную.

В рамках СТО оказывается справедливым также суждение о релятивистском эффекте уменьшения темпа течения времени в удаляющейся системе отсчета от системы отсчета, принятой за неподвижную: время в системе отсчета, удаляющейся от системы отсчета, принятой за неподвижную, течет медленнее, чем время в системе отсчета, принятой за неподвижную.

В рамках ТА такое суждение считается неудовлетворительным, т. к. трактовка этого суждения в ТА иная. Согласно красному РДЭСФ уменьшился темп хода самого фотона – см. формулу (78), и, следовательно, увеличилось в γ раз числовое значение кванта времени фотона (77).

Выполним **эксперимент 3**. Измерим двойную длину расстояния АВ (l_+^A) квантами длины (λ_+), а время (t_+^A) прохождения этой длины квантами времени (T_+) релятивистских фиолетовых фотонов (величины которых обозначены индексом «+») источника ЭЛСФ (ИЗ), приближающегося к пункту А с постоянной скоростью (v).

Выполнив вычисления, аналогичные вышеизложенным для эксперимента 2, получим результат, аналогичный результату, полученному в эксперименте 2. Т.е. формулы (79), (80) примут вид.

$$l_+^A = N_+^A \lambda_+ = \gamma N_c^A \frac{\lambda_c}{\gamma} = l_c^A = 2l \quad (83)$$

$$t_+^A = N_+^A T_+ = \gamma N_c^A \frac{T_c}{\gamma} = t_c^A \quad (84)$$

Таким образом, в рамках ТА есть релятивистские динамические эффекты квантов длины и квантов времени стандартного фотона, но в рассмотренных экспериментах это не приводит к изменениям длины твердого стержня.

ЭЛСФ в лаборатории в ТА выполняет функцию разметчика (калибратора) длины траектории с шагом разметки, равным кванту длины СФ и синхронизатора (калибратора) часов, расположенных в указанных точках траектории, с шагом промежутка времени, равным кванту времени СФ. Длина и время ЭЛСФ отсчитываются от места старта первого фотона луча ИЭЛСФ. Использование ЭЛСФ совместно с ИЭЛСФ и ПЛФ позволяет выполнить функции двух измерительных приборов: стандартной рулетки и стандартного секундомера.

4. ОБСУЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРЕДЛАГАЕМОЙ РАБОТЫ

4.1. Принцип относительности Галилея и теория абсолютности (ТА)

Используется ли принцип относительности Галилея в ТА? В ряде работ о СТО принцип относительности Галилея трактуется как геометро-кинематический принцип. Однако сам Галилей не ограничивал этот принцип геометро-кинематическими рамками и считал его справедливым по отношению ко всем наблюдаемым нами явлениям физики: явления в лаборатории, расположенной на берегу, и в лаборатории плывущего корабля одинаковы [2]. Считать этот принцип, расширенным Эйнштейном, было бы неверным. Этот принцип можно назвать *физическим принципом Галилея* и сформулировать так: *качественно одинаковые физические явления в лабораториях, движущихся друг относительно друга поступательно (т. е. без вращения) с постоянной скоростью, одинаковы и в количественном отношении*. Т. е. все указанные лаборатории идентичны. Например, в соответствии с этим принципом нет нужды доказывать, что скорость фотона, излученного стандартным источником, одинакова как в лаборатории на указанном корабле, так и в лаборатории на берегу: это есть следствие физического принципа Галилея. Следовательно, для изучения явлений физики достаточно одной лаборатории, названной здесь абсолютной лабораторией. Значит, прилагательное «абсолютная» можно опустить. Т. е. физический принцип относительности Галилея неявным образом используется в ТА – лаборатория одна. Понятие «лаборатория» – см. определение 1.

4.2. Сравнение суждений СТО и ТА

Сравнение суждений СТО и ТА представлено в таблице 3.

Сравнение суждений СТО и ТА

	Специальная теория относительности (СТО)	Предлагаемая работа – теория абсолютности (ТА)
Предмет исследования	Пространственно-временные (геометро-кинематические) свойства систем отсчета в зависимости от скорости их равномерного поступательного движения друг относительно друга (часть 1 СТО).	Динамические и геометро-кинематические свойства физического объекта как результата энергетического воздействия на него со стороны иных физическим объектов.
Характеристика аксиоматической структуры	Часть 1 СТО – это аксиоматическая структура – теория о геометро – кинематических свойствах пустого пространства и времени систем отсчета. За основные величины приняты геометрическая величина – длина и кинематические – время и скорость. Динамические свойства физических объектов являются следствиями пространственно-временных свойств систем отсчета.	ТА является аксиоматической структурой – теорией динамических свойств физических объектов при взаимодействии друг с другом. В ней за основные приняты динамические величины физического объекта – масса, импульс и момент импульса. Геометрические и кинематические характеристики ФО являются производными его динамических характеристик.
Понятия, используемые в работе	Система отсчета – это совокупность трехмерного пространства (трех осей координат) и часов, расположенных на одной из координатных осей и синхронизированных по определенному правилу.	Лаборатория – это совокупность измерительных приборов, неподвижных относительно друг друга.
	В части 1 используется понятие «свет» и его кинематическая величина – скорость. Понятие «фотон, импульсно – эквивалентный физическому объекту» не используется.	Понятие «свет» не используется. Используется понятие «фотон, импульсно – эквивалентный физическому объекту» и его физические величины. Скорость физического объекта определяется его динамическими величинами.
Чем обусловлены релятивистские эффекты	Геометро-кинематические «релятивистские эффекты» есть проявление свойств пространства и времени, возникающие при равномерном прямолинейном движении одной системы отсчета относительно другой. Динамические релятивистские эффекты являются следствиями геометро – кинематических свойств пространства времени систем отсчета. Используется физический принцип относительности Галилея. Используются, как минимум, две системы отсчета.	Все «релятивистские эффекты» есть результат внешнего динамического воздействия на физический объект, вызывающие его разгон (или торможение), которые проявляются в изменении полных сходственных динамических, геометрических и временных величин движущегося физического объекта в лаборатории. Лаборатория одна.
Область применения теории	Область применения части 1 СТО – исследования «геометро-кинематических» свойств пустого пространства-времени без ограничений линейных размеров пространств. Область применения части 2 СТО – в исследованиях атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц, квантовой электродинамики.	Область применения ТА – в исследованиях атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц, квантовой электродинамики.

Обе теории (СТО и ТА), стоящие на разных позициях, имеют ряд общих формул динамики физического объекта, однако в ТА выявлено универсальное уравнение динамики физического объекта (I), которое не было выявлено в рамках СТО.

В СТО геометрия и кинематика пространства-времени первичны, а динамические характеристики физического объекта являются следствиями свойств пространства – времени систем отсчета.

В ТА первичными являются динамические характеристики физического объекта, а его геометрические и кинематические характеристики являются производными его динамических характеристик. Т. е. в рамках ТА все сходственные величины физического объекта являются его динамическими величинами, включая те, которые в системе SI имеют геометрические или кинематические единицы измерения (м, м/с, с, 1/с и т. д.).

В кинематической части СТО релятивистские эффекты – это геометро-кинематические эффекты пространства-времени движущихся систем отсчета.

В ТА релятивистские эффекты – это динамические эффекты движущегося физического объекта в лаборатории (включая геометро-кинематические «релятивистские эффекты»).

Часть 1 СТО можно назвать новым разделом механики – «геометро-кинематикой пустого пространства». Окружающий мир с позиций СТО – это геометро-кинематический мир релятивистского пространства-времени.

С позиций ТА окружающий мир – это динамический мир тел и релятивистских физических объектов (симбионов и фотонов). Более того, поскольку фотон имеет электродинамическую (или электромагнитную) природу, то окружающий мир – это мир электродинамических (электромагнитных) физических объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе, названной теорией абсолютности, исследованы динамические явления физических объектов в лаборатории и получены следующие основные результаты.

Сформирована аксиоматическая структура теории абсолютности. Получено универсальное уравнение динамики физического объекта, определены сходственные величины физического объекта. Выявлены три вида сходственных величин физического объекта (статическая, фотонная (или импульсная) и полная).

Выявлены динамические критерии подобия режимов движения физических объектов, предложена классификация этих объектов в зависимости от числового значения этих критериев. Физические объекты разделены на три типа: тело, симбион и фотон.

Теория абсолютности содержит в себе классическую динамику симбионов в качестве частного случая.

Частные случаи универсального уравнения динамики физического объекта включают в себя следующие известные формулы: 1) «соотношение между энергией и импульсом частицы», 2) формулу де Бройля для длины волны частицы, 3) формулу комптоновской длины волны.

Релятивистские эффекты сходственных величин физического объекта при его разгоне качественно отличаются от релятивистских эффектов при его торможении, однако и в первом, и во втором случае выражаются одинаковыми парами формул.

Релятивистские динамические эффекты сходственных величин стандартного фотона выражаются теми же формулами, что и релятивистские эффекты сходственных величин физического объекта.

В рамках теории абсолютности величины физического объекта являются динамическими или производными его динамических величин.

Результаты, полученные в теории абсолютности, могут быть использованы при исследованиях в атомной и ядерной физике, физике элементарных частиц, квантовой электродинамике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белонучкин, В.Е. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В 2 т. Т. II. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика. // Под ред. Ю.М. Ципенюка. – 2-е изд., испр. / В.Е. Белонучкин, Д.А. Заикин, Ю.М. Ципенюк. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – С. 33.
2. Галилей, Г. Диалог о двух главнейших системах мира – птоломеевой и коперниковой / Г. Галилей. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1948. – 147 с.
3. Ландау, Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. – 1940; 1948. – 364 с.; 1988 – 510 с.
4. Неграш, А.С. Понятийный аппарат динамики специальной теории относительности Альберта Эйнштейна / А.С. Неграш // Наука и мир. – 2015. – № 10. – С. 19–35. – Режим доступа: http://scienceph.ru/f/scienceandworldno10%2826%29octobervol.i_1.pdf
5. Неграш, А.С. Физические характеристики фотона. Новые фундаментальные физические постоянные, характеризующие фотон / А.С. Неграш, И.А. Головин, Т.С. Мудинов // Наука и мир. – Том 1 – № 12 (64), декабрь 2018. – С. 24–35. – Режим доступа: http://scienceph.ru/f/science_and_world_no_12_64_december_vol_i.pdf
6. Окунь, Л.Б. О движении материи / Л.Б. Окунь. – М.: Физматлит, 2012. – 228 с.
7. Пуанкаре, А. О науке.: Пер. с франц. – М.: Наука. Главная редакция физико – математической литературы. – 1983. – С. 149–151.
8. Тернов, И.М. Синхротронное излучение / И.М. Тернов // Успехи физических наук. – апрель 1995. – Том 165. – № 4. – С. 429–456.
9. Умов, Н.А. Уравнения движения энергии в телах / Н.А. Умов. – Одесса: Типогр. Ульриха и Шульце, 1874. – 56 с.
10. Черный, А.Н. Релятивистская физика космоса / А.Н. Черный. – М.: Научный мир, 2010. – 480 с.
11. Einstein, A. Zur Elektrodynamik bewegter Körper // Ann. Phys. (Leipzig). 1905. Bd. 17[322]. S. 891 – 921 [On the Electrodynamics of Moving Bodies // СРАЕТ. V. 2, doc. 23; Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел // СНТ. Т. 1. С. 7].
12. Heaviside, O. On the electromagnetic effects due to the motion of electrification through a dielectric / O. Heaviside // Philos. Mag. – 1889. – V. 27. – P. 324–339.
13. Kaufman, W. Uber die magnetische und elektromagnetische Masse des Elektrons / W. Kaufman. – Gottingen Nachrichten, 1902. – P. 291–296.
14. Lorentz, H. Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that light // Proc. Of Acad. Of Sci. (Amsterdam). 1904. V. 6. P. 809 – 831 [Лоренц Г.А. Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньше скорости света // Лоренц Г.А., Пуанкаре А., Эйнштейн А., Минковский Г. Принцип относительности. Сборник работ классиков релятивизма / Под ред. В.К. Фредерикса, Д.Д. Иваненко. – М. – Л.: ОНТИ, 1935. – С.16].
15. Louis de Broglie. Comptes rendus de l'Académie des sciences. – 1923. – Vol. 177. – P. 548–550.
16. Max Abraham. Die Grundhypothesen der Elektronentheorie. Physikalische Zeitschrift (in German). 5: 576–579. – 1904.
17. Max Karl Ernst Ludwig Planck. Zur des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum // Verhandlungen der Deutschen physikalischen Gesellschaft. – 1900. – Bd. 2. – S. 237–245.
18. Poincare, H. La theoria de Lorentz Lorentz et le principe de reaction / H. Poincare // Arch. Neerland. Sci. Naurelles. – 1900. – V. 5. – P. 252–278.
19. Thomson, J. On the electric and magnetic effects produced by the motion on electrified bodies / J. Thomson // Philos. Mag. – 1881. – V. 11 (8). – P. 324–339.

Материал поступил в редакцию 16.12.20

DYNAMICS OF PHYSICAL OBJECTS – THE THEORY OF ABSOLUTENESS

A.S. Negrash¹, I.A. Golovin²

¹ Candidate of Engineering Sciences, Co-Chair of the General Physics Section, ² the 3rd year Student

¹ Moscow Society of Naturalists of Moscow State University,

² Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education

“Moscow State University of Food Production”, Russia

¹ E-mail: ftsh14@bk.ru, ² E-mail: iluha.golovin@mail.ru

Abstract. *An axiomatic structure of the dynamics of physical objects – the theory of absoluteness is proposed. The purpose of the work is to establish functional connections between the dynamic quantities of a physical object moving in the laboratory. The dynamic values of a physical object – mass, momentum, and angular momentum are taken as the main ones. The physical properties of the photon are used. A universal equation of the dynamics of a physical object is obtained. It is established that all relativistic effects of a physical object are the result of dynamic influence on it from other physical objects. the work is addressed to everyone who is interested in ideas about the foundation of physics.*

Keywords: *special relativity theory, absoluteness theory, physical object, symbion dynamics; photon that is pulse-equivalent to a physical object.*

Pedagogical sciences
Педагогические науки

УДК 621.74

**РОЛЬ ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ**

З.Л. Алимбабаева¹, Ш.А. Махмудова², Г.Х. Исламова³, Г.М. Камилова⁴

¹⁻³ Филиал Российского Государственного Университета им. Губкина И.М. в Ташкенте,

⁴ Ташкентский Государственный Технический Университет им. Ислама Каримова, Узбекистан

***Аннотация.** В статье рассматривается определение, цели и задачи дисциплины, её значение в технологической подготовке бакалавра и дипломированного специалиста. Роль современных материалов и технологий их переработки в развитии современного производства, в повышении их экономической эффективности, в обеспечении качества промышленной продукции. Понятие о технологии как о рациональной совокупности методов получения материалов, заготовок, деталей и их обработки.*

***Ключевые слова:** показатели функционального назначения, технологический процесс, технология, технологическая операция, заготовка, приборы, электроны и нейтроны.*

Повышение производительности труда и улучшение качество изделий, неразрывно связано с эффективностью производства, сокращение материалоемкости конструкцией определяется применением прогрессивных методов технологии. Разнообразное свойство качества изделий, в том числе показатели функционального назначения и надежности могут, должны и действительно обеспечиваются только в производстве при изготовлении деталей и осуществлении сборки посредством тех или иных технологических методов.

Методы технологии непрерывно развиваются и совершенствуются как в связи с общим научно техническим прогрессом, так и вследствие непрерывности процесса познания. Каждый метод технологии или каждый технологический процесс в отношении формируемых в нем показателей качества выступает в виде множества факторов. Установить все эти множества, а тем более проанализировать их с помощью количественных параметров не представляется возможным. Поэтому при выполнении любых технологических операций, даже в условиях строжайшей дисциплины, в объектах возникают изменения, относимые к случайным, многие из которых могут оказать существенное влияние на показатели качества изделий.

Развитие машиностроительной техники требует постоянного совершенствования, разработки и внедрения новых материалов, обеспечивающих постоянно растущие требования по качеству и эксплуатационной надежности.

Новые материалы во многом определяют ресурс и надежность изделий их эффективность и конкурентоспособность на мировом рынке. За последние десятилетия созданы принципиально новые конструкционные материалы, которые обеспечили значительное повышение важнейших характеристик летательных аппаратов, снижение удельной массы конструкций, увеличение надежности и ресурса авиационной техники.

Особенно интенсивно развивается материаловедение в последние десятилетия. Это объясняется потребностью в новых материалах для исследования космоса, развития электроники, атомной энергетики.

Основным направлением в развитии материаловедения является разработка способов производства чистых и сверхчистых металлов, свойства которых сильно отличаются от свойств металлов технической чистоты, с которыми преимущественно работают. Генеральной задачей материаловедения является создание материалов с заранее рассчитанными свойствами применительно к заданным параметрам и условиям работы. Большое внимание уделяется изучению металлов в экстремальных условиях (низкие и высокие температуры и давление).

Основными перспективными направлениями развития технологии конструкционных материалов и материаловедения на современном этапе являются – создание новых композиционных материалов, сверхлегких сплавов, nano структурных материалов и т. д.

В современных условиях развития общества одним из самых важных факторов технического прогресса в машиностроении является совершенствование технологии производства. Коренное преобразование производства возможно в результате создания более совершенных средств труда, разработки принципиально новых технологий.

Важным направлением научно-технического прогресса является также создание и широкое использование новых конструкционных материалов. В производстве все шире используются сверхчистые, сверхтвердые, жаропрочные композиционные порошковые, полимерные и другие материалы, позволяющие резко повысить технический уровень и надежность оборудования. Обработка этих материалов связана с решением серьезных технологических вопросов,

Создавая конструкции машин и приборов, обеспечивая на практике их заданные характеристики и надежность работы с учетом экономических показателей, бакалавр должен уверенно владеть методами изготовления деталей машин и их сборки. Для этого он должен обладать глубокими технологическими знаниями.

Роль курса "Технологии конструкционных материалов и материаловедение" – это современные рациональные и распространенные в промышленности прогрессивные методы формообразования заготовок и деталей машин. Содержание лекционного материала построено на принципе единства основных фундаментальных методов обработки конструкционных материалов: литья, обработки давлением, сварки и обработки резанием. Эти методы в современной технологии конструкционных материалов характеризуются многообразием традиционных и новых технологических процессов, возникающих на их слиянии и взаимопроникновении.

Описание технологических процессов основано на их физической сущности, где представлены сведения о строении и свойствах конструкционных материалов. Комплекс этих знаний обеспечивает универсальный подход к изучению технологии. В лекционных материалах изложены сведения о получении материалов из руд и дальнейшей их переработки до готовых деталей с заданными формами и свойствами, о технологии изготовления машиностроительных деталей из композиционных порошковых и неметаллических материалов. Все большее применение находят сварка металлов и многие ее прогрессивные виды. К числу прогрессивных методов технологии могут быть отнесены многие методы упрочняющей технологии, размерной механической обработки, электрофизические, в том числе обработка лазерным лучом, электрохимическая и ультразвуковая обработка, а также большая группа разнообразных методов финишной обработки.

Применение названных методов технологии обеспечивает рост производительности труда, улучшение экономических показателей, сокращение расходов металла, а также существенное повышение качества обработанных поверхностей, определяющих в конечном итоге повышение качества изделий и прежде всего надежных показателей безотказности и долговечности. Понятно, что научно-технический прогресс неразрывно связан и с системой образования, в том числе с системой подготовки бакалавров и магистров для отраслей хозяйства ВУЗов страны.

Однако в наше время, когда технология играет решающую роль проблема эффективности производства и качества изделий, когда созданы прочные научные основы технологических дисциплин, глубокие знания методов технологии необходимы не только специалистом – механиком, но и специалистам других направлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скоробогатов, В.К. Технология металлов и других конструкционных материалов: учебное пособие / В.К. Скоробогатов, Д.Н. Снопко. – Ухта: УГТУ, 2006. – 140 с.: ил.
2. Фетисов, Г.П. материаловедение и технология материалов: учебник для бакалавров / Г.П. Фетисов и др.; под ред. Г.П. Фетисова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 767 с.

Материал поступил в редакцию 12.11.20

THE ROLE OF STRUCTURAL MATERIALS TECHNOLOGY AND MATERIALS SCIENCE IN BACHELOR'S TRAINING

Z.L. Alimbabaeva¹, Sh.A. Makhmudova², G.Kh. Islamova³, G.M. Kamilova⁴

¹⁻³ Branch of Gubkin University in Tashkent,

⁴ Tashkent state technical University Named after Islam Karimov, Uzbekistan

Abstract. *The article discusses the definition, goals and objectives of the discipline, its significance in the technological training of bachelor and graduate students. The role of modern materials and technologies for their processing in the development of modern production, in improving their economic efficiency, and in ensuring the quality of industrial products. The concept of technology as a rational set of methods for obtaining materials, blanks, parts and their processing.*

Keywords: *indicators of functional purpose, technological process, technology, technological operation, billet, devices, electrons and neutrons.*

УДК 372.881.1

МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ К ВОСПИТАНИЮ ШКОЛЬНИКОВ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

М.В. Дрыгина, учитель английского языка,
МАОУ СОШ № 29 г. Калининграда, Россия

***Аннотация.** В статье представлен анализ современных подходов к понятию «цифровая образовательная среда», в условиях которой у современных будущих преподавателей осуществляется формирование компетентности в области межкультурной компетенции при использовании возможностей цифровой образовательной среды; задачи обучения современных школьников при использовании цифровой образовательной среды; рассматривается мультикультурное образование школьников при использовании цифровой образовательной среды; выявляются особенности использования цифровой образовательной среды для подготовки будущих преподавателей, а также особенности использования образовательной среды в процессе обучения школьников; особое внимание уделено рассмотрению целей использования цифровой среды для школы, учащихся, и преподавателей.*

***Ключевые слова:** иностранный язык, коммуникация, компетенция, культурные различия, межкультурная компетенция, межкультурная коммуникация, мультикультурное сообщество, образовательная среда, профессиональная подготовка, система образования, цифровая среда, цифровые ресурсы, цифровое общество, федеральный государственный стандарт, языковая среда.*

Живя в эпоху цифровой трансформации общества, невозможно представить учителя, который не будет стремиться к развитию профессиональной компетенции, а в частности к межкультурной компетенции в условиях информатизации образования, а именно при использовании цифровой образовательной среды в процессе обучения и воспитания школьников.

Согласно Государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2018-2025 годы приоритетной задачей высшего образования является повышение уровня компетентности студентов в области межкультурной коммуникации в условиях цифровой образовательной среды вуза, таким образом они будут способны удовлетворять потребности современного рынка труда, цифрового сообщества и цифровой экономики [7, с. 156-161]. Более того, современное мировое сообщество отличается изменениями в области межкультурного общения, так как при использовании современных технологий, а именно использование цифровой образовательной среды, характеризуется сменой ориентиров в лингвистическом образовании, в основе которого лежит формирование межкультурной компетенции школьников [6, с. 68].

Основной задачей учителя становится формирование личности обучающегося, который понимает и осознает различие и схожесть культур, а также готовностью к межкультурному общению и готов вступить в контакт с представителями других национальностей и культур [2, с. 289]. Следовательно, к учителю выдвигаются более высокие требования, так как он должен научить обучающегося осуществлять продуктивное общение и, в тоже время, выступать медиатором культур, то есть быть способным транслировать особенности других культур и передавать особенности и ценности иностранных культур учащимся.

При обучении иностранному языку особенно важна роль коммуникации, так как именно в ней происходит развитие каждого обучающегося. Развитие обучающегося происходит через общение с представителями мультикультурного общества [7, с. 156-157]. Именно с помощью цифровой образовательной среды, которая является открытой совокупностью информационных систем, предназначенных для обеспечения различных задач образовательного процесса).

В.Л. Гирич, С.М. Сороко, В.Н. Чуприна понимают под цифровой средой насыщенное цифровым контентом и цифровыми ресурсами, новое культурное, коммуникативное пространство [1]. Использование таких цифровых ресурсов как мультимедиа, программные средства, мобильные приложения и социальные сети в процессе подготовки будущих преподавателей позволяет создать коммуникативное пространство для межкультурного общения, то есть обмена информацией (аудио- и видео-сообщениями, фотографиями и текстами).

М.В. Лапенко и И.В. Роберт считают, что цифровая среда – это совокупность средств, предназначенных для обеспечения интерактивного взаимодействия между преподавателем и учащимся при использовании огромного многообразия электронных образовательных ресурсов [3, с. 37-43].

И.Д. Лушников и Е.А. Никодимова определяют информационную образовательную среду как совокупность: единой базы данных, технологий их использования и сопровождения; коммуникационных систем, предназначенных для информационного взаимодействия участников образовательного процесса [4, с. 20] (обучающихся, обучающихся, родителей или законных представителей обучающихся и администрации образовательной организации).

А.В. Морозова считает, что цифровая среда — это совокупность цифровых образовательных ресурсов, а также средств и технологий, которые обеспечивают учебный процесс в условиях цифровизации [9, с. 365]. Это определение наиболее близко положениям ФГОС и соответствующее задачам образовательного процесса.

В современном мире общество развивается достаточно быстро из-за интеграции цифровых ресурсов в повседневную жизнь, (например, социальные сети), что ведёт к расширению контактов, особенно межкультурных, что приводит к взаимодействию представителей разных культур, обмену мнениями, а, следовательно, к диссеминации компонентов культуры. Однако здесь возникает проблема из-за языкового барьера, разницы в восприятии особенностей культур. Однако коммуникативный процесс с представителями иных культур, иностранцами, может быть затруднен из-за языкового барьера и разницы в восприятии культурных особенностей представителями разных культур [5, с. 226-228]. Для решения поставленной задачи, учащиеся должны быть толерантными, приспосабливаться к окружающим условиям, современно мыслить, использовать цифровые ресурсы и базы данных для осуществления успешного коммуникативного диалога. Таким образом, и обучающийся и обучаемый должны быть компетентны в области межкультурной коммуникации. Моделирование ситуации при использовании современной цифровой среды способствует решению одной из главных задач обучению иностранному языку.

Также, ещё одной из возможностей цифровой среды является использование социальных сетей, где, как и обучаемые, так и обучающиеся могут общаться с представителями других культур в неформальной обстановке. Это помогает воспринять не только особенности иноязычной культуры, особенности менталитета представителей изучаемого иностранного языка, но и расширение словарного запаса (например, разговорные фразы). Более того, ещё одной из возможностей использования цифровой среды является доступ к сайтам с новостями, как к печатным, так и видео-новостям, онлайн газеты и журналы. Погружение в иноязычную среду позволяет проанализировать лексико-семантические структуры изучаемого иностранного языка.

Таким образом, цифровая образовательная среда имеет преимущества для всех участников образовательного процесса:

Для ученика:

- Возможность организовать самостоятельный образовательный маршрут;
- доступ к современным образовательным ресурсам;

Для родителей или законных представителей:

- увеличение возможностей для обучающихся;
- повышения конкуренции на рынке образования, тем самым создавая больше выбор для родителей и снижение издержек;
- прозрачность образовательного процесса;
- возможность общаться со всеми участниками образовательного процесса.

Для учителя:

- снижение нагрузки за счет ее автоматизации процесса обучения;
- уменьшение нагрузки по контролю за выполнением заданий учащимися за счёт современных технологий;
- возможность наблюдать за образовательным процессом;
- возможность организовать образовательный процесс по-новому;
- повышение мотивации обучающихся при создании и выполнении заданий;
- создание индивидуальной образовательной траектории для каждого обучающегося.

Для школы:

- наиболее эффективный процесс обучения за счёт переноса части нагрузки учителя на ИТ;
- уменьшение бюрократической нагрузки за счет автоматизации процесса обучения;
- Возможность осуществления коммуникации между всеми участниками образовательного процесса [8, с. 183].

Исходя из всего выше сказанного, можно сделать вывод, что процесс обучения в условиях цифровой образовательной среды строится на использовании цифровых ресурсов, целью которых будет являться формирование компетенций, а в частности, развитие межкультурной компетенции учащихся, а также развитие познавательной деятельности при самостоятельной работе обучающихся при контроле преподавателя с использованием цифровой образовательной среды. Таким образом, цифровая образовательная среда выступает как инструментом для овладения иностранным языком, так и средством для осуществления диалога с представителями разных стран, культур и вероисповеданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гирич В.Л., Чуприна В.Н. Глобальное информационное пространство и проблема доступа к мировым информационным ресурсам / В.Л. Гирич, В.Н. Чуприна. – Режим доступа: http://www.rsl.ru/upload/mba2007/mba2007_05.pdf
2. Елизарова, Г.В. Межкультурная коммуникация: сущность, структура и функции / Г.В. Елизарова. – М.: Академия, 2014. – 289 с.
3. Лапенко, М.В. Формирование индивидуальной траектории обучения в информационно-образовательной среде школы / М.В. Лапенко, В.В. Макеева // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 7 – С. 37–43.
4. Лушников, И.Д. Цифровая школа как ресурсный центр сетевого взаимодействия / И.Д. Лушников, Е.А. Никодимова. – Вологда: ВИРО, 2012. – 20 с.
5. Михалева, О.В. Современные тенденции межкультурной коммуникации будущих профессионалов / О.В. Михалева // Современный ученый. – 2017. – № 3 – С. 226–228.

6. Молчанов, С.В. Управление инновационной деятельностью в сфере образования / С.В. Молчанов // Журнал научно-педагогической информации. – 2011. – № 2 – С. 65–72.
7. Садохин, А.П. Межкультурная компетенция и компетентность в современной коммуникации (опыт системного анализа) / А.П. Садохин // Общественные науки и современность. – 2008. – № 3 – С. 156–161.
8. Слободчиков В.И. Образовательная среда: реализация целей образования в пространстве культуры / В.И. Слободчиков // Новые ценности образования. – 1997. – № 7 – С. 183.
9. Ясвин, В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию / В.А. Ясвин. – М.: Смысл, 2001. – 365 с.

Материал поступил в редакцию 07.12.20

CULTURAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS TRAINING TO EDUCATE PUPILS IN A DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT

M.V. Drygina, English Teacher

Municipal Educational Institution of Highschool No. 29 (Kaliningrad), Russia

Abstract. *The article presents an analysis of modern approaches to the concept of "digital educational environment", in the conditions of which the formation of competence in the field of intercultural competence is carried out in modern future teachers using the capabilities of the digital educational environment; tasks of teaching modern pupils using the digital educational environment; the multicultural education of pupils using the digital educational environment is considered; the features of the using of the digital educational environment for the training of future teachers, as well as the features of the using of the educational environment in the process of teaching pupils are revealed; special attention is paid to considering the goals of using the digital environment for schools, students, and teachers.*

Keywords: *foreign language; communication, competence; cultural differences, intercultural competence, intercultural communication, multicultural community, educational environment, professional training, education system, digital environment, digital resources, digital society, federal state standard, linguistic environment.*

УДК 691.330.18

ПОДВИЖНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО И МЕТОД РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ МАЛЬЧИКОВ 7-10 ЛЕТ К ЗАНЯТИЯМ ВОЛЕЙБОЛОМ**Р.Х. Тулаганов¹, Д.М. Умбаров²**¹ кандидат педагогических наук, старший преподаватель,² магистр педагогических наук, старший преподаватель
кафедра физической культуры и спортивных игр
Термезский государственный университет, Узбекистан

***Аннотация.** В статье рассматриваются подвижные игры как средство и метод развития двигательных способностей мальчиков 7-10 лет к занятиям волейболом. На этой основе учителям физической культуры и тренерам предложены программа и методика использования подвижных игр и игровых упражнений во время учебных и внеклассных занятий в подготовке начинающих волейболистов. Впервые разработаны и систематизированы комплексы подвижных игр, заданий, и выявлена эффективность их применения на процесс целенаправленного развития способностей мальчиков 7-10 лет, которые, в свою очередь, определяют способности к волейболу. Получены новые данные о динамике координационных и кондиционных способностей, двигательной подготовленности мальчиков за два года педагогического эксперимента.*

***Ключевые слова:** подвижные игры, развития, способности, волейбол, исследования, методика, экспериментальная группа, физические способности.*

Введение. Деятельность волейболистов основана на разнообразной двигательной активности (бег, прыжки, элементы акробатики, удары) и требует от человека разностороннего развития двигательных способностей: скоростных, скоростно-силовых, координационных, выносливости (М.С. Бриль, 1980; Ю.Д. Железняк, 1988 и др.).

Особенностью подготовки в волейболе является длительность освоения технического арсенала, которая вызвана высокой сложностью технических элементов игр. Такая ориентация должна была бы обязать тренеров делать ставку на раннюю специализацию, чтобы растянуть обучение во времени. Однако последняя в волейболе невозможна, так как младшие школьники не подготовлены физически к выполнению технических элементов игры (А.Г. Фурманов, 1986 и др.).

В таких условиях наиболее правильной стратегией может быть формирование специальных способностей младших школьников к волейболу не упражнениями самого вида спорта, а доступными для этого возраста средствами. В качестве последних могут быть подвижные игры, игровые упражнения, содержание которых позволяет оказывать целенаправленные воздействия на развитие специальных, прежде всего координационных, способностей: ориентирование в пространстве, быстрота и точность реакции и перестроения двигательных действий, чувство ритма, способность точно дифференцировать пространственные, силовые и временные параметры движений. (М.С. Бриль, 1980; Ю.Д. Железняк, 1988; и др.)

Рядом авторов экспериментально установлено, что включение в уроки младших классов подвижных игр специальной направленности в объеме 25-30 % ведет к повышению темпов развития различных физических способностей примерно на 8-30 % (К. Рубаш, 1983 и др.). Другие исследователи выявили положительный эффект влияния подвижных игр на развитие психомоторных способностей детей и юных спортсменов (В.И. Лях, 1976; М.Н. Тураходжаева, 1980; М.С. Бриль, 1980 и др.).

Цель данного исследования состоит в акцентированном развитии двигательных способностей младших школьников на основе систематического использования комплексов специально отобранных подвижных игр и игровых упражнений с целью подготовки их к занятиям волейболом.

Методы исследования: для решения поставленных задач в работе использовались следующие основные методы: лабораторный и естественный педагогический эксперименты, педагогические наблюдения. Применяли также следующие частные методики исследования: анализ научной методической литературы, оценка физического развития и двигательной подготовленности школьников 7-10 лет, математико-статистические методы.

Исследование проводилось на базе средних школ № 8 и 9 города Термеза и ДЮСШ Байсунского района Сурхандарьинской области. В исследовании приняли участие 88 школьников младших классов и учащиеся ДЮСШ.

Исследование проводилось в три этапа:

На первом этапе – осуществлялось определение комплексов подвижных игр и игровых упражнений.

На втором этапе – в рамках предварительного эксперимента эти игры пробовались в естественных условиях.

На третьем этапе – игровые комплексы были использованы с целью акцентированного воздействия на процесс формирования способностей к волейболу.

В экспериментальных группах (90 человек) занятия проводили два раза в неделю в рамках учебных занятий и два раза в режиме продленного дня. В конце основной части учебных занятий 8-10 минут отводили подвижным играм, а в группе продленного дня (во время спортивного часа) отводили игровым заданиям с акцентом на развитие двигательных способностей 15-25 % времени. В контрольной группе занятия проводили в соответствии с программой по физическому воспитанию учащихся I-XI классов.

Результаты исследования: При сравнении показателей физических способностей и морфофункциональных характеристик перед началом эксперимента были установлены их сходные величины по 34 показателям из 39 изучаемых в экспериментальных и контрольных группах мальчиков 7-10 лет, что свидетельствует об их однородности и идентичности.

На втором этапе исследования, по сравнению с исходными величинами, происходит выравнивание сенсомоторной координации. Высокий уровень варибельности демонстрируют показатели (особенно в контрольной группе) метания мяча в цель ($v - 52,9$), равновесия ($v - 99,2$), отдельных силовых показателей ($v - 19,9$), координационных способностей ($v - 28,0 - 78,0$). Маловариабельны морфологические характеристики ($v - 3,4 - 6,7$) и некоторые скоростные и скоростно-силовые показатели ($v - 5,7 - 9,0$). Однородность групп и всего контингента испытуемых по этим показателям достаточно высока.

После второго этапа исследования стало больше показателей, имеющих достоверные различия, и во всех случаях с преимуществом экспериментальной группы (таблица 1).

Таблица 1

Показатели физического развития, общей и специальной физической подготовленности учащихся (мальчиков) 7-10 лет экспериментальных и контрольных групп в результате третьего этапа исследования

№	Тест	Статистические параметры			Достоверность разности	
		M	+ m	v	t	p
1	2	3	4	5	6	7
Двигательные способности (общие)						
1.	Бег 20 м, с	3,51	0,41	11,68	4,18 ^x	< 0,001
		4,02	0,52	13,04		
2.	Бег 30 м, с	5,71	0,49	8,58	4,22 ^x	< 0,001
		6,41	0,52	8,19		
3.	Бег 300 м, с	70,93	4,06	5,73	7,38 ^x	< 0,001
		84,59	9,08	10,74		
4.	Челночный бег 3x10 м, с	9,52	0,41	4,38	4,40 ^x	< 0,001
		10,07	0,52	5,26		
5.	Прыжок вверх по В.М. Абалакову, см.	40,17	4,49	11,19	2,97 ^x	< 0,01
		36,14	5,76	15,94		
6.	Прыжок в длину с места, см.	1,42	0,11	7,93	5,46 ^x	< 0,001
		1,26	0,11	9,33		
7.	Многоскоки 8 прыжков, см.	10,38	0,80	7,79	3,19 ^x	< 0,01
		9,20	1,81	19,70		
8.	Метание теннисного мяча в цель, кол-во попаданий	4,10	0,85	20,95	4,33 ^x	< 0,001
		3,00	1,06	35,63		
9.	Толкание набивного мяча сидя, м.	2,82	0,50	17,70	3,23 ^x	< 0,05
		2,42	0,43	17,90		
10.	Наклон перед (пальцы уровня подошв ноги), см.	11,90	3,62	30,50	9,76 ^x	< 0,001
		4,20	2,19	52,15		
11.	Равновесие, с.	14,34	7,90	35,12	2,99 ^x	< 0,01
		8,51	6,86	80,65		
12.	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на гимнастической скамейке, кол-раз.	23,14	10,27	44,40	2,47 ^x	< 0,05
		16,90	8,85	52,42		
13.	Ошибка сенсомоторной координации (правая рука), см ²	3795,78	642,99	16,94	3,80 ^x	< 0,001
		5483,17	2297,87	41,91		
14.	Ошибка сенсомоторной координации (левая рука), см ²	3461,38	589,59	17,03	6,41 ^x	< 0,001
		5372,79	1493,69	27,80		
15.	Ошибка сенсомоторной координации (правая нога), см ²	3518,10	497,26	14,13	6,15 ^x	< 0,001
		5485,00	1646,83	30,02		
16.	Ошибка сенсомоторной координации (левая нога), см ²	3287,76	433,02	13,17	8,50 ^x	< 0,001
		5697,10	1462,08	25,66		
17.	Кинестетическая чувствительность (правая рука), угловые градусы	3,16	1,44	45,85	3,53 ^x	< 0,01
		15,78	3,73	64,47		
18.	Кинестетическая чувствительность (левая рука), угловые градусы	4,09	1,86	46,06	1,28 ^x	< 0,05
		4,79	2,21	46,16		

Окончание таблицы 1

№	Тест	Статистические параметры			Достоверность разности	
		М	± m	v	t	p
1	2	3	4	5	6	7
19.	Кинестетическая чувствительность (правая нога), угловые градусы	3,26	1,02	31,49	4,26 ^x	< 0,001
		5,26	2,29	43,66		
20.	Кинестетическая чувствительность (левая нога), угловые градусы	3,18	1,34	42,31	3,50 ^x	< 0,01
		4,74	1,98	41,89		
Морфофункциональные показатели						
21.	Длина тела, см	125,10	5,61	4,49	0,70 ^x	< 0,05
		124,7	4,33	3,49		
22.	Масса тела, кг	25,03	2,62	10,49	1,17 ^x	< 0,05
		24,14	3,18	13,18		
23.	Окружность грудной клетки, см	62,76	4,10	6,54	0,27 ^x	< 0,05
		62,48	3,58	5,73		
24.	Сила правой кисти, кг	11,68	1,45	12,48	3,37 ^x	< 0,01
		10,13	1,99	19,73		
25.	Сила левой кисти, кг	11,96	1,74	14,62	5,07 ^x	< 0,001
		9,58	1,81	18,95		
26.	Обхват бедра правой ноги, см	34,62	2,62	7,58	4,88 ^x	< 0,001
		30,76	3,35	10,91		
27.	Обхват бедра левой ноги, см	34,79	2,35	6,76	3,91 ^x	< 0,001
		30,76	3,20	10,41		
28.	Обхват голени правой ноги, см	26,14	2,46	9,41	0,71 ^x	< 0,05
		25,72	1,94	7,56		
29.	Обхват голени левой ноги, см	26,07	2,43	9,34	0,64 ^x	< 0,05
		25,69	2,05	8,00		
30.	Обхват предплечья правой руки, см	20,00	1,16	5,82	3,02 ^x	< 0,01
		19,03	1,26	6,66		
31.	Обхват предплечья левой руки, см	20,03	1,17	5,89	3,36 ^x	< 0,01
		19,00	1,16	6,13		
32.	Обхват плеча правой руки, см	19,52	1,24	6,37	1,44 ^x	< 0,05
		19,03	1,29	6,80		
33.	Обхват плеча левой руки, см	19,48	1,24	6,38	1,44 ^x	< 0,05
		19,00	1,30	6,89		
34.	Обхват правого плеча напряжений, см	22,03	1,45	6,59	3,37 ^x	< 0,01
		20,79	1,34	6,48		
35.	Обхват левого плеча напряжений, см	22,31	1,36	6,12	4,47 ^x	< 0,001
		20,69	1,39	6,73		
Двигательные способности (специальные)						
36.	Бег на 92 м (к 6 точкам), с	32,90	2,21	5,72	3,04 ^x	< 0,01
		35,20	2,41	9,69		
37.	Бег на 9 м, с	1,39	0,21	15,35	7,80 ^x	< 0,001
		1,82	0,21	11,51		
38.	Количество прыжков вверх за 30 с, кол-во раз	55,67	13,05	23,45	2,86 ^x	< 0,01
		49,79	14,47	29,06		
39.	Прыжок с доставанием метки, кол-во раз	33,72	8,53	25,31	5,15 ^x	< 0,001
		18,14	7,51	41,41		

Более высокие темпы роста силы, гибкости, выносливости, быстроты следует отнести за счет использования комплексов подвижных игр, а обхват бедра – за счет применения многочисленных игр с элементами прыжков. Следует отметить также преимущество экспериментальной группы в показателях «Скоростной ловкости» («Елочка»). Но по показателям скоростно-силовых качеств, преимущество экспериментальной группы не зарегистрировано, хотя целенаправленное воздействие через подвижные игры было объемным.

Видимо, достичь существенного улучшения силовых способностей за относительно короткий период времени сложно, так как эти способности в возрасте 7-10 лет менее чувствительны к развитию.

На заключительном этапе исследования следует отметить некоторое снижение вариабельности показателей испытуемых экспериментальной группы ($v = 6,5 - 98$, в начале и $5,7 - 35,1$ в конце), что является результатом более систематического развития способностей и продуманного использования подвижных игр. Такой результат можно считать закономерным (М.И. Попичев 1990).

Анализируя усредненные показатели групп, можно констатировать, что уровень ряда физических качеств испытуемых соответствует нормативам данного возраста. Почти по всем показателям заметно существенное

(таблица 1; $p < 0,05-0,001$) преимущество экспериментальной группы. Это доказывает эффективность примененной нами методики исследования комплексов подвижных игр, направленных на развитие двигательных способностей младших школьников.

Особо следует отметить заметное преимущество экспериментальной группы на уровне специальных по отношению к волейболу качеств испытуемых ($p < 0,05-0,001$).

Существенный прирост ($p < 0,001$) показателей скоростных качеств достигнут испытуемыми как экспериментальной, так и контрольной групп. Однако темпы прироста не одинаковы: экспериментальная группа уже на втором этапе почти в восемь раз опередила контрольную.

Анализируя изменение показателей скоростно-силовых способностей, можно отметить замедление темпов их прироста в контрольной группе, особенно на фоне экспериментальной. Например, прирост результата прыжка в экспериментальной группе по этапам составил 16,86-18,88 – 35,74 %; в контрольной – 1,76-1,73 – 3,39 % ($p < 0,05-0,001$).

Показатели прироста гибкости имеют менее выраженные групповые различия. Однако, как и для показателей равновесия в экспериментальной группе, они прирастают на 30-40 % быстрее, чем у мальчиков контрольной группы.

В показателях силовой выносливости тенденция силовых различий прироста выражена слабее, но, тем не менее, прирост статистически достоверен ($p < 0,05$).

Особенно высокий уровень в темпах прироста отмечен среди показателей координационных способностей, где наиболее ощутимо преимущество экспериментальной группы (в 4-5 раз).

Таким образом, темпы прироста физических способностей испытуемых экспериментальной группы повышают динамику одноименных показателей испытуемых контрольной группы, что можно объяснить только результатом использования разработанных комплексов подвижных игр в специальных игровых заданиях (упражнений).

Выводы. На уроках и в группах продленного дня не в полной мере используются возможности подвижных игр как средств общей и специальной спортивной подготовки. Недостаточно полно разработаны пути воздействия средствами подвижных игр на динамику физических способностей, не рассмотрены аспекты, связанные с оценкой эффективности применения подвижных игр в системе подготовки юных волейболистов на этапе подготовки к отбору в спортивные школы.

Разработаны комплексы подвижных игр с преимущественной многоцелевой направленностью, использование которых обеспечивает эффективность предварительной подготовки к отбору в спортивные школы по волейболу и стимулирование темпов прироста и общих и специальных физических способностей.

Темпы прироста физических способностей испытуемых экспериментальной группы существенно повышают аналогичные показатели контрольной группы ($p < 0,01$), что связано с разработанной методикой, позволяющей целенаправленно воздействовать на механизм становления и развития соответствующих двигательных способностей и морфофункциональных свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бриль, М.С. Отбор в спортивных играх / М.С. Бриль. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 127 с.
2. Железняк, Ю.Д. Подготовка юных волейболистов. Учебное пособие для тренеров / Ю.Д. Железняк, Ю.Н. Клещев, О.С. Чехов. – М.: Физкультура и спорт, 1967. – 238 с.
3. Железняк, Ю.Д. Юный волейболист. – Учебное пособие для тренеров / Ю.Д. Железняк. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
4. Фурманов, А.Г. Юный волейболист / А.Г. Фурманов, Ю.Н. Клещев. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 231 с.

Материал поступил в редакцию 07.11.20

**OUTDOOR GAMES AS A MEANS AND METHOD OF DEVELOPING
THE MOTOR ABILITIES OF BOYS 7-10 YEARS OLD TO ENGAGE IN VOLLEYBALL**

R.X. Tulaganov¹, D.M. Umbarov²

¹ Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer,

² Master of Science in Education, Senior Lecturer
Department of Physical Education and Sports Games
Termez State University, Uzbekistan

***Abstract.** The article examines moving games as a means and method for the development of motor abilities of 7-10 years old boys to volleyball. On this basis, physical culture teachers and coaches are offered a program and methodology for the use of outdoor games and game exercises during educational and extracurricular activities in the preparation of novice volleyball players. For the first time, complexes of outdoor games and tasks were developed and systematized, and the effectiveness of their application to the process of purposeful development of the abilities of boys aged 7-10 years, which, in turn, determine the ability to volleyball, was revealed. New data about the dynamics of coordination and conditioning abilities, motor readiness of boys for two years of the pedagogical experiment have been obtained.*

***Keywords:** moving games, development, abilities, volleyball, research, methodology, experimental group, physical abilities.*

Medical sciences
Медицинские науки

УДК 616.314-089.23:004:358

**СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ОККЛЮЗИОННОГО
ДИЗАЙНА (CAD/CAM – SIRONA CEREC) С ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ (WAXUP)**

Ж.Д. Ашымов,

Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б.Н. Ельцина (Бишкек), Киргизия

***Аннотация.** В медицину, как и во все сферы человеческой деятельности, приходит метод работы с помощью компьютерных технологий для усовершенствования и упрощения работы человека. В данной статье представлена разница точности оттиска снятого с помощью компьютера, и снятый человеком.*

***Ключевые слова:** стоматология, зубные протезы, Wax Up.*

Актуальность. Реконструкция окклюзии зубных рядов у пациентов должна выполняться для удовлетворения эстетических и функциональных требований. Данные применяемые реставрации должны сочетаться с существующей окклюзией и не должны оказывать негативного влияния на внутриротовую динамику. Сегодня подобные задачи решаются легко и быстро за счет применения современных 3D технологий. Весь процесс протезирования сводится к бесконтактному получению объемной полости рта пациента (сканированию), последующему компьютерному моделированию будущего зубного протеза и собственно 3D синтезу самого протеза [1], [2].

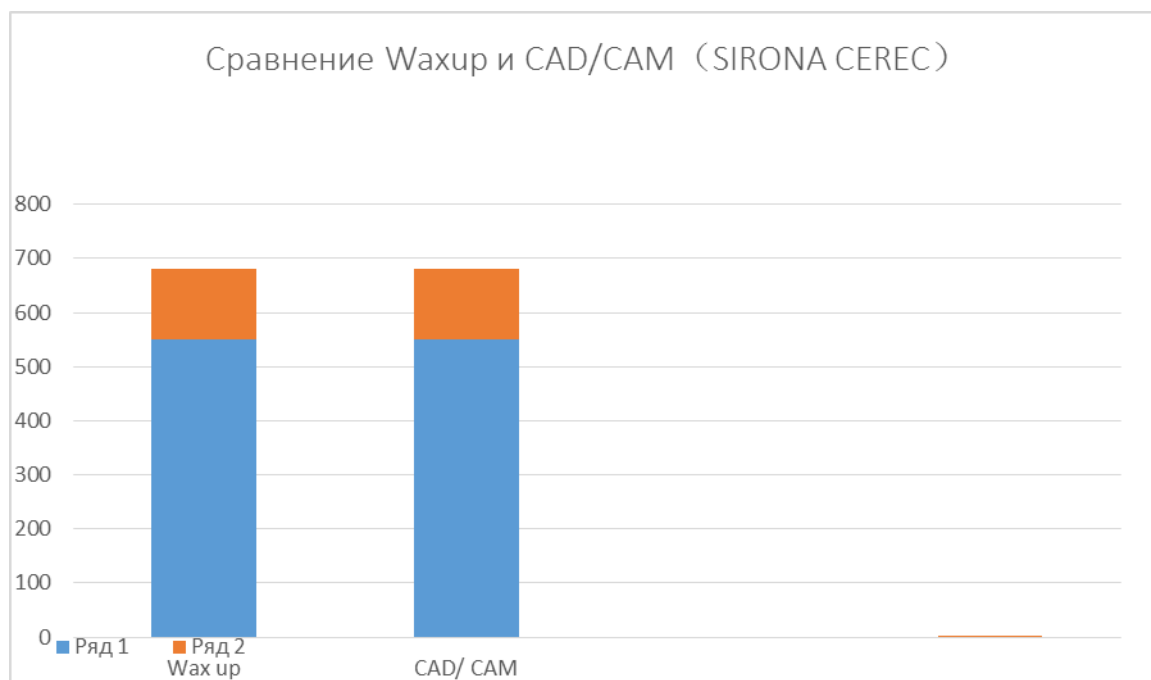
Цель клинического исследования. Сравнение точности окклюзионного дизайна, сформированного с помощью традиционных методов Wax Up (это создание модели коронковой части зуба, полностью восстанавливающей его анатомическое строение. Модель зуба формируют на культе зуба в гипсовой модели расплавленным воском. Если у зуба есть антагонисты, то для воссоздания жевательной поверхности зуба его модель изготавливается с использованием окклюдатора или артикулятора, при смыкании которых получается слепок от соприкосновения с зубами-антагонистами) и автоматизированного проектирования CAD/CAM (это новейшая технология, по которой изготавливаются каркасы зубных протезов из циркония, стеклокерамики, кобальт-хрома, титана и других материалов. Она основана на моделировании заготовки в специальной компьютерной программе и обработке на фрезервальном оборудовании с числовым программным управлением.), с точки зрения их аналогичности с естественной морфологией зубов [4-6].

Методы и материалы. Были взяты оттиски 10 челюстей без кариеса, и полученные гипсовые модели были отсканированы с помощью лабораторного сканера (SIRONA CEREC). Подготовка цельнокерамических полных коронок проводилась на вторых премолярах и первых молярах. Окклюзионный дизайн из 40 трехкомпонентных фиксированных частичных зубных протезов (FPD) был получен двумя различными методами. 10 FPD (фиксированных частичных зубных протезов) были разработаны с использованием обычной технологии воска (Wax Up), 30 – с помощью программного обеспечения CAD/CAM-система SIRONA CEREC (представляет собой уникальную CAD/CAM-систему для изготовления одиночных цельнокерамических реставраций за одно посещение непосредственно у кресла пациента. Вы получаете полный контроль над клиническим процессом, при этом быстро и безопасно достигая желаемых результатов для себя и своих пациентов, а именно: высокоэстетичные и долговечные реставрации.) [1].

Данные мостовидных протезов сравнивались с предварительно выведенными данными, которые считались образцовыми с точки зрения точности в цифровом преобразователе ATOS (Комплексное программное обеспечение для 3D-сканеров. Системы 3D-сканирования ATOS разработаны с использованием современного высокотехнологичного оборудования в сочетании с интеллектуальным программным обеспечением. ATOS создан с использованием интеллектуальных программных алгоритмов и инструментов глубокого анализа для получения высококачественных трехмерных данных и точных измерений размеров для инженерных приложений. Простой графический пользовательский интерфейс помогает выполнять сложные современные задачи в области контроля качества, производственных процессов и реверс-инжиниринга. В медицинской и исследовательской отраслях трехмерная метрология играет важную роль, чтобы гарантировать, что детали разработаны и изготовлены в соответствии со спецификациями. Точные данные сканирования позволяют врачам, исследователям и компаниям анализировать компоненты по размерам, а также проводить обратный инжиниринг, чтобы быстро вносить улучшения для модификаций) со столь высоким уровнем качества [1, 3].



Результаты: Согласно результатам, не было статической разницы между группами Wax Up и CAD/CAM-система SIRONA CEREC ($p > 0,05$) по сравнению с естественными зубами. Основное различие между двумя группами и естественной поверхностью составляло 550 ± 130 мкм.



Выводы: дизайн окклюзии, полученный с помощью традиционных методов (Waxup) и системы CAD/CAM (SIRONA CEREC) по сравнению с естественной морфологией зубов, не показал статически значимой разницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шустов, М. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии / М. Шустов, В. Шустова. – СПб. СпецЛит, 2011.
2. Доусон, П.Е. Функциональная окклюзия: от височно-нижнечелюстного сустава до планирования улыбки / П.Е. Доусон. – Издательство: Практическая медицина, 2016.
3. Grundlagen der zahnärztlichen Prothetik. Handbuck für die klinische Ausbildung – Eva Piehslinger, 2015.
4. Хватова, В.А. Клиническая гнатология / В.А. Хватова, 2002.
5. Маевски, С. Стоматологическая гнатофизиология. Нормы окклюзии и функции стоматогнатической системы / С. Маевски. – Издательство: ГалДент, 2014.
6. Клинеберг, И. Окклюзия и клиническая практика Пер. с англ, под общ. ред. М.М. Антоника / И. Клинеберг, Р. Джагер. – Издательство: МЕДпресс-информ. 2000.

Материал поступил в редакцию 16.12.20

COMPARISON OF THE ACCURACY OF COMPUTER OCCLUSAL DESIGN (CAD/CAM – SIRONA CEREC) WITH TRADITIONAL METHODS (WAXUP)

Zh.D. Ashymov,

Kyrgyz-Russian Slavic University named after B. Yeltsin (Bishkek), Kyrgyzstan

Abstract. There comes a method of working with the help of computer technologies to improve and simplify human work in medicine, as in all spheres of human activity. This article presents the difference between the accuracy of an impression taken by a computer and that taken by a person.

Keywords: dentistry, dentures, Wax Up.

УДК 616.314 (575.2-17):313.12

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДОСТУПНОСТЬ ЖИТЕЛЕЙ ЧУЙСКОЙ ОБЛАСТИ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ

О.Н. Юсупханов¹, Т.Т. Сельпиев²

¹ старший преподаватель кафедры ортопедической стоматологии,
аспирант кафедры общественного здоровья и здравоохранения,
² доктор медицинских наук, профессор, ректор

¹ Киргизско-Российский славянский университет им. Б.Н. Ельцина (Бишкек),
² Азиатский Медицинский институт (Кант), Киргизия

Аннотация. *Доступность в стоматологии имеет обширное понятие, данный термин состоит и включает в себя множество нюансов: географическая и транспортная доступность, достаточное обеспечение квалифицированными кадрами медицинских организаций, экономическая доступность. В данной статье автор представляет проблему экономической доступности стоматологической (преимущественно ортопедической) помощи. По мнению автора, данный вопрос является непреодолимой проблемой для большинства населения Чуйской области, где средняя заработная плата составляет немногим более двухсот долларов поддерживать свое стоматологическое здоровье в норме, по данным автора 85 % населения имеют проблемы со стоматологическим здоровьем в силу экономической недоступности лечения (часто дорогостоящего).*

Ключевые слова: *стоматология, экономическая доступность, Чуйская область.*

Актуальность исследования. В стоматологии, как и в любой области человеческой деятельности, присутствует дисбаланс (кадровый, материально-технический и т. д.). Люди разных регионов мира нуждаются в лечении и протезировании зубов.

Перманентная политическая нестабильность последнего десятилетия привела к дезорганизации социально важных направлений в развитии Кыргызской Республики, такие как здравоохранение, образование, социальная сфера. После развала СССР медицина стала тесно переплетена с экономическими возможностями граждан КР. Реформирование здравоохранения КР и новая экономическая политика повысили потребность граждан в стоматологической помощи [3, 6].

В развитии системы здравоохранения нужно стремиться к лучшему. В развитых странах, такие как Бельгия, Франция Германия, Дания, присутствует смешанная система страхования в медицине объединяя в себе Бисмаркскую и Бевериджскую.

Эти модели предусматривают оказание стоматологической помощи в рамках обязательного медицинского страхования (ОМС). В полной мере пациенты могут рассчитывать на стоматологическую ортопедическую помощь только в Германии, так как она предусматривает все виды протезирования.

В Кыргызской Республике в рамках ОМС стоматологическая ортопедическая помощь не предусмотрена.

Чуйская область считается экономически развитым регионом в рамках экономики Кыргызской Республики. На территории Чуйской области средняя заработная плата составляет 14000-15000 сомов.

Мотивация для поддержания здоровья полости рта и целостности зубного ряда обуславливается экономическими факторами для жителей Чуйской области, т. е. стоимостью стоматологического лечения. Но с развитием экономики Чуйской области и присутствие благоприятного климата для развития предпринимательства породило открытие множества частных медицинских центров и стоматологических кабинетов.

Для Кыргызской Республики характерна комбинированная модель оказания стоматологической помощи. За счет средств государственного бюджета, и за счет средств населения. В момент стоматологического развития Кыргызской Республики, стоматологические кабинеты открываются хаотично и нерационально без учета нуждаемости населения в стоматологической специализированной помощи. Для развития понятия «оптимальная стоматологическая помощь», предложенная Леонтьевым В.К., должны развиваться такие факторы как платежеспособность населения, социальные условия, система финансирования, новые технологии, высокая квалификация врачей стоматологов.

Единой системы оказания стоматологической помощи для всех стран, а также регионов одной страны нет и быть не должно. В первую очередь учитываются финансовые возможности населения, политический строй, привычки и пожелания пациентов [3].

Дефицит финансирования стоматологических поликлиник и их переход на хозяйственный расчет привел к увеличению цен на стоматологическое лечение и протезирование.

Существует потребность введения понятия и его развитие как «социальная стоматология», стоматологическая ортопедическая помощь имеет ярко выраженный социальный характер, т. е. финансовое благополучие населения несет в себе главный фактор сохранения стоматологического здоровья. По результатам исследований Кабановой А.В., главным критерием выбора стоматолога является не профессионализм и квалификация врача, а предстоящие расходы на стоматологическое лечение.

Присутствие конкурирующей среды в сфере стоматологии подчеркивает независимость пациента и его право выбора, т. е. в данных условиях пациент стимулирует стоматологические организации на повышение уровня квалификации коллектива и уровня обслуживания населения. Когда территориальные фонды обязательного медицинского страхования не в состоянии компенсировать дефицит бюджетных средств, выделяемых на здравоохранение, а государство не выполняет свои обязательства перед населением по оказанию бесплатной медицинской помощи, неизбежно начнется процесс коммерциализации медицинской помощи. Данный факт требует выработки финансовых и правовых механизмов государственного и коммерческого секторов здравоохранения.

Развитие экономических отношений и изменения в сфере здравоохранения, внедрение медицинского страхования, развитие различных форм оказания медицинской помощи не могут, но не будут влиять на наиболее динамично развивающуюся область стоматологической медицины. Стоматологический кабинет оказался более гибким перед лицом экономической реструктуризации в сфере здравоохранения и одним из первых начал радикальную перестройку хозяйственного механизма.

Существующая разница индивидуального развития регионов Кыргызской Республики создают возможность и пути создания, гибких моделей развития оказания стоматологической помощи населению Чуйской области.

После переориентации экономики Кыргызской Республики на рыночные отношения негосударственный сектор стоматологических организаций стал активно развиваться. Положительным моментом частных стоматологических организаций (ЧСО) является то, что в первую очередь они начали предоставлять населению вместе с медицинскими услугами так называемые немедицинские компоненты услуг и их более современное техническое оснащение. Результаты многочисленных научных исследований показывают, что спрос на стоматологические услуги зависит не только от цены, но и от ряда других факторов, таких как уровень доходов населения, полезность и потребность в стоматологических услугах, имидж стоматологической организации (оборудование, ремонт, качество оказываемых услуг, в том числе немедицинских, внешний вид персонала и др.) [4].

Внедрение элементов рыночных отношений в сфере здравоохранения, особенно в стоматологии, оправдано только для усиления потребительского суверенитета пациентов и возможностей его влияния на работу медицинских учреждений.

Качество оказываемой медицинской помощи является главным критерием при выборе лечебного учреждения. С введением рыночных отношений все более актуальным стали вопросы повышения качества медицинской помощи. Как и в любой другой области, медицинская услуга может стать рентабельной, только если оказываемая помощь будет на достаточно высоком уровне

Исходя из того, что стоматологическая помощь является одной из самых востребованных, то данный фактор также свидетельствует о недостаточной результативности деятельности стоматологической службы и является одним из обоснований дальнейшего изучения проблем эффективности управления факторами и ее определяющими [5].

Решение ключевых задач по совершенствованию стоматологической помощи населению не может быть успешным без научного анализа и обобщения практического опыта реструктуризации данного вида помощи в конкретных условиях учреждений, городов, регионов и отдаленных сельских территорий [3].

Следуя из вышесказанного, формирование новой экономической платформы требует реформирования стоматологической службы.

Кабанова А.В. считает, что финансовое благополучие населения является доминирующим фактором адекватности поведения с точки зрения сохранения стоматологического здоровья. На втором месте уровень образования и социально значимый вид занятости, на третьем – семейное положение респондентов. Бедность, безработица и снижение спроса на семейный образ жизни связаны с плохим здоровьем и недостаточными усилиями населения по их защите [1].

Стоматологическая практика убедительно демонстрирует, что в настоящее время сохранить здоровье зубов и улучшить сложившуюся ситуацию можно только путем внедрения в повседневную практику методов профилактики стоматологических заболеваний [1].

Существует потребность введения понятия и его развитие как «социальная стоматология», стоматологическая ортопедическая помощь имеет ярко выраженный социальный характер. т.е. финансовое благополучие населения несет в себе главный фактор сохранения стоматологического здоровья. По результатам исследований Кабановой А.В. главным критерием выбора стоматолога является не профессионализм и квалификация врача, а предстоящие расходы на стоматологическое лечение.

Присутствие конкурирующей среды в сфере стоматологии подчеркивает независимость пациента и его право выбора, т. е. в данных условиях пациент стимулирует стоматологические организации на повышение уровня квалификации коллектива и уровня обслуживания населения [3].

Кузьмина Н.Б. считает, что, когда государство в лице ОМС не в силах выполнить свои обязательства перед народом в сфере оказания бесплатной медицинской помощи, неизбежно будет происходить процесс коммерциализации здравоохранения. Данный факт требует выработки финансовых и правовых механизмов государственного и коммерческого секторов здравоохранения [2].

Развитие экономических отношений и изменения в здравоохранении, введение медицинского страхования, развитие различных форм медицинской помощи не могли, но не могли повлиять на более динамично

развивающуюся отрасль стоматологической медицины. Стоматологическая служба оказалась более гибкой для экономической реструктуризации здравоохранения и была одной из первых, кто инициировал радикальную реструктуризацию экономического механизма.

Существующая разница индивидуального развития регионов Кыргызской Республики создают возможность и пути создания, гибких моделей развития оказания стоматологической помощи населению Чуйской области.

Качество оказываемой медицинской помощи является главным критерием при выборе лечебного учреждения. С введением рыночных отношений все более актуальным стали вопросы повышения качества медицинской помощи. Как и в любой другой области, медицинская услуга может стать рентабельной, только если оказываемая помощь будет на достаточно высоком уровне.

По данным Европейской обсерватории по системам здравоохранения, страны Центральной Азии унаследовали высококоррелированный человеческий капитал с момента обретения независимости. Образование и медицинское обслуживание были бесплатными, существовала обширная система социального обеспечения и трансфертов. Высокий уровень социальных расходов и относительно небольшая разница в заработной плате объясняют, что общее распределение доходов было гораздо более эгалитарным, чем в большинстве стран с рыночной экономикой. При советской системе официально бедности не существовало, хотя имела группа малообеспеченных семей

Выводы. Исходя из того, что стоматологическая помощь является одной из самых востребованных, этот фактор также свидетельствует о недостаточной работе стоматологической службы и является одним из оснований для дальнейшего изучения проблем эффективности управления факторами и их определяющими моментами.

Решение важных задач по совершенствованию стоматологической помощи населению не может быть успешным без научного анализа и обобщения практического опыта реструктуризации данного вида помощи в конкретных условиях учреждений, городов, регионов и отдаленных сельских территорий [3].

Следуя из вышесказанного, формирование новой экономической платформы требует реформирования стоматологической службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабанова, А.В. Медико-экономические аспекты оказания стоматологической помощи взрослому населению в современных условиях. Автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.В. Кабанова, 2018.
2. Кузьмина, Н.Б. Социально-экономические условия формирования стоматологической помощи в России / Н.Б. Кузьмина.
3. Леонтьев, В.К. О реформировании и совершенствовании стоматологической службы России (концептуальная модель) / В.К. Леонтьев, В.Н. Олесова, 2013.
4. Матвеев, Р.С. Развитие стоматологической службы в России / Р.С. Матвеев, В.Н. Виктор, Н.Е. Козлова // Журнал Здравоохранение Чувашии. – 2013 – № 2.
5. Мещеряков Д.Г. Теоретическое обоснование и разработка механизмов повышения эффективности стоматологической помощи населению. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Д.Г. Мещеряков, 2016.
6. Сельпиев, Т.Т. Научные основы организации стоматологической службы. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Текст в условиях перехода к рыночной экономике наук: 14.00.21 / Т.Т. Сельпиев. – Бишкек, 2003.

Материал поступил в редакцию 15.12.20

ECONOMIC ACCESSIBILITY OF RESIDENTS OF THE CHUY REGION IN DENTAL CARE

O.N. Yusupkhanov¹, T.T. Selpiev²

¹ Senior Lecturer at the Department of Orthopedic Dentistry,
Postgraduate at the Department of Public Health Care,

² Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Rector

¹ Kyrgyz-Russian Slavic University named after B. Yeltsin (Bishkek),

² Asian Medical Institute (Kant), Kyrgyzstan

Abstract. *Accessibility in dentistry has an extensive concept, this term consists and includes many nuances: geographical and transport accessibility, sufficient provision of qualified personnel of medical organizations, economic accessibility. This article presents the problem of economic accessibility of dental (mainly orthopedic) care. According to the author, this issue is an insurmountable problem for the majority of the population of the Chuy Region, where the average salary is a little more than two hundred dollars to maintain their dental health in normal, according to the author, 85 % of the population have problems with dental health due to the economic inaccessibility of treatment (often expensive).*

Keywords: *dentistry, economic accessibility, Chuy Region.*

УДК 159.9

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ СВОЙСТВАХ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КУРСА ОБУЧЕНИЯ

С.Х. Джалилова, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии
Ташкентский Государственный педагогический университет имени Низами, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследования личностной профессионализации, в частности представления «Ретроспективного Я» о профессионально значимых свойствах студентов педагогического вуза в зависимости от курса обучения.*

***Ключевые слова:** профессионально значимые свойства, ретроспективное Я, эмпатия, коммуникативность, образ «Идеального учителя».*

В психологии личности принято считать, что развитие личности в онтогенезе идет от социального мира общества к индивидуальному миру личности. Эта мысль, выдвинутая Л.С. Выготским, С.Л. Рубинштейном, А.Н. Леонтьевым, в современной психологии принимается как постулат. Между тем, различные культуры и социотипическая среда, воздействуя на формирование психики, имеют свои закономерности, требующие анализа. Однако, в большинстве исследований, представление о социальном мире общества превращается нечто абстрактное (1).

Определяя теоретико-методологическую основу данного исследования, мы подчеркиваем, что нет и не может быть никакой психологии педагогики вне социокультурных проблем. Эта позиция остается неизменной и в дальнейшем.

Решая конкретные задачи настоящего исследования, мы с помощью наблюдения, анкетирования, анализа и обобщения, изучали динамику представления о профессионально значимых свойствах студентов педагогического вуза в зависимости от курса обучения (таблица 1).

Версия, разработанной нами, анкеты позволяет получить мнение студентов о себе в прошлом, настоящем и будущем, а также их мнения о том, как их представляют и оценивают другие (преподаватели и сокурсники). При этом, 19 вопросов имели ограниченный набор ответов: «определенно это так» – 5 баллов; «пожалуй, это так» – 4; «трудно сказать» – 3; «пожалуй, это не так» – 2; «определенно это не так» – 1 баллов.

Следует подчеркнуть, что предлагаемые для оценки студентам свойства в целом – образ «идеального учителя» или можно условно назвать «стандарт учителя». Конечно же, этот «набор» свойств можно было бы продолжить, но мы ограничились в основном свойствами, характеризующими учителя как личность. Не требует доказательств их значимость в личности и деятельности учителя. Предполагаем, что общеизвестны их направленность и в целом психолого-педагогическое содержание. Они общеизвестны. Поэтому в дальнейшем акцентируем внимание на результатах их исследования (2).

То, каково мнение студентов о себе в прошлом (ретроспективное Я) показано в таблице 1.

1. Способность понимать внутренний мир учащихся.

Данное свойство характеризует эмпатию у студентов. Как видно из таблицы, студенты 1 курса по этому свойству считают себя не очень подготовленными в прошлом (3,6). Хотя их показатели на достоверном уровне ($p < 0,01$) выше, чем у студентов 2 курса (3,1), которые склонны к неопределенной оценке данного свойства («трудно сказать»).

Интересно, что студенты 2 и 3 курсов во мнениях по проявлению рассматриваемого профессионально значимого свойства почти одинаковы. Их показатели значимо не различаются. И тем, и другим, по-видимому, присуще, так называемая позиция «социальной желательности» ответов, что является одним из механизмов самоподачи в целях самозащиты собственного «Я».

Однако уже на 4 курсе студенты более позитивно оценивают данное свойство (3,9), что значимо выше ($p < 0,05$), чем у студентов 3 курса. На наш взгляд, это можно объяснить и поставить в зависимость от сопоставления реальных знаний в прошлом о реальном мире учащихся.

Мнения студентов в баллах о своих профессионально значимых свойствах личности в прошлом (ретроспективное «Я»)

№	Свойства и качества личности	Среднее по всем обследованным n = 406	Показатели различий в зависимости от курсов обучения			
			1 к n = 60	2к n = 171	3к n = 90	4к n = 75
1.	Способность понимать внутренний мир учащихся	3,5	3,6*	3,1	3,3**	3,9**
2.	Умение устанавливать контакт с другим человеком	4,1	4,5***	4,1	4,1*	3,7***
3.	Способность активного воздействия на ученика	3,3	3,1	3,2**	3,6	3,4**
4.	Общительность	3,8	3,8	3,9	3,8	3,6*
5.	Уважение верований и убеждений других	3,9	4,2	3,9	3,9*	4,2**
6.	Умение убеждать людей	4,2	4,3*	4,1	4,2	4,4
7.	Уверенность в себе	4,3	4,7*	4,5**	4,0*	4,5**
8.	Выдержка и самообладание	3,9	4,1	4,1	4,1	3,8
9.	Требовательность	3,8	4,1***	3,7***	4,2***	3,4**
10.	Настойчивость	3,9	3,6	4,1	4,1	4,3**
11.	Инициативность	3,5	3,1*	3,6*	3,9*	3,4*
12.	Энергичность	3,9	4,1	4,1***	3,3*	3,8*
13.	Терпеливость	3,7	4,1	4,1***	3,3*	3,8*
14.	Качество организатора и руководителя	3,3	3,2	3,2	3,3	3,4
15.	Умение управлять своим поведением и поведением других	3,7	3,7	3,9	3,7	3,8
16.	Гибкость поведения	3,8	4,0	4,1***	3,4**	4,1**
17.	Организованность	3,7	3,9	3,7**	3,4***	4,2**
18.	Самостоятельность и творческое мышление	3,5	4,0	4,1	3,9	4,1*
19.	Специальные знания	4,0	4,4	4,1	4,1	3,9

*- $p < 0,01$; **- $p < 0,05$; ***- $p < 0,001$

2. *Умение устанавливать контакт с другим человеком (коммуникативные свойства).* В этом важном для учителя свойстве студенты 1 курса наиболее позитивны (4,5). Их ответы означают, что они определенно обладали этим свойством в прошлом. Уже на 2 курсе студенты становятся на другие позиции, т. е. они (по-видимому, сопоставляя себя с тем, кем они были на 1 курсе) оценивают себя (4,1) значительно ниже, чем студенты 1 курса ($p < 0,001$). Однако оценка себя студентами по этому свойству в прошлом на 3 курсе не изменяется (4,1).

Ретроспективная оценка коммуникативных свойств студентами 4 курсов также понижается. Можно даже отметить наиболее худшую их оценку студентами 4 курса ($p < 0,05$). Полагаем, что это следствие более критического и объективного подхода к себе, связанного именно с накоплением опыта и знаний. Все знает тот, кто знает мало. Знание порождает незнание (Гёте).

3. *Способность к активному воздействию на ученика.* Проявление данного свойства студентами 1 и 2 курсов оцениваются в прошлом неопределенно (3,1 и 3,2), что указывает вероятнее всего на их неумение ещё увидеть очень серьёзную проблему в работе учителя в полной мере, тогда как с приобретением определенных знаний, умений и навыков, а также вследствие непрерывной педагогической практики уже на 3 курсе более серьёзно осознается данное свойство в прошлом (3,6). Этот показатель значительно выше ($p < 0,05$), чем у студентов 2 курса. Эта тенденция (оценивать как незнание в прошлом) сохраняется и в последующие годы обучения.

4. *Общительность.* Ретроспективная оценка данного свойства личности на всех этапах обучения в вузе довольно средняя. Определенной динамики в оценке себя по этому свойству в прошлом не наблюдается. «Пожалуй, обладал данным качеством» – таково общее мнение у студентов на всех курсах. Предполагаем, что это явление более критической самооценки прошлого «Я» в проявлении данного свойства личности, а не показатель недостаточности его проявления в настоящем.

5. *Уважение верований и убеждений людей.* Это свойство личности рассматривается в русле проявления общей культуры учителя. Но в условиях социокультурной среды и самобытности узбекского этноса оно выступает и важным регулятором социотипического проявления учителя.

Студенты весьма средне оценивают себя в прошлом по этому свойству личности. Если учесть, что именно с приобретением независимости и построением суверенитета в Республике Узбекистан отношение к религии и различным убеждениям людей стало склоняться в позитивную сторону, то нетрудно понять некоторое «потепление» в оценке своего прошлого в этом свойстве у студентов 1 и 4 курсов (4,2).

6. *Умение убеждать людей.* В проявлении данного свойства в прошлом студенты обнаруживают достаточно высокие оценки (4,2). Наиболее позитивны в самооценках студенты 1 курса (4,3), что значительно ($p < 0,01$) выше, чем оценки студентов 2 курса (4,1). В дальнейшем между показателями студентов разных курсов достоверных различий не наблюдается (табл. 1), что оценивается нами как позитивный факт, заключающийся в том,

что все студенты оценивают себя по этому свойству хорошо. Их общее мнение: «пожалуй, в прошлом обладал данным качеством».

7. Уверенность в себе. Данное весьма важное свойство учителя также в прошлом оценивается высоко (4,3). Любопытно, что самыми уверенными в себе в прошлом считают студенты 1 курса (4,7). Однако в дальнейшем подобная уверенность начинает снижаться из курса в курс (4,5; 4,0). Лишь к 4 курсу опять самооценка себя в прошлом увеличивается (4,5).

8. Выдержка и самообладание. Средний показатель всех студентов (3,9) достаточно высок. Это означает, что они в прошлом «пожалуй, обладали данным качеством». Достоверных различий между показателями студентов разных курсов не обнаруживается. Отметим лишь, более критической оценки студентов 4 курса.

9. Требовательность. В прошлом студенты оценивают себя по данному качеству как обладателями его (3,8). Однако студенты значительно различаются друг от друга ($p < 0,001$) на 1,2 и 3 курсах. Все эти годы обучения дают позитивные самооценки студентов. Но на 4 курсе это оценка себя в прошлом, становится наиболее низкой (3,4). Это свойство, являясь одним из самых важных в личности учителя, на наш взгляд, осознается им уже в процессе непосредственной педагогической деятельности и является одним из интегративных показателей профессионализма учителя.

10. Настойчивость. Средний балл в оценке этого качества в прошлом у студентов (3,9) говорит о том, что и это свойство является наиболее сформированным («пожалуй, обладал данным качеством»). Из таблицы можно видеть определенную динамику роста самооценки от 1 до 4 курса (3,6; 4,1 и 4,3).

11. Инициативность (3,5). Данное свойство, пожалуй, оценивается в прошлом наиболее низко. Любопытно, что это свойство имея тенденцию высоко оцениваться от 1 до 4 курса, затем опять оценивается более критично студентами 4 курса. Низкая оценка этого качества в прошлом, на наш взгляд, может быть объяснено недостаточным развитием инициативности учащихся в школе и студентов в вузе. Это исходит из того, что студенты 1 курса в прошлом видят в себе ученика школы, а студенты постарше склоняются сопоставить себя с прошлым курсом обучения в вузе.

12. Энергичность. Среднее по студентам 3,9 баллов. По-видимому, в энергичности студенты себя не склонны понижать.

13. Терпеливость. Данное свойство присуще узбекскому этносу вообще (1), еще большую значимость приобретает для учителя. Интересно, что студенты, оценивая себя по этому качеству в прошлом, считают, что они обладают им (3,7). Как и предполагалось наиболее высоко ценят себя в прошлом студенты 1-2 курсов (4,1). Но уже к 3 курсу идет резкое снижение оценки этого свойства в прошлом (3,3), что значительно ниже, чем у студентов 2 курса ($p < 0,001$) и у студентов 4 курса ($p < 0,01$).

14. Качества организатора и руководителя. Самооценки студентов по этому признаку неопределенные (3,3). Их ответ обозначает – «трудно сказать». В общем-то в прошлом все студенты считают себя в этом качестве не подготовленными. Достоверных различий в показателях студентов различного курса не обнаруживается. Такое же положение мы можем наблюдать и при ретроспективной оценке студентами и следующего свойство личности.

15. «Умение управлять своим поведением и поведением других» (3,7).

Несколько позитивнее студентами в прошлом оцениваются следующие свойства, названные нами как.

16. «Гибкость поведения» (3,8), означающее, что студенты считают себя гибкими в своем поведении. Наиболее высоко ценят себя в этом свойстве студенты 2 и 4 курсов.

17. Организованность (3,7).

18. Самостоятельность и творческое мышление (3,5). Эти свойства личности в прошлом студентами оцениваются также достаточно высоко. Наблюдается рост показателей от курса к курсу. Наиболее высокая оценка этих свойств у студентов 4 курса (табл. 1).

19. Специальные знания. Как ни странно, но по нашим данным студенты младших курсов оценивают себя по этому свойству гораздо выше, чем студенты старших курсов. Однако достоверных различий в самооценках данного свойства между студентами разных курсов не наблюдается. Предполагаем, что занижение самооценок студентами старших курсов связано с более осмысленной их идентификацией с образом учителя. Поэтому все проблемы, связанные со знаниями, умениями, навыками начинают осознаваться уже более практической плоскости.

Таким образом, динамика представлений студентов о профессионально значимых свойствах в зависимости от курса обучения различна. Она связана, в первую очередь, с процессами формирования профессионального самосознания студентов и социализации.

По мере возрастания курса у студентов наблюдается более критическая оценка себя в «Ретроспективном Я» и расширяется представление об образе «Идеального учителя».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джалилова, С.Х. Особенности личности учителя в профессиональной деятельности. / С.Х. Джалилова // Science and world. International scientific journal. – 2017. – Т. II – № 5 (45).
2. Джалилова, С.Х. Проблема профессионально важных качеств в педагогической деятельности и её формирование в процессе подготовки в педвузах. / С.Х. Джалилова // Science and world. International scientific journal. – 2015. – Т. II – № 5 (21).
3. Елисеев, О.П. Практикум по психологии личности / О.П. Елисеев. – Санкт-Петербург, 2002.
4. Маркова, А.К. Психология труда учителя / А.К. Маркова. – М.: Просвещение, 1993.

Материал поступил в редакцию 09.11.20

STUDY OF THE DYNAMICS OF THE IDEA OF STUDENTS PROFESSIONALLY SIGNIFICANT PROPERTIES OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY DEPENDING ON THE COURSE OF STUDY

S.Kh. Dzhaliilova, Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor at the Department of psychology
Tashkent state pedagogical university named after Nizami, Uzbekistan

***Abstract.** This article presents the results of a study of personal professionalization, in particular, the idea of the "Retrospective Me" about the professionally significant properties of students of a pedagogical University, depending on the course of study.*

***Keywords:** professionally significant properties, retrospective Me, empathy, communication skills, the image of the "Ideal teacher".*

УДК 15

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

А.С. Назаров¹, О.В. Митина²¹ преподаватель кафедры психологии религии и педагогики,² доцент кафедры возрастной психологии¹ Международная Исламская Академия Узбекистана (Ташкент), Узбекистан² Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Россия

***Аннотация.** В настоящей статье раскрываются психологические особенности принятия управленческих решений, а также представлены психологические рекомендации по повышению эффективности процесса принятия управленческих решений, основанных на результатах проводимых экспериментальных работ.*

***Ключевые слова:** личность, персонал, менеджер, индивидуальные особенности личности, принятие решений, управленческие решения, осознанный выбор, детерминизм, индетерминизм.*

Процессами принятия управленческих решений охвачены все сферы человеческой деятельности. Действительно, управленческие решения принимаются и выполняются во всех группах общества, как отдельным лицом, так и большими организациями.

Как пишет Иванова В.С.: «На сегодняшний день в связи с социально-экономическими изменениями произрастает необходимость изучения теоретических и прикладных аспектов управления обществом, его сферами, организациями, учреждениями и т. д. Без компетентного постоянно совершенствующегося управления невозможно преодолеть трансформации, которые происходят в нашем обществе. Современная ситуация требует уделять все большее внимание социально-психологическим проблемам управления» [2].

В современном управлении правильная подготовка и принятие решений создает все условия для достижения плодотворных результатов в социально-политической, социально-психологической и экономической сферах. Ни для кого не секрет, что принятие решений является важным звеном любой управленческой деятельности, поскольку каждый человек или группа людей принимает решения в рамках своей должности или компетенции.

Процесс принятия управленческих решений является отдельным видом трудовой деятельности, требующей высокой квалификации, опыта работы. Как правило, принятие управленческих решений, будучи направленным на достижение какой-либо цели, достигает результата при определенных действиях.

В сфере государственного управления процесс принятия решения связан с актуальностью исследования демократических основ и рядом объективных проблем.

Во-первых, принимая во внимание реформы, осуществляемые в нашей республике главными представителями реформизма, последовательное изучение принимаемых решений в сфере государственного управления является требованием нашего времени.

Во-вторых, повышение результативности государственного управления, направленное для принятия управленческих решений стало жизненной необходимостью.

В-третьих, анализ принятия управленческих решений в период независимости, дает возможность понять сущность и содержание перспективных направлений в социально-политической и социально-психологических процессах, осуществляемые в Узбекистане.

В-четвертых, информированность населения о принятии решений, контроль с их стороны, а также участие в управлении в будущем, пробуждает ответственность перед общественностью.

В-пятых, управленческое решение в социально-политической и экономической сферах – это, прежде всего, процесс оценки и реакции руководителя на отклонения от норм, который влечет за собой моральную и юридическую ответственность.

Как было сказано выше, данная проблема является особо актуальной в общественно-политической и экономической сферах, поскольку функции принятия решений на всех управленческих уровнях весьма сложны и ответственны. Как отмечает А.В. Карпов в своей книге «Психология принятия решений управленческой деятельности», «каждый руководитель по своему личному опыту знает, как велика роль не формализуемых, субъективных, а часто и интуитивных факторов в процессах принятия решения. В силу этого, функция принятия решения является предметом изучения и в теории управления, и в психологии. Это в равной мере как организационная, так и психологическая проблема. Именно функция принятия решения с наибольшей отчетливостью заставляет почувствовать, что управление – это одновременно и наука, и искусство» [3].

Вопрос о проблеме психологии управления, а также принятии управленческих решений относится к числу неисследованных и актуальна с позиций выявления психологических механизмов акта принятия решения.

Умение выявлять психологические проблемы, возникающие при принятии решений, – показатель высокой квалификации менеджера. Предпосылкой для формирования этого полезного навыка является понимание, что необходимо выделять две особенности процесса принятия решения. Во-первых, не иррациональный

процесс. Логика, аргументация и реализм – важные элементы этого процесса. Для него также важен внимательный анализ, как и выработка и оценка альтернатив. Во-вторых, менеджеры никогда не должны считать свои решения абсолютно рациональными. Личностные факторы и субъективная рациональность тоже элементы принятия решения. Как правило, почти все решения, принимаемые руководителями в организации, несут в себе некоторую долю риска. Для того, чтобы принять наиболее лучшее решение, руководитель должен владеть как можно больше соответствующей информацией, которая позволила бы всесторонне охватить решаемую проблему.

Психологический подход направлен на выявление социально-психологической сущности управленческой деятельности, на выявление управления как способа организации совместной деятельности людей. Интерес к данному подходу обусловлен двумя моментами: психология, с одной стороны, может пролить свет на закономерности отдельных элементов управленческой деятельности и, с другой – помочь в решении практических задач управления, посредством использования методов психологической науки (психологической диагностики).

Таким образом, при принятии управленческих решений руководителем в условиях неопределенности, можно сделать следующие выводы:

- принятие решения является сложным процессом, требующим корректного анализа сложившейся ситуации;
- поскольку решения принимаются как индивидом, так и группой людей, в которой каждый имеет субъективное мнение, данный фактор усложняет принятие правильного решения;
- лицо, принимающее решение, имеет определенный порядок предпочтения вариантов выбора, что позволяет ему выбрать сравнительную желательность последствий.

Итак, как было сказано выше, любое управленческое решение сводится к тому или иному выбору из нескольких вариантов. Прежде всего, это выявление и уяснение проблемы. Далее руководитель, всесторонне изучив проблему, выбирает наиболее эффективный подход для принятия и выполнения решения.

Научно-технический прогресс, а также изменения, которые происходят в эпоху глобализации, также тесно связаны с принятием управленческих решений, поскольку данная проблема глубоко уходит корнями в эпоху первобытнообщинного строя и существует в наше время.

При реализации подхода в психологии принятия решений упор делается на обеспечение руководителя всей необходимой информацией об альтернативных возможностях решения задач в условиях относительной определенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акрамов, М.Р. Психологические аспекты формирования экологического сознания личности / М.Р. Акрамов // SCIENCE AND WORLD. – 2013. – С. 80.
2. Иванова, В.С. Психология управления / В.С. Иванова. – Томский политехнический университет, 2011.
3. Карпов, А.В. Психология принятия решения в управленческой деятельности / А.В. Карпов, А.А. Карпов, Е.В. Маркова. – М., 2016.
4. Назаров, А. Психологические особенности руководителей, влияющие на принятие управленческих решений / А. Назаров // Молодой ученый. – 2019. – № 44 – С. 298–300.
5. Назаров, А.С. Adoption of management decisions as the main function of the modern manager / А.С. Назаров // Проблемы современной экономики. – 2020. – С. 7–12.
6. Умаров, Б.М. Низоли вазиятларда бошқарув қарорларини қабул қилишнинг ташқилий ва ижтимоий-психологик механизмлари / Б.М. Умаров, А.С. Назаров // Молодой ученый. – 2020. – № 7 – С. 352–353.
7. Nazarov, A.S. Psychological analysis of levels of administration of management decisions / A.S. Nazarov // Вопросы экономики и управления. – 2020. – № 3 – С. 1–5.
8. Nazarov, A.S. Қарор қабул қилиш бошқарув фаолиятининг психологик мезони сифатида / A.S. Nazarov // Молодой ученый. – 2020. – № 11 – С. 280–282.

Материал поступил в редакцию 27.11.20

PSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF MANAGERIAL DECISION-MAKING

A.S. Nazarov¹, O.V. Mitina²

¹Lecturer at the Department of Psychology of Religion and Pedagogy,

²Associate Professor of the Department of Age Psychology

¹International Islamic Academy of Uzbekistan (Tashkent), Uzbekistan

²Lomonosov Moscow State University, Russia

Abstract. *This article reveals the psychological features of management decision-making, as well as psychological recommendations for improving the efficiency of the management decision-making process based on the results of experimental work.*

Keywords: *personality, personnel, Manager, individual personality traits, decision-making, management decisions, informed choice, determinism, indeterminism.*

Sociological sciences
Социологические науки

UDC 316

THE CONCEPT OF TRUST IN MODERN AND POST-MODERN SOCIETY*

A. Pasek, Candidate of Economic Sciences
Economic and Social Studies
SGH Warsaw School of Economics, Poland

***Abstract.** The aim of the article is to present the key features (elements) of the concept of trust in modern and post-modern society. Based on a review of selected literature on the subject from 1967-2018, models and definitions of trust were analyzed and an attempt was made to classify this concept. The study shows that social and civilization changes affect the way trust is defined.*

***Keywords:** trust, modern society, post-modern society.*

Introduction

Trust is an essential factor in interpersonal relationships in both family and professional life. It is of particular importance nowadays, when technology sets trends in civilization changes and influences interpersonal relations.

Trust increases the effectiveness of economic activity of individual entities in a given economy. Facilitated cooperation contributes to faster development, saves time, money and effort devoted to non-business activities. So, if we trust the other party, we reap tangible economic benefits (Rudzewicz, Gurziński 2011: 20). However, trust is not a commodity that is technically possible or even justifiable to exchange in the free market, says Kenneth Arrow, economist and Nobel laureate. Trust, as well as related values, ie loyalty and truthfulness, are, according to economists, an example of secondary values. According to them, not only trust, but also similar related values are a commodity, have real, practical, economic value, increase the efficiency of the system, and allow to produce more goods. It follows that they are not goods which exchange on the free market is technically possible or even justified (Arrow 1974: 23). Online commerce, which is based on trust, can illustrate this (wider: Giddens 2002: 17, 2012: 474-511; Bauman 2004: 220-221).

The aim of the article is to adopt a description of trust in a modern and post-modern society. It was assumed that the definition of trust may change with the changes of society and the development of civilization. The hypothesis was verified on the basis of a literature review on the subject.

The concept of trust – an overview of models and definitions

Trust is a category that is not easy to describe. Like happiness, it is difficult to measure. Representatives of various scientific disciplines, starting with sociology and ending with management sciences, adopt a different approach to research. In the definitions of Polish researchers, the concept of trust consists of such elements as credibility, faith, conviction, hope, loyalty or reliance on someone. (Grudzewski, Hejduk, Sankowska, Wańtuchowicz 2009: 17). Trust is a kind of bet about the future, uncertain actions of other people. It removes the uncertainty on the assumption that others will act similarly, or at least neutrally (Lewicka-Strzałecka 2003: 197; Frykowski 2005: 11; Sztompka 2007: 99). Other definitions emphasize that our fate depends to a large extent on other people who may take actions that are beneficial or harmful to us. The trust we place in those we cannot control or who we give up controlling is the expectation that they will behave in a certain way (Wierzbiński 2009: 25). Trust can also affect your satisfaction with yourself and people-to-people contact (Andrzejewska 2011: 351). The benefits of his presence in social life significantly outweigh the losses resulting from unsuccessful attempts to cooperate, and the attitude of trust is more favorable than using tactics to avoid a given person or institution (Prüfer 2016: 81; zob. także Rudzewicz, Gurziński 2011: 21). Various directions of reflection can also be found in English-language literature. For example, Julian B. Rotter in 1967 reported that trust is an individual's general expectation that a word, promise, oral or written promise by another individual or group is reliable. (Wierzbiński 2009: 26-27). Georg Simmel, on the other hand, emphasized the dimension of knowledge and ignorance co-creating trust. It is generally a belief in the truthfulness of a person. This meaning is most often found in the field of personality psychology (Šmid 2003: 248-249).

On the other hand, Robert H. Frank (2007) adds that the flow of information between potential opponents complies with the principle of disclosure of information, i.e. if one party discloses beneficial information about himself, others will feel pressure to disclose similar information about themselves, even if it is much less favorable. In turn, according to Francis Fukuyama (1997: 256), trust creates social capital, and the economic result of a given country

depends on the value of social capital. (similar as: Covey, Merrill 2009: 17; więcej zob. Blau 1975: 123; Robbis, Delenzo, 2002: 498; Frykowski 2005: 13; Barbalet 2006: 82; Giddens 2012: 98).

Due to the fact that the term "trust" has many definitions in the literature, and also because of its multi-aspect nature, which makes it difficult to accept one solution, the following assumptions were formulated: firstly, trust is a universal value (it concerns interpersonal relations); secondly, it is legally unregulated (we are talking here about the perception of creating experience and knowledge about the environment, seeing behavior as a function of future and present behaviors or human character traits); third, it is perceived subjectively. It is also worth emphasizing that the world changes regardless of our actions – both due to natural causes (e.g. earthquakes, floods, fires) and as a result of actions taken by other people (e.g. panic or stock market crash, social protests, army to a foreign country). However, we also have an impact on changes taking place in the world (Sztompka 2007: 99). The confirmation may be the social needs resulting from the development of society, eg. The need for communication on the Internet or in an organization that runs, inter alia, to use new technologies (Podolski, Turnowiecki 2001: 35; Sztompka 2005: 23).

Table 1 presents selected interpretations of the concept of trust from 1967-2018. Keyword changes reflect social changes and global trends. It can be seen that the keywords related to trust strive for competence and universality, empathy related to the cognitive predispositions of the other person. Both from / to people and from / to organizations / institutions. This applies, inter alia, to for the first contact with a given person or institution. This issue is very extensive and constitutes material for separate research.

Table 1

Selected ways of interpreting the concept of trust

Author (year)	Definition of trust	Keywords (items trust)
Rotter (1967)	An individual's expectation that a word, promise, oral or written vow another entity or group is credible.	Expectancy, promise, word
Arrow (1974)	A measure to reduce friction within the social system. It is an extremely efficient instrument; being able to rely on your partner's word in business it saves a lot of trouble. It is not a commodity which can be easily purchased.	Possibilities, instrument
Luhmann (1979)	A mechanism by which actors simplify internal systems interaction, assuming specific expectations for future ones behavior of others and selecting them from the available options.	Mechanism, actors
Gambetta (1988)	The level of subjective probability according to which an agent assesses whether another agent (or a group of agents) will perform a specific action, and estimates the effects of this action. The assessment is made, before the function can be tested (and also when it is uncertain whether this will ever happen.)	Assessment, change, action
McAllistar (1995)	The level to which an individual believes they should act guided by the words, deeds and decisions of others.	Belief, a word
Lin (2001)	The belief or expectation that a partner will take our interests into account as part of the exchange.	Expectancy, empathy
Hardin (2006)	To trust is to believe that a person is reliable in a certain context and capable of what we expect from her.	Credibility
Sprenger (2009)	Willingness to give up controlling the other person because you can count on the person to be competent, impeccable and kind.	No control, competence
Yamagishi (2012)	Trust has to do with believing in the competence of another person and ensuring that that the joint planning will be kept secret.	Professionalism
van Zeeland-van der Holst, Henseler (2018)	A key variable mediating between characteristic variables fiduciary and output. It is understood as commitment and loyalty.	Involvement, loyalty

Source: own study based on: Grudzewski et al. 2009: 16; Wierzbicki 2009: 26-27; Yamagishi 2011: 23-25; van Zeeland-van der Holst, Henseler 2018: 75-110.

It can be assumed that trust in literature is interpreted as (Grudzewski et al. 2009: 17):

- disposition, i.e. a mental subjective attitude towards the other party (assessment, anticipation, expectancy);
- decision, ie the intention (intention) to rely on it, making the trustee dependent on the other party;
- behavior that results from the act of entrusting something to the other party.

Trust classification attempt

The classification of trust, as well as its definition, can have multifaceted levels, therefore the following analysis is only an attempt at classification. In the literature, we can find many different systematizations of this broad concept. Usually, the classification criterion is the indication of the bases of trust (Grudzewski et al. 2009: 38; more see Scott 1991: 7; Inglehart 1997; Volken 2002; Frykowski 2005: 30-31; Sztompka 2007: 103; Wierzbicki 2009: 25; Rudzewicz, Gurziński 2011: 19).

The article adopts trust classifications that take into account:

- type of trust (eg social);
- type of relationship through the prism of trust (including contacts with technology: using social networking sites or online shopping);
- understanding trust as a property of the exchange relationship, the basis for cooperation and the cultural norm.

For the purposes of this analysis, the category of social trust was considered. They can be viewed as the property of the exchange relationship, the basis of cooperation, or the cultural norm. This proves that the balance and cohesiveness of society exists thanks to the reciprocity of services. Relationships between people are characterized by a certain social geometry – they are based on the scheme of giving and returning an equivalent value (Simmel 1950: 387). Trust is a phenomenon that occurs at various levels of social life (Frykowski 2005: 16):

- a macro dimension where trust is a cultural model;
- mezzo dimension, where trust is part of the social bond;
- the micro dimension where trust is an element of personality.

Table 2 presents three aspects of trust: the characteristics of the exchange relationship, the basis of cooperation and cultural norms, taking into account its nature, source, occurrence, as well as a critical reference to each of the approaches. It was assumed that trust may be individual and supra-individual, as society is a network of relations, and the individual is a part of this network (Simmel 2008: 63). It is also about creating value: social capital and knowledge. An example may be the flow and creation of knowledge in the innovation process (more: Giddens 2012: 818; Sztompka 2016: 286). The flow of knowledge and confidence in this knowledge creates new theories and technical solutions.

Consequently, also in these dimensions, the aspects of trust (the source and presence of a given trust) are considered. Criticism of a given theory shows the possibility of risk in trust (however, this is a topic for another research paper).

Table 2

List of aspects of trust

Description	Trust		
	as a property of the relationship	exchange as a basis for cooperation	as a cultural norm
Character	of individual.	Supra-individual	Supra-individual
The source	stems from the essence of social exchange	It applies to groups and larger collective, not to units	It is part of the culture
	It is a form of expression towards an interaction partner, and at the same time exchange condition		Culturally conditioned may have character selective, e.g. Poles they trust Americans, not To the Russians
Occurrence	A situation when individual decisions made are on a voluntary basis and they flow from rational premises	The concept of social capital	A culture of trust
Criticism of the theory	Individualistic character	Trust has a measurable value pragmatic	The opposite is culture distrust
	It is characterized by a "dilemma individualist"	Being able to rely on the word business partner allows save a lot of trouble, but it is not a commodity exchange in the open market is technically possible	Culture of cynicism
	Individualistic analysis social processes leads astray randomness (exclusion beyond the margin of conditioning theory structural, makes social order by chance)	Trap low trust proverty trap, e.g. lack of trust in institutions power intensifies the phenomenon political and electoral alienation absenteeism, and consequently preserves unbelievable political arrangement	

Source: own study based on Frykowski 2005: 11-13.

The fundamental problem above the analysis is that trust is the result of interaction. Its appearance also depends on the other person's characteristics, such as the willingness to cooperate, sociability, the ability to make new friends. The concept of trust is multidimensional, i.e. it can be considered both at the level of the individual and of society.

Trust in a modern society

The emergence of a modern society is associated with industrialization, i.e. production with the use of machines based on the use of inanimate energy resources (e.g. steam or electricity), initially in the form of outwork, then manufacture, and finally turning into a factory. It was an end to traditional, pre-modern societies. The modern world was created, and with it an industrial society (called the developed). The labor market has evolved under the influence of technology development and the globalization process. The rules of roles and social bonds have changed, and the values have been redefined (Szacka 2003: 305). Interestingly, modern society is identified with the first nation states in history, as it shapes political communities that are separated from each other by clear boundaries (Walczak-Duraj 2010: 212). Table 3 lists four types of modern societies: First World societies, Second World societies, developing society (Third World societies), and newly industrialized countries that show the diversity of modern society. Their duration, characteristics and the key features of trust specific to each of them are presented.

Table 3

Types of modern societies			
Type of society	Period Duration	Characteristics	Key Features trust (elements)
Society First World	from the 18th century till today	<ul style="list-style-type: none"> • based on industrial and free production market • most people live in cities, agriculture they deal with a few • there are large class differences, but less marked than in societies traditional • they are separate political communities occurring in the form of nation states • include: Western countries, Japan, 	Australia and New Zealand Calculation, knowledge, identification
Society Second World	from the beginning XX century (after revolution Bolshevik in Russia in 1917) to early years 90.	<ul style="list-style-type: none"> • industry-based but centrally planned and managed economy • a small percentage of the population works in agriculture (although the indicators are quite varied) <ul style="list-style-type: none"> • most of the population lives in cities • Class and separate inequalities persist political communities or nation states • until 1989, the USSR and the states were among them Eastern Europe that are currently heading towards the Western model of the economy free market 	Credibility, responsibility, probability
Developing society out (of society Third World)	from the 18th century (mainly as colonized areas) till today	<ul style="list-style-type: none"> • based on traditional agriculture production methods • part of the agricultural production is sold on the markets worldly • some countries have a free market economic system, in others, the economy is centrally located planned and managed • there are separate political communities, or nation states • they include: China, India, most countries Africa and South America 	Goodwill, behavior, sacrifice (involvement), predictability
New countries industrialized	from the 1970s until today	<ul style="list-style-type: none"> • former developing societies itself, currently based on industrial production and the free market • most people live in cities, agriculture they deal with a few • there is a high social and class inequality, more marked than in the countries of the First The world • they include: Hong Kong, South Korea, Singapore, Taiwan, Brazil and Mexico 	Sacrifice (involvement), predictability

Source: own study based on Walczak-Duraj 2010: 212.

Individual variables (types of society) influence the determination of the elements of trust in a modern society. Trust shapes the calculation of costs and benefits of a given relationship, knowledge, identification, credibility, probability, goodwill, behavior, dedication (commitment), predictability, therefore it is a stimulator of action (behavior). Can a similar phenomenon be observed in postmodern society?

Trust in a postmodern society

Trust in a postmodern society is associated with a new form of trust, necessary for a sense of security and continuity of social life. This society is focused on consumerism and life in the virtual world. The new form of trust results from the assumption that we are all human beings, we are fallible and historically conditioned, and that none of us can claim a higher status than the status of an interlocutor in a conversation (Mariański 1998: 31).

Among the many concepts relating to the postmodern society, the most noteworthy is the concept that defines the post-industrial society as dominated by the service economy, so the majority of employees already work in the exchange of information and in services (Bell 1996). Descriptions of contemporary popular culture, both critical and friendly, refer essentially to a small number of developed industrial societies, i.e. those in which the high level of technological and economic development and the accompanying increase in prosperity have caused such far-reaching changes that they have become societies of a new kind and became known as postmodern societies. The most expressive example of such a society is the United States (Szacka 2003: 427; for more see Bauman 1996: 45; Morawski 1996: 171-174; Beck 2002: 123-137; Bendyk 2006: 88; Bratkowski 2009: 84; Kałużny 2009: 53; Walczak-Duraj 2010: 215; Szlendak, Olechnicki 2017: 176). Table 4 presents the characteristics of the postmodern society, taking into account such elements as: capital of the postmodern society (here we are talking about virtual space), attribute trait, connection between culture and economy and the sphere of religion. The key features of trust have been distinguished, which ensure security (in contact with technology) and continuity of social life.

Table 4

Characteristics of the postmodern society

Item	Description	Key features trust (elements)
Capital society postmodern	Capital is global, organized and aware of its goals. Physical space and virtual space are treated as one, or rather, the only social space.	Honesty
Attribute trait	Consumption character and providing pleasure. New technologies used in communication.	Contact
Culture and economy	Breaking with the previous separation of culture and economy. The specificity of globality is more or less clearly marked.	Dependence, probability
Religion	Various religious movements. The experience of the sacred changes shape and takes new forms, e.g. popular religion (religious content goes beyond church institutions and religious and penetrate into secular customs). An example can be pop culture events, the so-called religious events (world days youth).	Identification

Source: own study based on Szack 2003: 436-444; Walczak-Duraj 2010: 212-220.

The basic problem of the continuity and security of social life in a postmodern society is ensuring the key elements of behavior, such as honesty, contact, dependence, probability, and identification. Maintaining the features of a postmodern society presented in Table 4 would make it possible to impose the rhythm of the continuity of social life. Ambiguity, uncertainty, constant need for change, development, innovation and learning are the domain of the present day. Under the influence of these changes, society is undergoing a process of development. It is the result of the interaction of institutions and / or integrating people by maintaining ties between them. Of course, needs are equally important to social changes. But would it actually be a beneficial solution?

Trust in a modern and postmodern society – a comparison

The hallmark of rapid social changes is individualisation and the associated pluralisation of lifestyles. In the conditions of the progressive separation of individual areas and spheres of life, each person must actively shape his life on his own, make decisions on the market of many opportunities. The traditional patterns of an individual's life cease to apply, they lose their validity (Mariański 1998: 37). Table 5 includes: organizational features, personality traits, socio-cultural traits, political traits, and technical-economic traits, and such aspects of trust as the property of the exchange relationship, the basis of cooperation and the cultural norm. The compilation presents common features of the elements of trust in modern and post-modern society.

Table 5

Modern and post-modern society – a combination of elements of trust

Guidelines	Key features (elements) of trust		
	general definitions of society	modern society	postmodern society
Trust is related to existence certain expectations (incl. future).	Waiting, promise word	Goodwill, behavior, sacrifice (involvement), predictability	Dependence, probability
Trust comes in terms of susceptibility and dependence on behavior second page.	Mechanism, actors.	Behavior.	Contact
Trust develops under conditions unforced cooperation.	Waiting, empathy.	Behavior.	Contact
Trust exists in conditions of uncertainty and risk.	Assessment, change, action	Calculation, knowledge, identification	Identification
Behaviors are not controlled by the relying party.	No control, competence	Predictability, behavior,	Dependence
Loss due to unworthy behavior confidence is usually much greater than expected profits with honest business.	Reliability	Reliability, responsibility, probability	Honesty
Confidence describes a certain degree predictability	Conviction, word, possibilities, instrument	Sacrifice (involvement), predictability	Dependence
Trust is an inherently concept positive.	Involvement, loyalty, professionalism	Goodwill	Honesty

Source: own study based on Hejduk, Grudzewski, Sankowska, Wańtuchowicz 2009: 59.

The analysis of data presented in Table 5 shows that modern and post-modern society are characterized by the same aspects of trust and refer to the same dimension / area, e.g. credibility. Again, it can be confirmed that commonalities show human action that leads to security and continuity in social life. In order for this relationship to last, it is worth considering the emerging historical changes, observing the trends of these changes and taking into account possible directions of development (Pawlak 2018: 119; Szarota 2018: 145). However, it should be remembered that changes in the trend of social trust are influenced by many factors and they may only become apparent after some time. An important supplement to the considerations is the reference to the encyclical of John Paul II *Fides et ratio* of 1998 (19-93), according to which the guidelines for development and duration are: faith, ethics and reason.

End

The article discusses the issue of trust, modern and post-modern society. The hypothesis that the definition of trust may change with the changes of society and the development of civilization has been confirmed. The world we live in is increasingly influencing the deliberate actions of people. Societies are shaped and transformed. History is constantly created and processed (by charismatic leaders, social movements, political parties, governments, inventors, explorers, reformers, etc. (Sztompka 2007: 45). Trust becomes a simplifying strategy that allows individuals to adapt to a complex social environment and so on. thus use a greater pool of opportunities (Earle, Cvetkovich 1995: 38). Facilitates coping with uncertainty and inability to control the future (Sztompka 2007: 69-70). The need for a more conscious understanding of trust manifests itself in various spheres of life. advanced technologies and consulting services, because there is nothing else but trust that is sold. If there is no trust, then there is no income and there is no question of the client's return. Thus, the words of Piotr Sztompka are confirmed that "trust is treated as an important factor civilizational "(after: Winnicka 2007: 32). The study does not exhaust the discussed topic. It can only be a point of reference for considerations related to this issue and inspiration for further research.

** This is the translation of my article in Polish
Pojęcie zaufania w społeczeństwie nowoczesnym i ponowoczesnym
published in Uniwersyteckie Czasopismo Socjologiczne (Academic Journal of Sociology),
Institute of Sociological Sciences, Uniwersytet Stanisława Wyszyńskiego
w Warszawie, Warszawa 2019, No. 24, pp. 37-46.*

REFERENCES

1. Andrzejewska T.J. (2011), Odpowiedzialność i zaufanie w dialogu interpersonalnym [w:] P. Prüfer, J. Mariański (red.), Zawirowania wokół zaufania. Wyobrażenia i rzeczywistość. Zielona Góra: Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego.
2. Arrow K.J. (1974), The Limits of Organisation. New York: Norton.
3. Barbalet J.M. (2006), Social emotions: confidence, trust and loyalty. "International Journal of Sociology and Social Policy" 16(9/10).
4. Bauman J. (1996), Etyka ponowoczesna (tłum. J. Tokarska-Bakir). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
5. Beck U. (2002), Społeczeństwo ryzyka. W drodze do nowoczesności. Warszawa: Wydawnictwo Scholar.
6. Bell D. (1996), The cultural Contractions of Capitalism. New York: Harper & Row.
7. Bendyk E. (2006), Natarcie cyfrowych tubylców. „Polityka” 49, s. 88.
8. Blau P.M. (1975), Wymiana społeczna [w:] W. Derczyński, A. Jasińska-Kania, J. Szacki (red.), Elementy teorii socjologicznych. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
9. Bratkowski P. (2009), Duch w krainie konsumpcji. „Newsweek” 21, s. 84.
10. Covey S.M.R., Merrill R.R. (2009), Szybkość zaufania. Jak dzięki zaufaniu przyspieszyć sukces w biznesie. Poznań: Dom Wydawniczy Rebis.
11. Earle T., Cvetkovich G. (1995), Social Trust: Toward a Cosmopolitan Society. New York: Praeger.
12. Frank R.H. (2007), Mikroekonomia jakiej jeszcze nie było. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
13. Frykowski M. (2005), Zaufanie społeczne mieszkańców Łodzi. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
14. Fukuyama F. (1997), Zaufanie, kapitał społeczny a droga do dobrobytu. Warszawa–Wrocław: Wydawnictwo Naukowe PWN.
15. Giddens A. (2002), Nowoczesność i tożsamość: ja i społeczeństwo w epoce późnej ponowoczesności. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
16. Giddens A. (2012), Socjologia. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
17. Grudzewski W.M., Hejduk I.K., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2009), Zarządzanie zaufaniem w przedsiębiorstwie. Koncepcja, narzędzia, zastosowania. Kraków: Oficyna a Wolters Kluwer business.
18. Hejduk I.K., Grudzewski W.M., Sankowska A., Wańtuchowicz M. (2009), Znaczenie zaufania i zarządzania zaufaniem w opinii przedsiębiorstw. „e-mentor” 5(32), s. 59.
19. Inglehart R. (1997), Modernisation and Postmodernization. Cultural, Economic and Political Change in 43 Societies. Princeton: Princeton University Press.
20. Jan Paweł II (1999), Fides et ratio [w:] I. Dec, Na skrzydłach wiary i rozumu ku prawdzie. Wrocław.
21. Kałużny M. (2009), Z siecią w tle. „Gazeta Wyborcza” 11, s. 53.
22. Lewicka-Strzałecka A. (2003), Zaufanie w relacji konsument – biznes. „Prakseologia” 143, s. 195-207.
23. Scott J. (1991), Social Network Analysis. Sage Publications.
24. Mariański J. (1998), Między nadzieją i zwątpieniem. Lublin: Towarzystwo Naukowe Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego.
25. Morawski S. (1996), Czy modernizm rzeczywiście zmierzcha? [w:] S. Czerniak, A. Szahaj (red.), Postmodernizm a filozofia. Wybór tekstów. Warszawa: Instytut Filozofii i Socjologii Polskiej Akademii Nauk.
26. Pawlak P. (2018), Cyfrowa kultura masowa a kultura polityczna społeczeństwa informacyjnego w perspektywie teorii kultury. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
27. Podolski K., Turnowiecki W. (2001), Polityka społeczna. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
28. Prüfer P. (2016), Relacja i zaufanie jako metamorficzne ogniwo społeczeństwa [w:] J. Szymczak (red.), Zaufanie społeczne. Teoria – idee – praktyka. Warszawa: Wydawnictwo Oficyna Naukowa.
29. Robbins S.P., Decenzo D.A. (2002), Podstawy zarządzania. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Naukowe.
30. Rudzewicz A., Gurziński J. (2011), Rola w relacjach biznesowych. „Marketing i Rynek” 2, s. 19-22.
31. Simmel G. (2008), Dygresja w związku z zagadnieniem, jak możliwe jest społeczeństwo. Warszawa: Oficyna Naukowa.
32. Szacka B. (2003), Wprowadzenie do socjologii. Warszawa: Oficyna Naukowa.
33. Szarota P. (2018), Od Facebooka do post-przyjaźni. Współczesne przeobrażenie bliskich relacji. Warszawa: Instytut Psychologii, Polska Akademia Nauk.
34. Szlendak T., Olechnicki K. (2017), Nowe praktyki kulturowe Polaków. Megaceremoniały i subświaty. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
35. Sztompka P. (2005), Socjologia zmian społecznych. Kraków: Wydawnictwo Znak.
36. Sztompka P. (2007), Zaufanie fundament społeczeństwa. Kraków: Wydawnictwo Znak.
37. Sztompka P. (2016), Kapitał społeczny. Teoria przestrzeni międzyludzkiej. Kraków: Wydawnictwo Znak Horyzont.
38. Śmid W. (2003), Psychologia i socjologia zarządzania – słownik terminów. Sosnowiec: Wydawnictwo Humanitas.
39. Walczak-Duraj D. (2010), Socjologia dla ekonomistów. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
40. Wierzbicki J. (2009), Badanie zaufania do organizacji: problemy metodologiczne. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego.
41. van Zeeland-van der Holst E.M., Henseler J. (2018), Thinking outside the box: a neuroscientific perspective on trust in B2B relationships. "IMP Journal" 12(1), s. 75-110.
42. Winnicka E. (2007), Towar tłukliwy. Rozmowa z Piotrem Sztompką o tym, że nie można być szczęśliwym bez zaufania do drugiego człowieka i do władzy. „Polityka” 32/33, s. 32-35.
43. Volken T. (2002), Elements of Trust: The Cultural Dimension of Internet Diffusion Revisited. „Electronic Journal of Sociology” 6(4), s. 1-20.
44. Yamagishi T. (2011), Trust. The evolutionary game of mind and society. New York: Springer.

ПОНЯТИЕ ДОВЕРИЯ В СОВРЕМЕННОМ И ПОСТМОДЕРНИСТСКОМ ОБЩЕСТВЕ

А. Пасек, кандидат экономических наук
Варшавская школа экономики, Польша

Аннотация. Цель статьи – представить ключевые особенности (элементы) концепции доверия в современном и постмодернистском обществе. На основе обзора избранной литературы по данному вопросу за период с 1967-2018 гг. были проанализированы модели и определения понятия “доверие” и предпринята попытка его классификации. Исследование показывает, что социальные и цивилизационные изменения влияют на то, как определяется доверие.

Ключевые слова: доверие, современное общество, постмодернистское общество.

Наука и Мир / Science and world

Ежемесячный научный журнал

№ 12 (88), Том 1, декабрь / 2020

Адрес редакции:
Россия, 400105, Волгоградская обл., г. Волгоград, пр-кт Metallургов, д. 29
E-mail: info@scienceph.ru
www.scienceph.ru

Изготовлено в типографии ООО «Сфера»
Адрес типографии:
Россия, 400105, г. Волгоград, ул. Богунская, 8, оф. 528.

Учредитель (Издатель): ООО Издательство «Научное обозрение»
Адрес: Россия, 400094, г. Волгоград, ул. Перелазовская, 28.
E-mail: scienceph@mail.ru
<http://scienceph.ru>

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Теслина Ольга Владимировна
Ответственный редактор: Малышева Жанна Александровна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук
Кисляков Валерий Александрович, доктор медицинских наук
Рзаева Алия Байрам, кандидат химических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Кондрашихин Андрей Борисович, доктор экономических наук, кандидат технических наук
Хужаев Муминжон Исохонович, доктор философских наук
Ибрагимов Лутфулло Зиядуллаевич, кандидат географических наук
Горбачевский Евгений Викторович, кандидат технических наук
Мадаминов Хуршиджон Мухамедович, кандидат физико-математических наук
Отажонов Салим Мадрахимович, доктор физико-математических наук

Подписано в печать 24.12.2020. Дата выхода в свет: 31.12.2020.
Формат 60x84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 75. Свободная цена. Тираж 100.