

ISSN 2308-4804

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal

№ 12 (100), 2021, Vol. II

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2021

UDC 53:51+67.02+631+330+61
LBC 72

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal, № 12 (100), 2021, Vol. II

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

Karatayeva Lola Abdullayevna, Candidate of Medical Sciences

Tursunov Imomnazar Egamberdievich, PhD in Economics

Achilov Ganizhon Babadzhanovich, Candidate of Biological Sciences

Kuzmetov Abdulakhmet Raimberdievich, Doctor of Biological Sciences

Sultanov Bakhodir Fayzullayevich, Candidate of Economic Sciences

Maksumkhanova Azizakhon Mukadyrovna, Candidate of Economic Sciences

Kuvnakov Khaidar Kasimovich, Candidate of Economic Sciences

Yakubova Khurshida Muratovna, Candidate of Economic Sciences

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: «Scientific survey» Ltd.

УДК 53:51+67.02+631+330+61
ББК 72

НАУКА И МИР

Международный научный журнал, № 12 (100), 2021, Том 2

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 Исохонович, доктор философских наук
Ибрагимов Лутфулло Зиядуллаевич, кандидат географических наук
Горбачевский Евгений Викторович, кандидат технических наук
Мадаминов Хуришиджон Мухамедович, кандидат физико-математических наук
Отажонов Салим Мадрахимович, доктор физико-математических наук
Каратаева Лола Абдуллаевна, кандидат медицинских наук
Турсунов Имомназар Эгамбердиевич, PhD экономических наук
Ачилов Ганижон Бабаджанович, кандидат биологических наук
Кузметов Абдулахмет Раймбердиевич, доктор биологических наук
Султанов Баходир Файзуллаевич, кандидат экономического наук
Максумханова Азизахон Мукадыровна, кандидат экономического наук
Кувнаков Хайдар Касимович, кандидат экономического наук
Якубова Хуришда Муратовна, кандидат экономического 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: ООО «Научное обозрение»

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

<i>Madaminov Kh.M.</i> INFLUENCE OF TEMPERATURE ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES p-Si-n-Si _{1-x} Sn _x (0 ≤ x ≤ 0.04) STRUCTURE.....	6
<i>Negrash A.S., Golovin I.A., Batmanov A.Ye.</i> HOW TO EXPLAIN THE MOLECULAR KINETIC THEORY OF AN IDEAL GAS TO SCHOOLCHILDREN AND STUDENTS	10
<i>Nishanov Kh.M., Abdurakhimov A.U.</i> STUDY OF ACOUSTIC RELAXATION MECHANISMS BY ACOUSTIC SPECTROSCOPY METHODS	30

Technical sciences

<i>Betyunsky O.A., Makarov P.E., Mikhailova V.E., Petrov V.S.</i> TRANSITION FROM THE CONCEPT OF TECHNOSPHERE SAFETY TO SCIENTIFIC METHODOLOGY.....	32
<i>Mazakova B.M., Otarbaev A.</i> THE ALGORITHM OF THE BARCODE SCANNER	35

Agricultural sciences

<i>Ospanova Sh.K., Nurgaziyeva A.E., Narimanov M.E.</i> AN OVERVIEW OF SEEDING MACHINES SOWING MECHANISMS	40
<i>Tultabaeva M.Ch., Zhunusova G.S., Safuani Zh.E., Dodoev K.A., Azimov Z.N.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SAFFLOWER SEED VARIETIES GROWING IN VARIOUS CLIMATIC CONDITIONS.....	43
<i>Tultabayeva T.Ch., Zhumanova U.T., Tultabayev M.Ch., Saufani Zh.E.</i> PHYSICOCHEMICAL INDICATORS OF HONEY OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION.....	46

Economic sciences

<i>Inyatov A.R., Adilchaev R.T., Rezhemuratov Sh.M., Yembergenova A.A.</i> THE IMPORTANCE OF INVOLVING THE DIGITAL ECONOMY IN THE COUNTRY'S ECONOMY	50
<i>Pasek A.</i> PRESENT PROJECT MANAGEMENT PROCESS	53

Medical sciences

<i>Samandarov N.Yu.</i> THE VALUE OF HIGHER FATTY ACIDS IN FATTY LIVER DISEASE	67
<i>Sultanbekova I.A.</i> ANALYSIS OF ENDOCRINE DISORDERS IN THE ASPECT OF MEDICAL BIOLOGY	69

СОДЕРЖАНИЕ

Физико-математические науки

<i>Мадаминов Х.М.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА p-Si-n-Si _{1-x} Sn _x (0 ≤ x ≤ 0.04) СТРУКТУР.....	6
<i>Неграш А.С., Головин И.А., Батманов А.Е.</i> КАК ИЗЛАГАТЬ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА ШКОЛЬНИКАМ И СТУДЕНТАМ.....	10
<i>Нишианов Х.М., Абдурахимов А.У.</i> ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ МЕТОДАМИ АКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.....	30

Технические науки

<i>Бетюнский О.А., Макаров П.Е., Михайлова В.Е., Петров В.С.</i> ПЕРЕХОД ОТ КОНЦЕПЦИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К НАУЧНОЙ МЕТОДОЛОГИИ.....	32
<i>Мазакова Б.М., Отарбаев А.</i> АЛГОРИТМ РАБОТЫ СКАНЕРА ШТРИХ-КОДА.....	35

Сельскохозяйственные науки

<i>Оспанова Ш.К., Нургазиева А.Е., Нариманов М.Е.</i> ОБЗОР ПОСЕВНЫХ МЕХАНИЗМОВ СЕМЕННЫХ МАШИН.....	40
<i>Тултабаева М.Ч., Жунусова Г.С., Сафуани Ж.Е., Додоев К.А., Азимов З.Н.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОРТОВ СЕМЯН САФЛОРА, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	43
<i>Тултабаева Т.Ч., Жуманова У.Т., Тултабаев М.Ч., Сафуани Ж.Е.</i> ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЁДА ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	46

Экономические науки

<i>Инятов А.Р., Адильчаев Р.Т., Режелмуратов Ш.М., Ембергеннова А.А.</i> ВАЖНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В ЭКОНОМИКУ СТРАНЫ	50
<i>Пасек А.</i> ТЕКУЩИЙ ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ.....	53

Медицинские науки

<i>Самандаров Н.Ю.</i> ЗНАЧЕНИЕ ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНИ ПЕЧЕНИ	67
<i>Султанбекова И.А.</i> АНАЛИЗ ЭНДОКРИННЫХ НАРУШЕНИЙ В АСПЕКТЕ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ.....	69

УДК 621.315.592.3:538.91

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА p -Si- n -Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04) СТРУКТУР

Х.М. Мадаминов, кандидат физико-математических наук, доцент
Андижанский государственный университет, Узбекистан

Аннотация. В статье приведены результаты исследований вольт-амперных характеристик p -Si- n -Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04) переходов в температурном интервале от 293 до 453 К. На основе этих данных были определены энергии активации двух глубоких уровней со значениями 0.21 eV и 0.35 eV, которые приписываются междоузельным атомам Sn и А-центрам, соответственно.

Ключевые слова: твердый раствор, жидкофазная эпитаксия, диодная структура, вольт-амперная характеристика, промежуточный слой.

Твердый раствор Si_{1-x}Sn_x – является одним из перспективных материалов для полупроводниковой микроэлектроники. Практический интерес представляет изготовление различных гетероструктур на основе Si_{1-x}Sn_x на доступных кремниевых подложках и исследование их структурных и электрофизических свойств. В наших предыдущих работах, например, в [4], обоснована перспективность использования твердых растворов Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04), полученных на кремниевых подложках, в качестве активного материала при изготовлении инжекционных диодов. А также полученные результаты в [3] позволили сделать следующие выводы: в твердом растворе Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04) существенную роль при формировании электрофизических свойств играет рассеяние носителей заряда не только на сложных комплексах, но и на нановключениях; установлена эффективность использования эпитаксиальных пленок твердых растворов Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04), полученных на кремниевых подложках, как перспективных материалов при разработке диодов, функционирующих в режиме двойной инжекции.

Исходя из выше перечисленного, в данной работе исследовалось влияние температуры на вольт-амперных характеристик (ВАХ) структур p -Si- n -Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04). Структуры изготавливались выращиванием на p -Si монокристаллических подложках с толщиной 400 μm и удельным сопротивлением 1 Ω·cm твердого раствора Si_{1-x}Sn_x (0 ≤ x ≤ 0.04) n -типа проводимости методом жидкофазной эпитаксии из Sn раствора-расплава. Выращенные слои n -Si_{1-x}Sn_x в зависимости от начала и окончания температуры кристаллизации и скорости охлаждения имели толщину от 15 до 45 μm, удельное сопротивление ~ 0.6-1.0 Ω·cm и концентрацию носителей ~ 10¹⁷ см⁻³.

Для измерения ВАХ к структуре методом вакуумного напыления создавались омические контакты – сплошные с тыльной стороны и четырехугольные с площадью 9 mm² из серебра со стороны эпитаксиального слоя. ВАХ, представленные на рис. 1, регистрировались в температурном диапазоне 293-453 К. Исследования ВАХ показали, что с ростом температуры как в прямом, так и в обратном направлениях плотность тока (J) растет, но закономерности $J = f(V)$ сохраняются для всех температур.

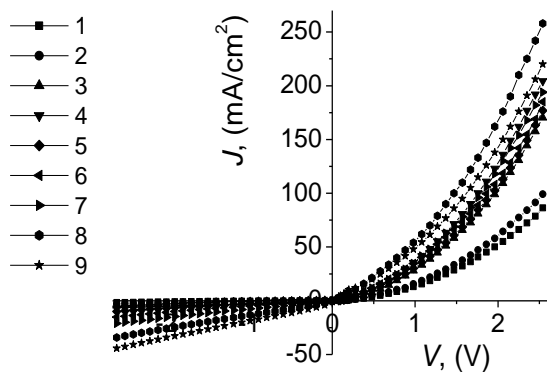


Рис. 1. ВАХ структуры $p\text{-Si-n-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) при различных температурах. T, K : 1 – 293, 2 – 313, 3 – 333, 4 – 353, 5 – 373, 6 – 393, 7 – 413, 8 – 433, 9 – 453.

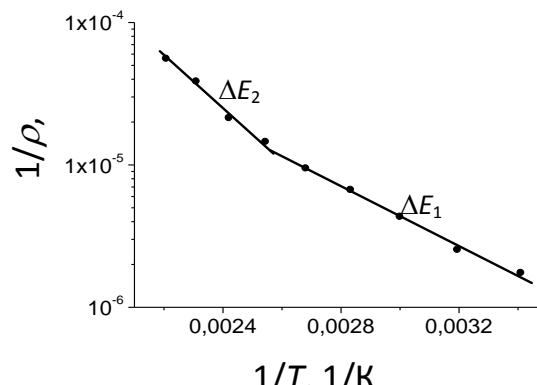


Рис. 2. Зависимость удельной проводимости – $1/\rho$ от обратной температуры – $1/T$ высокоомного слоя твердого раствора $n\text{-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$.

Определено, что начальный участок ВАХ (до 0.2 В) хорошо описывается экспоненциальной зависимостью Стафеева [2] характерной для так называемого «длинного» $p\text{-}n$ структурного диода, усовершенствованной в [1] для $p\text{-}i\text{-}n$ структур:

$$J = J_0 \cdot \exp\left(\frac{qV}{ckT}\right) \quad (1)$$

$$c = \frac{2b + ch(d/L_p) + 1}{b + 1} \quad (2)$$

где $b = \mu_n/\mu_p$ – отношение подвижностей электронов и дырок. Значения показателя c в экспоненте и предэкспоненциального множителя – J_0 , вычисленные из данных ВАХ для различных температур, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристические параметры твердого раствора $n\text{-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$, вычисленные из экспоненциального участка ВАХ

T, K	293	313	333	353	373	393	413	433	453
c	2.78	2.77	2.66	2.62	2.85	2.93	3.23	3.13	3.18
$J_0, \mu\text{A}/\text{cm}^2$	41	63	110	176	286	471	720	1373	2043
$\mu_p \tau_p, 10^{-5} \text{cm}^2/\text{V}$	3.62	3.41	3.62	3.57	2.66	2.37	1.86	1.86	1.75

С помощью метода Холла определена подвижность основных носителей – электронов, значение, которых составляла $\mu_n \approx 538 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, при комнатной температуре. Предполагая, что, как обычно, в материалах группы A^{IV} подвижность дырок не на много меньше, чем подвижности электронов, для оценки принималось $b = 3$ [5]. Толщина высокоомной базы $n\text{-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ составляла $d \approx 20 \mu\text{m}$. Зная значения c , из (2) можем найти отношение $d/L_p = 2.1$, которое, действительно, оказывается > 1 . Затем можно найти L_p , которая принимает значение $L_p \approx 9.57 \mu\text{m}$, при 293 К. Это позволяет определить произведение подвижности на время жизни неосновных носителей – $\mu_p \tau_p = qL_p^2/kT$, значения которого для различных температур приведены в таб. 1. Как видно из табл. 1 в диапазоне температур от 293 до 333 К произведение $\mu_p \tau_p$ слабо зависит от температуры, затем до 453 К убывает. Анализ этих данных показывает, что в диапазоне температур от 333 до 433 К зависимость $\mu_p \tau_p = f(1/T^{3/2})$ носит линейный характер. В стационарном режиме, когда $\Delta n \approx \Delta p$ и при малых уровнях инжекции – $\Delta n \ll n_0, p_0$, время жизни неравновесных носителей описывается известным выражением [6]:

$$\tau = \tau_n = \tau_p = \frac{1}{C_p N_R} \cdot \frac{n_0 + n_1}{n_0 + p_0} + \frac{1}{C_n N_R} \cdot \frac{p_0 + p_1}{n_0 + p_0} \quad (3)$$

где N_R – концентрация рекомбинационных центров, C_n, C_p – сечения захвата электронов и дырок, соответственно, n_0, p_0 – равновесные концентрации свободных электронов и дырок, соответственно, n_1, p_1 –

статистические факторы Шокли-Рида. Из уравнения (3) следует, что при малых уровнях инжекции время жизни неравновесных носителей не зависит от температуры. Следовательно, линейный характер зависимости $\mu_p \tau_p = f(1/T^{3/2})$ свидетельствует о рассеянии носителей на тепловых колебаниях решетки.

Предэкспоненциальный множитель в (1) описывается выражением [2]:

$$J_0 = \frac{kT \cdot b \cdot ch(d/L_p)}{2q(b+1)L_p \rho \cdot tg(d/2L_p)} \quad (4)$$

где ρ – удельное сопротивление высокоомной базы. По соотношению (4) были найдены значения удельного сопротивления при различных температурах. Из табл. 2 видно, что между подложкой и эпитаксиальной пленкой образуется промежуточный слой из твердого раствора с большим удельным сопротивлением. Таким образом, исследуемую структуру можно рассматривать как p -Si- n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$ - n^+ -Si $_{1-x}$ Sn $_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) переход, с сильно компенсированной высокоомной n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$ базой.

Таблица 2

Значения удельного сопротивления – ρ компенсированного переходного слоя твердого раствора n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$, вычисленные из ВАХ при различных температурах

T, K	293	313	333	353	373	393	413	433	453
$\rho, 10^5 \Omega \cdot cm$	5.74	3.95	2.32	1.50	1.06	0.69	0.47	0.26	0.18

Из температурной зависимости удельного сопротивления была построена зависимость $\ln(1/\rho) = f(1/T)$, которая представлена на рис. 2. Из рис. 2 видно, что в исследованном диапазоне температур удельная проводимость ($1/\rho$) высокоомного слоя n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$ имеет активационный характер с двумя экспоненциальными участками. На основе данных рис. 2, были оценены энергии активации удельной проводимости, которые имели значения, равные $\Delta E_1 = 0.21$ eV и $\Delta E_2 = 0.35$ eV. Как известно, Sn и A -центры в Si образуют уровни с $E_{Sn} = 0.25$ eV и $E_A = 0.35$ eV, соответственно [5]. По-видимому, энергетический уровень междоузельных атомов Sn расположен на 0.21 eV ниже потолка зоны проводимости твердого раствора Si $_{1-x}$ Sn $_x$. Разница $E_{Sn} - \Delta E_1 = 0.04$ eV возможно обусловлена отличием энергии взаимодействия междоузельных атомов Sn с кристаллическими решетками Si и твердого раствора Si $_{1-x}$ Sn $_x$. Однако A -центры как в Si, так и в Si $_{1-x}$ Sn $_x$ имеют одинаковый энергетический уровень. Это возможно связано с тем, что энергия связи вакансии с кислородом сильнее и влияние энергии упругих искажений кристаллических решеток Si и твердого раствора, возникающее за счет присутствием A -центров, не существенно.

Как известно, удельное сопротивление при данной температуре определяется концентрацией основных носителей (n): $\rho = 1/q\mu_n n$. С учетом рассеяния носителей на тепловых колебаниях решетки и на основе данных табл. 2 была построена зависимость n от обратной температуры $1/T$ (рис. 3а). Из рис. 3а видно, что концентрация свободных носителей в высокоомной базе при 293 К имеет значение $\sim 2 \cdot 10^{10}$ см $^{-3}$ и растет с ростом температуры, достигая $\sim 1 \cdot 10^{12}$ см $^{-3}$ при 453 К. Отсюда следует, что промежуточный слой n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$, формирующийся между p -Si и n^+ -Si $_{1-x}$ Sn $_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) слоями, действительно является сильно компенсированным материалом, и он в основном определяет электронные процессы в структуре в целом, в том числе и механизм переноса тока.

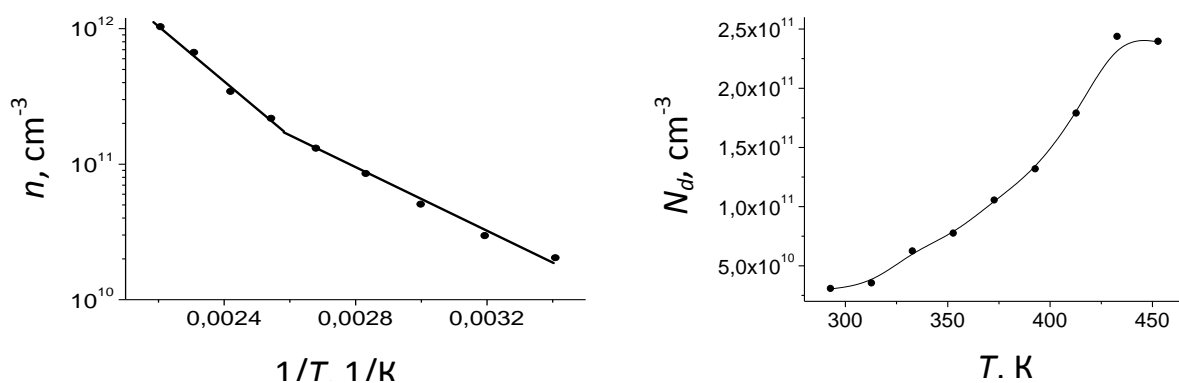


Рис. 3. Зависимость концентрации основных носителей – n от обратной температуры – $1/T$ (а), нескомпенсированных донорных центров – N_d от температуры – T (б) высокоомного слоя твердого раствора n -Si $_{1-x}$ Sn $_x$

За экспоненциальным участком на всех ВАХ (рис. 1) следуют участки со степенными зависимостями тока от напряжения типа $I \sim V^2$. Квадратичный участок ВАХ может быть описан дрейфовым механизмом переноса носителей тока в режиме двойной инжекции и омической релаксации объемного заряда [1]:

$$J = \frac{9}{8} \cdot \frac{q\mu_p \tau_p \mu_n N_d}{d^3} \cdot V^2 \quad (5)$$

где N_d – концентрация нескомпенсированных доноров. Используя выражение (5), из квадратичного участка ВАХ на основе данных табл. 1 была построена зависимость $N_d = f(T)$, которая представлена на рис. 3б. Из рис. 3б видно, что с ростом температуры концентрация нескомпенсированных доноров в высокоомном слое $n\text{-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ растет от $N_d \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$ при комнатной температуре до $\sim 2.4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ при 453 К.

На основе рис. 3, можно предположить, что энергетический уровень $\Delta E_1 = 0.21 \text{ eV}$ (рис. 2) обусловлен ионизованными междоузельными атомами Sn^+ , концентрация которых составляет $\sim 3 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$, а также уровень $\Delta E_2 = 0.35 \text{ eV}$ (рис. 2) соответствует уровню А-центров, концентрация которых при температурах больших 400 К составляет $2.4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$.

Таким образом, проведенные исследования температурной зависимости ВАХ показали, что при выращивании твердого раствора $n\text{-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) на $p\text{-Si}$ -подложке формирует $p\text{-}n\text{-}n^+$ -структура с высокоомным компенсированным n -слоем, при этом основным механизмом рассеяния является рассеяние на тепловых колебаниях решетки. Проведенные исследования дали также возможность определить два уровня активации удельной проводимости исследуемого твердого раствора, одним из которых является уровень А-центров (с концентрацией $N_A \approx 2.4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$), а второй, по-видимому, обусловлен ионизованными междоузельными атомами олова ($N_{\text{Sn}^+} \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адирович, Э.И. Токи двойной инжекции в полупроводниках / Э.И. Адирович, П.М. Карагеоргий-Алкалаев, А.Ю. Лейдерман. – М.: Сов. радио, 1978. – С. 320.
2. Зайнабидинов, С.З. Влияние рекомбинационных процессов на механизм токопрохождения в $p\text{-Si-nSi}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) структурах / С.З. Зайнабидинов, Х.М. Мадаминов // Петербургский журнал электроники. – 2017. – № 4. – С. 8–13.
3. Мадаминов, Х.М. Влияние инжекционных эффектов на электрические свойства гетеропереходов $p\text{-Si-nSi}_{1-x}\text{Sn}_x$ / Х.М. Мадаминов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – 2021. – № 2 (95). – С. 71–84.
4. Мадаминов, Х.М. Температурные зависимости электрофизических свойств твердых растворов $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) / Х.М. Мадаминов // Прикладная физика. – 2021. – № 1. – С. 63–68.
5. Шалимова, К.В. Физика полупроводников / К.В. Шалимова. – М.: Энергияатомиздат, 1985. – С. 396.
6. Leiderman, A.Yu. On the theory of sublinear current-voltage characteristics of semiconductor structures / A.Yu. Leiderman, P.M. Karageorgiy-Alkalaev // Solid State Commun. – 1978. vol. 25, iss. 10. -PP. 781–783.

Материал поступил в редакцию 02.12.21

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES $p\text{-Si-n-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) STRUCTURE

Kh.M. Madaminov, Candidate of Physics and Mathematical Sciences, Associate Professor
Andijan State University, Uzbekistan

Abstract. The article presents the results of studies of the current-voltage characteristics of $p\text{-Si-n-Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 0.04$) transitions in the temperature range from 293 to 453 K. Based on these data, the activation energies of two deep levels with the values 0.21 eV and 0.35 eV, which are assigned to interstitial Sn atoms and A centers, respectively.

Keywords: the solid solution, liquid-phase epitaxy, the diode structure, current-voltage characteristic, the intermediate layer.

УДК 533.7

КАК ИЗЛАГАТЬ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКУЮ ТЕОРИЮ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА ШКОЛЬНИКАМ И СТУДЕНТАМ

А.С. Неграш¹, И.А. Головин², А.Е. Батманов³

¹ кандидат технических наук, сопредседатель секции физики, ² студент 4-го курса, ³ студент 1-го курса,

¹ Московское общество испытателей природы МГУ,

² ФГБОУ ВО Московский государственный университет пищевых производств,

³ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва), Россия

Аннотация. Предлагается вариант изложения молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа (ИГ) в школах и ВУЗах. Используется понятие «одномолекулярный одноатомный идеальный газ» (ОМОАИГ). Форма сосуда принята сферической. Выводятся законы адиабатного процесса, основное уравнение и уравнение состояния ОМОАИГ. Формируется алгоритм перехода от формул МКТ ОМОАИГ к формулам МКТ ИГ. Принцип изложения материала – «от простого к сложному», форма изложения – аксиоматическая. Работа адресована ученикам школ, студентам, преподавателям физики, методистам и тем, кто проявляет интерес к физике.

Ключевые слова: молекулярно-кинетическая теория идеального газа, термодинамика, идеальный газ, «одномолекулярный» одноатомный идеальный газ, сферический сосуд, адиабатный процесс, уравнение состояния одномолекулярного идеального газа.

СОКРАЩЕНИЯ, ИНДЕКСЫ, ОБОЗНАЧЕНИЯ

Сокращения: МКТ – молекулярно-кинетическая теория, И – идеальный, ИГ – идеальный газ, ОМ – одномолекулярный, ОА – одноатомный, ОАМ – одноатомная молекула, ОМОАИГ – одномолекулярный одноатомный идеальный газ, А – аксиома, О – определение, П – первичное понятие, Т – теорема, АП – адиабатный процесс, ТДН – термодинамический.

Индексы: I – относится к одномолекулярному идеальному газу, А – относится к одномолекулярному идеальному газу, 0 – относится к начальному значению параметра газа, отсутствие индекса «0» относится к конечному значению параметра газа.

' – штрих – внешнее энергетическое воздействие на ИГ: А', Q'.

А' – работа сосуда над И газом, А – работа И газа, Q' – количество теплоты, переданное внешней средой И газу, Q – количество теплоты, переданное И газом внешней среде, Дж,

\bar{X} – подчеркивание сверху обозначения параметра – относится к осредненному значению параметра (X). Примеры:

$$\bar{E} = \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_N}{N} = \frac{E}{N},$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}}$$

где \bar{E} – среднеарифметическое значение кинетической энергии поступательного движения молекул газа, \bar{v} – среднеквадратичная скорость молекул газа, м/с, E – кинетическая энергия поступательного движения всех молекул ИГ, Дж. $\Delta X = X - X_0$ – разность между конечным значением величины X и её начальным значением X_0 .

Обозначения: m_1 – масса молекулы И газа, кг, v – модуль скорости молекулы, м/с, N – число молекул ИГ, 1, n – число атомов в молекуле, 1, $n = \frac{N}{V}$ – концентрация молекул ИГ, 1/м³, N_A – число Авогадро (постоянная Авогадро), 1/моль, ν – число молей ИГ (количество вещества), моль, $M = N_A m_1 = m_A$ – молярная масса, кг/моль, R – универсальная газовая постоянная одномолекулярного ($\nu = 1$) ИГ, $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, k – постоянная Больцмана – универсальная газовая постоянная ОМ ИГ, Дж/К, m – масса ИГ, кг, $U = E_{\Sigma} = \frac{i}{2} E$ – внутренняя энергия ИГ (полная кинетическая энергия всех молекул ИГ), Дж, i_1 – число степеней свободы молекулы ИГ, 1, r – радиус сосуда, м, T – температура сосуда (она же – температура газа), К, V – объём сосуда (он же – объём газа), м³, $\rho = \frac{m}{V}$ – плотность ИГ, кг/м³, $\rho_E = \frac{E}{V}$ – плотность кинетической энергии поступательного движения всех молекул ИГ, Дж/м³, $\rho_U = \frac{U}{V}$ – плотность внутренней энергии ИГ, Дж/м³, p – давление газа, Па, Дж/м³, $F_{\text{ц}}$ – модуль центростремительной силы молекулы, Н, $a_{\text{ц}}$ – модуль центростремительного ускорения молекулы, м/с², \bar{h}_1 – момент импульса молекулы относительно центра сосуда, $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$.

ВВЕДЕНИЕ

Недостаточный уровень знаний школьников и студентов молекулярно-кинетической теории идеального газа (МКТ ИГ) – это факт XXI века.

Объективные причины этого таковы: 1) объем материала охватывает два века развития МКТ ИГ, 2) два новых для механики физических объекта (ИГ и внешняя среда), 3) новые для механики понятия (тепловая энергия, внутренняя энергия, температура).

Субъективная причина – неудачное изложение МКТ ИГ в учебниках. В них ряд формул выводится из трех допущений: 1) большое число молекул газа, 2) хаотичность их движения в сосуде, 3) форма сосуда – параллелепипед (или куб).

Эти допущения не являются принципиальными. Одна молекула в сосуде – это тоже газ. Движение каждой молекулы обусловлено законами механики. Большинство газгольдеров имеют сферическую форму.

Цель предлагаемой работы показать, что все формулы МКТ ИГ можно вывести более простыми способами без указанных допущений, если использовать законы механики для описания взаимодействия молекул с сосудом сферической формы. Видео доклада «Как излагать МКТ ИГ в школах» - см. [1].

1. АКСИОМАТИКА МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГАЗА

1.1. Первичные понятия

П1. Атом, **П2.** Молекула, **П3.** Сосуд, **П4.** Внешняя среда.

1.2. Первичные отношения (аксиомы)

A1. Молекулы находятся в сосуде (стенки сосуда для них непроницаемые), **A2.** Внешняя среда находится вне сосуда, **A3.** Молекулы состоят из атомов, **A4.** Атомы неделимы, **A5.** Молекулы неделимы, **A6.** Объем молекулы (V_f) во много раз меньше объема сосуда (V). Т.е. ($V_f \ll V, r_n = r_f \ll r$), **A7.** Масса молекулы (m_f) во много раз меньше массы сосуда ($m_f \ll m_c$).

O1 (Г). Множество (N) молекул, удовлетворяющих аксиомам A1-A7, называется газом.

O2 (Тип Г). Тип газа определяется числом его молекул: **одномолекульный газ** ($N=1$), **одномольный газ** ($N=N_A$), **газ** (N – любое натуральное число).

O3 (Сорт Г). Сорт молекулы (и сорт газа) определяется числом атомов в молекуле (n).

O4 (ОАМ). Молекула, состоящая из одного атома ($n=1$), называется **одноатомной молекулой**.

A8. Механическое взаимодействие молекул друг с другом – **абсолютно упругий мгновенный удар**.

A9. Форма сосуда сферическая.

A10. Внешняя среда может оказывать **энергетическое воздействие на газ, передавая ему (или получая от него) только тепловую энергию Q' (Q) через стенки сосуда**.

A11. Сосуд не может накапливать энергию – он служит лишь посредником при передаче ее от внешней среды молекулам газа (или в обратном направлении).

Т.е. сосуд получает тепловую энергию от внешней среды и передает ее молекулам в форме кинетической энергии. Возможна также передача энергии в обратном направлении (передача посредством сосуда кинетической энергии молекул внешней среде в форме тепловой энергии).

O5 (ТИС). Сосуд называется **теплоизолированным**, если тепловая энергия не передается от внешней среды молекулам газа (или в обратном направлении).

A12 (ЗМ). Для молекул и сосуда **справедливы законы механики**, а для системы газ, сосуд, внешняя среда – **законы физики**.

O6 (ИГ). Газ, соответствующий аксиомам A8-A12, называется **идеальным газом**.

O7 (ААС). Первичные понятия и аксиомы называются **аксиоматикой аксиоматической структуры**.

См. рис. 1.

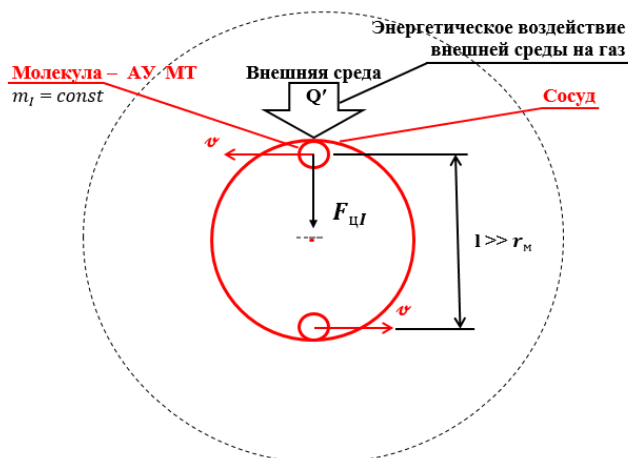


Рис. 1. Аксиоматика МКТ ИГ

2. СЛЕДСТВИЯ АКСИОМАТИКИ (СА) МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

СА.1. Согласно А1 и О1 «газ» – это неизменное количество (N) молекул в сосуде.

О8 (ОМОАИГ). Одномолекулярный ИГ газ, молекула которого есть атом (ОАМ), называется одномолекулярным одноатомным идеальным газом.

СА.2. Молекула ОМОАИГ в отсутствие гравитационного поля обладает только кинетической энергией – далее прилагательное «кинетическая» часто опущено,

СА.3. Взаимодействие молекул друг с другом не приводит к изменению суммарной энергии всех молекул ИГ (энергии ИГ) /A8/.

СА.4. Стабильное состояние ОМОАИГ

При отсутствии внешнего энергетического воздействия на ОМОАИГ (со стороны внешней среды ($Q'=0$) и сосуда ($A'=0 \leftrightarrow \Delta V=0 \leftrightarrow V=const$)) взаимодействие молекул с сосудом есть абсолютно упругие удары тел малой массы о неподвижную стену. Следовательно, это взаимодействие не приводит к изменению суммарной энергии всех молекул ИГ (энергии ИГ): энергия (E) не изменяется – см. рис. 2.

$$Q'=0, A'=0 \leftrightarrow \Delta V=0 \leftrightarrow V=const \rightarrow \Delta E_I=0 \rightarrow E_I = const \quad . \quad (CA.4)$$

О9 (С ИГ). Отсутствие энергетического воздействия на ИГ внешней среды и сосуда называется (стабильным) состоянием ИГ газа.

Далее прилагательное «стабильное» часто опущено.

О10 (ПС). Объем и энергия ОМОАИГ называются параметрами состояния этого газа.

О11 (ГП). Газовый процесс – это процесс изменения параметров газа между начальным и конечным (стабильными) его состояниями в результате энергетического воздействия на газ внешней среды и/или сосуда.

О12 (ПП). Параметры энергетического воздействия на ОМОАИГ (работа (A') сосуда и тепловая энергия (Q') внешней среды), а также изменение энергии газа (ΔE) называются параметрами газового процесса.

На рис. 3-5 представлены адиабатный ($Q'=0$), изохорный ($\Delta V=0 \rightarrow A'=0$) и произвольный ($Q' \neq 0, A' \neq 0$) процессы ОМОАИГ.

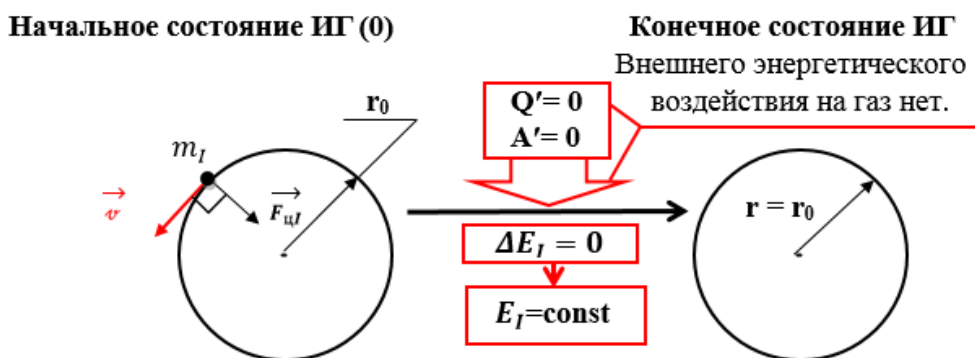


Рис. 2. Стабильное состояние идеального газа ($Q'=0, A'=0 \rightarrow E_I = const$)

СА.5. Адиабатный процесс ($Q'=0$) идеального газа (АП ОМОАИГ)

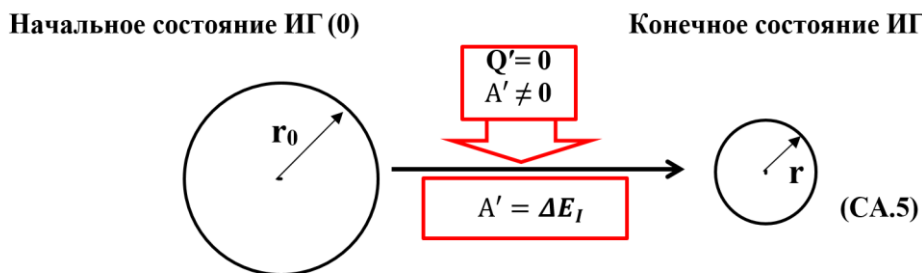


Рис. 3. Адиабатный процесс ОМОАИГ (АП). Теорема об изменении кинетической энергии газа под воздействием сосуда ($Q'=0 \rightarrow A' = \Delta E_I$)

СА.6. Изохорный процесс (ИХП) газа ($\Delta V = 0 \rightarrow A' = 0$)

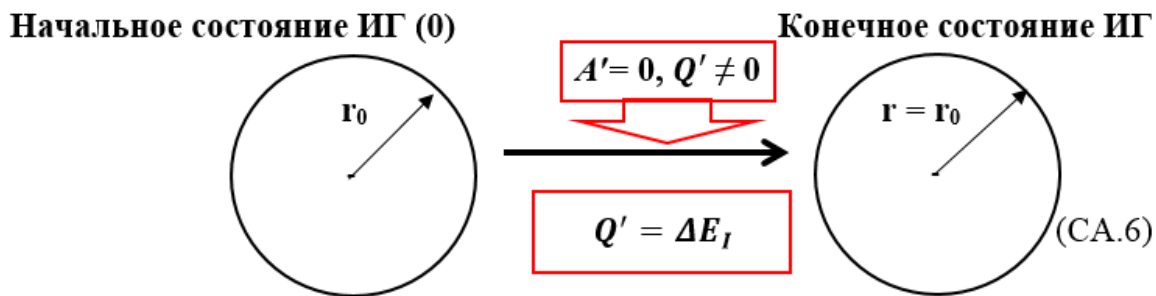


Рис. 4. Изохорный процесс ИГ. Теорема об изменении кинетической энергии газа под воздействием внешней среды ($A' = 0 \rightarrow Q' = \Delta E_I$)

СА.7. Произвольный процесс ОМОАИГ ($\Delta V \neq 0 \rightarrow A' \neq 0, Q' \neq 0$)

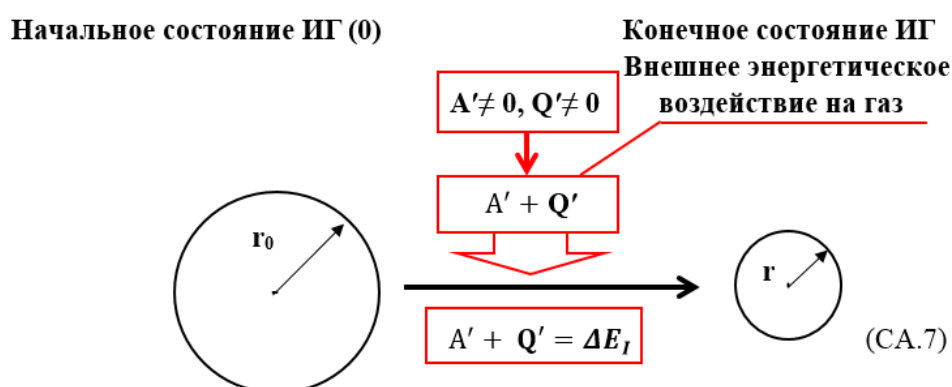


Рис. 5. Произвольный процесс ОМОАИГ. Первый закон термодинамики для ОМОАИГ – теорема об изменении кинетической энергии ОМОАИГ под воздействием сосуда и внешней среды ($A' + Q' = \Delta E_I$)

3. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОДНОМОЛЕКУЛЬНОГО ($N = 1$) ОДНОАТОМНОГО ($n = 1$) ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (МКТ ОМОАИГ)

3.1. Сила давления (F_I), давление (p_I) и энергия (E_I) ОМОАИГ. Основное уравнение (уравнение состояния) МКТ ОМОАИГ

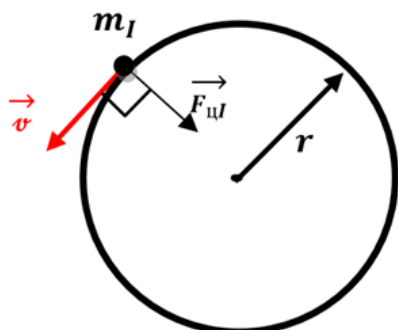
Известно, что среднее давление ОМОАИГ (p_I) не зависит от направления движения его молекулы [2], [4]. Нам удобнее полагать, что молекула движется по окружности большого круга – см. рис. 6.

r – радиус сферического сосуда

v – модуль скорости молекулы

m_I – масса молекулы

$F_{цI}$ – центростремительная сила, действующая на молекулу со стороны сосуда



$$S = 4 \pi r^2, \quad (\Gamma 1);$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3. \quad (\Gamma 2)$$

Рис. 6. Расчетная схема взаимодействия ОМОАИГ с сосудом

O13 (p_I). Давление ОМОАИГ в сферическом сосуде определяется формулой

$$p_I = \frac{F_{UI}}{S} = \frac{m_I a_{UI}}{S} = \frac{m_I v^2}{rS} \quad (1)$$

Из (1) с учетом (Г1) (Г2) следуют цепи формул (стабильного) состояния ОМОАИГ в сферическом сосуде:

$$rS = 3V \quad (Г)$$

$$p_I = \frac{F_{UI}}{S} = \frac{m_I v^2}{rS} = \frac{m_I v^2}{3V} = \frac{\rho_I v^2}{3} = \frac{2}{3V} \frac{m_I v^2}{2} = \frac{2E_I}{3V} = \frac{2}{3} n_I E_I = \frac{2}{3} \rho_{EI} \quad (2)$$

$$(3) \quad E_I = \rho_{EI} V = \frac{3}{2} p_I V$$

$$p_I = \frac{2}{3V} \frac{m_I v^2}{2} = \frac{2E_I}{3V} = \frac{2}{3} \rho_{EI} \quad (4)$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_I}{m_I}} = \sqrt{\frac{2\rho_{EI}}{\rho_I}} = \sqrt{\frac{3p_I}{\rho_I}} \quad (5)$$

$$E_I = \frac{m_I v^2}{2}, (6); \rho_I = \frac{m_I}{V}, (7); \rho_{EI} = \frac{E_I}{V}, (8); n_I = \frac{1}{V} \quad (9)$$

Т. Давление ОМОАИГ есть отношение его удвоенной энергии к утроенному объему сосуда, или две третьих плотности энергии этого газа (4).

Основное уравнение (уравнение состояния) – УС МКТ ОМОАИГ (4).

Если внешние энергетические воздействия на газ отсутствуют ($Q'=0$; $A'=0$), то энергия газа остается неизменной ($E_I = const$). См. (СА.4) и рис. 2.

В уравнении состояния (4) энергия (E_I), объем (V), масса (m_I) газа есть константы, поэтому все выраженные через них величины тоже есть константы ($p_I, \rho_I, \rho_I, n_I, v, \rho_{EI}$).

Т.е. в стабильном состоянии ОМОАИГ для ОАМ справедливы скалярные формы законов механики равномерного прямолинейного движения материальной точки: закон сохранения энергии (E_I), модулей скорости (v), импульса ($p_I = m_I v$), момента импульса относительно центра сосуда ($\hbar_I = m_I v r$). Отличие – движение ОАМ происходит по окружности большого круга сосуда.

4. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ОДНОМОЛЕКУЛЬНОГО ($N = 1$) ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (МКТ ОМ ИГ)

4.1. Молекула. Структура молекулы. Число степеней свободы ее движения

Число степеней свободы движения молекулы

$$i_I = i_{vI} + i_{\omega I} \quad (10)$$

$$i_{vI} = 3 \quad (11)$$

4.1.1. Полная кинетическая (или внутренняя) энергия молекулы (теорема Кенига)

Очевидно, что эта энергия равна сумме поступательного и вращательного движений молекулы

$$U_I = E_{vI} + E_{\omega I} \quad (12)$$

(теорема Кенига, 1751 г. [7]).

4.1.1.1. Полная кинетическая (или внутренняя) энергия ОМОАИГ. Температура ОМОАИГ. Уравнение состояния ОМОАИГ

$$i_{\omega OAM} = 0 \quad (13)$$

$$i_{OAM} = i_{vI} = 3 \quad (14)$$

Тогда с учетом ($E_{\omega I} = 0$) из (12) следует

$$U_I = E_{\psi I} = E_I \quad (15)$$

Энергия ОАМ, приходящаяся на одну степень свободы ее движения, такова:

$$\frac{E_I}{i_{\text{ОАМ}}} = \frac{E_I}{3} = \frac{\frac{3}{2} p_I V}{3} = \frac{1}{2} p_I V \quad (16)$$

Из (16) следует

$$E_I = \rho_{EI} V = \frac{i_{\text{ОАМ}}}{2} p_I V = \frac{3}{2} p_I V \quad (17)$$

До сих пор мы не вводили понятие «температура ОМОАИГ». Это можно было сделать еще в 1748 г., благодаря предположению М.В. Ломоносова: нагревание тел связано с поступательным и вращательным движениями мелких частиц. В связи с этим он сделал вывод о существовании минимума температуры, т.е. близко подошел к понятию абсолютного нуля температуры [7]. Используя эти суждения, мы предположим, что энергия ОМОАИГ прямо пропорциональна абсолютной температуре газа (T). Т.е. (17) с температурной концовкой примет вид

$$E_I = \rho_{EI} V = \frac{i_{\text{ОАМ}}}{2} p_I V = \frac{3}{2} p_I V = \frac{3}{2} kT \quad (18^*)$$

$i_{\text{ОАМ}} = 3$, ОМОАИГ

Постоянная величина k находится из экспериментальных данных о реальных газах и называется постоянной Больцмана.

Из (18*) следует определение понятия «температуры ОМОАИГ»:

$$T = \frac{2E_I}{i_{\text{ОАМ}} k} = \frac{2E_I}{3k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_I}{k} \quad (19^*)$$

Т ОМОАИГ

О14 (Т ОМОАИГ). Температура ОМОАИГ – это две третьих кинетической энергии его ОАМ, выраженной в кельвинах (а не в джоулях), или – это удвоенная кинетическая энергия его ОАМ, приходящаяся на одну степень ее свободы, выраженная в кельвинах (а не в джоулях).

Умножив (18*) на $\frac{2}{3}$, получим цепь формул уравнения состояния ОМОАИГ с использованием понятия «температура ОМОАИГ». Т.е.

$$\frac{2}{3} E_I = \frac{2}{3} \rho_{EI} V = p_I V = kT \quad (20^*)$$

$i_{\text{ОАМ}} = 3$, УС ОМОАИГ

4.1.1.2. Полная кинетическая (или внутренняя) энергия ОМ ИГ. Температура ОМ ИГ

Таблица 1

Число степеней свободы движения молекулы

Схема молекулы	Число (n) атомов в молекуле	Номер сорта молекулы	Сорт молекулы	Число степеней свободы движ-я молекулы (i_I)
				$i_I = i_{\psi I} + i_{\omega I}$
•	1	1	Одноатомная (ОАМ)	$i_I = 3 + 0 = 3$
—•—•	2	2	Двуатомная	$i_I = 3 + 2 = 5$
• • •	3	3	Трехатомная	$i_I = 3 + 3 = 6$
□	> 3		Многоатомная	$i_I = 3 + 3 = 6$
○	Любое		Любая	$i_I = i_{\psi I} + i_{\omega I}$

Примечания: 1. $n > 2 \iff i_1 = 3$. 2. Всего 3 сорта молекул (i_1).

A13 (U_1/i_1). Полная кинетическая (или внутренняя) энергия (U_1) ОМ ИГ равномерно распределяется по всем степеням свободы движения молекулы (i_1).

A13 (U_1/i_1) – это обобщение (16) на ОМ ИГ (аналог допущения Больцмана, предложенного для ИГ).

Из A13(U_1/i_1) с учетом (15) следует: на каждую степень свободы ОМ ИГ приходится внутренняя энергия, равная одной трети энергии поступательного движения молекулы. Т.е.

$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{E_1}{3} = \frac{1}{3} \cdot \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{1}{6} \cdot m_1 v^2 = \frac{1}{2} p_1 V = \frac{1}{2} kT \quad (21^*)$$

ОМ ИГ

$$U_1 = i_1 \frac{E_1}{3} = \frac{i_1}{3} \cdot \frac{m_1 v^2}{2} = \frac{i_1}{6} \cdot m_1 v^2 = \frac{i_1}{2} p_1 V = \frac{i_1}{2} kT \quad (22^*)$$

ОМ ИГ

$$(23) \quad E_1 = 3 \frac{U_1}{i_1} \quad (24) \quad \frac{2}{3} E_1 = p_1 V = kT \quad (25) \quad p_1 = \frac{F_1}{S} = \frac{2E_1}{3V} = \frac{2}{3} \rho_{E1} = \frac{2}{i_1} \rho_{U1} = \frac{kT}{V}$$

Из (21*) следуют два равноправных определения понятия «температуры ОМ ИГ»

$$T = \frac{2E_1}{i_{OAM} k} = \frac{2E_1}{3k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_1}{k} = \frac{2}{i_1} \cdot \frac{U_1}{k} \quad (26^*)$$

O15 (Т ОМ ИГ). Температура ОМ ИГ – это две третьих кинетической энергии поступательного движения его молекулы, выраженной в кельвинах (а не в джоулях), или – это удвоенная кинетическая энергия поступательного движения его молекулы, приходящейся на одну степень ее свободы, выраженная в кельвинах (а не в джоулях).

O15' (Т ОМ ИГ). Температура ОМ ИГ – это удвоенная внутренняя энергия его ОАМ, приходящаяся на одну степень ее свободы, выраженная в кельвинах (а не в джоулях).

Из (21*) следует выражение для скорости молекулы ОМ ИГ

$$v = \sqrt{\frac{2E_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{2\rho_{E1}}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{3p_1}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_1}} = \sqrt{\frac{6U_1}{i_1 m_1}} \quad (27^*)$$

Молекула первого сорта – это упругая материальная точка. Молекулу третьего сорта ($i_1 = 6$) ОМ ИГ газа можно представить ободом неизменного радиуса массой m_1 , катящимся по большому кругу сосуда без проскальзывания. Как известно из теоремы Кенига, полная кинетическая (или внутренняя) энергия (U_1) такого обода, движущегося со скоростью v , такова:

$$U_1 = E_{v1} + E_{\omega1} = 2E_{v1} = m_1 v^2 \quad (28)$$

E_{v1} – энергия поступательного движения молекулы ОМ ИГ,

$E_{\omega1} = E_{v1}$ – энергия вращательного движения молекулы ОМ ИГ ($i_1 = 6$).

Поскольку центростремительная сила, действующая на молекулу, не зависит от сорта молекулы (i_1) при одинаковой массе молекул (m_1), то все формулы МКТ ОМОАИГ раздела 3 и (20*) остаются справедливыми и для МКТ ОМ ИГ. При этом E_1 есть энергия поступательного движения молекулы ОМ ИГ. Т.е. $E_1 = E_{v1}$.

С позиций «теории машин и механизмов» молекула ОМ ИГ газа, движущаяся по поверхности сферического сосуда с постоянной скоростью, и сосуд образуют идеальный механизм, обладающий постоянной полной кинетической (внутренней) энергией. Т.е. эта энергия механическая.

Понятия температура и внутренняя энергия ОМ ИГ можно считать как механическими понятиями, так и тепловыми. Это зависит от подраздела физики, в котором нам удобнее рассматривать явление, и используемого измерительного прибора.

4.2. Температура сосуда. Следствия (С) МКТ ОМ ИГ

O16 (Тс). Температура сосуда (T_c) есть температура идеального газа (T). Т.е. $T_c = T$. (*)

С (ОМ1). Температура ОМ ИГ, находящегося в сосуде, равна температуре сосуда.

С (ОМ2). Температура (T) смеси разносортных ОМ ИГ газов (1 и 2), находящаяся в сосуде, равна температуре каждого ОМ ИГ газа смеси и равна температуре сосуда (T_c). Т.е. $T = T_1 = T_2 = T_c$.

С (ОМЗ). Давление (p) смеси разнородных ОМ И газов, находящихся в сосуде, равна сумме парциальных давлений каждого ОМ И газа смеси. Т.е. $p = p_{1.1} + p_{1.2}$ - для двух разнородных газов (1 и 2). При этом $p_{1.1} = p_{1.2} = \frac{1}{2} p$.

5. ЗАКОНЫ АДИАБАТНОГО ПРОЦЕССА ОДНОМОЛЕКУЛЬНОГО ОДНОАТОМНОГО ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (АП ОМОАИГ)

5.1. Первый закон термодинамики в АП ОМОАИГ

О17 (АП). Газовый процесс называется *адиабатным* (или *механическим*), если внешняя среда отсутствует (или не оказывает энергетического воздействия на газ).

$$Q' = 0 \quad (29)$$

Из 1-го закона ТДН АП ОМИАИГ (СА.5) следует: любые задачи АП можно решать в рамках механики. АП есть механический процесс. Т.е.

$$A_i' = \Delta E_i = E_i - E_{i0} \quad (30)$$

5.2. Кинематический и динамические законы АП

Выражению для модуля центростремительной силы ($F_{цт}$), действующей на ОАМ, придадим вид

$$F_{цт} = m_1 a_{цт} = \frac{m_1 v^2}{r} = \frac{m_1 r^2}{m_1 r^2} = \frac{(m_1 v r)^2}{m_1 r^3} = \frac{\hbar_1^2}{m_1 r^3}$$

$$F_{цт} = \frac{\hbar_1^2}{m_1 r^3} \quad (31);$$

$$\hbar_1 = m_1 v r \quad (32)$$

\hbar_1 – момент импульса молекулы относительно центра сосуда,

$a_{цт}$ – центростремительное ускорение молекулы ОМОАИГ.

При этом используем аксиому (А1) о малой массе молекулы. т.е.

$$m_1 \ll m_c$$

Так как система сосуд – ИГ замкнута (изолирована от внешней среды), и центростремительная сила не создает момента относительно центра сосуда, то для указанной системы справедлив *первый динамический закон АП ОМОАИГ (закон сохранения момента импульса молекулы относительно центра сферического сосуда)*.

$$\hbar_1 = m_1 v r = m_1 v_0 r_0 = const_{АП\hbar_1} \quad (33)$$

С учетом сохранения массы молекулы ($m_1 = const$) из (33) следует *кинематический закон АП ОМОАИГ*:

$$v r = v_0 r_0 = const \quad (34)$$

Заметим, что (34) – это *аналог второго закона Кеплера* (1609 г.).

Из (34) следует теорема.

Т(АП ОМОАИГ 1). В адиабатном процессе ОМОАИГ при уменьшении радиуса сосуда в n раз скорость и импульс ОАМ увеличиваются в n раз, энергия ОАМ – в n^2 раз.

С учетом (31) и (Г1) получим формулу давления (p_I) ОМОАИГ

$$p_I = \frac{F_{цт}}{S} = \frac{\hbar_1^2}{m_1 r^3 4\pi r^2} = \frac{\hbar_1^2}{4\pi m_1 r^5} \quad (35)$$

Возведем обе части формулы объема шара (Г2) в степень пять третьих, получим

$$V^{\frac{5}{3}} = \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{\frac{5}{3}} \cdot r^5 \quad (36)$$

Перемножив (35) и (36), после сокращений получим *второй динамический закон АП ОМОАИГ*:

$$p_I V^{\frac{5}{3}} = \frac{\hbar_I^2}{2m_I} \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{1}{3} m_I (vr)^2 \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (37) \text{ или}$$

$$p_I V^{\frac{5}{3}} = k_{\text{АП}} = \text{const}_{\text{АП}} \quad (38)$$

$$\text{const}_{\text{АП}} = \frac{\hbar_I^2}{2m_I} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{4\pi}{3}\right)^2} = \frac{1}{3} m_I (vr)^2 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{4\pi}{3}\right)^2} \quad (39)$$

$\gamma = \frac{5}{3}$, γ – показатель адиабаты ОМОАИГ.

При выводе законов АП ОМОАИГ использовался закон сохранения момента количества движения (Эйлер, 1738 [7]). Т.е. вышеизложенные законы АП могли быть получены в 1738 году. Формулы АП были получены Пуассоном в 1823 г. – см. табл. 9.

5.3. Задача (АП ОМОАИГ)

В сферическом сосуде объемом V_0 движется со скоростью v_0 одна молекула инертного газа массой m_I . Объем сосуда уменьшили в 8 раз. Найти конечные параметры (V , r , p_I , E_I , A_I') такого газа, считая процесс адиабатным.

Дано: $V, \frac{V}{V_0} = 8, m_I, v_0$; АП ОМОАИГ. Найти: $V, r, p_I, E_I, A_I' - ?$

Таблица 2

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АП ОМОАИГ

№ п/п	Параметр газа в АП	Алгоритм решения задачи АП ОМОАИГ	Результат
1	E_{I0} – энергия ОАМ	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2$	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2$
2	V – объем сосуда	$V = V_0 / 8$	$V = V_0 / 8 = 0,125 V_0$
3	r – радиус сосуда	$r/r_0 = \sqrt[3]{0,125 V_0} = 0,5$	$r/r_0 = 0,5$
4	v – скорость ОАМ	$vr = v_0 r_0 \rightarrow v = v_0 r_0 / r$	$v = 2v_0$
5	E_I – энергия ОАМ	$E_I = m_I v^2 / 2 = m_I (2v_0)^2 / 2$	$E_I = 4E_{I0} = 2m_I v_0^2$
6	A_I' – работа сосуда	$A_I' = \Delta E_I = E_I - E_{I0}$	$A_I' = 4E_{I0} - E_{I0} = 3E_{I0}$
7	p_I – давление газа	$p_I = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_I}{V} = \frac{2}{3} \cdot \frac{4E_{I0}}{0,125V_0}$	$p_I = 32 \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{I0}}{V_0} = 32p_{I0}$
8	Проверка результатов	$p_I V^{\frac{5}{3}} = p_{I0} V_0^{\frac{5}{3}} \rightarrow p_I = p_{I0} \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{5}{3}}$	$p_I = p_{I0} (8)^{\frac{5}{3}} = 32p_{I0}$
Итоги АП	В АП при уменьшении объема сосуда в 8 раз (радиуса – в 2 раза) увеличение остальных параметров ОМОАИГ таково: скорость и импульс ОАМ – в 2 раза, энергия ОАМ – в 4 раза, давление – в 32 раза.		

При решении задачи мы не пользовались понятием «температура». Если использовать уравнение состояния ОМОАИГ (20*), содержащее «температуру», то, решая систему уравнений

$$\begin{cases} p_I V = kT & (20*) \\ p_I V^{\frac{5}{3}} = k_{\text{АП}} & (38), \text{ получим} \end{cases}$$

$$TV^{\frac{2}{3}} = \frac{k_{\text{АП}}}{k} = \text{const}_{\text{АП}, TV} \quad (40)$$

Из (40) следует, что в АП температура газа при уменьшении объема увеличивается, а при увеличении уменьшается (несмотря на то, что теплового взаимодействия газа с внешней средой в АП нет). Этот факт был установлен Дальтоном (1800 г.) и Гей-Люссаком (1807 г.) – см. табл. 9.

С учетом введенного понятия «температура ОМОАИГ» можно дополнить таблицу 2 параметрами ИГ АП задачи АП – см. окончание табл. 2.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АП ОМОАИГ

№ п/п	Параметр газа в АП	Алгоритм решения задачи АП ОМОАИГ	Результат
2	E_{I0} - энергия ОАМ	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2 = 1,5kT_0$	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2 = 1,5kT_0$
7	E_I - энергия ОАМ	$E_I = m_I v^2 / 2 = m_I (2v_0)^2 / 2$	$E_I = 4E_{I0} = 2m_I v_0^2 = 6kT_0$
8	A_I' - работа сосуда	$A_I' = \Delta E_I = E_I - E_{I0}$	$A_I' = 3E_{I0} = 4,5kT_0$
10	T_0 - темп-ра АП ₀	$m_I v_0^2 / 3 = kT_0$	$T_0 = m_I v_0^2 / (3k)$
11	T - темп-ра АП	$m_I v^2 / 3 = kT = 4kT_0$	$T = m_I v^2 / (3k) = 4T_0$
12	ΔT - раз-ть темп-р	$\Delta T = T - T_0$	$\Delta T = T - T_0 = 3T_0$
13	Проверка результатов	$\frac{p_I V}{T} = \frac{32p_{I0} \cdot V_0 / 8}{4T_0} = \frac{p_{I0} V_0}{T_0}$	Урав-е сост-я ОМОАИГ удовлет-ся: $\frac{p_I V}{T} = \frac{p_{I0} V_0}{T_0} = k = const.$
Итоги АП	Теорема АП ОМОАИГ 2. При уменьшении объема сосуда в 8 раз (радиуса – в 2 раза) в АП ОМОАИГ увеличение остальных параметров таково: скорость и импульс ОАМ – в 2 раза, энергия и температура газа – в 4 раза, давление – в 32 раза.		

Следовательно, в АП ОМОАИГ (в отличие от любого изопротесса) каждый из ТДН макропараметров тройки p, V, T изменяется. При этом выражение $\frac{p_I V}{T}$ остается неизменным и равным константе Больцмана (k).

Если газ совершит обратный АП (увеличив радиус сосуда до первоначального значения – r_0), то все параметры газа вернуться к начальным значениям условия задачи (АП). Т.е. АП ОМОАИГ есть процесс обратимый. Заметим, что в МКТ ИГ все процессы обратимые.

6. ИЗОХОРНЫЙ ПРОЦЕСС (ИХП) ОМОАИГ

О18 (ИХП ОМОАИГ). Процесс ОМОАИГ называется изохорным, если в течение процесса объем газа остаётся неизменным. Т.е.

$$V = V_0 = const_V \quad (41)$$

При этом сосуд не совершает работы над идеальным газом, т. к. объем не меняется. Т.е.

$$\Delta V = 0 \rightarrow A' = 0. \quad (42)$$

Тепловая энергия, переданная идеальному газу ($Q'_{V,I}$), вызвала увеличение кинетической энергии молекулы ОМОАИГ.

ИХП ОМОАИГ – это антипод АП ОМОАИГ. АП – процесс механический, а ИХП – тепловой.

На основании закона сохранения энергии, примененной к системе внешняя среда-сосуд-газ /А12/, имеем:

$$Q'_{V,I} = \Delta E_{V,I} \quad (44)$$

Формула (44) есть «первый закон термодинамики при изохорном процессе ОМОАИГ» /СА6/.

$$\Delta E_{V,I} = E - E_0, \quad (45); \quad E = \frac{3}{2} kT, \quad (46); \quad E_0 = \frac{3}{2} kT_0 \quad (47)$$

С учётом (45)-(47) 1-ый закон ТДН при ИХП ОМОАИГ (44) примет вид

$$Q'_{V,I} = \Delta E_{V,I} = \frac{3}{2} k \Delta T, \quad (48); \quad \Delta T = T - T_0 \quad (49)$$

Формуле (44) можно придать следующей вид:

$$Q'_{V,I} = \Delta E_{V,I} = C_{V,I} \Delta T, \quad (50); \quad C_{V,I} = \frac{Q'_{V,I}}{\Delta T}, \quad (51)$$

$C_{V,I}$ – молекулярная теплоёмкость ОМОАИГ в ИХП (т.е. при $V = const$) при изменении температуры на один кельвин.

Из (51) и (48) следует

$$C_{V,I} = \frac{Q'_{V,I}}{\Delta T} = \frac{\Delta E_{V,I}}{\Delta T} = \frac{3}{2} k \quad (52)$$

Уравнение состояния ОМОАИГ (20*) с учетом (41) для ИХП примет вид

$$\frac{p_I}{T} = \frac{k}{V} = \frac{k}{const_V} = const_{ИХП} \quad (53)$$

Это же выражение (53) есть закон ИХП, если любую из величин p_I или T считать параметром процесса. Обобщая (44) на ОМ ИГ и учитывая (22*), из формулы (52) получим

$$C_{V,I} = \frac{Q'_{V,I}}{\Delta T} = \frac{\Delta U_{I,V}}{\Delta T} = \frac{0,5 i_I k \Delta T}{\Delta T} = \frac{i_I}{2} k \quad (54)$$

Задача (ИХП ОМОАИГ). В сферическом сосуде объемом V_0 движется со скоростью v_0 одна молекула инертного газа массой m_I . Газ получил от внешней среды количество теплоты втрое большее, чем начальная энергия газа ($Q' = 3E_{I0}$). Объем сосуда при этом не изменился. Найти конечные параметры (T , p_I , E_I , v).

Дано: $V_0, \frac{V}{V_0} = 1, m_I, v_0$; **ИХП ОМОАИГ.** / **Найти:** T, p_I, E_I, v

Алгоритм решения. См. табл. 3.

Таблица 3

№ п/п	Параметры газа в ИХП	Алгоритм решения задачи ИХП ОМОАИГ	Результат
1	E_{I0} -энергия газа ₀	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2 = 1,5 k T_0$	$E_{I0} = m_I v_0^2 / 2 = 1,5 k T_0$
2	T_0 – тем-ра газа ₀	$m_I v_0^2 / 3 = k T_0$	$T_0 = m_I v_0^2 / (3k)$
3	E_I – энергия газа	$Q' = \Delta E_I = E_I - E_{I0} = 3E_{I0}$	$E_I = 4E_{I0} = 6kT_0$
4	T – тем-ра газа	$E_I = 4E_{I0} \rightarrow T = 4T_0$	$T = 4T_0 = 4m_I v_0^2 / (3k)$
5	v – скорость ОАМ	$E_I = 4E_{I0} \rightarrow v = 2v_0$	$v = 2v_0$
6	ΔT – раз-ть темп-р	$\Delta T = T - T_0 = 4T_0 - T_0$	$\Delta T = 3T_0 = m_I v_0^2 / k$
7	p_{I0} -давление газа ₀	$p_{I0} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{I0}}{V} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{I0}}{V_0}$	$p_{I0} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{I0}}{V_0} = \frac{m_I v_0^2}{3V_0}$
8	p_I – давление газа	$p_I = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_I}{V} = \frac{2}{3} \cdot \frac{4E_{I0}}{V_0} = 4p_{I0}$	$p_I = 4p_{I0} = \frac{4m_I v_0^2}{3V_0}$
9	Проверка результатов	$\frac{p_I V}{T} = \frac{4p_{I0} V}{4T_0} = \frac{p_{I0} V}{T_0} = k$	Ур-е сост-я газа удовлетворяется: $\frac{p_I V}{T} = \frac{p_{I0} V}{T_0} = k$.
Итоги ИХП	Теорема ИХП ОМОАИГ. При получении от внешней среды количества теплоты ($Q' = 3E_{I0}$) увеличение остальных параметров в ИХП ОМОАИГ таково: скорость и импульс ОАМ – в 2 раза, энергия, температура и давление газа – в 4 раза.		

Сравнение АП и ИХП при условии $Q' = Q'_V = Q'_{ИХП} = A'_{АП} = 3E_{I0}$.

В АП изменение энергии было вызвано работой сосуда, а в ИХП – передачей газу тепловой энергии внешней среды.

При $Q'_{ИХП} = A'_{АП} = 3E_{I0}$ получилось, что в обоих процессах изменения скорости, энергии, температуры и давления газа совпали. А увеличение давления в АП оказалось в 8 раз больше. Это связано с тем, что объем сосуда в АП уменьшился в 8 раз, а в ИХП объем не изменился.

7. ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ МКТ ОМ ИГ. ИЗОБАРНЫЙ ПРОЦЕСС

Для любого процесса ОМ ИГ 1-ый закон ТДН с учетом (22*) имеет вид

$$A_I' + Q_I' = \Delta U_I = \frac{i_I}{3} \Delta E_I = \frac{i_I}{3} \Delta \left(\frac{3}{2} p_I V \right) = \frac{i_I}{2} \Delta (p_I V) = \frac{i_I}{2} k \Delta T \quad (55)$$

О19 (ИБП). Процесс ОМ ИГ называется **изобарным**, если давление газа не меняется. Т.е.

$$\Delta p_I = 0 \rightarrow p_I = p_{I0} = const \quad (56)$$

В ИБП ОМ ИГ 1-ый закон ТДН (с учетом (56)) примет вид

$$Q_{p,I}' + A_{p,I}' = Q_{p,I}' - A_{p,I} = \Delta U_I = \frac{i_I}{3} \Delta E_I = \frac{i_I}{3} \Delta \left(\frac{3}{2} p_I V \right) = \frac{i_I}{2} p_I (\Delta V) = \frac{i_I}{2} k \Delta T \quad (57)$$

Работа ОМ ИГ в ИБП примет вид

$$A_{p,I} = p_I \Delta V = p_{I0} \Delta V = k \Delta T \quad (58)$$

Подставив (58) в (57), с учетом (54) и (58) получим

$$Q_{p,I}' = k \Delta T + \frac{i_I}{2} k \Delta T = \Delta T \left(k + \frac{i_I}{2} k \right) = k \Delta T \left(1 + \frac{i_I}{2} \right) = k \Delta T \frac{i_I + 2}{2} = C_{p,I} \Delta T \quad (59)$$

$$C_{p,I} = \frac{Q_{p,I}'}{\Delta T} = k + \frac{i_I}{2} k = k + C_{V,I} = \frac{A_{p,I}}{\Delta T} + C_{V,I} \quad (60)$$

$$\frac{C_{p,I}}{C_{V,I}} = \frac{i_I + 2}{i_I} = \gamma \quad (61) \leftarrow \text{показатель адиабаты ОМ ИГ.}$$

Из (60) следует

$$C_{p,I} - C_{V,I} = k = \frac{A_{p,I}}{\Delta T} \quad (62) \leftarrow \text{аналог уравнения Майера для ОМ ИГ.}$$

$C_{p,I}$ – молекулярная теплоемкость ОМ ИГ при ИБП при изменении температуры на один кельвин.

8. ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОМ ИГ. КПД ХАРАКТЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ ОМ ИГ О20 (ИТП). Процесс ОМ ИГ называется **изотермическим**, если температура газа не меняется. Т.е.

$$\Delta T = 0, \text{ или } T = const \rightarrow \Delta U_I = \frac{i_I}{2} k \Delta T = 0 \quad (63)$$

Подставив (63) в (55), получим 1-ый закон ТДН в ИТП ОМ ИГ

$$Q_I' = -A_I' = A_I \quad (64)$$

021 (КПД). КПД процесса (и КПД цикла тепловой машины) определим формулой

$$\eta = A_I / Q_I' \quad (65)$$

КПД АП и изопроцессов ИТП, ИБП, ИХП представлены в таблице 4.

Таблица 4

КПД ХАРАКТЕРНЫХ ВИДОВ ПРОЦЕССОВ

Вид процесса	АП	ИТП	ИБП			ИХП
КПД процесса	$\rightarrow \infty$	1	0,4 ($i_I = 3$)	0,28 ($i_I = 5$)	0,25 ($i_I = 6$)	0

Поскольку все процессы МКТ ОМ ИГ обратимы, то для получения отличной от нуля работы тепловой машины (ТМ), необходимо использовать разные виды процессов. Сади Карно использовал для этой цели по паре процессов АП и ИТП. В результате он получил формулу КПД цикла тепловой машины (1824 г. [7]):

$$(Q_n' - Q_x) / Q_n' = A_I / Q_I' = \eta = (T_n - T_x) / T_n \quad (66)$$

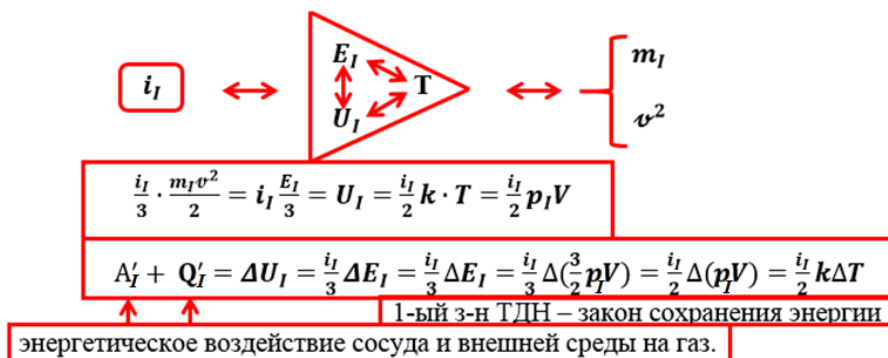
T_n, T_x – температуры нагревателя и холодильника; Q_n', Q_x – количество теплоты, переданное внешней средой (нагревателем) газу и полученное ей (холодильником) от газа. T_n, T_x, Q_n', Q_x – параметры ИТ процессов цикла ТМ Карно. Левая часть формулы КПД (66) справедлива для любой ТМ, а правая – для ТМ Карно. Из (66) следует, что КПД ТМ Карно не может быть более единицы. Заметим, что в любом циклическом процессе тройка параметров газа p_I, V, T через промежуток времени, равный периоду цикла, остается неизменной. Следовательно, изменение внутренней энергии газа за цикл равно нулю. т.е. $\Delta U_I = 0$. Это означает, что газ ТМ совершает работу за счет тепловой энергии внешней среды, т.е. $Q_n' - Q_x = A_I$, КПД ТМ не зависит от рода ИГ (i_I, m_I).

9. ИТОГИ МКТ ОМ ИГ и ОМОАИГ

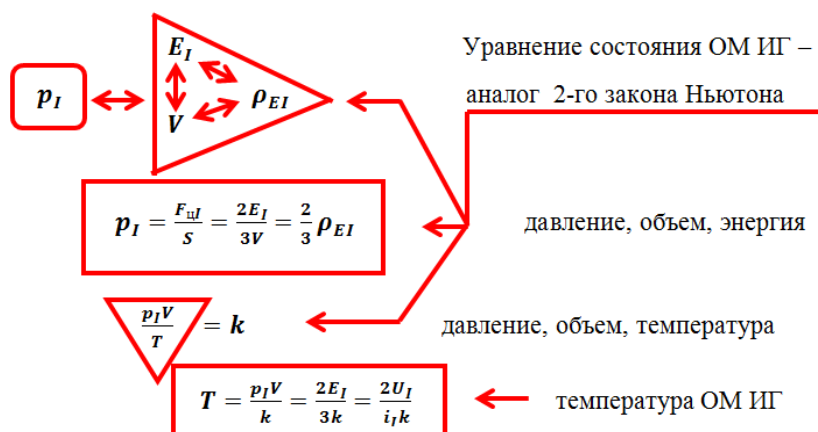
9.1. Итоги МКТ ОМ ИГ ($i = 3, 5, 6$)

9.1.1. Энергия поступательного движения молекулы (E_I), внутренняя энергия (U_I), температура (T), степень свободы молекулы (i_I), масса (m_I) и квадрат скорости молекулы (v^2).

1-ый 3-н ТДН



9.1.2. Энергия поступательного движения молекулы (E_I), объем (V), давление газа (p_I), плотность поступательного движения молекулы (ρ_{EI}), температура



9.2. Итоги МКТ ОМОАИГ ($i = 3$)

Формулы МКТ ОМОАИГ следуют из формул ОМ ИГ, если в последних положить $i_I = 3$, тогда

$$\frac{m_I v^2}{2} = U_I = E_I = \frac{3}{2} k \cdot T = \frac{3}{2} p_I V$$

и 1-ый 3-н ТДН примет вид

$$A' + Q' = \Delta U_I = \Delta E_I = \frac{3}{2} \Delta (p_I V) = \frac{3}{2} k \Delta T$$

$$T = \frac{p_I V}{k} = \frac{2E_I}{3k} \leftarrow \text{температура ОМОАИГ.}$$

10. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА (МКТ ИГ)

10.1. Теоремы об однородных идеальных газах

О22 (ОГ). Идеальные газы с одинаковым сортом молекул (i_I) и одинаковыми массами (m_I) называются **однородными идеальными газами**.

Формулы теорем, справедливых для однородных И газов, представлены в таблице 5 и ее продолжении.

ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ОДНОРОДНЫХ ГАЗОВ

№ Т	Формула	Область применения	Примечание
1	$m = Nm_I$	Без ограничений	Нет зависимости от p, V, T .
2	$i = Ni_I$	Без ограничений	Нет зависимости от p, V, T .

m – масса ИГ, i – число степеней свободы ИГ, U, E – внутренняя энергия и энергия поступательного движения всех молекул ИГ.

Обобщим понятие температуры ОМ ИГ (22*) на ИГ, полагая, что оба газа являются однородными И газами. Т.е.

$$T = \frac{2E}{3Nk} = \frac{2}{3N} \cdot \frac{E}{k} = \frac{2}{Ni_I} \cdot \frac{U}{k} = \frac{2}{i} \cdot \frac{U}{k} \quad (67)$$

$3N$ – число поступательных степеней свободы молекул ИГ.

О23 (Т) Температура ИГ. Температура ИГ определяется формулой (67).

Из определения среднеквадратичной скорости и формулы температуры ИГ (19*) с учетом определений температуры ОМ ИГ (22*) и однородных газов следует теорема 3 (Т3).

Т3 (теорема о температурной эквивалентности однородных газов). Суммарная энергия (E) поступательного движения молекул N -молекульного И газа в N раз больше энергии поступательного движения однородного ему одномолекульного газа (E_I), имеющего скорость молекулы ($v_I = v$), равную среднеквадратичной скорости N -молекульного И газа (\bar{v}), при этом температуры однородных газов обоих типов одинаковы.

Доказательство. По определению среднеквадратичной скорости молекул N -молекульного ИГ имеем

$$\bar{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} \quad (68)$$

Умножив (68) на $\frac{Nm_I}{2}$, получим

$$N \frac{m_I \bar{v}^2}{2} = N \bar{E}_I = E_1 + E_2 + \dots + E_N = E \quad (69)$$

При $\bar{v} = v_I = v$ (*) из (69) следует

$$N \frac{m_I v^2}{2} = NE_I = E_1 + E_2 + \dots + E_N = E \quad (70) \text{ или}$$

$$E = NE_I \quad (71)$$

Из (71) с учетом (21*) и (22) следует

$$U = NU_I \quad (72)$$

$$T = \frac{2}{3N} \cdot \frac{E}{k} = \frac{2}{Ni_I} \cdot \frac{U}{k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_I}{k} = \frac{2}{i_I} \cdot \frac{U_I}{k} = T_I \quad (73)$$

T_I – температура ОМ ИГ, однородного N -молекульному И газу. Теорема доказана.

Т3' (следствие Т3). Если среднеквадратичные скорости N -молекульных однородных И газов одинаковы, то энергии поступательного движения молекул и внутренние энергии (и температуры) этих газов тоже одинаковы.

Т3' справедлива независимо от объема сосудов, в которых находятся эти газы. Из Т3' следует, Т3''.

Т3'' (теорема о независимости температуры от степени хаотичности движения молекул ИГ). Степень хаотичности молекул N -молекульного И газа не влияет на его температуру, если среднеквадратичная скорость И газа неизменна (т.е. если внутренняя энергия ИГ (U) неизменна).

Т.е. при равных значениях среднеквадратичной скорости одинакового количества молекул однородных И газов температуры газов одинаковы (т.е. при любых функциях распределения скоростей молекул газов).

Из Т3'' следует Т3'''.

Т3''' (теорема о независимости внутренней энергии однородных газов с одинаковым числом молекул от степени хаотичности движения молекул). Внутренние энергии однородных И газов с одинаковым количеством молекул ($N = const$) и с равными среднеквадратичными скоростями, находящиеся в сосудах равных объемов, не зависят от законов распределения скоростей молекул газов.

ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ОДНОРОДНЫХ ГАЗОВ

№ Т	Формула	Область применения	Примечание
3	$E = NE_I$	$\bar{v} = v_I = v$	Температуры газов одинаковые, объемы могут быть разными.
4	$U = NU_I$	$\bar{v} = v_I = v$	Температуры газов одинаковые, объемы могут быть разными.

Умножив на N выражение (21*), имеем

$$\frac{i_I}{3} \cdot \frac{Nm_I v^2}{2} = i_I \frac{NE_I}{3} = NU_I = \frac{Ni_I}{2} k \cdot T = \frac{i_I}{2} N p_I V \quad (74) \text{ или, с учетом (Т1), (Т3), (Т4) получим}$$

$$\frac{i_I}{3} \cdot \frac{Nm_I v^2}{2} = i_I \frac{NE_I}{3} = NU_I = \frac{Ni_I}{2} k \cdot T = \frac{i_I}{2} N p_I V = \frac{i_I}{3} \cdot \frac{m v^2}{2} = i_I \frac{E}{3} = U = \frac{Ni_I}{2} k \cdot T = \frac{i_I}{2} p V \quad (75)$$

Если в текст Т3 внести требование равенства объемов однородных газов, то справедлива Т7.

Т7 (теорема об эквивалентности двух однородных газов с одинаковым количеством молекул, находящихся в сосудах одинаковы объемов). Однородные газы с одинаковым количеством молекул, имеющие одинаковую среднеквадратичную скорость молекул, в сосудах одинаковых объемов имеют одинаковые значения параметров из перечня: $E, U, m, F_{ц}, p, \rho, \rho_E, \rho_U$.

ТЕОРЕМЫ ДЛЯ ОДНОРОДНЫХ ГАЗОВ

№ Т	Формула	Область применения	Примечание
5	$\rho_U = N \rho_{UI}$	$\bar{v} = v_I = v, V_I = V$	Температуры и объемы однородных газов одинаковые.
6	$p = N p_I$	$\bar{v} = v_I = v, V_I = V$	Температуры и объемы однородных газов одинаковые. Аналог закона Дальтона о давлении смеси однородных ОМ И газов.
7	$X = N X_I$	$\bar{v} = v_I = v, V_I = V$	$X = E, U, m, F_{ц}, p, \rho, \rho_E, \rho_U$

10.2. Алгоритм перехода от параметров МКТ ОМ ИГ к параметрам однородного ему N-молекулярного идеального газа

Из Т7 следует алгоритм перехода от параметров МКТ одномолекулярного ($N=1$) ИИ газа к параметрам однородного ему N-молекулярного ИИ газа при одинаковых объемах (V) и одинаковых температурах (T) сосудов, который выражен следующей парой формул:

$$\begin{cases} X = N X_I & (76) \\ \bar{v} = v_I = v & (77) \end{cases}$$

Формула (77) выражает условие равенства температур однородных газов обоих типов.

Параметры идеального газа вместо обобщенного параметра, обозначенного буквой X, в формуле перехода (76) представлены в таблице 6.

Таблица 6

ПАРАМЕТРЫ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА В ФОРМУЛЕ ПЕРЕХОДА (76)

Обобщенный параметр ИГ	Параметры ИГ	Область применения
$X = \rightarrow$	$E, U, m, F_{ц}, p, \rho, \rho_E, \rho_U, i, n$	Т и V одинаковые для идеальных однородных газов.

Индекс «I» в формуле (76) относится к параметру одномолекулярного ($N=1$) идеального газа. Отсутствие индекса означает, что параметр относится к N-молекулярному (N – любое натуральное число) идеальному газу.

Алгоритм перехода таков.

Согласно формуле перехода (76) от параметра ОМ ИГ к параметру ИГ достаточно в формуле для ОМ ИГ индекс «I» опустить.
Если в числителе формулы МКТ ОМ ИГ содержится произведение двух параметров газа с индексом «I», то этот индекс необходимо опустить у любого параметра.

В результате такого перехода из формул МКТ ОМ ИГ получаются формулы МКТ «N-молекулярного» идеального газа. При этом полезно использовать тождество

$$Nk = \nu R \quad (78)$$

Например, из (22*) следует формула для внутренней энергии ИГ (U)

$$\frac{i_f}{2} \cdot \frac{m\sigma^2}{2} = i_f \frac{E}{2} = U = \frac{Ni_f}{2} k \cdot T = \frac{i_f}{2} pV \quad (79)$$

Умножив (79) на $2/i_f$, с учетом (77) и (78) получим цепь формул уравнения состояния ИГ

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{m\sigma^2}{2} = 2 \frac{E}{3} = \frac{2U}{i_f} = Nk \cdot T = \nu R \cdot T = pV \quad (80)$$

Так осуществляется переход от формул МКТ ОМ ИГ к формулам МКТ ИГ. Очевидно, что обратный переход регламентируется той же парой формул (76), (77).

11. ЭМПИРИЧЕСКИЕ ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ ОТ БОЙЛЯ ДО МЕНДЕЛЕЕВА. УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

До сих пор мы теоретически устанавливали функциональные связи между параметрами ОМОАИГ, ОМ ИГ и ИГ.

Обратимся теперь к законам изопроцессов газа, полученным из экспериментов с реальными газами (химическими веществами в газообразном состоянии). Давление и температура газа – это то, что показывает манометр и термометр. При таком (феноменологическом, или эмпирическом) подходе к выявлению газовых законов никаких предположений о молекулярной структуре газа не вводится.

О24 (ТНД). Величины p, V, T называются термодинамическими (ТДН) макропараметрами газа (и сосуда), а p_f, σ, m_f – микропараметрами ИГ.

О25 (ИП). **Изопроцесс** – это газовый процесс, в котором один из ТДН макропараметров остается неизменным.

Законы изопроцессов (33)-(36) – табл. 7 – не содержат микропараметры. В экспериментах использовались приборы: манометр (p), линейка (V) и термометр (T).

Покажем, как из закона Амедео Авогадро и трех законов изопроцессов (см. формулы (33)-(36) таблицы 7) можно было бы в 1811 году получить уравнение Клапейрона – Менделеева.

11.1. Изопроцессы и закон Авогадро

Закон Авогадро, 1811 г. *В равных объемах (V) любых газов при одинаковых условиях (p, T) содержится одно и то же количество (N) молекул.*

Из этого закона следует, что он справедлив для газов *любого типа, состоящих из молекул любого сорта.*

Авогадро выявил тройку ТДН макропараметров (p, V, T), которая определяет микропараметр N . Т.е.

$$N_1 = N_2 = const \text{ при одинаковых условиях } (p, V, T) \quad (81),$$

или

$$N = f(p, V, T) \quad (82)$$

Закон Авогадро сформулирован текстом. Выразим этот закон формулами. Т.е.

$$cN = p^x V^y T^z \quad (83)$$

$$c = const \quad (84)$$

x, y, z – неизвестные показатели степеней p, V, T .

Известные к 1811 году законы трех изопроцессов представлены в таблице 7.

Таблица 7

ФОРМУЛЫ ГАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ

№	Наименование процесса	Формула газового процесса	Область применения	Автор закона	Год
1	Изотермический	$pV = c_1 = p^1 V^1 T^0$ (85)	Изопроцессы $m = const$	Бойль, Мариотт	1661 1676
2	Изохорный	$\frac{p}{T} = c_2 = p^1 V^0 T^{-1}$ (86)		Шарль	1787
3	Изобарный	$\frac{V}{T} = c_3 = p^0 V^1 T^{-1}$ (87)		Гей-Люссак	1802
4	Любой процесс	$? = cN = p^x V^y T^z$ (83*)	$N = const$	Авогадро	1811

c_1, c_2, c_3, c – постоянные физические величины.

Формула закона каждого изопроцесса – (85)-(87) – характеризует не только изопроцесс газа, но и (стабильное) состояние газа в начале и конце изопроцесса для «данной массы газа», т.е. – для неизменного числа молекул в сосуде ($N = \text{const}$). Следовательно, формулу закона любого изопроцесса можно назвать формулой состояния газа в этом изопроцессе.

Все 4 закона справедливы для любого газа (при $N=\text{const}$). Из табл. 7 следует, что числовые значения x , y , z для изопроцессов таковы:

$$x = 1, y = 1, z = -1 \quad (88)$$

Полагая формулу (83) справедливой не только для изопроцессов, но и для любых ТДН процессов газов, с учетом (88) получим

$$\frac{pV}{T} = cN \quad (89)$$

Т.е. вопросительный знак – (?) – в табл. 2 можно снять – см. (89).

11.2. Уравнение состояния газа (Клапейрона – Менделеева, 1874)

Пользуясь анализом размерностей, выйдем размерность физической константы (c). Из (89) следует

$$[c] = \frac{[p][V]}{[T][N]} \quad (90) ; [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \quad (91)$$

Из экспериментальных данных при известных значениях четырёх параметров (p , V , T , N) из (89) следует

$$c = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \quad (92)$$

Постоянная величина c обозначается буквой k и носит название – «постоянная Больцмана».

$$c = k \quad (93)$$

Подставляя (93) в (89), получим уравнение (стабильного) состояния неизменной массы газа (Клапейрона – Менделеева, 1874 г.). Оно же – закон для любого процесса неизменной массы газа.

$$\frac{pV}{T} = Nk = \nu R \quad (94)$$

$$\nu = \frac{N}{N_A}, (95); R = kN_A, (96); Nk = \nu R \quad (97)$$

Уравнение (94) есть результат физико-математической интерпретации текста закона Авогадро. Оно более конкретное нежели выражение (81).

Уравнение (94) будем полагать справедливым и для любого ИГ. С учетом (94) выражения констант c_1 , c_2 , c_3 , c примут конкретный вид, и табл. 7 примет вид таблицы 7'.

Таблица 7'

№	Наименование процесса	Формула процесса (для одного кол-ва молекул)	Константа процесса
1	Изотермический	$pV = c_1 = NkT_* = \nu RT_*$	$T_* = \text{const}, N = \text{const}$
2	Изохорный	$\frac{p}{T} = c_2 = \frac{Nk}{V_*} = \frac{\nu R}{V_*}$	$V_* = \text{const}, N = \text{const}$
3	Изобарный	$\frac{V}{T} = c_3 = \frac{Nk}{p_*} = \frac{\nu R}{p_*}$	$p_* = \text{const}, N = \text{const}$
4	Любой процесс	$\frac{pV}{T} = cN = Nk = \nu R$	$N = \text{const}$

p_* , V_* , T_* – неизменные величины (константы) изопроцессов газа.

Если бы Амедео Авогадро удалось получить (94), то свой закон он смог бы сформулировать в 1811 году так:

Для любого газа произведение давления и объёма, делённое на абсолютную температуру прямо пропорционально числу молекул. Коэффициент пропорциональности (k) есть величина постоянная: она не зависит ни от типа газа, ни от сорта его молекул.

11.3. Уравнение состояния ОМОАИГ. Физический смысл постоянной Больцмана

Из (94) следует справедливость теоремы ОМ ИГ: «для любого газа существует минимальное значение выражения $\frac{pV}{T}$, равное постоянной k ».

Действительно, минимальному значению правой части формулы (94) соответствует число молекул, равное единице. Т.е. для ОМ газа

$$N = 1 \tag{98}$$

Подставляя (98) в (94), получим уравнение (стабильного) состояния ОМ газа (которое будем полагать справедливым и для ОМ ИГ, и, следовательно, для ОМОАИГ)

$$\frac{p_1 V}{T} = k = const \tag{99}$$

p_1 – давление ОМ ИГ.

Тогда постоянную величину k можно назвать универсальной газовой постоянной ОМ ИГ. В этом состоит физический смысл постоянной Больцмана. Такая трактовка постоянной k в работах самого Больцмана не указывалась.

Ранее мы получили формулу (99) теоретически в рамках МКТ ОМ ИГ, используя предположение Ломоносова, см. (24). Здесь (99) – это результат экспериментальных данных, выраженный математической интерпретацией закона Авогадро.

ИГ можно считать физическим объектом, для которого критерием физического подобия служит безразмерная величина $\frac{pV}{kT}$, равная числу молекул ИГ (N). Т.е.

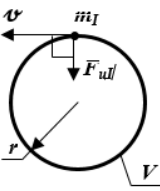
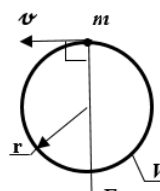
$$\frac{pV}{kT} = N \tag{100}$$

ТДН параметры ИГ являются и параметрами сосуда, которые можно измерить приборами: манометром, линейкой и термометром. Для ОМ ИГ этот критерий равен единице:

$$\frac{p_1 V}{kT} = 1 \tag{101}$$

Результаты МКТ ИГ представлены в табл. 8. Вехи истории механики и МКТ ИГ представлены в табл. 9.

Таблица 8

РЕЗУЛЬТАТЫ МКТ ИГ				
№	0	1	2	Примечания
		ТИП ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА		Тип ИГ есть функция N .
0	Обозначение типа ИГ	ОМ ИГ	ИГ	
1	Наименование ИГ	Одномолекулярный ИГ	Идеальный газ	
2	Индекс	I	Отсутствует	
3	Число молекул	$N_I = 1$	$N = NN_I = N$	
4	Рисунок: взаимодействие ИГ с сосудом	 <p>Рис. 1. ОМОАИГ</p>	 <p>Рис. 2. ОА ИГ</p>	Объём и температура сосуда в обоих случаях одинаковые, газы однородные (i_I, m_I).
5	Объём сосуда	V	V	Он же – объём газа.
6	Температура сосуда	T	T	Она же – температура ИГ.
7	Среднеквадратичная скорость молекул	$\bar{v} = \sqrt{\frac{v_I^2}{1}} = v_I = v$	$\bar{v} = v_I = v$	
8	ПЕРЕХОД $I \rightarrow N$ для однородных ИГ	ФОРМУЛА ПЕРЕХОДА $I \rightarrow N$ $X = NX_I$		В формуле для ИГ индекс I опустить.
9	Масса ИГ	m_I	$m = Nm_I$	

Окончание таблицы 8

№	0	1	2	Примечания
10	Число молей ИГ	$v_l = \frac{N_l}{N_A} = \frac{1}{N_A}$	$v = Nv_l = \frac{N}{N_A}$	$\frac{N}{N_A} = v = \frac{m}{M}$
11	Концентрация молекул в сосуде	$n_l = \frac{1}{V}$	$n = Nn_l = \frac{N}{V}$	
12	Уравнение состояния ИГ	$p_l = n_l kT$	$p = nkT$	Уравнение состояния ИГ справедливо для любого сорта ИГ. Сорт ИГ есть функция i_l .
13	Уравнение состояния ИГ	$p_l V = kT$	$pV = NkT$	
14	Уравнение состояния ИГ	$\frac{p_l V}{T} = k$	$\frac{pV}{T} = Nk = \nu R$	
15	Универсальная газовая const	k	R	$R = N_A k$

Таблица 9

ВЕХИ ИСТОРИИ МЕХАНИКИ И МКТ ИГ [7]

№	Предмет исследования	Формула (текст) закона	Автор закона (текста)	Год
1	Структура материальных объектов	Текст: атомы и пустота.	Демокрит	460-370 до н. э.
2	2-ой з-н Кеплера	$\frac{1}{2} \omega \times r = \text{const}$	Кеплер	1609
3	Гидростатика	$p = \text{const}$	Паскаль	1653
4	Изотермический	$pV = c_1$	Бойль, Мариотт	1661,76
5	Динамика	Мат-кие н-ла н. ф-фии	Ньютон	1687
6	Любой	$pV = \frac{Nm\bar{v}^2}{3}$	Бернулли*	1738
7	ЗС \hbar (механика)	$\hbar = mv \times r = \text{const}$	Эйлер*	1746
8	Температура имеет нижний предел.	Темп-ра и кин. эн-я вр. дв. (ω) связаны: $U \sim T$	Ломоносов*	1748
9	Теорема	$U_l = E_{lv} + E_{l\omega}$	Кениг	1751
10	Изохорный	$p/T = c_2$	Шарль	1787
11	АП качественно	Нагрев и охл-е в АП	Дальтон	1800
12	Давл. смеси газов	$p = p_1 + p_2$	Дальтон	1801
13	Изобарный	$\frac{V}{T} = c_3$	Дальтон Гей-Люссак	1801 1802
14	АП качественно	Нагрев и охл-е в АП	Гей-Люссак	1807
15	Закон крат. V-ов	Объемы До и После – нат. числа. N:M.	Гей-Люссак	1808
16	4 параметра: P, V, T, N.	$N = f(p, V, T)$	Авогадро	1811
17	АП – теория	$pV^{\gamma} = \text{const}$	Пуассон	1823
18	Цикл ТМ Карно	$\eta = (T_n - T_x) / T_n$	Карно	1824
19	Любой процесс	$\frac{pV}{T} = \text{const}$	Клапейрон*	1834
20	Абс-ная температура	Шкала абс-х темп-тур	Кельвин	1848
21	МКТ (кроме ур-я Менделеева)	Темп-ра \leftrightarrow кин. эн-я пост. дв. ($v = \text{const}$).	Джоуль	1852
22	МКТ (кроме ур-я Менделеева)	МКТ (кроме ур. Менделеева)	Клаузиус	1857
23	Любой процесс	$\frac{pV}{T} = \nu R = \frac{m}{m_A} R$	Менделеев*	1874
24	Любой пр., сосуд – сферический.	$pV = \frac{Nm\bar{v}^2}{3}$	Ландау, Китайгородский	1974
25	МКТ ОМ ИГ, сосуд – сферический.	$p_l V / T = k = \text{const}$ $p_l = 2\rho_{Эл} / 3 = 2\rho_{Ул} / i_l$	Неграш	2013

*) Бернулли, Эйлер, Ломоносов, Клапейрон и Менделеев работали в России. Уравнение Менделеева и закон Бойля разделяет 213 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе построена молекулярно-кинетическая теория идеального газа в форме аксиоматической структуры. Использовано понятие «одномолекулярный идеальный газ». Для такого газа выведены основные законы МКТ ИГ.

МКТ ОМ ИГ и МКТ ИГ построены путем обобщения МКТ ОМОАИГ.

Использование в МКТ ИГ сферического сосуда позволило упростить вывод ключевых формул теории.

Установлено, что однородные идеальные газы, имеющие одинаковые среднеквадратичные скорости молекул, при одинаковом количестве молекул в сосудах одинаковых объемов имеют одинаковые макропараметры – теоремы о независимости макропараметров ИГ от степени хаотичности движения молекул.

Выявлен физический смысл постоянной Больцмана как универсальной газовой постоянной в рамках МКТ одномолекулного идеального газа.

Аксиоматическая структура МКТ ИГ позволяет использовать ее не только по отношению к молекулам химических веществ в сосудах, но в других разделах физики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видео доклада Неграша А.С. и Головина И.А. «Как излагать МКТ ИГ в школах» на семинаре секции физики Московского общества испытателей природы МГУ 29.10.2021. <https://youtu.be/P6Cd65bR0Ps>
2. Ландау Л.Д., Китайгородский А.И. Физика для всех / Л.Д. Ландау, А.И. Китайгородский. – М.: Наука. – 1974. – С. 239. – Режим доступа: <http://padaread.com?book=28949&pg=2>
3. Неграш, А.С. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа как аксиоматическая структура. Передовые решения в науке и практике: научные гипотезы, новизна и апробация результатов исследований. Коллективная монография / АНО содействия развитию современной отечественной науки Издательский дом «Научное обозрение»; ред. кол. М.В. Васильева (гл. ред.) [и др.] / А.С. Неграш. – М.: Планета, 2013. – С. 20–32. – Режим доступа: <http://russian-science.info/peredovye-resheniya-v-nauke-i-praktike-nauchnye-gipotezy-novizna-i-aprobaciya-rezultatov-issledovaniy-2>
4. Неграш, А.С. Теорема о среднем давлении одномолекулного идеального газа на поверхность сферического сосуда / А.С. Неграш // Наука и мир. – 2013. – № 3. – С. 36–39. – Режим доступа: [http://scienceph.ru/d/413259/d/science-and-world--1-\(5\)-january_1.pdf](http://scienceph.ru/d/413259/d/science-and-world--1-(5)-january_1.pdf)
5. Неграш, А.С. Теоремы адиабатного процесса в рамках молекулярно-кинетической теории идеального газа. / А.С. Неграш // Наука и мир. – 2014. – № 1 (5). – С. 41–44. – Режим доступа: [http://scienceph.ru/d/413259/d/science-and-world--1-\(5\)-january_1.pdf](http://scienceph.ru/d/413259/d/science-and-world--1-(5)-january_1.pdf)
6. Неграш А.С., Головин И.А., Мудинов Т.С., Батманов А.Е. От закона Авогадро к уравнению Клапейрона – Менделеева. Одномолекулярный идеальный газ» / А.С. Неграш, И.А. Головин, Т.С. Мудинов // Наука и мир. – 2019. – № 12 (76). – С. 14–25. – Режим доступа: http://scienceph.ru/f/science_and_world_no_12_76_december_vol_ii.pdf
7. Храмов, Ю.А. Физики: Библиографический справочник / Ю.А. Храмов. – М.: Наука. – 1983. – 400 с.

Материал поступил в редакцию 23.11.21

HOW TO EXPLAIN THE MOLECULAR KINETIC THEORY OF AN IDEAL GAS TO SCHOOLCHILDREN AND STUDENTS

A.S. Negrash¹, I.A. Golovin², A.Ye. Batmanov³

¹ Candidate of Engineering Sciences, Co-chair of the Physics section, ² 4th year Student, ³ 1st year Student
¹ Moscow Society of Naturalists,

² Moscow State University of Food Production,

³ Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow), Russia

Abstract. A variant of the presentation of the molecular kinetic theory (MKT) of an ideal gas (IG) in schools and universities is proposed. The concept of “single-molecule single-atomic ideal gas” (SMSAIG) is used. The shape of the vessel is assumed spherical. The laws of the adiabatic process, the basic equation and the equation of state of SMSAIG are derived. The algorithm of transition from the formulas of the SMSAIG MKT to the formulas of the IG MKT is being formed. The principle of presentation of the material is “from simple to complex”, the form of presentation is axiomatic. The work is addressed to school students, students, physics teachers, methodologists and those who show interest in physics.

Keywords: molecular kinetic theory of an ideal gas, thermodynamics, ideal gas, “single-molecule” single-atomic ideal gas, spherical vessel, adiabatic process, equation of state of a single-molecule ideal gas.

УДК 539.1:534.8

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ АКУСТИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ МЕТОДАМИ АКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Х.М. Нишанов¹, А.У. Абдурахимов²

^{1,2} кандидат физико-математических наук, доцент,
Андижанский государственный университет, Узбекистан

Аннотация. Данная работа посвящена одному из важных направлений исследований физических объектов – молекулярной акустики. Показаны основные методы исследований и область их применения. Основные физические параметры определяются кинетическими характеристиками молекулярных процессов с такими макроскопическими величинами, как скорость и коэффициент поглощения звука. Методы молекулярной акустики широко используются также в определении дефектов твердых тел.

Ключевые слова: молекулярная акустика, скорость звука, поглощение звука, релаксация, дисперсия, сжимаемость, кинетика, фазовые переходы.

Молекулярная акустика – раздел физической акустики, в котором структура, свойства вещества и кинетика молекулярных процессов исследуются акустическими методами. Основные методы молекулярной акустики – измерения скорости звука и коэффициент поглощения звука в зависимости от различных физических параметров: частоты звуковой волны, температуры, давления, магнитного поля и др. величин. Исследования, проводимые такими методами, иногда объединяют в особый раздел экспериментальной акустики – ультразвуковую или акустическую спектроскопию. Методами молекулярной акустики можно исследовать газы, жидкости, полимеры, твёрдые тела, плазму. На ранней стадии развития этой области и в некоторых случаях до сих пор термин "Молекулярная акустика" применяют лишь к исследованиям молекулярной структуры газов и жидкостей.

Молекулярная акустика, как самостоятельный раздел акустики, возникла в 30-х гг. 20 в., когда было выяснено, что процессы колебательной релаксации в газах вносят существенный вклад в поглощение звука и приводят к появлению дисперсии звука. В дальнейшем было выяснено, что эти процессы играют важную роль при распространении звука не только в газах, но и в жидкостях, и в др. веществах. Изучение релаксационных процессов в звуковой волне позволило связать некоторые свойства вещества на молекулярном уровне, а также кинетические характеристики молекулярных процессов с такими макроскопическими величинами, как скорость и коэффициент поглощения звука [2].

Скорость звука определяется структурой среды и взаимодействием между молекулами, поэтому измерения её величины дают сведения о равновесной структуре жидкостей и газов. По скорости звука можно определить адиабатическую сжимаемость вещества, отношение теплоёмкостей, модули упругости твёрдого тела и др. Данные измерения скорости звука позволяют судить о составе газовых и жидких смесей, в том числе и растворов. Данные по поглощению звука позволяют определять коэффициент сдвиговой и объёмной вязкости, времена релаксации и другие параметры.

В газах по зависимости скорости звука от температуры определяют параметры, характеризующие взаимодействие молекул при столкновениях. В жидкостях, вычисляя скорость звука на основании той или иной модели жидкости и сравнивая результаты расчёта с экспериментом, в ряде случаев можно оценить правдоподобность используемой модели и определить энергию взаимодействия между молекулами.

При наличии релаксационных процессов энергия поступательного движения молекул в звуковой волне перераспределяется на внутренние степени свободы, при этом появляется дисперсия скорости звука, а зависимость коэффициент поглощения от частоты отклоняется от классического квадратичного закона: коэффициент поглощения звука на длину волны имеет максимум на некоторой частоте $\omega_p = 1/t$, называемой частотой релаксации. Величина дисперсии скорости звука и значение коэффициента поглощения на частоте ω_p зависят от того, какие именно степени свободы возбуждаются под действием звука, а время релаксации t связано со скоростью обмена энергией между различными степенями свободы. Измеряя скорость и поглощение звука в зависимости от частоты, можно судить о характере молекулярных процессов и о том, какой из этих процессов вносит основной вклад в релаксацию. Методы молекулярной акустики позволяют исследовать возбуждение колебательных и вращательных степеней свободы в газах и жидкостях. Также определить характер столкновений молекул в смесях различных газов, процесс установления равновесия при химических реакциях, структурную релаксацию в жидкостях, процессы сдвиговой релаксации в очень вязких жидкостях и полимерах, различные процессы взаимодействия звука с электронами проводимости, магнонами, фононами и другими элементарными возбуждениями в твёрдых телах (*Спин – фоннное взаимодействие, Акустоэлектронное взаимодействие*). Методы молекулярной акустики могут использоваться также для исследования кинетики молекулярных процессов в растворах и смесях, в критической области при фазовых

переходах, в расслаивающихся полимерных системах. Эти методы позволяют исследовать свойства стёкол в твёрдом и жидком состоянии, включая область стеклования. В жидкости с пузырьками газа по характеру зависимостей скорости и поглощения от частоты можно определить размеры пузырьков и концентрацию газовой фазы, в биополимерах – характер межмолекулярных взаимодействий и перестройку молекул биополимеров в растворе [5].

Область релаксации для жидкостей лежит, как правило, в диапазоне более высоких частот, чем для газов. В очень вязких жидкостях, полимерах и некоторых других веществах в поглощение и дисперсию может давать вклад целый набор релаксационных процессов с широким спектром времён релаксации. Изучение влияния температуры и давления на частотные зависимости скорости и поглощения звука позволяет разделить вклад различных релаксационных процессов.

В молекулярной акустике для исследований обычно применяется ультразвуковые и гиперзвуковые волны: в газах – в диапазоне частот 10^4 - 10^5 Гц, а в жидкостях и твёрдых телах – в диапазоне 10^5 - 10^{10} Гц. Использование оптических методов, а именно: измерение смещения и ширины компонент Манделъштама-Бриллюэна рассеяния и определение по ним скорости и коэффициента поглощения звука, позволило расширить диапазон применяемых частот вплоть до десятков ГГц [4].

Методы молекулярной акустики могут использоваться также для исследования веществ, в которых взаимодействие звука с элементарными возбуждениями не ограничивается простейшими релаксационными процессами. Например, исследование поглощения звука в металлах и полупроводниках при различных температурах, магнитных полях и других воздействующих факторах позволяет получить информацию о поведении электронов, о структуре *ферма – поверхностей* и об особенностях электрон-фононного взаимодействия. Измерение затухания звука в диэлектриках, например, в кварце, в зависимости от температуры и при разных условиях предварительной обработки позволяет судить о наличии тех или иных примесей или дефектов [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красильников, В.А. Введение в физическую акустику / В.А. Красильников, В.В. Крылов. – М., 1984.
2. Михайлов, И.Г. Основы молекулярной акустики / И.Г. Михайлов, В.А. Соловьёв, Ю.П. Сырников. – М., 1964.
3. Нишанов, Х.М. Исследование структур и физических свойств веществ методами молекулярной акустики. / Х.М. Нишанов, А.А. Хакимов, А.У. Абдурахимов и др. // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Инновационные идеи, разработки в практику: проблемы и решения». – Андижан, 2020. – С. 242–245.
4. Такер, Дж. Гиперзвук в физике твёрдого тела, пер. с англ. / Дж. Такер, В. Рэмpton. – М., 1975.
5. Физическая акустика, под ред. У. Мэзона, пер. с англ., т. 2, ч. А, М., 1968; т. 4, ч. А-Б, М., 1969-70; т. 5, 7. – М., 1973. – С. 74.

Материал поступил в редакцию 01.12.21

STUDY OF ACOUSTIC RELAXATION MECHANISMS BY ACOUSTIC SPECTROSCOPY METHODS

Kh.M. Nishanov¹, A.U. Abdurakhimov²

^{1,2} Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Andijan State University, Uzbekistan

Abstract. *This work is devoted to one of the important areas of research of physical objects – molecular acoustics. The main research methods and the scope of their application are shown. The main physical parameters are determined by the kinetic characteristics of molecular processes with such macroscopic quantities as the speed and absorption coefficient of sound. Methods of molecular acoustics are also widely used in the determination of defects of solids.*

Keywords: *molecular acoustics, sound velocity, sound absorption, relaxation, dispersion, compressibility, kinetics, phase transitions.*

УДК 331.45

**ПЕРЕХОД ОТ КОНЦЕПЦИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ К НАУЧНОЙ МЕТОДОЛОГИИ****О.А. Бетюнский¹, П.Е. Макаров², В.Е. Михайлова³, В.С. Петров⁴**¹⁻⁴ студент магистрант 1 курса Горного Института группы: М-УБРТ-21
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»
(Якутск), Российская Федерация

***Аннотация.** В статье рассматриваются теоретические принципы научного направления "Техносферная безопасность". Проведенное исследование дает основания полагать, что данное научное направление возникло как попытка интеграции различных аспектов вопросов безопасности жизнедеятельности, а не как принципиально новая концепция безопасности. В статье раскрыты ключевые моменты современного состояния теоретических основ научного направления "Техносферная безопасность", среди которых разрыв между теоретической и практической/прикладной составляющими направления, а также размытость концептуальных рамок, эклектичность методологии и противоречивость стратегий изучения вопросов безопасности. Авторы пришли к выводу о необходимости разработки интегративной концепции техносферы, которая должна стать основой для развития теоретических и методологических основ новой научной области "Техносферная безопасность".*

***Ключевые слова:** техносферная безопасность, безопасность жизнедеятельности, концепция техносферы.*

Российские исследователи намеревались предложить новую комплексную теорию безопасности и методологию ее изучения для вступления в новый век. Однако не было концепции, которая могла бы интегрировать новые методы и средства защиты от угроз и опасностей с передовыми теоретическими аспектами и технологическими системами обеспечения безопасности. Знания о техносферной безопасности за последнее десятилетие превратились в полноценную научную область в поисках новых теоретических и методологических параметров.

Интенсивное технологическое развитие с интеграцией технических и социальных структур на всех уровнях социальной жизни, от повседневных проблем до систем международных отношений, задает новые техногенные ориентиры для развития проблем безопасности. В современном техногенном мире актуальность разработки методов и средств защиты технологической инфраструктуры с учетом важности техносферной безопасности трудно недооценить.

В отечественной историографии попытки разработать теоретико-методологические основы техносферной безопасности предпринимались в последние десятилетия неоднократно. Однако комплексная концепция до сих пор не сложилась. Следует отметить, что определения термина "техносферная безопасность" нет ни в словарях, ни в энциклопедиях, ни в справочниках [1], а его ключевые компоненты - "техносфера" и "безопасность" - остаются многозначными терминами. Это обусловлено, прежде всего, спецификой обновления концептуальных основ как технического знания, так и тесно связанной с ним проблематики безопасности в постсоветской России, учитывая, что рассматриваемое научное направление формировалось в российском научном сообществе. В конце концов, техносферная безопасность появилась как результат трансформации знаний в рамках интегрированной научной области "Безопасность жизнедеятельности человека", а не принципиально новая концепция безопасности. Поэтому техносферные параметры исследования безопасности сохранили значительную часть противоречий прежней аналитической модели [2].

Если попытаться кратко суммировать отличительные признаки "техносферы", выделяемые в различных дискурсах, и, претендуя не на исчерпание всего семантического многообразия использования данного понятия, а на поиск ключевых подходов в его интерпретации, то получится следующее. Техносфера - термин, рассматривающий техническую реальность как целостную технологическую систему, определяющую жизнь современного общества, сформировавшуюся как часть окружающей среды в результате преобразования биосферы при активном прямом или косвенном воздействии человека [3]. Существующая система

рассматривается как глобальная техногенная среда, глобализация которой принята в одном или нескольких ключевых аспектах:

1) весь планетарный масштаб, своего рода земная оболочка (в которой единство и целостность не сводится к технико-технологической унификации или некоему политическому, экономическому, управленческому соглашению между различными технико-технологическими системами и регионами, но предполагает сходство и соответствие основных принципов их функционирования и управления, различные уровни их взаимосвязи и близость основ технической рациональности);

2) общие принципы и механизмы технического развития (закономерности возникновения технологических преобразований техногенной среды, позволяющие делать выводы о разных уровнях целостности технико-технологических систем);

3) система, имеющая по отношению к современному обществу комплексный, всепроникающий характер, изолирующая человека в техногенных параметрах и замыкающая на себе функции жизнеобеспечения общества (определяющая роль технических компонентов в функционировании социальной инфраструктуры);

4) ключевая детерминанта современного социокультурного развития (технико-технологическая направленность развития современного общества).

Техносферная безопасность появилась в результате трансформации комплексной научной области "Безопасность жизнедеятельности человека", а не как принципиально новая концепция безопасности. В результате техносферные параметры исследования безопасности сохраняют значительное количество противоречий прежней аналитической модели.

Среди основных теоретических противоречий этой научной области можно выделить комплекс взаимосвязанных проблем:

- размытость и неоднозначность концептуальных рамок;
- эклектичность методологической базы;
- разнообразие стратегий изучения проблем безопасности;
- разрыв между теоретической и практической/прикладной составляющими данной научной области.

Следует отметить, что обозначенные проблемы во многом обусловлены отсутствием единой теоретико-методологической платформы в объяснении того, что такое техносфера, понимание которой во многом подменяется произвольным набором фрагментов, отрывков и заимствований из самых разных областей технического знания.

Авторы пришли к выводу, что необходимо сформулировать и принять общую интегративную концепцию техносферы, которая должна стать единой основой для разработки теоретических и методологических основ нового научного направления "Техносферная безопасность".

Разработка интегрированных теоретических основ техносферной безопасности с принципами целостности и системного подхода должна базироваться на общей переориентации с онтологического на концептуально абстрактное понимание техносферы. В качестве отправной точки интеграции теоретико-методологических основ техносферной безопасности и разработки единой концепции техносферы может быть предложено авторское определение техносферы, основанное на концептуальных параметрах ее понимания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евстропов, В.М. Объекты защиты в безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности / В.М. Евстропов, А.Д. Кочнев // Современные проблемы гуманитарных и естественных наук: материалы XXVI международной научно-практической конференции, Москва, 30 декабря 2015 года / Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований". – Москва: Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований", 2015. – С. 54-55.
2. Казанцев, А.О. Информационная безопасность в техносферной и экологической безопасности / А.О. Казанцев, Ю.А. Кустиков // Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО: XLVII научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО, Санкт-Петербург, 30 января – 02 2018 года. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – С. 163-164.
3. Шевцов, М.Н. Отражение вопросов экологической и санитарной безопасности в дисциплинах направления "техносферная безопасность" / М.Н. Шевцов, М.Ю. Бобровникова // Проблемы высшего образования. – 2014. – № 1. – С. 289-291.

Материал поступил в редакцию 14.12.21

TRANSITION FROM THE CONCEPT OF TECHNOSPHERE SAFETY TO SCIENTIFIC METHODOLOGY

O.A. Betyunsky¹, P.E. Makarov², V.E. Mikhailova³, V.S. Petrov⁴

¹⁻⁴ 1st year undergraduates of the Mining Institute group: M-UBRT-21

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education

"North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov" (Yakutsk), Russian Federation

***Abstract.** The article deals with the theoretical principles of the scientific direction "Technosphere safety". The study suggests that this scientific direction has emerged as an attempt to integrate various aspects of life safety issues, rather than as a fundamentally new concept of safety. The article reveals the key moments of the current state of theoretical foundations of the scientific direction "Technosphere safety", among which the gap between the theoretical and practical/applied components of the direction, as well as the vagueness of the conceptual framework, eclectic methodology and contradictory strategies of studying security issues. The authors conclude that it is necessary to develop an integrative concept of technosphere, which should become the basis for the development of theoretical and methodological foundations of the new scientific field "Technosphere safety".*

Keywords: *technosphere safety, life safety, technosphere concept.*

УДК 004.93'12

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СКАНЕРА ШТРИХ-КОДА

Б.М. Мазакова¹, А. Отарбаев²¹ магистр, ² старший преподаватель

Агротехнический университет им. С. Сейфулина (Нур-Султан), Казахстан

Аннотация. В рамках данной работы планируется разработка автоматизированной информационной системы для автоматизации учёта товаров с помощью сканера штрих-кода и веб-камеры. Данная система позволит упростить учёт и хранение товаров торговой организации, сокращая время для обработки информации о поступающих и уходящих товарах, а также будет выдавать информацию о каждом товаре (наименование товара, дата поступления, дата продажи, срок годности, штрих-код товара, артикул, производитель, страна-изготовитель и т.д.)

Ключевые слова: штрих-код, компьютерное зрение, сканер, веб-камера, изображение, распознавания.

Учитывая, что ежедневно обработка большого объёма данных может занимать слишком много времени, для автоматизации может использоваться компьютерное зрение. Понятие “компьютерное зрение” появилось относительно недавно. В основном, оно используется почти во всех современных устройствах и системах безопасности. Применение этой технологии в автоматизации предприятия начинает набирать популярность в связи с удобством и меньшими временными затратами в обработке огромного количества информации. Известный пример использования компьютерного зрения – сканер штрих-кода. Сканеры штрих-кода используются в автоматизации торговли. Учитывая это, такие приборы универсальны в применении автоматизации и используются не только в торговле, но и в других сферах деятельности человека: ведение складского учёта, медицина, логистика, сфера услуг и так далее.

Штрих-код представляет собой графический код, который наносится на поверхность упаковки каждого товара с целью упрощения складского учёта товаров в торговой организации. Благодаря штрих-коду, сотрудники магазина существенно экономят время на обработку информации о поступающих товарах. Стоит отметить, что в современном мире, в частности, в любой торговой организации используется установленный стандарт штрих-кода, как EAN (European Article Number). EAN является европейским стандартом для штрих-кодов товаров, который предназначен для шифрования и хранения информации о идентификационном номере товара и о компании-изготовителе. Существует 3 вида EAN-кодов [2]:

1) EAN-8. Данный подвид штрих-кода имеет предназначение для кодирования 8 цифр. Последняя цифра представляет собой контрольную цифру.

2) EAN-13. Данный штрих-код имеет возможность кодировать 13 цифр, в котором первые 12 цифр несут в себе основную информацию о товаре и 13 цифра является контрольной.

3) EAN-128. Данный штрих-код отличается от первых двух видов тем, что он имеет возможность кодировать цифры в любом заданном количестве. Может также кодировать буквы.

В современной торговле используются, в основном, штрих-коды EAN-8 и EAN-13, поскольку большинство сканеров предназначены для расшифровки заданных кодов.

Теперь, можно приступить к тому, как работает алгоритм распознавания штрих-кода.

В первую очередь, нужно в среде Visual Studio создать Windows Forms проект. Это будет главным окном сканера штрих-кода. Для окна сканера нужно добавить следующие компоненты, которые будут задействованы для распознавания штрих-кода и вывода данных о товаре:

1) 9 элементов управления label. Данный элемент добавляет текстовые подписи в окне программы. Обычно, такие элементы подписывают другие компоненты, например, кнопки, текстовые поля для ввода или вывода данных, таблицы и так далее;

2) 1 элемент управления combobox. В указанном элементе есть возможность использования выпадающего списка. В окне сканера, combobox будет содержать в себе выпадающий список всех доступных веб-камер на компьютере или ноутбуке [5];

3) 7 элементов управления textbox. В данном элементе пользователь может добавлять или редактировать полученный текст. В окне сканера штрих-кода, текстовые поля будут получать значение чисел штрих-кода и информацию об отсканированном товаре.

4) 2 элемента управления button. Указанный элемент представляет собой простую кнопку, благодаря которой, пользователь может совершать взаимодействие с программой. В панели сканера кнопки предназначены для включения веб-камеры и добавления товара на склад.

5) 1 элемент управления picturebox. Picturebox будет содержать в себе окно с веб-камерой, где можно будет увидеть отзеркаленное изображение. Такой подход объясняется тем, что веб-камера по умолчанию показывает изображение наоборот и необходимо перевернуть изображение для корректной работы распознавания штрих-кода. Окно сканера штрих-кода с веб-камерой будет выглядеть следующим образом.

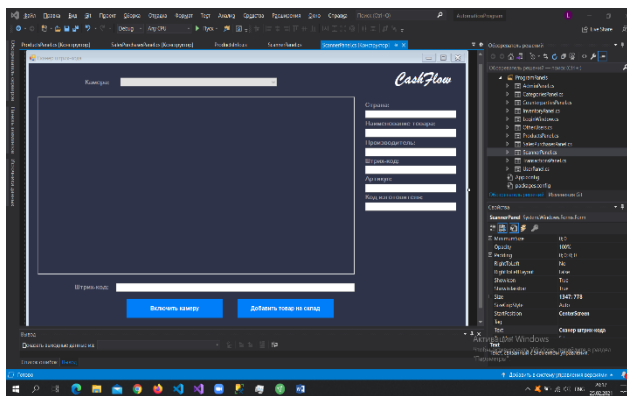


Рис. 1. Окно сканера штрих-кода с подключенной веб-камерой

В данной программе будет использована библиотека ZXing, название которой является сокращением от словосочетания “Zebra Crossing”. Прежде всего, эта библиотека предназначена для поддержки создания штрих-кодов, QR-кодов, а также, для их расшифровки, т.е. декодирования. Данную библиотеку можно скачать в созданный проект в среде разработки Visual Studio.

После создания панели сканера штрих-кода нужно перейти в файл ScannerPanel.cs, в котором будет расположен алгоритм работы сканера. Нужно добавить библиотеку ZXing.

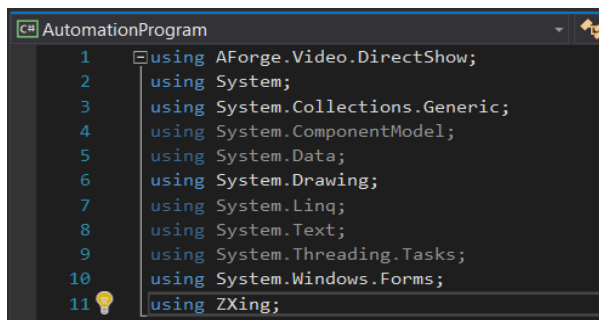


Рис. 2. Список необходимых библиотек для работы сканера штрих-кода

Далее, в программном коде автоматически создается класс ScannerPanel, и этот класс наследуется от класса Form, это означает, что данный класс принадлежит оконному приложению. Автоматически создается конструктор ScannerPanel() с модификатором доступа – public, т.е. этот конструктор имеет открытый доступ. Также, в конструктор передается объект класса ProductsPanel, т.е. объект form1. Это необходимо для того, чтобы данные, извлеченные из штрих-кода могли добавлять в текстовые поля в окне для склада. В конструкторе ScannerPanel() вызывается метод InitializeComponent(), он нужен для создания окна сканера, далее в данное окно сканера добавляется объект класса ProductsPanel this.product_panel = form1.

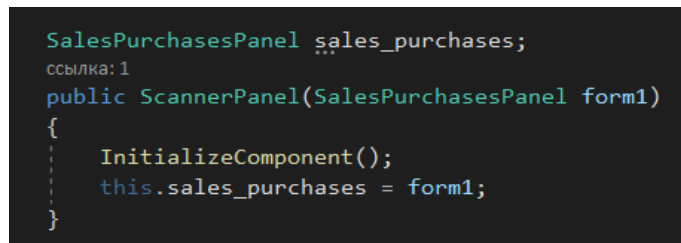


Рис. 3. Инициализация первого конструктора класса ScannerPanel

Далее, по такому же принципу нужно создать конструктор класса ScannerPanel, только уже вручную, поскольку первый конструктор был создан автоматически средой Visual Studio.

```

namespace AutomationProgram.ProgramPanels
{
    Ссылка: 5
    public partial class ScannerPanel : Form
    {
        ProductsPanel product_panel;
        Ссылка: 1
        public ScannerPanel(ProductsPanel form1)
        {
            InitializeComponent();
            this.product_panel = form1;
        }
    }
}

```

Рис. 4. Инициализация второго конструктора класса ScannerPanel

Необходимо создать 2 объекта классов: FilterInfoCollection и VideoCaptureDevice. Используя вышеприведённые классы, пользователь может получить доступ к видеисточникам с помощью интерфейса прямой трансляции в настоящем времени. В данном случае, видеисточниками в компьютере являются встроенные веб-камеры, устройства захвата изображения, обычные видеофайлы с заданными расширениями и т.д.

В первую очередь, в автоматически созданный метод ScannerPanel_Load нужно добавить следующие инструкции. Нужно найти веб-камеру среди подключенных устройств в компьютере с помощью объекта класса FilterInfoCollection, произвести перебор подключенных камер в списке устройств циклом foreach. После того, как цикл найдет веб-камеру, который обозначен как объект класса FilterInfo, нужно добавить его в список доступных веб-камер на панели сканера штрих-кода. Все вышеописанные действия оформлены в коде на рисунке ниже.

```

FilterInfoCollection filterInfoCollection;
VideoCaptureDevice videoCaptureDevice;
Ссылка: 1
private void ScannerPanel_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //обнаружить подключенную камеру в компьютере
    filterInfoCollection = new FilterInfoCollection(FilterCategory.VideoInputDevice);

    //перебор подключенных камер в списке подключенных внешних устройств
    foreach (FilterInfo device in filterInfoCollection)
    {
        //добавить в список доступных веб-камер на панели Сканера штрих-кода
        chooseCamera.Items.Add(device.Name);
    }
    chooseCamera.SelectedIndex = 0;
}

```

Рис. 5. Загрузка панели сканера штрих-кода и поиск доступных веб-камер

В окне сканера нужно добавить обработчик события для одинарного щелчка для кнопки включения выбранной веб-камеры. Эта кнопка может производить захват изображения с веб-камеры. Для начала, нужно инициализировать объект класса VideoCaptureDevice и добавить в конструктор его класса выбранную веб-камеру из списка combobox. Затем нужно в элемент управления содержимым, т.е. в элемент NewFrame добавить содержимое видеотрансляции, в котором будет происходить захват получаемого изображения с веб-камеры и сканирование полученного штрих-кода. Затем вызвать метод Start(), благодаря которому можно запустить веб-камеру в компьютере.

```

//КНОПКА [ВКЛЮЧИТЬ КАМЕРУ]
Ссылка: 1
private void webCamButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    videoCaptureDevice = new VideoCaptureDevice(filterInfoCollection[chooseCamera.SelectedIndex].MonikerString);
    videoCaptureDevice.NewFrame += VideoCaptureDevice_NewFrame;
    videoCaptureDevice.Start();
}

```

Рис. 6. Обработка события щелчка для кнопки включения выбранной веб-камеры

Далее, в элементе Frame нужно создать 2 объекта классов Bitmap и BarcodeReader. Первый класс предназначен для работы с изображениями, второй – для распознавания штрих-кода с изображения или веб-камеры, установленной на компьютере.

Для начала нужно создать объект класса Bitmap и копировать элемент Frame, для этого может помочь метод Clone(). Потом, создать объект класса BarcodeReader и инициализировать переменную с типом var, такой тип может получить значения разных типов в том случае, если разработчик не уверен, какого типа может быть результат. Далее, через условную конструкцию if передать в параметр следующее выражение: если результат не пустой. В заданной конструкции для текстового поля fieldWriteBarcode, куда будет выводиться штрих-код, вызывается метод Invoke(), куда как параметр передается делегат. Внутри делегата теперь в текстовое поле необходимо вставить значение переменной result с типом var, и привести его к строковому типу при помощи функции ToString(). Данная часть алгоритма показана на рисунке чуть ниже.

```

ссылка: 1
private void VideoCaptureDevice_NewFrame(object sender, AForge.Video.NewFrameEventArgs eventArgs)
{
    Bitmap bitmap = (Bitmap)eventArgs.Frame.Clone();
    BarcodeReader reader = new BarcodeReader();
    var result = reader.Decode(bitmap);

    if (result != null)
    {
        fieldWriteBarcode.Invoke(new MethodInvoker(delegate ()
        {
            fieldWriteBarcode.Text = result.ToString();
        }));
    }

    boxWebCam.Image = bitmap;
}

```

Рис. 7. Вывод чисел штрих-кода в текстовое поле окна программы

В конце алгоритма сканера штрих-кода нужно указать обработку события для закрытия окна сканера. Событие, которое отвечает за закрытие окна C#, называется FormClosing. Ход кода выглядит так. Если программа определила видеочамеру, а именно, если веб-камера работает, то её нужно отключить принудительно. Для этого понадобится функция Stop().

```

ссылка: 1
private void ScannerPanel_FormClosing(object sender, FormClosingEventArgs e)
{
    if (videoCaptureDevice != null)
    {
        if (videoCaptureDevice.IsRunning)
            videoCaptureDevice.Stop();
    }
}

```

Рис. 8. Закрытие окна сканера штрих-кода

Практическая значимость данной работы заключается в том, что в процессе сканирования штрих-кода товара можно получить числа из штрих-кода товара и одним кликом получить подробную информацию о товаре, после чего данные загружаются в базу данных программы. Пользователю, который будет работать с этой программой, не нужно вводить данные о товаре вручную, программа сделает отправку информации о товаре автоматически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллен, Дж.Т. SQL для чайников / Дж.Т. Аллен. – Издательство Вильямс, 2020. – 98 с.
2. Бхаргава, А. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих / А. Бхаргава. – Издательство Питер, 2019. – 100 с.
3. Кормен, Т.Х. Алгоритмы. Вводный курс / Т.Х. Кормен. – Издательство Вильямс, 2016. – 85 с.
4. Кормен, Т.Х. Алгоритмы. Построение и анализ / Т.Х. Кормен, К. Штайн. – Издательство Вильямс, 2019 – 264 с.
5. Краснобаев, А.А. Алгоритмы распознавания штриховых кодов / А.А. Краснобаев. – ИМП им. М.В. Келдыша РАН., 2004. – 2 с. Москва. // keldysh.ru/papers/2004/prep84/prep2004_84.html
6. Пошаговая инструкция автоматизации складского учета товаров: что такое и как работает. 2019. // ekam.ru/blogs/pos/avtomatizatsiya-skladskogo-ucheta-tovarov
7. Роберт, М.К. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг / М.К. Роберт. – Издательство Питер, 2019. – 7 с.
8. Рузалина. Организация работы склада. Описание. BPMN схемы прилагаются, 2015 – 1 стр. // habr.com/ru/company/trinion/blog/296718/
9. Тельман, Тимур. Как правильно проводить инвентаризацию в магазине / Тимур Тельман. – 2018. С. 1-2. – Режим доступа: media.umag.kz/2018/11/15/kak-pravilno-provodit-inventariza/

Материал поступил в редакцию 26.11.21

THE ALGORITHM OF THE BARCODE SCANNER

B.M. Mazakova¹, A. Otarbaev²

¹Master, ²Senior Lecturer

S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University (Nur-Sultan), Kazakhstan

Abstract. *As part of this work, it is planned to develop an automated information system for automating the accounting of goods using a barcode scanner and a webcam. This system will simplify the accounting and storage of goods of a trade organization, reducing the time for processing information about incoming and outgoing goods, and will also provide information about each product (product name, date of receipt, date of sale, expiration date, product barcode, article, manufacturer, country of manufacture, etc.)*

Keywords: *barcode, computer vision, scanner, webcam, image, recognition.*

Agricultural sciences
Сельскохозяйственные науки

UDC 631.331.1:631.33.022. 69 (045)

AN OVERVIEW OF SEEDING MACHINES SOWING MECHANISMS**Sh.K. Ospanova¹, A.E. Nurgaziyeva², M.E. Narimanov³**¹ 2nd year doctoral student, ^{2,3} 2nd year master student

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University (Nur-Sultan), Kazakhstan

Abstract. *The production and breeding of new varieties of high-quality seed material is associated with the sowing of a wide range of crops with different physical and mechanical properties of seeds. The technological process of cultivation of fodder crops is inextricably linked with the qualitative functioning of the seeding apparatus. The quality of sowing and yield largely depend on the perfection of the design of sowing machines, technical condition and correct adjustment. The need for an experimental study of the dependence of the performance of the proposed apparatus on its design parameters is dictated by the fact that they affect such important indicators as the ability to ensure the installation of a given seeding rate and maintain it throughout the entire operating time. Previously, theoretical studies have established the influence of the pitch, radius and rotation speed of the screw on the performance of the screw seeding machine and the feasibility of adjusting the device to the seeding rate by changing the rotation speed of the screw.*

Keywords: *seeder, seeding machine, non-loose seeds, productivity.*

Nowadays the industry of the post-Soviet countries does not produce seeders for sowing small-seeded crops (oilseeds, fodder). In many agricultural enterprises (large, medium-sized), grain seeders of the SZ family are mainly used to solve this problem [7].

The basic model of this family is the C3-3,6 seeder (1971), and it belongs to the family of combined seeders with a high degree of unification with pneumatic wheels, hydraulic lifting of coulters, with an improved design of all working bodies. Initially, the seeders of the C3-3,6 family were designed for sowing grain crops (grain-bearing), but later they were produced specially for other crops, such as SZL-3,6-flax, SZT-3,6-grain grass of meadow grasses, SRN-3,6 – rice, SZS-2,1 – stubble, SZG-2,4 – mountain, etc. Later (the beginning of the 1980s in the USSR), new generations of grain seeders were created: the SZS, SZP, combined SZK-3.3 series; the modernized rice SRN-3.6 A; the modernized family of seeders (C3-3.6), which provided ease of maintenance with increased reliability and quality of sowing crops. Currently, in the CIS countries, including in the market of the EAEU countries, in addition to monoblock seeders of the NW type (modifications), there are also centralized seeders with a pneumatic conveyor. Some farms still use Soviet-era seeders. In addition, many modern foreign seeders are used in the new type of farms, but we can say that the number of the latter is insignificant [6].

As mentioned above, in recent years there has been a tendency to switch from mechanical to pneumatic seeding systems. The principle of operation of pneumatic sowing systems is based on the distribution and transportation of seeds by air flow or vacuum suction. Such systems have a number of advantages, in particular, a low percentage of damage (crushing) of seeds, compensation of the speed of the tractor with the speed of the dosed material in the coulter group of seeders along the seed line [2].

The technological process of growing forage crops, especially seeds with difficult flowability (rump, stumpled oatmeal, granary, etc.) is inextricably linked with the quality of the seeding machine. The quality of sowing and yield largely depend on the impeccable design (construction) of the sowing machine, the technical condition, as well as the correct setting. For sowing seeds with a fluid characteristic, in practice, seeders are used, which include superchargers and agitators, and it is also allowed to sow together with other materials (in this case, it can be a fertilizer, sand, seeds of other crops) [1].

Seeding machines are used to select seeds from the total mass and form a dosed flow with specified parameters, which also determines the nature and quality of the distribution of seeds in a row. Seeding machines based on the principle of capturing and feeding seeds are divided into the following groups: mechanical; pneumatic; pneumomechanical; hydraulic; electric [10].

Of the listed seeding machines, mechanical ones are the most common, and pneumatic and pneumomechanical (combined) seeding machines occupy only a small part. A brief overview of the seeding machines is given below.

Mechanical seeding machines are reliable in operation and simple in design and are divided into devices of periodic and continuous action. The periodic ones are characterized by a large portion size, which is due to the periodic

impact of the working bodies of the sowing unit on the seeds in the hopper. An example is the spool seeding machine developed by H.A. Oleinik (A.C. 1727616, 1990), a single-coil seeding machine for several crops with different seed sizes P.V. Sysolina (application for A.C 1601968, 1972), sowing machines of seeders of modifications C3-3,6 (1971) for small-seed crops. Continuous seeding machines include the Webb precision seeder disc seeding machine (Great Britain), as well as the Fendt disc seeding machine (Denmark). In continuous-action machines, special pads are used to regulate the seed rate for seeding, which are engaged in opening rows with the required number of cells (other rows are closed). Mechanical seeding apparatuses include the seeding apparatus of the group of authors of the precision seeding drill with a seeding disc (A.S. 1371565, 1988) and the screw-type apparatus of V.A. Khodorevsky (A.S. 180866, 1966), as well as the poppet – scraper seeding apparatus (developed by A.D. Seleznev, A.A. Yatskevich). Common disadvantages of all domestic (developed during the USSR) mechanical seeding machines: difficulties in setting up seed sowing of various crops, difficulties in maintaining stable operation at high speeds, as well as instability in seed dosing [9].

According to publications related to research in the field of agricultural machinery, it can be noted that vibrating mechanical sowing machines are marked as promised. When vibration takes place (oscillatory movements with high frequency and low amplitude), the bulk materials (seeds) behave like "viscous liquids", and flow freely and evenly out of the container. The advantages of vibrating mechanical seeding machines over other methods are: resistance to external factors; destructive forces between individual elements of the body; the possibility of changing the vibration modes and the amount of mass being moved; vibration can be caused by various methods (mechanical, electromagnetic, pneumatic or hydraulic) [3].

One of the most striking examples of a mechanical vibrating seeding machine is a seeding machine with a complex design (developed by a group of authors under the leadership of A.C. Vishnyakov), where seeds pass through the hopper-dispenser-rod system through a system of metering dampers (RF patent No. 2310311, 2007) [9, 11].

The design of Kudryavtsev N.E. also belongs to the category of the vibrating sowing device, where, under the influence of vibration, the seeds are selected by the beveled end of a hollow tube and fed into the seedpipe in the form of a chain. The design of Antonov N.V. also belongs to this group, where the vibrating element is made in the form of a tray, and with a change in the angle of inclination of the tray, the seeding varies widely. The device of N.V. Szegeda is made according to the tray type, it also has an elastic fixed plate (under the action of a vibrator, it makes high-frequency movements) and as a result, the device evenly pours out seeds in comparison with the coil device. The seeding machine of Kuznetsova R. G. also belongs to this category, and consists, like all devices, of a hopper, as well as a bottom with calibrated seeding holes. The oscillation in this case is fed to the bottom and the seeds pass through the holes in the seed ducts. The design is suitable for uniform seeding of non-loose grasses. In addition to the listed sowing machines, there is a category of vibrating ones and the development of the Romanian authors of the MJC-1 seeder with a vibrating hopper, a vibrator and a spreading disc. The vibrating seeding machine of JSC ANITIM is made in the form of a short cylinder with walls (side), the inner part of the housing on the shaft is mounted with a vibrating bottom (it oscillates with a certain frequency and amplitude). All the listed designs of seeding machines of this category have a number of significant disadvantages, such as: the inability to dose the flow of small seeds, the difficulty of creating flows for several seed lines [3].

Seed vibration dosing systems are not widely used in global production, but they can certainly be considered promising, as they were about a century ago (taking into account electronic process control systems). Some authors have tried to use pneumatic sowing machines for sowing agricultural crops. For example, this problem was dealt with by V.I. Alexandrov (1930s), later I.L. Slutsky (1943) proposed the design of a pneumatic sowing machine for sowing grain, which is a hollow cylinder with holes. When vacuum was created in the cavity of the rotating cylinder, the seeds were sucked into the holes outside the cylinder and removed from the hopper. Gradually, such devices turned into precision seeding machines, but did not take root in grain seeders due to the complex design, as well as low productivity [5].

Hydraulic seeding machines consist of a hydraulic sprayer in the form of a coil, a sprayer and an aerosol generator. Main disadvantage of such devices is the inability to work with hygroscopic materials like mineral fertilizer. In this direction, work was carried out both abroad and in the post-Soviet countries, but despite this, this type of seeding apparatus was not widely used [12].

Electric seeding machines are supposed to use the latest technologies and technical means, tools based on physical and technical methods of using electricity. Electricity has the highest power when converted to other forms of energy, high concentration per unit volume and mass of electrical installations, easily divisible by type, power and voltage, flexible control and remote transmission, high hygiene and environmental safety. In this regard, in the future, the existing technologies will be replaced as much as possible by electrical technologies, in which the working body can be a direct method of electrical energy, voltage, current, electromagnetic field, etc. The most common seeding apparatus is electromechanical devices, where electricity serves to drive the organs, and mechanics for capturing and transporting seeds, but there are variants of devices in which using electricity improves seed capture and transportation [8].

As described above, the complex technological process of growing agricultural crops, including forage crops, is inextricably linked with the high-quality functioning of the sowing apparatus of the seeder family. From the perfection of the design of the sowing machines, from its technical condition, as well as the correct setting in the literal sense, first, the quality of sowing, and ultimately the yield of agricultural crops depend.

In the CIS countries, there is a reduction in the market for seeders. Farmers rely on spare parts and repair of sowing machines. There are many reasons, imported products at an unaffordable price, and domestic ones (Russia,

Belarus) do not always meet the "price – quality" criterion. Therefore, we can say that there is a demand for new developments in the field of modernization and improvement of the existing fleet of agricultural machinery, equipment and devices [4].

According to the review of scientific works in the CIS countries (including nuclear power plants) in the field of development and modernization of seeding machines over the past 10 years, it can be noted:

1) many works are aimed at the modernization of sowing machines or other components and components of seeders of the C3-3,6 family (new upgraded versions) and the SPS series. Seeders of the C3-3,6 series (unified with a high degree, combined seeders with pneumatic wheels, hydraulic lifting of coulters, with an improved design of all working bodies). SPS series (wide-reach pneumatic stubble, produced with different modifications, such as grain, cultivators, grain-flow, combined, rice).

2) part of the work is also aimed at the modernization and development of pneumatic seeding machines, since many machines are not adapted to the climatic and geographical features of Kazakhstan (in our example, Northern Kazakhstan). The fact that not all seeding machines are adapted for seeding weakly loose grass seeds plays an important role.

REFERENCES

1. Aduov M.A., Nukusheva S.A., Kuanyshova A.Zh., Volodya K. Results of experimental studies of the seeding apparatus for non-loose seeds of forage crops. Scientific journal of the Kazakh National Agrarian University "Izdenister, natizheler-Research, results". – 2018. No. 1 (77). p. 300-308.
2. Firsov A.S. Dissertation on the topic: Parameters and operating modes of a pneumatic seeding machine for small-seed crops. 05.20.01 – "Technologies and means of agricultural mechanization". FGBOU HPE Tver State Agricultural Academy. Tver-2015-135 p. [Electronic resource]. Access mode: http://www.old.timacad.ru/catalog/disser/kd/firsov/kd_firsov.pdf. Accessed: 01.02.2021.
3. Krasovskikh V.S., Klishin A.I. Technologies and means of agricultural mechanization. AGAU Bulletin. 2007. № 8 (34). – P. 48–54.
4. Kulistikova T. The seeder market will continue to fall. Agrarians will bet on spare parts and repair of sowing machines "Agroinvestor". – 2015. – No. 3 (March). (Electronic journal). Access mode: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/18448-rynok-seyalok-prodolzhit-padat/>. Accessed: 10.03.2021.
5. Natalia K., Nesmiyan A., Tsench Y. (2020). The History of Development of Seed-Feeding Devices on Grain Drills. Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki. 41(1), pp. 102-117 DOI: 10.31857/S020596060008429-3.
6. Nesmiyan A.Yu., Tsench Yu.S. Trends and prospects for the development of domestic equipment for sowing grain crops // Agricultural machines and technologies. 2018. Vol. 13. N3. pp. 45-52.
7. Ovchinnikova A.I., Brichagina A.A. Obzor seeding apparatuses for small-seeded crops // Scientific research of students in solving actual problems of agriculture /Mat. Vseross. nauchno-praktich.konf. – Irkutsk, 2018. p. 330-337.
8. Pankov A.A., Aulin V.V., Chernovol M.I. Technical means of the seeding process based on elements of pneumonics: Monograph. – Kirovograd: publisher Lysenko V. F.; 2016. – 243 p.
9. Pogosyan V.M., Stavrovsky K.I., Dubrovsky E.R. Analysis of mechanical devices for mekosemyannyh cultures. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.rusnauka.com/pdf/250808.pdf>. Date of address: 05.03.2021.
10. Rudenko N.E. Seeders for sowing row crops: a textbook. Stravropol: Publishing house of StGAU "AGRUS", 2005. – 72 p.
11. Seeding apparatus of the seeder. [Electronic resource]. Access mode: <http://www.freepatent.ru/patents/2310311>. Accessed: 07.03.2021.
12. Zhaksylykova Z.S. Materials of the Republican scientific and theoretical conference "Seifullin readings-9: a new vector of development of higher education and science" dedicated to the day of the First President of the Republic of Kazakhstan. – 2013. – Vol. 1, part 1-p. 78-80.

Материал поступил в редакцию 19.11.21

ОБЗОР ПОСЕВНЫХ МЕХАНИЗМОВ СЕМЕННЫХ МАШИН

Ш.К. Оспанова¹, А.Е. Нургазиева², М.Е. Нариманов³

¹ докторант 2-го курса, ^{2,3} магистрант 2-го курса

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (Нур-Султан), Казахстан

Аннотация. Производство и выведение новых сортов высококачественного семенного материала связано с посевом широкого набора культур, имеющих различные физико-механические свойства семян. Технологический процесс возделывания кормовых культур неразрывно связан с качественным функционированием высевающего аппарата. От совершенства конструкции высевающих аппаратов, технического состояния и правильной регулировки в значительной мере зависят качество посева и урожайность. Необходимость экспериментального изучения зависимости производительности предлагаемого аппарата от его конструктивных параметров диктуется тем, что они влияют на такие важнейшие показатели, как способность обеспечивать установку заданной нормы высева семян и поддерживать ее в течение всего времени работы. Ранее теоретическими исследованиями установлены влияние шага, радиуса и частоты вращения винта на производительность винтового высевающего аппарата и целесообразность настройки аппарата на норму высева изменением частоты вращения винта.

Ключевые слова: сеялка, высевающий аппарат, несывучие семена, производительность.

УДК 638.165.28

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОРТОВ СЕМЯН САФЛОРА, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ*

М.Ч. Тултабаева¹, Г.С. Жунусова², Ж.Е. Сафуани³, К.А. Додоев⁴, З.Н. Азимов⁵

^{1,4} доктор технических наук, профессор, ^{2,3,5} кандидат технических наук,

¹⁻³ Казахский университет технологии и бизнеса (Нур-Султан), Казахстан

^{4,5} Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан

Аннотация. Представлены результаты сравнительного анализа физико-химических и технологических свойств различных сортов семян сафлора, произрастающих в разных климатических и полевых условиях. Полученные данные показывают, что семена сафлора, выращенные на богарных землях меньше по размеру и масличности по сравнению с орошаемыми семенами. Такая же зависимость наблюдается по отношению лужги в семенах сафлора – на богаре выше, чем у орошаемых семян.

Ключевые слова: сафлор, масличность семян, степень увлажнения территорий, биологическая продуктивность экосистем.

Введение. Несмотря на многолетнюю историю возделывания и переработки семян сафлора развитие науки и практики агроинженерии, в частности, применение высокоэффективных комплексных удобрений значительно изменило их первоначальный вид, т.е. размеры и содержание.

Семена сафлора возделываются на богарных (неорошаемых) и орошаемых землях, где кроме полива, состояние и содержание почвы сильно разнятся.

Это, безусловно, отражается на размерах и содержании семян сафлора, возделываемых в различных полевых условиях.

Следовательно, сравнительный анализ физико-химических и технологических свойств различных сортов семян сафлора, произрастающих в разных климатических и полевых условиях, является актуальной задачей.

Объекты и методы исследования. С увеличением засушливости климата в регионах возникает необходимость возделывания засухоустойчивых масличных культур. Изменение климата по прогнозам ведущих ученых Российской академии сельскохозяйственных наук приведет к сокращению биологической продуктивности экосистемы [2].

Последние годы в Центральной Азии начали культивировать сафлор (*Carthamus torius*) как масличную культуру. Известно, что сафлор является древнейшей однолетней культурой и принадлежит к семейству *Asfegaceae*. В корзине сафлора содержится от 80 до 120 плодов, а корзинок в кусте – от 30 до 50 шт. Выращивание сафлора на богарных землях регионов обусловлено его неприхотливостью, он легко переносит низкие температуры, не требователен к почве и к влаге.

Так, на Актюбинской сельскохозяйственной опытной станции в 2011 году выведен новый сорт сафлора Ахрам, который превосходит районированный сорт Акмай. Растения имеют компактную форму, число ветвей первого порядка составляет 6-8, количество корзинок на 1 растении- 16-18 шт., высота растений 65-75 см. Масса 1000 семян составляет 45-47 г. Масличность семян – 27,3-26,7 %. Урожай – 9,0-10,5 ц/га [3].

Сорт «Камышинский 73» районированный в Саратовской области имеет урожайность 11,7 ц/га, масса 1000 семян 40,2-48,6 г. Масличность 31,4 %, содержание протеина до 16,6 %.

Результаты и их обсуждение. Ученые разных регионов изучали физико-химические и технологические свойства семян сафлора, произрастающего на богарных и орошаемых землях Центральной Азии [1].

В таблице 1 представлены результаты физико-химических и технологических свойств семян сафлора, произрастающих на богарных и орошаемых землях различных регионов.

Таблица

Показатели качества семян сафлора, произрастающего на орошаемых (I) и богарных (II) землях

Сорт семян	Масса 1000 шт. семян, г на сухое вещество	Массовая доля жира в семенах, % на сухое вещество	Массовая доля лужги в семенах, % на сухое вещество	Ботаническая масличность лужги, % на сухое вещество	Объемная масса семян, г/л
Ташкентский-51	49,1	30,5	38,51	1,42	293
Ахрам	47,1	27,7	37,2	1,41	287

Окончание таблицы

Сорт семян	Масса 1000 шт. семян, г на сухое вещество	Массовая доля жира в семенах, % на сухое вещество	Массовая доля лузги в семенах, % на сухое вещество	Ботаническая маслячность лузги, % на сухое вещество	Объемная масса семян, г/л
Камышинский 73	48,2	31,9	34,5	1,51	299
Семена (II)					
Ташкентский-51	42,6	26,8	43,24	1,25	273
Ахрам	44,7	26,4	41,7	1,19	274
Камышинский 73	41,5	29,1	42,5	1,32	277

Заключение. Установлено, что семена сафлора, выращенные на богарных землях, меньше по размеру и масляности по сравнению с орошаемыми семенами. Такая же зависимость наблюдается по отношению лузги в семенах сафлора – на богаре выше, чем у орошаемых семян.

Также авторами проведен анализ геометрических размеров семян сафлора и прочности их лузги. Установлено, что длина семян сафлора (I) в среднем на 1-2 мм больше, чем длина семян (II). Аналогичная картина наблюдалась и на размерах их ширины. Толщина лузги семян (I) больше, чем лузги семян (II). Кроме того, имеются отличия в прочности лузги в различных направлениях относительно большей оси семени сафлора. Предел прочности лузги при разрыве для всех исследованных сортов семян сафлора вдоль большей оси значительно выше, чем в поперечном направлении, что объясняется волокнистой структурой лузги. Установлено, что значение разрушающих нагрузок при разрыве плодовых оболочек семян сафлора вдоль большей оси семени в 10-14 раз выше, чем вдоль малой оси.

Анализ физико-механических свойств лузги показал, что предел прочности лузги при разрыве вдоль малой оси семян сафлора у сорта Ахрам выше, чем у сортов Ташкентский-51 или Камышинский 73/1. Усилие при разрыве лузги семян сафлора (I) в направлении большой и малой осей семени меньше на 20-25 % по сравнению с лузгой семян (II).

**Источник финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан по программе BR10764977.*

This research has been/was/is funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR10764977.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов, У.Н. Исследования особенностей семян сафлора, возделываемых на орошаемых и неорошаемых землях Узбекистана / У.Н. Азимов, С.А. Абдурахимов // Сборник трудов VI Международной научной конференции «Техника и технология пищевых производств». – Республика Беларусь, Могилев, 2008. – С. 215–216.
2. Иванов, А.Л. Качество почв России для сельскохозяйственного использования, Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук / А.Л. Иванов, И.Ю. Савин, В.С. Столбовой. – М., 2013. – № 6. – С. 41–45.
3. Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Биотехнология, генетика и селекция растений», посвященной памяти академика Шегебаева О.Ш., ведущего ученого, организатора науки в области биотехнологии и селекции сельскохозяйственных культур (29-30 июня 2017 года).

REFERENCES

1. Azimov U.N., Abdurakhimov S.A. Studies of the characteristics of safflower seeds cultivated on irrigated and non-irrigated lands of Uzbekistan // Proceedings of the VI International Scientific Conference "Technique and Technology of Food Production". – Republic of Belarus, Mogilev, 2008. – pp. 215-216.
2. Ivanov A.L., Savin I.Yu., Stolbovoy V.S. The quality of soils in Russia for agricultural use, Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. (M.), 2013. No. 6, p. 41-45.
3. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference "Biotechnology, Genetics and Plant Breeding", dedicated to the memory of Academician O.Sh. Shegebaev, a leading scientist, organizer of science in the field of biotechnology and crop breeding (June 29-30, 2017).

Материал поступил в редакцию 22.12.21

COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SAFFLOWER SEED VARIETIES GROWING IN VARIOUS CLIMATIC CONDITIONS

M.Ch. Tultabaeva¹, G.S. Zhunusova², Zh.E. Safuani³, K.A. Dodoev⁴, Z.N. Azimov⁵

^{1,4} Doctor of Engineering Sciences, Professor, ^{2,3,5} Candidate of Engineering Sciences,

¹⁻³ Kazakh University of Technology and Business (Nur-Sultan), Kazakhstan

^{4,5} Tashkent Chemical and Technological Institute, Uzbekistan

Abstract. *The results of a comparative analysis of the physicochemical and technological properties of various varieties of safflower seeds growing in different climatic and field conditions are presented. The data obtained show that safflower seeds grown on rainfed lands are smaller in size and oil content compared to irrigated seeds. The same dependence is observed for the ratio of husk in safflower seeds on dry land, higher than that of irrigated seeds.*

Keywords: *safflower, oil content of seeds, degree of wetting of territories, biological productivity of ecosystems.*

УДК 638.165.28

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЁДА ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ*

Т.Ч. Тултабаева¹, У.Т. Жуманова², М.Ч. Тултабаев³, Ж.Е. Сафуани⁴

^{1,3} доктор технических наук, профессор, ² кандидат химических наук, ⁴ кандидат биологических наук
Казахский агротехнический университет им С. Сейфуллина (Нур-Султан), Казахстан

Аннотация. Представлены результаты исследования по оценке качества образцов меда Восточно-Казахстанской области. Определены органолептические свойства: цвет, вкус и аромат трех видов меда (горное разнотравье, гречишный и подсолнечниковый). Проводилось изучение физико-химических показателей меда: массовая доля воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, диастазного числа, общей кислотности и содержание оксиметилфурфура. Полученные данные показывают, что массовая доля воды для всех видов меда достаточно низкая (15,0-17,3 %), что характеризует его зрелость и определяет пригодность для длительного хранения. Образцы меда отличаются высоким содержанием редуцирующих сахаров, на их долю приходится 83,3-87,9 % сухих веществ меда, что свидетельствует об их зрелости и питательности. Массовая доля сахарозы в исследуемых образцах меда варьировалась в пределах от 2,5 до 4,5 %. Значения диастазного числа всех видов меда (в пределах 13,1-15,1), а также отрицательная качественная реакция на присутствие оксиметилфурфура подтверждает, что изученные образцы меда не подвергались нагреванию и хранились с соблюдением условий хранения. Учитывая, что активность воды имеет важное значение для контроля безопасности и качества меда, нами проведено определение активности воды для исследуемых видов меда. Полученные данные показывают, что все виды меда по показателю активности воды (0.4010; 0.4400; 0.5400) относятся к продуктам с низкой влажностью, соответственно являются безопасными продуктами, защищенными от микробиологической порчи. В результате проведенных исследований установлено, что образцы меда Восточно-Казахстанской области являются натуральными качественными продуктами, соответствующими нормативным требованиям.

Ключевые слова: мёд, массовая доля воды, диастазное число, кислотность, сахароза, содержание оксиметилфурфура.

Введение

Пчеловодство – одна из древнейших отраслей сельского хозяйства во всем мире. Казахстанскому пчеловодству насчитывается около 200 лет. На сегодняшний день в Республике насчитывается более 100 тысячи пчелиных семей, в последнее время в стране производят более 15 тыс. тонн меда в год [1]. На международной арене лидерами по производству меда являются такие страны, как Китай (400 тысяч тонн меда в год), Аргентина (150 тысяч тонн), США (100 тысяч тонн), Турция (86 тысяч тонн). Согласно данным Всемирной федерации пчеловодческих ассоциаций, в этих государствах один человек в среднем потребляет 1 кг меда ежегодно. В то же время среднестатистический казахстанец – всего 50 г меда в год, а сахара – 36 кг. [2].

Низкий уровень потребления пчелиного меда в Казахстане связан со многими причинами. Одной из важнейших из них является наличие на казахстанском рынке большого количества меда с низким качеством, а также фальсифицированного меда. Фальсификацию можно рассматривать как действия, которые направлены на ухудшение потребительских свойств меда. Необходимо увеличить потребительский спрос на мед местных производителей из различных регионов Казахстана за счет повышения качества продукции пчеловодства. Определение качества и натуральности меда является важной задачей, поскольку ограждает здоровье человека от негативного воздействия различного рода подделок этого продукта [7]. Одним из основных критериев контроля качества и натуральности меда являются его физико-химические показатели. В связи с этим нами проведены исследования физико-химических показателей трех видов меда Восточно-Казахстанской области.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследований послужил мед с пасек Восточно-Казахстанской области трех видов: подсолнечниковый, гречишный и горное разнотравье (Катон-Карагайский). Внешний вид, аромат, вкус, признаки брожения устанавливали органолептическим методом.

Определяли физико-химические показатели в соответствии с нормативными документами. (ГОСТ 19792-2017) [6].

Массовую долю воды в меде – рефрактометрическим методом с использованием цифрового рефрактометра модели СНЕЛ-104.

Массовую долю редуцирующих сахаров и сахарозы – колориметрическим методом, вычисляя оптическую плотность раствора железосинеродистого калия после того, как он прореагирует с редуцирующими сахарами меда.

Измеряли диастазное число на ФЭК-3 методом колориметрического определения количества субстрата, расщепленного в условиях проведения ферментативной реакции, и последующим его вычислением.

Общую кислотность определяли титриметрическим методом.

Для оценки содержания гидроксиметилфурфураля (ГМФ) пользовались методом Селиванова-Фиге, основанном на образовании в кислой среде продукта взаимодействия ГМФ с резорцином, окрашенным в вишнево-красный цвет, при положительной реакции и содержании ГМФ не менее 25,0 мг/кг.

Определение активности воды (A_w) в исследуемых образцах осуществляли с помощью портативного скоростного прибора AquaLab Серии 4 Модель TE (США).

Результаты и их обсуждение.

Органолептические показатели всех образцов соответствовали нормативным требованиям, обладали сладким, приятным вкусом и ароматом разной интенсивности, без посторонних привкусов и запахов. Консистенция образцов была сиропообразной в течение 2–3 месяцев после медосбора и вязкой в более поздние сроки. Признаков брожения не обнаружили.

Цвет исследованных образцов меда: желтый – для подсолнечникового, темно-желтый – для гречишного, светло-желтый – для горного разнотравья.

При изучении химических свойств меда проведено исследование массовой доли воды, редуцирующих сахаров и сахарозы, диастазного числа, общей кислотности и содержание оксиметилфурфураля.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели

Наименование показателя	Вид меда			Требования согласно ГОСТ
	Подсолнечниковый	Гречишный	Горное разнотравье	
Массовая доля воды, %, не более	15,0	17,2	17,3	20
Массовая доля редуцирующих сахаров, %, не менее	87,9	86,5	83,3	65
Массовая доля сахарозы, %, не более	2,5	3,9	4,5	5
Диастазное число единиц Готе, не менее	14,6	15,1	13,1	8
Общая кислотность, см ³ NaOH, не более	2	3	2	1-4
Качественная реакция на ГМФ	отрицательная	отрицательная	отрицательная	отрицательная

Полученные данные показывают, что массовая доля воды для всех видов меда достаточно низкая (15,0-17,3 %), что характеризует его зрелость и определяет пригодность для длительного хранения. Зрелый мед имеет влажность не более 20 %, кристаллизуется в однородную массу, может длительное время храниться без потери природных достоинств. Влажность меда зависит от климатических условий в сезон медосбора, от соотношения сахаров (чем больше фруктозы, тем выше влажность), а также условий хранения [7].

Образцы меда, согласно данным таблицы, отличаются высоким содержанием редуцирующих сахаров, на их долю приходится 83,3-87,9 % сухих веществ меда, что свидетельствует об их зрелости и питательности. Восстанавливающие (редуцирующие) сахара образуются в меде из сахарозы и накапливаются в процессе его созревания, определяются как показатель натуральности [3].

Массовая доля сахарозы в исследуемых образцах меда варьировалась в пределах от 2,5 до 4,5 %. Низкое содержание сахарозы свидетельствует о гидролизе сложных сахаров под действием вносимых пчелой ферментов, соответственно и зрелости. Содержание сахарозы в натуральном меде незначительно и при хранении может уменьшаться вследствие процесса самоинверсии. Под влиянием ферментов и органических кислот, содержащихся в меде, сахароза инвертируется с образованием фруктозы и глюкозы [4].

Диастазные числа для всех видов меда имеют достаточно высокое значение: 14,1 – подсолнечниковый; 15,1 – гречишный и 13,1- горное разнотравье, что является показателем сохранности природных свойств меда. Из полученных данных видно, что диастазные числа трех видов меда близки по своим значениям (разница составляет 2 единицы). Это связано с тем, что у всех образцов меда одна зона сбора нектара – Восточный регион Казахстана. Диастазное число натурального меда является показателем степени нагревания и длительности хранения меда, т.к. диастаза, являясь ферментом, очень чувствительна к нагреванию. При нагревании и длительном хранении ферменты и другие ценные биоактивные вещества меда разрушаются.

Показатель общей кислотности является критерием бактерицидной активности меда [3], в исследуемых образцах меда его значение находится в диапазоне 2 -3 см³ NaOH.

Содержание оксиметилфурфураля характеризует натуральность меда и степень сохранности его природных качеств. Отрицательная качественная реакция на присутствие оксиметилфурфураля подтверждает,

что изученные образцы меда не подвергались нагреванию и хранились с соблюдением условий хранения.

Массовая доля воды в меде является важным показателем при экспертизе меда. Мед, содержащий менее 20 % свободной воды, не сбраживается дрожжами. Мед влажностью более 21 % закисает при более низких или при более высоких температурах [7].

Однако показатель влажности не отражает всего комплекса взаимодействий, которые присутствуют в пищевом продукте и участником которых является вода. Вместе с тем, существует показатель «активность воды», который является основным критерием характеристики состояния воды в пищевых продуктах и широко применяется во всем мире, как для прогнозирования технологических свойств продуктов, так и качества пищевого продукта и сроков его хранения [5, 8]. Активность воды сама по себе величина безразмерная и определяется в диапазоне от 0 до 1.

Активность воды – один из самых критических параметров в определении качества и безопасности товаров, которые потребляются каждый день. Водная активность затрагивает срок годности, безопасность, структуру и запах пищевых продуктов [5, 8].

Учитывая, что активность воды имеет важное значение для контроля безопасности и качества меда, нами проведены исследования по определению активности воды для исследуемых видов меда (Таблица 2).

Таблица 2

Активность воды в меде

Наименование меда	Активность воды (A_w)			
	A_{w1}	A_{w2}	A_{w3}	A_w среднее
Подсолнечниковый	0.4007	0.3909	0.4113	0.4010
Гречишный	0.4180	0.4518	0.4503	0.4400
Горное разнотравье	0.6224	0.4942	0.5034	0.5400

Полученные данные показывают, что все виды меда по показателю активности воды (0.4010; 0.4400; 0.5400) относятся к продуктам с низкой влажностью. Таким образом образцы меда являются безопасными продуктами, защищенными от микробиологической порчи. Это связано с тем, что при понижении активности воды уменьшается возможность использования влаги для метаболизма микроорганизмов.

Заключение

При исследовании органолептических свойств меда, собираемого на территории Восточно-Казахстанской области было установлено, что все они обладали сладким, приятным вкусом и свойственным меду ароматом, без посторонних привкусов и запахов. Исследуемые образцы имели цвет от светло-желтого до темно-желтого в зависимости от ботанического происхождения.

При физико-химических исследованиях в трех видах меда обнаружено высокое содержание редуцирующих сахаров – 83,3-87,9 % и низкое содержание сахарозы – от 2,5 до 4,5 %. Диастазная активность для всех образцов была близкой по значениям, что является характерным для меда одного региона. Значения диастазной активности исследуемых образцов меда соответствуют нормативным требованиям и показывают, что образцы не подвергались нагреванию.

Для всех образцов меда получена отрицательная качественная реакция на присутствие оксиметилфурфура, что подтверждает отсутствие нагревания меда и правильность его хранения. Представленные показатели общей кислотности меда характеризуют высокую бактериальную активность меда.

Показатели активности воды меда относятся к продуктам с низкой влажностью, в связи с этим исследуемые образцы меда являются безопасными продуктами с длительным сроком хранения.

Таким образом, исследуемые образцы меда соответствуют нормативным требованиям. Являясь натуральными качественными продуктами, повышающими иммунитет, могут быть рекомендованы для более широкого употребления в рационе населения республики.

Авторы статьи благодарят Компанию "Мед Палыча" поставляющего мед более 30 лет с семейной пасеки Переверзевых из Восточно-Казахстанской области.

**Источник финансирования Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан по программе BR10765062 «Разработка технологии по обеспечению сохранности качества с/х сырья и продуктов переработки в целях снижения потерь при различных способах хранения» на 2021-2023 гг.*

**«This research has been/was/is funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR10765062 "Development of technology to ensure the preservation of the quality of agricultural raw materials and processed products in order to reduce losses with various storage methods" for 2021-2023.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.stat.kz/>.
2. <https://eldala.kz/>.
3. Аганин, А.В. Мед и его исследование / А.В. Аганин. – Саратов, 1985. – 152 с.
4. Алтухов, Н.М. Ветеринарно-санитарная экспертиза меда: метод. указания / Н.М. Алтухов. – Воронеж, 2004. – 36 с.
5. Баранов, Б.А. Теоретические и прикладные аспекты показателя «активность воды» в технологии продуктов питания: дисс. ... д-ра тех. наук / Б.А. Баранов. – СПб., 2000. – 247 с.
6. ГОСТ 19792-2017.
7. Заикина, В.И. Экспертиза меда и способы обнаружения его фальсификации: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.И. Заикина – М.: Издательско торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. – 168 с.
8. Пищевая химия. Под ред. А.П.Нечаева. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003.

REFERENCES

1. <http://www.stat.kz/>.
2. <https://eldala.kz/>.
3. Aganin A.V. *Med I ego issledovanie*, [A.V. Aganin Honey and its research. Saratov, 1985.152 p.]
4. Altukhov N.M. *Veterenarno-sanitarnaia ekspertiza meda: metod, ukazania*, [Altukhov N.M. Veterinary and sanitary examination of honey: method. directions. Voronezh, 2004.36 p.]
5. Baranov B.A. *Teoreticheskie I prikladnie aspekti pokazatel'ia «aktivnost vodi» v tehnologii produktov pitania:d-ra tehn. nauk*. [Baranov, B.A. Theoretical and applied aspects of the indicator "water activity" in food technology: dis. ... dr. tech. sciences. – SPb., 2000.- 247 p.]
6. GOST 19792-2017.
7. Zaikina V.I. *Ekspertiza meda I sposobi obnaruzhenia ego falsifikazii: Uchebnoe posobie* [Examination of honey and methods of detecting its falsification: a study guide] – 3-e izd., pererab. dop. 2012. — 168 s. [3rd ed., Rev. and add. – M.: Publishing and trade corporation "Dashkov and K °", 2012. — 168 s], (In Russ.).
8. *Pichivaia ximia. Pod red. Nechaeva A.P.* [Food chemistry. Ed. A.P. Nechaeva, St. Petersburg: GIORД, 2003.]

Материал поступил в редакцию 16.12.21

PHYSICOCHEMICAL INDICATORS OF HONEY OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION

T.Ch. Tultabayeva¹, U.T. Zhumanova², M.Ch. Tultabayev³, Zh.E. Saufani⁴

^{1,3} Doctor of Engineering Sciences, Professor, ² Candidate of Chemical Sciences,

⁴ Candidate of Biological Sciences

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University (Nur-Sultan), Kazakhstan

Abstract. The results of a study on assessing the quality of honey samples from the East Kazakhstan region are presented. Organoleptic properties were determined: color, taste and aroma of three types of honey (mountain herbs, buckwheat and sunflower). A study of the physicochemical indicators of honey was carried out: the mass fraction of water, reducing sugars and sucrose, diastase number, total acidity and the content of oxymethylfurfural. The data obtained show that the mass fraction of water for all types of honey is quite low (15.0-17.3 %), which characterizes its maturity and determines its suitability for long-term storage. Honey samples are high in reducing sugars, they account for 83.3–87.9 % of honey dry matter, which indicates their maturity and nutritional value. The mass fraction of sucrose in the studied honey samples varied from 2.5 to 4.5 %. The values of the diastase number of all types of honey (in the range of 13.1-15.1), as well as a negative qualitative reaction to the presence of oxymethylfurfural, confirms that the studied honey samples were not heated and were stored in compliance with storage conditions. Taking into account that the water activity is important for the control of the safety and quality of honey, we have carried out a determination of the water activity for the studied types of honey. The data obtained show that all types of honey in terms of water activity (0.4010; 0.4400; 0.5400) belong to products with low moisture content, respectively, they are safe products protected from microbiological spoilage. As a result of the research, it was established that the samples of honey from the East Kazakhstan region are natural high-quality products that meet regulatory requirements.

Keywords: honey, mass fraction of water, diastase number, acidity, sucrose, oxymethylfurfural content.

Economic sciences
Экономические науки

УДК 330

ВАЖНОСТЬ ВОВЛЕЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В ЭКОНОМИКУ СТРАНЫ**А.Р. Инятов¹, Р.Т. Адильчаев², Ш.М. Режепмуратов³, А.А. Ембергенова⁴**

¹ доцент кафедры экономики, ² кандидат экономических наук,
доцент, заведующий кафедрой экономики, ³ студент 3-го курса, ⁴ ассистент кафедры экономики
Каракалпакский Государственный Университет имени Бердаха (Нукус), Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье рассматривается стремительно развивающаяся в настоящее время сфера цифровой экономики, ее инфраструктура, а также представлены задачи, связанные с проблемами, лежащими в основе цифровой экономики, и данные о механизмах перехода к ней.*

***Ключевые слова:** цифровая, технология, экономика, управление, инновация, система, интернет, информация, электронные сети, электронные продукты, услуги, сервис, блокчейн.*

В настоящее время цифровая экономика и ряд смежных технологий стремительно входят в нашу жизнь. Вот почему для ускорения развития государства и общества руководство республики приняло несколько важных решений. Например, Президент Республики Узбекистан в своем Послании Олий Мажлису от 28 декабря 2018 года заявил, что развитие цифровой экономики требует дальнейшей проработки, следует разработать национальную концепцию цифровой экономики, предусматривающую обновление всех сфер экономики на базе цифровых технологий, и на этой основе внедрить программу «Цифровой Узбекистан-2030».

В документе отмечается, что стратегия направлена на:

- ускоренное цифровое развитие страны;
- формирование цифровой экономики, основанной на данных;
- создание благоприятной среды для развития инновационных продуктов;
- повышение эффективности государственного управления;
- предоставление удобных государственных услуг населению и субъектам предпринимательства.

По мнению специалистов ИКТ, в республике инновационными продуктами пользуются более 22,5 млн пользователей (население страны), которые имеют доступ в интернет, при этом число пользователей мобильной связи третьего и четвертого поколений превысило более 16 млн абонентов.

Доля затрат на поддержку и развитие сферы ИКТ от общегосударственных расходов составляет лишь 1,5 % (7,8 млн долларов), что, как отмечается, является низким показателем для эффективной цифровизации республики как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Аналогичный минимальный показатель для развитых стран-лидеров (Великобритания, Финляндия, Дания, Нидерланды, Швеция, США, Франция, Норвегия, Япония) в этом направлении составляет более 12 % от всех государственных расходов.

В документе также отражены основные направления для ускоренного развития цифровой инфраструктуры. Для этого необходимо не только расширить сети телекоммуникаций, обеспечить их стабильность, а также организовать непрерывную работу цифровых устройств сетей связи, включая последовательную реализацию проектов «умных» и «безопасных» городов. Кроме того, необходимо как можно скорее начать освоение цифровых навыков на раннем этапе в системе образования путем контакта учащихся с цифровыми технологиями, переходя на цифровые учебные материалы в образовании и т.п.

Также в документе отражены вопросы, связанные с внедрением и развитием цифровых технологий как в столице, так и в других регионах страны методом взаимодействия с межведомственными организациями за счет обмена данными.

В том числе, планируется создавать экосистемы цифровых инноваций и стимулировать инновационные компании и стартап-проекты, «цифровые регуляторы песочниц», активизировать сотрудничество между государственным и частным секторами, оказывать содействие IT-предпринимателям в экспорте продуктов, а также наладить локализацию с зарубежными инновациями на взаимовыгодных условиях.

Стороной не обожли и вопросы по созданию эффективной системы информационной безопасности. В частности, необходимо обеспечить кибербезопасность, как можно чаще проводить профилактику распространения информационных угроз, управление конфиденциальностью и безопасностью использования персональных данных.

Ожидается, что при качественном внедрении данной Концепции к 2030 году можно получить:

- качественный, безопасный и недорогой доступ к высокоскоростному интернету и мобильной связи;
- устойчивый и конкурентоспособный рынок связи и телекоммуникаций;
- снижение цифрового неравенства между городами и сельскими местностями;
- главенство электронной записи над традиционным бумажным или электронным документом;
- усиление борьбы с коррупцией.

А также, в ходе реализации Указа Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2018 года УП-5349 «О мерах по дальнейшему развитию информационных технологий и Коммуникаций» в стране проводится последовательная работа по развитию современных информационных технологий и коммуникаций, созданию целостной системы оказания электронных государственных услуг, внедрению новых механизмов диалога государственных органов с населением. Кроме этого, в целях обеспечения информационной безопасности Кабинетом Министров Республики Узбекистан принято постановление «О дополнительных мерах по внедрению и дальнейшему развитию цифровой экономики в Республике Узбекистан» от 31 августа 2018 года, в котором определены цели и задачи цифровой экономики.

Согласно этому решению, наиболее важными задачами для дальнейшего развития цифровой экономики являются следующие [1]:

- внедрение и развитие оборота криптовалюты для диверсификации инвестиций и предпринимательства, включая майнинг, смарт-контракты, консалтинг, эмиссию, обмен, хранение, распределение, управление, страхование, совместное финансирование и блокчейн-технологии;
- подготовка квалифицированных кадров с практическими навыками в производстве и использовании блокчейн-технологий;
- тесное сотрудничество государственных органов и бизнеса в реализации инновационных идей, технологий и разработок для дальнейшего развития цифровой экономики;
- всестороннее развитие сотрудничества с международными и зарубежными организациями в области криптовалюты и блокчейн-технологий и привлечение высококвалифицированных зарубежных специалистов в области производства;
- создание правовой базы для внедрения блокчейн-технологий с учетом международного опыта [2].

Выбор государства для развития цифровой экономики открывает новые измерения в области информационных технологий и, в целом, в области электронного документооборота. Переход к цифровым технологиям был обусловлен развитием Интернета и высококачественной связи.

Под влиянием научно-технического прогресса и экономического развития происходят значительные изменения в правилах рыночной экономики, правилах ведения бизнеса и появлении традиционных экономических норм и правил. Например, появление и развитие электронных сетей, компьютеров и программных продуктов, цифровых технологий, электронных продуктов и услуг радикально изменит смысл, пропорциональность и важность следующих понятий в новой экономике: материальных (нематериальных) и нематериальных (географических), географических расстояний, времени и местоположение, потребительская ценность (прибыльность) и ценность, качество и количество, конкуренция и потребительские предпочтения, посредничество и логистика, человеческий капитал и деловая этика, ведение переговоров и эффективность, потребителей и производителей новых отношений, маркетинга, технологий и продаж.

Таким образом, развитие цифровой экономики определяется не только революционными технологическими достижениями, но также и эволюционными законами новой экономики, которые побуждают современное управление, учитывать новые принципы управления и методы ведения бизнеса, повышая качество и производительность продукции, а также недостатки в экономическом цикле. Устраняет инфляцию и безработицу, и обеспечивает устойчивый экономический рост в условиях глобализации.

Глобализация экономических процессов станет основной тенденцией и тенденциями развития современной экономики благодаря интеграции различных секторов экономики, связанных с формированием глобальной электронной сети.

В заключение, система суверенного государственного блока Узбекистана, основанная на вышесказанном, теперь требует создания различных суверенных финансовых институтов. К таким учреждениям относятся банки, депозитарии, пенсионные фонды, налоговые органы и другие. Это позволит упростить и полностью автоматизировать налогообложение и перевод средств в фонды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2018 года № УП-5349 «О мерах по дальнейшему развитию информационных технологий и коммуникаций».
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 3 августа 2018 г. № УП-3832 «О мерах по развитию цифровой экономики в Республике Узбекистан».
3. Послание Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева к Олий Мажлису. 24 января 2020 года, Lex.uz.
4. Гулямов, С.С. Блокчейн-технологии в цифровой экономике / С.С. Гулямов Р.Х. Аюпов О.М. Абдуллаев и др. – Т.: ТФИ, Издательство «Экономика-Финанс», 2019. – с. 447.

5. Ходиев, Б.Ю. Цифровая экономика в Узбекистане. / Б.Ю. Ходиев // Мировая экономика. – 2017. – № 12.
6. www.bitnovosti.com – веб-сайт
7. <http://ru.newcbtc.com> – Новости Биткойн и Блокчейн.

Материал поступил в редакцию 20.12.21

THE IMPORTANCE OF INVOLVING THE DIGITAL ECONOMY IN THE COUNTRY'S ECONOMY

A.R. Inyatov¹, R.T. Adilchaev², Sh.M. Rezhemuratov³, A.A. Yembergenova⁴

¹ Associate Professor at the Department of Economics, ² Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor, Head of the Department of Economics, ³ 3rd year Student,

⁴ Assistant at the Department of Economics

Karakalpak State University named after Berdakh (Nukus), Uzbekistan

Abstract. *This article examines the currently rapidly developing sphere of the digital economy, its infrastructure, and also presents tasks related to the problems at the heart of the digital economy and data on the mechanisms of transition to it.*

Keywords: *digital, technology, economics, management, innovation, system, internet, information, electronic networks, electronic products, services, service, blockchain.*

PRESENT PROJECT MANAGEMENT PROCESS*

A. Pasek, Candidate of Economic Sciences
Economic and Social Studies
SGH Warsaw School of Economics, Poland

Abstract. *The article presents project management process. This analysis will present, in simplified terms, a way how to prepare to manage project. As an example is describe Kanban method. The research methods used include a review of the current literature on the subject and a SWOT analysis.*

Keywords: *project, management, project management, Kanban.*

Introduction

Managing a project team involves harmonizing of activities performed on its behalf with an intent of achieving goals in a manner that is efficient, i.e., using resources (including human capital) wisely and without unnecessary waste, and effective i.e., leading to an intended result [16].

Project management is a relatively young discipline. The history of project management reaches back to the 19th century. It is related, *inter alia*, with works of Frederick Taylor (1856-1915) and Henry Gantt (1861-1919), a creator of the popular Gantt chart (1910). This proves that practical problems and ways of solving them have a key impact on the development of this discipline. Extensive projects (including the Manhattan project devoted to the construction of the atomic bomb in 1941, the Polaris project focused improvement of military programs, or the Apollo project, related to space projects) turned out to be particularly important in that development. They were difficult to manage with the use of traditional methods, and thus forced the creation of new standards [40].

Currently used management techniques, methods and methodologies are constantly evolving. Hence, the literature on the subject provides new concepts in the approach to project management and project teams, e.g., CSR (corporate social responsibility), Agile or Scrum (virtual team management), or Kanban.

This work is theoretical and empirical in nature. It is based on the following research methodology:

- **Literature analysis:** As part of the theoretical analysis, Polish and foreign publications on the management were reviewed.
- **Web resource analysis:** Many materials and examples of the project management application are published on the Internet, as it enables quick publication. Thus, in turn, a given publication can be reached quickly.
- **SWOT analysis:** analysis of the overall Kanban assumptions.

The aim of this paper was to characterize the project team management. A research hypothesis was formulated that **the knowledge of available resources determines proper management of the project team**. This hypothesis was verified by reviewing the literature on the subject, and by a case study using the SWOT analysis.

Introduction to project team management**The concept of management and its essential aspects**

In the literature on the subject, the definition of management uses many different concepts and methods. Therefore, nowadays it is difficult to formulate a single and recognized definition. Table 1 presents definitions from the turn of the 20th century, developed by researchers such as R.W. Griffin, P. Drucker, and R. Caude and A. Moles.

Table 1

Definitions of management

Timeframe	Researcher	Definition
20 th /21 st century.	R.W. Griffin	Management is a set of activities (including decision making, organizing, leading, i.e., managing people and controlling) directed at organization (human, financial, material and information) resources, and used and carried out with the intent to achieve the organization's goals in an efficient and effective manner.
20 th /21 st century	P. Drucker	Management is primarily about people. Its aim is such cooperation of many people that allows neutralizing weaknesses while making the most of participants' talents and strengths.
20 th /21 st century..	R. Caude, A. Moles	The trick is to combine various resources available to a company, so it achieves its goals with the maximum efficiency. Management should not be confused with directing, which is the essence of decision-making. It is a set of activities aimed at achieving positive financial results at the end of certain periods, the selection, distribution and application of the company's resources, as well as any relationships that it may have with other legal persons.

Source: own study, after: R. W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, p. 6.; P. Drucker, *Skuteczne zarządzanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1976, p.76.; R. Caude, A. Moles, *Methodologie vers une science de l'action*, Paryż 1964, p. 450.

Analyzing the literature on the subject, it can be noticed that for a long time management will resemble art rather than a hard science. However, it is worth adding that management is increasingly based on achievements of hard sciences. They include the use of technology in management, e.g., computer or multimedia systems that can predict effects of decisions made, and such analysis is specific to hard sciences [13]. Hence, management is based on the hard sciences.

Project – basic concepts and definitions

In the literature on the subject, the concept of a project can be considered from a point of view of its several meanings (depending on the adopted approach or context). In general, a project is an action plan, an initiative or an idea. On the other hand, in legal terms the project is understood as a document presenting changes, while in technical sciences, a project involves a sketch, a technical drawing, etc. [8].

In management sciences, a project is considered in terms of an organization and a process. It means a skillful combination of intentionally planned, integrated, and coordinated activities undertaken with an intent of achieving a precisely defined goal and obtaining specific results [36].

Features of a project understood as a planned and implemented undertaking are presented in Table 2.

Table 2

Features and characteristics of a project

Feature	Characteristics of the project
Objective	Shows a direction for achieving a specific goal.
Actions	Understood as coordinated and interrelated activities.
Human capital	Tasks are carried out by a team (contribution of the human capital factor).
Complexity	A project is characterized by a high degree of complexity.
Originality	Solutions used in a project are unique and unrepeatable.
Cooperation	Collaboration and cooperation between specialists in various fields is required.
Budget	It has a specific budget and resources involved in the implementation of a project.
Uniqueness	The uniqueness of a project.
Separation	It goes beyond a scope of daily, routine activities carried out in a given organization, it means that a project is characterized by a specific group of beneficiaries.
Beneficiaries	The project is targeted at a specific group of beneficiaries and must also have a person responsible for its implementation.
Risk	The implementation of a project is associated with a certain degree of a risk, which may depend on multiple factors, and can often be difficult to precisely predict.

Source: own study, after: W. Walczak, *Orientacja na cele w zarządzaniu projektami Master of Business Administration*, 4(99)2009, Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2009, p. 47.

The above features are necessary for the implementation of the project. It is worth adding that the project may be implemented within an organization or by several organizations, because projects are often interdisciplinary. A pre-defined goal must be the result of each project. Targets provide and explain information. However, when analyzing the meaning of goals, it is worth paying special attention to functions assigned to goals in project management.

Project management functions

An organization is a body where many tasks at different levels of progress are implemented. Hence, different combinations of activities are carried out in each organization. There are differences in the intensity of those activities and the amount of time they spend in carrying out these functions. This proves that the management process is repeatable and that managers are involved in performing functions in a continuous way, called the management cycle [30].

As the term "functions" is used in the context of the term "type of activity", therefore, different types of functions are distinguished, including production, service, commercial, and marketing [43].

The literature on the subject provides also a different classification of functions performed by managers, i.e., management functions, such as (Table 3) [16]:

- Planning
- Organizing
- Directing / Motivating (in relation to staff)
- Controlling.

Table 3

Management functions and the role of a middle manager

Function	Description	A role of an executive manager	A role of a middle manager
Planning	A manager is responsible for setting a global goal and a group of detailed goals that contribute to its implementation.	They set global goals as well as strategic goals, the implementation of which will involve the allocation of time from one to five years.	They mostly deal with tactical planning, also known as mid-term planning. Usually it will concern a period from one month to one year.
Organization	Managers define who should do what, so that the organization can achieve its goals.	Establishes a hierarchy of goals and tasks. Managers assign individual tasks, and thus determine the selection, placement and training of personnel to perform work in the organization.	
Steering (Leadership/ Motivating Initializing)	Managers conduct activities that make members of the organization act in a way that will contribute to achievement of set goals.	Managers performing these functions work directly with members of the organization and must provide motivation that releases efficiency and energy among their subordinates.	
Controlling	This function is part of the activities that can be termed "managerial feedback". Managers strive to ensure that actions of the staff actually lead to the achievement of the set goals. For this reason, they: <ul style="list-style-type: none"> • establish measures to assess task performance • compare assumed assessment measures with current measurements, • take possible corrective actions in the event of deviations. 		

Source: own study after: R.W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami...*, op.cit., p. 98.; J. Kurnal (ed.), *Twórcy naukowych podstaw organizacji...*, op. cit., p. 311.

The implementation of projects usually places higher demands on employees than those that must be met in the case of repetitive activities. Hence, in project management, the issue of creating and managing task teams gains crucial importance [34]. Hence, in the literature on the subject, concepts related to the manager and team leader appear.

Manager and their tasks in a project

The term 'manager' means a person managing an enterprise or a part of it [18]. As a result, an organization without a manager, their vision and creative elements, motivating and inspiring team members, is an organization with aspirations to operate.

A manager should have three basic skills:

- 1) Technical – understood as the ability to use tools, methods and technology.
- 2) Social, i.e., the ability to cooperate with others.
- 3) Conceptual – meaning the ability to coordinate the activities of individual groups.

Furthermore, it is very important to include fully incorporated Lean, Problem Solving and Statistical techniques within the Six Sigma methodology [31]. Consequently, for a manager, conceptual skills are the most important. The literature on the subject includes numerous studies with guidelines on management, including those by Henri Fayola or Frederick Winslow Taylor.

Henri Fayola encouraged practicing of principles such as [25]:

- 1) Work allocation – helps to achieve team efficiency.
- 2) Authority – is necessary in the performance of managerial duties.
- 3) Discipline – understood as compliance with the rules and norms established by an employer.
- 4) Unity of command – each subordinate receives orders from one person (manager).
- 5) Unity of management – there should be one manager in each team.
- 6) Subordinating the personal interest to the general interests, i.e., interests of employees cannot predominate over interests of the organization.
- 7) Wages – should be fair and depend on work results.
- 8) Centralization – limiting a decision-making role of subordinates – means centralization, while its increase leads to decentralization.
- 9) Hierarchy – linear arrangement of positions (from the highest to the lowest level).
- 10) Order – every thing and every employee should be in a right place at a right time. Employees selected in terms of their competences.
- 11) Appropriate treatment of staff – managers should respect their subordinates and treat them in a favorable and fair manner.
- 12) Stability of staff – avoiding high team turnover.
- 13) Initiative – managers should create conditions for the free implementation of their plans.
- 14) Esprit de corps, or team harmony – a sense of community in staff.

In turn, the leader, creating effective visions, is characterized by creative and versatile thinking skills. This shows that they are not afraid to take risks. This means that the leader, despite all difficulties encountered during the implementation of a project, is able to lead people efficiently, guiding them in the right direction. They are responsible for establishing a team, and for developing its goals, action strategy and its capabilities. It is worth adding that an inspiring leader has the gift of convincing team members, focuses their attention and creates a group of own followers who accept and understand their vision, and strive for its implementation [38].

Defining the concept of a project leader is rather complicated, and there are many factors that affect the overall picture. First of all, by acquiring certain character traits and skills, you can learn how to become a leader. To be an effective leader, a leader must have a right attitude and character traits. We are talking about creativity, responsibility, charisma, openness, and the ability to handle difficult situations, as well as a kind of persistence in pursuing goals.

Project characteristics and the implementation of proper tasks define the competency profile of the leader. It covers the skills presented in Table 4.

Table 4

Competency profile of a leader		
Specialist skills	Innovative skills	Interpersonal skills
Particularly important for innovative and unconventional projects. The most important of them are: - knowledge, - experience gained, - acquired qualifications, e.g., certified language skills, - ability to manage a budget.	They play the greatest role in complex projects that require significant expenditures in terms of time, costs and human resources. They include: - creativity, – the ability to think creatively and analytically, - the ability to use modern technologies, – the ability to learn quickly, - speed reading skills.	All leaders have them, and they should increase with the complexity of a project. The most important of them are: - conflict resolution, – building relationships with people and delegating powers, - active listening, empathy, - creating the atmosphere in the organization, - influencing people, - availability of information in verbal and non-verbal form.

Source: P. Kopacka, *Rola lidera w efektywnym zarządzaniu zespołem projektowym*, [in:] A. Rogozińska – Pawełczyk (ed.) *Gospodarowanie kapitałem ludzkim. Wyzwania organizacyjne i prawne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015, pp. 129 – 144.

The leader's competences significantly influence the success of a project. Low competences of a manager increase the risk of failure. Managing a team requires a specific group of qualities that a leader should have. An effective leader is able to use the acquired knowledge and experience already at a very beginning of team building, i.e., during the selection and recruitment of candidates for the team. Not every employee shows leadership predispositions. Leadership is related to charisma, i.e., specific qualities that an individual possesses, influencing the group. The leader has authority, the group listens to and obeys them. An effective leader is able to estimate the situation without any major problems [42].

It should also be emphasized that in the project management, personnel management aims at achieving the following three tasks [40]:

- 1) creating a personnel management system,
- 2) maintaining the operation of this system,
- 3) improving the system.

Therefore, it is important to establish the concept of project management and highlight those of its functions that facilitate the achievement of an intended project goal [22].

Basic assumptions for a project team

Human resources in a project

Human resources are one of the basic factors having a significant impact in the project implementation. Intended goals are achieved using available resources with a help of people working on a project. Therefore, it is important to properly motivate employees and create comfortable working conditions [40].

In the project, human resources allocated to it are called a team, i.e., a set of people who have a common, specific goal for action and mutually complementary skills [19]. The team is also treated as a specific, coherent group of people with clearly defined roles, norms and group responsibilities [32]. A team shares a sense of mutual responsibility and of belonging, and a willingness to take action together. As a result, the team strives to perform specific tasks in order to achieve material and non-material gratification [23].

Therefore, teams in organizations are needed for [1]:

- Analysis of the project environment
- Selection of team members
- Assigning roles in the project team
- Improvement of team members
- Team intelligence

Creation processes during team building**Stages of team development and the role of a leader – Tuckman’s model**

The literature on the subject provides many theoretical models of the process of group team development, e.g., according to Denise Bonebrigh, or B.W. Tuckman and M.A.C. Jensen. In this work, the author adopted the assumptions of B.W. Tuckman and M.A.C. Jensen, that for most teams there are five common stages of development. They will break down the group process into phases (Table 5):

- Stage 1: team formation (Forming),
- Stage 2: settling into the team and conflict (Storming),
- Stage 3: standardizing creation of rules and regulations in the team (Norming),
- Stage 4: action, cooperation (Performing),
- Stage 5: suspension, parting (Adjourning).

Table 5

5 stages of team development

Stage	Description	Stage and assumptions	Leader role in team building
Step 1 Team formation <i>Forming</i>	Team members meet for the first time. They experience: <ul style="list-style-type: none"> • caution, • uncertainty, • searching for a direction, • and visible avoidance of a conflict • interactions between team members are random 	Moving from thinking “I” to “we”	<ul style="list-style-type: none"> • assigning of tasks, • establishing team assumptions, • specifying structures and roles, • developing rules, • establishing a goal, • giving feedback to each person in the team.
Stage 2: settling into a team and conflict <i>(Storming)</i>	Members of the team settle into it. In the team functioning, it is reflected as: <ul style="list-style-type: none"> • continuous conflict • members resisting emotionally • fight for power 	Time of stormy talks and disputes.	<ul style="list-style-type: none"> • assigning tasks in such way that people need each other, and in consequence, cooperate with each other, • creating a safe area for talks, exchange of arguments without conflicts, • assistance in creation of the team structure, • avoiding controlling of the team.
Stage 3: standardizing creation of rules and regulations in the team <i>(Norming)</i>	Team members: <ul style="list-style-type: none"> • move from conflicts to constructive discussions. • ideas are shared and mutual support is demonstrated. 	Members accept established norms and roles in the team. The leader’s role is based on observing.	<ul style="list-style-type: none"> • ensuring that each team member feels responsible for the project and is able to manage time themselves, • supervising and reacting to any possible conflict, • being a partner, not a leader, for team members.
Stage 4: action, cooperation <i>(Performing)</i>	It is a stage of: <ul style="list-style-type: none"> • most effective team work. • when solutions are implemented 	Team members strive for constructive problem solving. Leadership is accepted	<ul style="list-style-type: none"> • being interested in what is happening in the team, • establishing new goals and challenges, • motivating the team, • being interested in who does what in the group, • support in case of any problems, • providing options for development to team members.
Stage 5: suspension, parting <i>(Adjourning)</i>	At this stage: <ul style="list-style-type: none"> • the cooperation ends because goals have been achieved or all team members left the project. • relations are loosened, members undertake other challenges. • the group is closed rapidly or during a longer process. 	A time for summing up the work and draw conclusions for the future.	<ul style="list-style-type: none"> • ability to sum up group work • emphasizing successes and achievements of the group, • discussing obstacles encountered by the group during the process, including an analysis how the team handled those problems • summing up of roles performed, • indicating the group potential, • discussing with the group the lesson learned during team work on that project, • specifying what development opportunities were offered to the group members • giving them energy for further work on a different project.

Source: own study after: P. Bohdziewicz, *Efektywność gospodarowania kapitałem ludzkim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2011, pp. 406 – 407.

To form a team, the leader should be aware that it is impossible to create an effective team in one day. Building a team is a group process. Roles are created in it, and members develop common rules of operation. Relationships between group members are formed, such as conflicts, competition, or cooperation with each other. The way in which the leader leads the group will have an impact on its further development or disintegration. In turn, the condition for creating a team is to specify a goal and to establish values, a strategy and a scope of responsibilities [29]. Hence, you can distinguish factors that affect the effectiveness of the team.

Characteristics of an effective team

Researchers focus on characteristic related to formation of a team and its tasks, as well as to a potential of individuals within the team and relations between them. The literature on the subject includes studies on characteristics of an effective team, according to Katzenbach and Smith [23], or the Perform model according to K. Blanchard [7].

When examining the team effectiveness, links both to external factors, i.e., the team's environment, and to characteristics represented by the team itself can be noted. Therefore, five features of an effective team can be distinguished, after J.R. Katzenbach and D.K. Smith (Table 6) [23].

Table 6

Five characteristics of an effective team

ITEM	Feature	Description
1	The team has a goal representing a challenge and a certain problem for the members	The goals should: <ul style="list-style-type: none"> • be specific, understandable and act on imagination; • engage the team emotionally; • be translated into specific tasks indicating an actual, desirable result. Task specification results in a targeted work and a discussion focusing on relevant subjects. Furthermore, it facilitates assessment of previous work of the members.
2	Work methods accepted by all members	Implementation of schedules for meetings and required works.
3	Team members have mutually complementary interpersonal and specialist skills.	Team is: <ul style="list-style-type: none"> • a group of no more than 25 people, • a set of personalities with the following interpersonal skills: motivating, negotiating, and predispositions to create challenges.
4	Members are responsible towards the team for performance of specific work undertaken by them.	The principle "all for one, and one for all" applies. This confirms that the responsibility is shared by the entire team.
5	The team requires commitment of each member	A key task of the team is a sense of: <ul style="list-style-type: none"> • responsibility for correct performance of activities; • duty.

Source: Opracowanie własne za B. Kożusznik, *Zachowania człowieka w organizacji...*, op. cit., p. 17.; K. Blanchard et al., *Przywództwo wyższego stopnia...*, op. cit., pp. 145 – 146.; M. Belbin, *Nie tylko zespół*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2014.

On a basis of Table 6, it can be seen that creating an effective team requires many actions. The team, on the other hand, does not automatically become an outstanding group. This shows that people face many barriers to working together, the first and most banal being that teamwork is not an approach developed during standard education.

Barriers to an effective team

The key barriers to team effectiveness include (Table 7): too little team autonomy, excessive negative competition between teams, conflicts, a group thinking syndrome, taking overly risky decisions, and social laziness.

Research shows that creating and developing interpersonal relationships is essential for the effective team functioning [3]. This involves:

- direct influence, i.e., maintaining positive relationships between team members facilitates cooperation,
- indirect influence, i.e., properly shaped and pre-existing interpersonal relationships that improve communication. Good communication is the basis for the team work effectiveness.

Additionally, many authors emphasize the importance of work autonomy and the complexity of tasks when building organizational commitment of employees. It was discussed by various authors, including Dunham, Grube, Castaneda, Meyer, Bobocel, Allen, and Parker. On the other hand, the positive impact of the task complexity on the team commitment is described, among others, by Van der Vegt, Emans, Van der Vliert, and Parker. Consequently, the determinants presented above do not exhaust all classifications that can be found in the literature. However, this proves the existence of many stimuli and groups of factors that are worth taking care of when thinking in a context of building organizational commitment of employees, thus influencing the increase in the employee team effectiveness [3].

Table 7

Barriers to an effective team

No	Feature	Assumptions	Possible application
1	Too little team autonomy	Restricting team activities and excessive control can lead to a conflict in the organizational hierarchy.	The use of flexible organizational structures that will enable the adaptation of team activities to an existing situations, and thus improve their effectiveness.
2	Excessive negative competition between teams	Competition between individual teams can have negative consequences in certain situations.	When: work is not done properly, the information flow is uneven or too slow, members are not inclined to rotate between teams, teams do not collaborate on tasks that require cooperation.
3	Conflicts	Team members put their own interests above the collective interest of the team, adopt passive attitudes, or the conflict is so strong that the members decide to leave the team.	Avoiding Conflict.
4	Group Thinking Syndrome	The team has a sense of infallibility.	Theses stated are not questioned, the opponents are ignored or forced to submit.
5	Making overly risky decisions	Team members are more likely to take actions that are unpredictable or they do not consider future consequences, as they believe that the responsibility will be borne by the entire team.	Avoiding the lack of a sense of individual responsibility.
6	Social laziness	Reduced involvement of individuals due to the belief in team responsibility ("someone from the team will do this task anyway"), which leads to a reduced effectiveness of the entire team.	Involvement of every team member.

Source: own study after: J. Blythe, *Komunikacja marketingowa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002, pp. 36-37.; Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Rebis, Poznań.2007, pp. 65–66.

Team management and group motivation – selected elements aiming at increasing team effectiveness

The literature on the subject provides numerous suggestions for motivating the project team. Examples include research by E. Sundstrom. One of the most important factors influencing people's motivation to work are finances (small salary increases or bonuses) [6]. Motivating is influenced by needs of a group and tailoring of activities to their expectations and skills. Consequently, another way of motivating employees is to change their duties [3].

Teamwork is a basic form of work, understood as bringing members of an organization together in a work process, with established goals and tasks. It is worth adding that effective teams are not created by accident. Consequently, it is necessary to clarify the goal and the analysis of team work in relation to a management method (Table 8). According to Sundstrom, well-designed teams promote creativity, extraordinary results, and quick and flexible response to customer needs [39].

Table 8

Teamwork goals and analysis in relation to the management method

Feature	Analysis	Management method
Improvement of quality, reduction of shortages and absences.	What was the purpose and meaning of today's meeting?	Increasing the product quality.
Determining the hierarchy of tasks by each employee (including managers), willingness to help colleagues in work-related problems.	What was it for?	Raising the level of product quality.
Each employee is able to support others by.	Who was supporting them?	Increased employee satisfaction due to less strenuous work.
Reduction of problems with "blocking" when new products are being launched.	What has it interrupted? / Who was interrupting the meeting?	Reducing the time needed to hand over the product.
	What conclusions can we draw: for our team and for an individual member?	Increase in the project team efficiency.

Source: own study after: D.P. Schultz, S.E. Schultz, *Psychologia a wyzwania dzisiejszej pracy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, p. 257.

Managing people in a team is a process that ensures the most effective use of the resources of people involved in a project. This also applies to the project's stakeholders, including: clients, sponsors and partners [18].

Kanban as a team management method – essential aspects of the method

Kanban¹ is a production management method. It was developed in Japan in the 1950s. The term kanban was first used by Taiichi Ohno. The word Kaban comes from Japanese and means a sheet of paper (Japanese Kan – "visible description", Ban – a sheet of paper) [1].

The kanban method reflects the process visualization. A physical or virtual kanban board is the most popular tool facilitating presentation of the most important stages of work. In practice, it comes down to three columns: To Do, In Progress, Done [4].

The widespread use of this method in management was brought about by Toyota's insufficient productivity and efficiency, when compared to American automotive rivals. Toyota's use of Kaban allowed the company to achieve a flexible and effective just-in-time (live) production control system. This increased productivity while reduced costly inventories of raw materials and finished semi-finished products.

The ideas of Kanban are summed up by six principles (Table 9) of this concept (Table 10) and the Kaban idea of – the “7 x nos” [24]:

- 1) no defects,
- 2) no delays,
- 3) no stocks,
- 4) no queues – anywhere and for anything,
- 5) no idle time,
- 6) no unnecessary technological and control operations,
- 7) no movements.

Table 9

The six principles of the Kanban system

No	Principle	Function
1	A subsequent process turns to earlier process and gets a number of items specified in the Kanban card.	Creates a drive, ensures collection or transport of information.
2	The preceding process produces items in a number and sequence specified in the Kanban card.	Provides information to prevent overproduction.
3	No items are produced or shipped without Kanban cards.	It prevents overproduction and unnecessary transportation.
4	Always attach a Kanban card to items.	Ensures orderly work
5	Defective components are not transported to the next stage of the process.	Prevents defective items from being collected: Identifies a faulty process.
6	Reducing the number of Kanban cards increases their sensitivity.	Reduction of work in progress reduces waste and makes the system more sensitive.

Source: M. Apreutesei, I.R. Arvinte, *Application of kanban system for managing inventory*. “Bulletin of the Transilvania University of Brasov”, Vol. 3 (52), 2010, pp. 161 – 166.

The basis of Kanban techniques are forms. They are completed in the following order:

1) A dispatcher in a production department (on a basis of data on the forecast demand for a given item) fills in the planning part of the kanban card and passes it to the production department.

2) A planner in a production department prepares an appropriate production order for a batch of items (including specifying contractors and allocating resources necessary to perform the task). They fill in the next part of the card.

3) After the end of production and the quality acceptance of a batch, a contractor detaches one part of the card and hands it over to the planner (it is a proof of the order completion). The remaining two parts of the card are placed in a container with finished items (they are transported to the department from which the orders came).

4) At the moment when an employee tears off the second part of the kanban card, they start using the delivered item. The kanban card is handed over to the production department dispatcher. The dispatcher is informed that the new stock is already in use.

5) The third part of the kanban card is handed over to the dispatcher when the stock of the item is exhausted.

Table 10

Project management – Kanban concepts

Feature	Description
Task (activity) log	The following are distinguished: <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Product Backlog</i> (a set of all activities into which the project was divided, the implementation of which will lead to the achievement of a goal) 2. <i>User stories</i> – isolating from the entire project activities on which all team members will work. This method is presented in a form of sticky notes attached to the board.

The end of the table 10

Feature	Description
Board	It helps to visualize the work: 1. Shows the current work status. 2. Shows the workload of individual departments in the project team. 3. Shows information about activity limits of individual activities. as well as the status of work on individual activities.
Visualization of work	Helped by: 1. A board. 2. It allows to quickly determine the status of the project, facilitates the work of team members, and also integrates them.
Kanban Team	Team: 1. Defines its maximum capabilities. 2. Cooperates with each other and can solve problems together. 3. Decides about processes modifications during their performance.
Process objective	The expected outcome of the process is the handover of the finished process.
WIP (Work-In-Progress) limits	The WIP Limits rule assumes that: 1. Each department has its own maximum "capacity", that is, the maximum number of activities that it can handle 2. After some space "becomes available" in the department, another task can be accepted. 3. The time devoted to activities is not specified. This means that the team must be disciplined (to prevent artificial prolonging of the entire project duration)
Priority line	Priority line introduced: 1. In the event of an unplanned activity which is necessary for urgent processing, in order to maintain the process balance. 2. To create a separate "channel" on the board, where the task moves from department to department outside specified limits.

Source: own study after: M. Krasieński, *Możliwość zastosowania metodyki Kanban w zarządzaniu projektami...*, op.cit., pp. 25- 27.

A characteristic feature of this method is the practical liquidation of pre-production (the entire stock is at a workstation), intermediate, and finished products warehouses. Materials and semi-finished products are delivered from suppliers with an hourly accuracy. In turn, with the production capacity reserves and the production process flexibility, it is possible to produce almost any item at any time. Production orders are closely synchronized with orders received from customers.

Kanban SWOT analysis as an example of a modern management method in a project team – general assumptions

To test whether the Kanban method is helpful in project management, the author will use a SWOT analysis. As with any management method, defining the goals you want to achieve is essential for the success. Using Kanban as an example, to correctly define strategic goals for the project team management it is necessary to analyze external and internal factors affecting project management. For this purpose, a SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) was carried out², which will provide answers to the questions about the strengths and weaknesses of Kanban (Table 11).

Table 11

SWOT analysis – Kanban method – general assumptions for a modern management method

Kanban – general assumptions	<p>Strengths</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Minimize the processing time. 2. Minimize stock levels with simultaneous harmonious production and timely execution of orders. 3. Match the production volume to the number of orders. 4. Achieve the effect of self-control at every stage of the process to minimize costs of control. 	<p>Weaknesses</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The original version of kanban is based on paper forms. 2. Increase in transport costs. 3. Requires greater availability of suppliers – often raw materials have to be delivered several times a day. 4. The method assumes the production in fixed-size batches corresponding to the capacity of the standard shipping container for that item.
	<p>Opportunities</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visualization of work. 2. Measurement and flow management. 3. Use of models to identify improvement opportunities. 4. Possibility to implement many projects. 	<p>Threats</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lack of an interactive approach. 2. Limitation of work in progress. 3. Low resistance to large fluctuations in demand. 4. It does not take into account the safety stock of finished goods, but assumes defect-free production, requiring a total commitment from all employees, which creates significant problems in non-Japanese cultures.

Source: own study after: M. Krasieński, *Możliwość zastosowania metodyki Kanban w zarządzaniu projektami...*, op. cit., pp. 24-32.

Strengths – Kanban – general assumptions

1. Reduce processing time to a minimum

The sticky note system helps to systematize tasks. This shortens the processing time.

2. Minimize stock levels with simultaneous harmonious production and timely execution of orders

Clear and precise tasks help to achieve the planned goal.

3. Match the production volume to the number of orders

Tasks allocated according to needs and a number of people in a team. This helps to match the production volume to the quantity of the ordered goods.

4. Achieve the effect of self-control at every stage of the process to minimize costs of control

Tasks verification using a board with cards. Enables an effective process control at every stage.

Kanban improves the perception of tasks allocation in the team and facilitates achievement of project goals.

Weaknesses – Kanban – general assumptions

1. The original version of kanban is based on paper forms

Generating unnecessary forms, thus extending the working time and project implementation.

2. Increase in transport costs

This is associated, among others, with the same tasks specified at different stages of the process implementation.

3. Requires greater availability of suppliers – often raw materials have to be delivered several times a day

No proper assessment of a situation related to the procurement and delivery system. Generating additional time that extends the implementation of the project.

4. The method assumes the production in fixed-size batches corresponding to the capacity of the standard shipping container for that item

The method does not take into account any changes introduced during the process. Any changes are possible after their implementation.

Using the Kanban method may, but does not have to, slow the process of achieving the project objectives.

Opportunities – Kanban – general assumptions

1. Visualization of work

The use of a board with sticky notes as a work tool helps to analyze current tasks and shows individual stages of the project.

2. Measurement and flow management

By using a board with sticky notes, the measurement and flow of tasks can be observed. This facilitates project management.

3. Use of models to identify improvement opportunities

Verification of tasks through action models facilitates an analysis of advantages and disadvantages of a given solution. It also helps to find options for improvement.

4. Possibility to implement many projects

The method is based on multitasking. Using its tools (the Board), it is possible to verify and supervise several projects.

The Kanban method enables verification the progress of work in the project, e.g., by using Boards with sticky notes.

Threats – Kanban – general assumptions

1. Lack of an interactive approach.

The Kanban method is geared towards one task only, and the next one may, or may not, disrupt the process.

2. Limitation of work in progress.

A lack of flexibility in action (the use of predetermined guidelines on a board with sticky notes) may, but does not have to, limit the process of achieving the goal.

3. Low resistance to large fluctuations in demand.

Changes in demand may make it difficult to achieve the project goal.

4. It does not take into account the safety stock of finished goods, but assumes defect-free production, requiring a total commitment from all employees, which creates significant problems in non-Japanese cultures.

It does not take into account cultural changes. It may or may not be missing some universal applications to facilitate the implementation of the project.

By constantly analyzing changes in the environment, it can be noticed that the Kaban method may have cultural limitations. Therefore, it is worth working on these changes. Some of these changes may prove very important to Kaban development, others less so. By assessing their importance for Kaban, opportunities and threats to its development can be determined.

The importance and the role of projects in managing a contemporary team

The literature on the subject contains numerous studies on a role of projects in the management of a contemporary team. This subject was discussed, for example, by M. Flasiński, A. Stabryła, M. Trocki, B. Gruzca, K. Ogonek, and others [15].

In an attempt to explain the significance and the role of projects in managing an organization, several most important levels and areas can be indicated where their implementation results in measurable benefits. Projects generate benefits for the entire organization, project teams managers and employees, as well as for clients of the organization [12].

In turn, from the point of view of the entire organization, projects primarily influence [9]:

- effective implementation of business goals, expand ranges for customers;
- increase in the market competitiveness of the organization (improve the position on the competitive market), help to acquire new customers;
- offering of products or services that meet needs of customers, providing measurable value and benefit for the customer;
- better improvement in the financial situation of the organization through the product created under the project;
- a way and a form of establishing cooperation and collaboration with other companies;
- development of key competences, and they support the improvement of business processes, implementation of new technologies, products, solutions, etc.;
- generating significant financial benefits, especially if the organization is involved in large infrastructure projects (e.g., construction of stadiums, highways, hotels for the European Football Championship Euro 2012, etc.);
- improving the image of the organization. Successful projects significantly improve the image, credibility, trust, potential of intellectual capital and, in consequence, increase its market value (this can be considered the most important element of management in a strategic perspective).

Taking into account the changes in the environment, strategic enterprise management requires adaptation of the existing development options and the necessity to adapt to the current market situation. This means adjusting the portfolio of implemented projects to the emerging new market requirements.

Hence, projects for managers and members of project teams enable such measurable benefits as [9]:

- professional experience, improvement in professional qualifications, gaining new valuable knowledge;
- increasing the level of job satisfaction, as well as obtaining a source of additional income;
- learning responsibility in a team and developing interpersonal skills and a sense of identification with the goals of the organization;
- building a relationship of mutual trust and esteem,
- elements of organizational learning (provided that the project manager demonstrates an appropriate level of knowledge, skills and competences, which will allow them to manage the work of the team appropriately. This concerns motivating people to share knowledge, and to create appropriate communication rules).
- delivery of the final product and service that will meet the customer's needs and expectations;
- a sense of customer satisfaction, thus providing measurable added value;
- building lasting relationships and increasing the level of customer trust in a given organization.

Nowadays, enterprises implement projects in order to meet the requirements of consumers, global competition and bodies regulating the market. Projects are understood as the necessity to implement various changes in enterprises. Their efficient implementation contributes to gaining and maintaining a competitive advantage. In consequence, it supports an increase in the organization value. With this point of view in mind, it should be stated that projects have a central place and play an important role in the process of strategic company management.

Conclusion

The aim of this work was to describe and characterize the management of the project team. The hypothesis that the knowledge of available resources determines the proper management of the project team has been maintained.

The data provided above shows that managing a project team is an important and useful method for planning project works. Using the knowledge about the available resources, appropriate activities can be planned (mainly due to flexibility). The considerations presented in this study emphasize the important role of skillful project planning. From a practical point of view, this is crucial in the project management. The successful planning of a project results from many factors, including the role of a manager, business and technological conditions, as well as customer orientation or the impact of the stakeholder influence [6]. Leadership, motivation and encouraging the participants to share their knowledge and experience are also important [28]. Another aspect that should also be taken into account is the fact that the development of a project plan is a task that requires interdisciplinary knowledge from the manager, including in management, psychology, sociology, technology, etc., as well as appropriate predispositions and skills.

The future of the development of project management sciences will largely depend on the development of knowledge and access to it. This can be seen in the education. Offered postgraduate studies courses are good example here, including those at the Higher School of Vocational Education in Przemyśl. Therefore, it can be inferred that managing a project team is an interesting and attractive field of knowledge.

The above work does not fully exhaust the discussed topic. It can only be a point of reference for considerations related to this issue, and an inspiration for further research.

* *Basis of this article is my thesis „Present Project Management Process” written as a part of the Business English course at the Higher School of Vocational Education (in 2021).*

Note

¹ When used as a name of the methodology, the word kanban is written with a capital letter. When kanban is used to describe the production control system, it is written with a small letter, because it is an idea, a tool.

² The swot analysis is based on the analysis of the company's strengths and weaknesses, which mainly concern internal aspects of the analyzed entity (factors that have an impact on it), as well as opportunities and threats that mainly concern surroundings of that entity (factors beyond its control) after: r. Tylińska, analiza swot instrumentem w planowaniu rozwoju, wydawnictwa szkolne i pedagogiczne, warszawa 2005, p. 7.

REFERENCES

Compact publications:

1. Ancona D., Bresman H., *Zespoły X, jak budować zespoły które odnoszą sukces*, Oficyna Wolters Kluwer, Kraków 2009, 94.
2. Armstrong, *Zarządzanie ludźmi*, Rebis, Poznań 2007.
3. Bańka W., *Zarządzanie personelem – teoria i praktyka*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2002.
4. Belbin M., *Nie tylko zespół*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2014.
5. Belbin M., *Zespoły zarządzające, Sekrety ich sukcesów i porażek*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Kraków 2009.
6. Berkun S., *Making things happen: Mastering Project Management*, O'Reilly Media Inc., Sebastopol 2008.
7. Blanchard K. et al., *Przywództwo wyższego stopnia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
8. Blythe J., *Komunikacja marketingowa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002.
9. Bohdziewicz P., *Efektywność gospodarowania kapitałem ludzkim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2011.
10. Borkowska S., *W sprawie tożsamości ZZL [in:] Zarządzanie zasobami ludzkimi w Polsce. Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość*, Oficyna a Wolters Kluwer Business, Kraków 2007.
11. Caude R., Moles A., *Methodologie vers une science de l'action*, Paryż 1964.
12. Clerand D.I., Ireland L.R., *Project manager's portable handbook*, McGraw-Hill Companies Inc., New York 2004.
13. Drucker P., *Skuteczne zarządzanie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1976.
14. Fayol H., *Administracja przemysłowa i ogólna*, Księgarnia Władysław Wilak, Poznań 1947.
15. Flasiński M., *Zarządzanie projektami informatycznymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
16. Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
17. Kisielnicki J., *Zarządzanie projektami, Ludzie – procedury – wyniki*, Warszawa, 2011.
18. Kisielnicki J., *Zarządzanie: Jak zarządzać i być zarządzanym*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2008.
19. Kmiotek K., Pecuch T., *Zachowania organizacyjne. Teoria i przykłady*, Difin, Warszawa 2012.
20. Kopacka P., *Rola lidera w efektywnym zarządzaniu zespołem projektowym*, [in:] Rogozińska – Pawełczyk A. (ed.) *Gospodarowanie kapitałem ludzkim. Wyzwania organizacyjne i prawne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.
21. Kostera M., Śliwa M., *Zarządzanie w XXI wieku. Jakość, twórczość, kultura*, WoltersKluwer Polska, 2012.
22. Koźmiński A., Piotrowski W., *Zarządzanie teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
23. Kożusznik B., *Zachowania człowieka w organizacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002.
24. Krasieński M., *Kulturowe uwarunkowania japońskich koncepcji, metod i technik zarządzania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2014.
25. Kurnal, J. (ed.), *Twórcy naukowych podstaw organizacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1972.
26. Lambert T., *Problemy zarządzania. 50 praktycznych modeli rozwiązań*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1999.
27. *Leksykon zarządzania*, Difin, Warszawa 2004.
28. Norrie J., *Braking through the project fog*, John Wiley & Sons Canada Ltd., Ontario 2008.
29. Pruitt D. G., Rubin J.Z., *Social conflict: Escalation, stalemate and settlement*, McGraw Hill, New York 1986.

30. Pszczołowski T., *Mala encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Wroclaw-Warszawa 1978.
31. Pyzdek T., Keller P., *The Six Sigma Handbook*, bmw, 2010.
32. Rutka R., Wróbel P., *Organizacja zachowań zespołowych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.
33. Schultz D.P., Schultz S.E., *Psychologia a wyzwania dzisiejszej pracy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.
34. Skalik J. (ed.), *Zarządzanie projektami*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2009.
35. *Słownik Wyrazów Obcych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995.
36. Stabryła A., *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006;
37. Stabryła A., *Zarządzanie projektami ekonomicznymi i organizacyjnymi*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
38. Stephen Covey R., *Zasady skutecznego przywództwa*, Dom Wydawniczy REBIS, Poznan 2004.
39. Sundstrom E. et al., *Supporting Work Team Effectiveness. Best Management Practices for Fostering High Performance*. Jossey-Bass Inc., San Francisco 1999.
40. Trocki M., Gruzca B., Ogonek K., *Zarządzanie projektami*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.
41. Tylińska R., *Analiza SWOT instrumentem w planowaniu rozwoju*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2005.
42. Wageman R., Debra A., Nunes A., Burruss J.A., *Zarządzanie zespołami liderów*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2010.
43. Wojciechowski T., *Marketing na rynku środków produkcji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.

Articles in scientific journals:

1. Allen N.J., Meyer J.P., *The Measurement and Antecedents of Affective, Continuance and Normative, Commitment to the Organization*. „Journal of Occupational Psychology”, 1990, no 63/1, pp. 1-18.
2. Apreutesei M., Arvinte I.R.: *Application of kanban system for managing inventory*. “Bulletin of the Transilvania University of Brasov”, Vol. 3 (52), 2010, pp. 161 – 166.
3. Dunham R., Grube J., Castaneda M., *Organizational Commitment: The Utility of an Integrative Definition*, „Journal of Applied Psychology”, 1994, pp. 230 – 251.
4. Krasieński M., *Możliwość zastosowania metodyki Kanban w zarządzaniu projektami*, „Nauki o Zarządzaniu”, 2013, 1(14), pp. 24 -32.
5. Parker S., *Longitudinal Effects of Lean Production on Employee Outcomes and the Mediating Role of Work Characteristics*. „Journal of Applied Psychology”, 2003, no 88, pp. 620 – 634.
6. Sundstrom E., Altman I., *Physical Environments and Work-Group Effectiveness*, „Research in Organizational Behaviour”, Vol. 11, 1989, pp. 36-54.
7. Van der Vegt G., Emans B., Van der Vliet E., *Team Members’ Affective Responses to Patterns of Intragroup Interdependence and Job Complexity*. „Journal of Management”, 2000, no 26, pp. 633 – 655.
8. Walczak W., *Orientacja na cele w zarządzaniu projektami Master of Business Administration*, 4(99)2009, Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa 2009, pp. 46- 55.
9. Walczak W., *Znaczenie i rola projektów w zarządzaniu współczesnymi organizacjami*, „Współczesna Ekonomia”, 2010 , vol. 4, No. 1, Uniwersytet Łódzki, pp. 175 – 190.

Internet sources:

1. *Kanban, czyli sterowanie produkcją według zasad Lean Manufacturing*. <http://lean.org.pl/kanban-sterowanie-produkcja/> online 20.10.2020

SPIS TABEL

Table 1: Definitions of management

Table 2: Features and characteristics of a project

Table 3: Management functions and the role of a middle manager

Table 4: Competency profile of a leader

Table 5: 5 stages of team development

Table 6: Five characteristics of an effective team

Table 7: Barriers to an effective team

Table 8: Teamwork goals and analysis in relation to the management method

Table 9: The six principles of the Kanban system

Table 10: Project management – Kanban concepts

Table 11: SWOT analysis – Kanban method – general assumptions for a modern management method

Материал поступил в редакцию 19.11.21

ТЕКУЩИЙ ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ

А. Пасек, кандидат экономических наук
Варшавская школа экономики, Польша

Аннотация. В статье представлен процесс управления проектом. Этот анализ в упрощенном виде представит способ подготовки к управлению проектом. В качестве примера опишем метод Канбан. Используемые методы исследования включают обзор современной литературы по данному вопросу и SWOT-анализ.

Ключевые слова: проект, управление, управление проектами, Канбан.

УДК 61

ЗНАЧЕНИЕ ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНИ ПЕЧЕНИ**Н.Ю. Самандаров,**Научно-исследовательский институт Таджикского национального университета
(Душанбе), Таджикистан

***Аннотация.** В данной работе представлено сравнительное газохроматографическое исследование содержания высших жирных кислот в сыворотке крови при безалкогольной и алкогольной жировой болезни печени. Показано, что основной причиной развития ожирения является повышенное содержание в печени свободных насыщенных жирных кислот.*

***Ключевые слова:** жировая болезнь печени, АсАТ, АлАТ, ЩФ, ГГТ, неалкогольная жировая болезнь печени, биохимические исследования, жирные кислоты.*

Актуальность. Для диагностики жировой болезни печени использовали различные биохимические методы исследования, например, определение общего холестерина, общего белка, активности ферментов АсАТ, АлАТ, ЩФ, ГГТ, уровня инсулина, ультразвуковое исследование и рентгенологическое и др., которые не позволяют окончательно поставить диагноз при жировой болезни печени.

В связи с этим разработка достоверных методов определения содержания высших жирных кислот в сыворотке крови здоровых и больных людей жировой болезнью печени (неалкогольная жировая болезнь печени и алкогольная жировая болезнь печени) представляют собой актуальную задачу как в плане развития биохимических исследований, так и практической медицины.

Обсуждение результатов. В настоящее время поиск литературы показывает, что пока не существует какого-либо одного лабораторного метода исследования, позволяющего достоверно подтвердить, или исключить диагноз жировой болезни печени.

Известно (1), что свободные жирные кислоты, в большом количестве высвобождающиеся из жировой ткани брюшной полости, поступают по воротной вене в печень, а затем в системный кровоток и нарушают функцию инсулиновых рецепторов, и усугубляют инсулинорезистентность. Этот процесс приводит к усилению синтеза в ней триглицеридов и липопротеидов очень низкой плотности, увеличивая их содержание в крови. Это явление способствует развитию жировой болезни печени.

Есть другое мнение о том, что основной причиной развития ожирения считается повышенное содержание в печени холестерина, триглицеридов, жирных и желчных кислот. Недостаток этой формулировки для постановки более точного диагноза жировой болезни печени заключается в следующем:

1. Не определено содержание каждой по отдельности жирных кислот в сыворотке крови у больных жировой болезнью печени.

2. Не учтено образование холевых кислот, которые поступают в стенку кишечника и в эпителиальные клетки кишечных ворсинок, вновь распадаются на жирные и желчные кислоты.

Основная причина развития процесса жировой болезни печени – это повышенное поступление триглицеридов, жирных кислот, подавление окисления жирных кислот, повышение содержания в печени глицерол-3-фосфата, усиление синтеза жирных кислот в печени (при злоупотреблении алкоголем) и ряд других метаболических механизмов, действие которых способствует увеличению содержания триглицеридов и холестерина в паренхиме печени [1].

Исходя из вышесказанного, разработка достоверных и доступных методов определения содержания холестерина и жирных кислот играют важную роль для диагностики жировой болезни печени. Выявление условий определения высших жирных кислот и одновременно использование этих результатов для диагностики жировой болезни печени в соответствии с настоящим исследованием, представляет собой важный вопрос, неопределенный в литературе.

Результаты определения уровня высших жирных кислот в сыворотке крови здоровых лиц и больных стеатозом печени и стеатогепатитом на различных стадиях представлены в таблице. Показано, что у здоровых людей среди насыщенных жирных кислот 29 % составили пальмитиновая (С16:0 19,50 %) и стеариновая (С18:0 9,50 %), причем процентное содержание пальмитиновой кислоты было почти в два раза выше, чем стеариновой.

Что касается мононенасыщенных жирных кислот, в основном преобладала олеиновая кислота (C18:1), содержание которой составило 24,05 %. Из полиненасыщенных жирных кислот была повышена концентрация линолевой (C18:2) и арахидоновой (C_{20:4}) кислот и составила 22,80 и 8,80 %, соответственно. Данные таблицы свидетельствуют, что содержание насыщенных жирных кислот в сыворотке крови больных оказалось повышенным по сравнению с контролем и составило в среднем 36,31; 31,13; 34,83 и 73,42 % от общей суммы высших жирных кислот, среди которых преобладали пальмитиновая (C16:0 60,08 %) и стеариновая (C18:2 42,19 %) кислоты. Отмечено также заметное повышение концентрации мононенасыщенной олеиновой кислоты – 99,94 %.

Таблица

Содержание жирных кислот в сыворотке крови здоровых лиц, больных стеатозом печени на различных стадиях и стеатогепатитом (в % от общего содержания, М ± m)

Жирные кислоты	Практически здоровые (n = 22)	СТЕАТОЗ			Стеатогепатит (n = 21)
		I ст. (n = 21)	II ст. (n = 39)	III ст. (n = 39)	
Пальмитиновая	19,50 ± 0,70	22,90 ± 0,78	18,61 ± 0,64	18,57 ± 0,63	47,93 ± 1,71
Стеариновая	9,50 ± 0,55	13,41 ± 0,78	12,52 ± 0,73	16,26 ± 0,94	25,49 ± 1,47
Олеиновая	24,05 ± 0,94	32,2 ± 1,25	29,63 ± 1,15	38,11 ± 1,4	57,23 ± 2,24
Линолевая	22,80 ± 0,31	8,35 ± 0,10	11,45 ± 0,14	10,41 ± 0,12	13,65 ± 0,17
Линоленовая	6,62 ± 0,09	7,28 ± 0,09	7,08 ± 0,09	3,55 ± 0,047	16,50 ± 0,22
Арахидоновая	8,80 ± 0,27	15,80 ± 0,49	11,77 ± 0,36	7,77 ± 0,24	33,29 ± 1,10
Сумма:					
∑ Насыщенных	29 ± 1,41	36,31 ± 1,74	31,13 ± 1,48	34,83 ± 1,66	73,42 ± 3,57
∑ Мононенасыщенных	24,05 ± 1,04	32,2 ± 1,25	29,63 ± 0,88	38,11 ± 1,49	57,23 ± 2,24
∑ Полиненасыщенных	38,22 ± 1,69	31,43 ± 1,37	30,03 ± 1,31	21,73 ± 0,95	63,44 ± 2,79

Если обратить внимание на содержание полиненасыщенных жирных кислот на примере линолевой арахидоновой кислоты, то их сумма в среднем составляет 30,28 %, а в случае стеатогепатитов 13,65 %. Как видно содержание линолевой кислоты снижается до 13,67 % линолевой до – 16,50 % и арахидоновой до – 33,20 %. В случае стеатогепатита содержание линолевой кислоты составляет – 13,65 %, линоленовой до 16,50 % и арахидоновой – 33,29 % (см. таблицу).

Результаты газохроматографического анализа свидетельствуют о тесной связи развития неалкогольной жировой болезни печени с абдоминальным процессом, так что ожирение печени можно объяснить увеличенным поступлением насыщенных жирных кислот непосредственно к печени по портальной вене. На основе полученных результатов, построен график зависимости концентрации высших жирных кислот сыворотки крови здоровых лиц и больных стеатозом печени на различных стадиях и стеатогепатитом. Таким образом, представленные данные являются достоверными и их можно использовать, в качестве дополнительного теста с целью постановки точного прогноза и эффективного лечения больных стеатозом печени на различных стадиях и стеатогепатитом, результаты которых можно использовать для диагностики больных жировой болезнью печени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вовк, Е.К. Жировая болезнь печени в практике терапевта / Е.К. Вовк, Е.Ю. Тихоновская, А.Н. Камаровский // Терапевт. – 2010. – № 4. – С. 4–20.
2. Lonardo, A. Hepaticsteao sisandinsulinresistencl: dossetiologymakea-differences / A. Lonardo, S. Lambardini, F. Scaglioni et al. // J.Hepatol. 2006, jan. No 44 (1). P. 190-196.

Материал поступил в редакцию 02.12.21

THE VALUE OF HIGHER FATTY ACIDS IN FATTY LIVER DISEASE

N.Yu. Samandarov,

Scientific Research Institute of Tajik National University (Dushanbe), Tajikistan

Abstract. This paper presents a comparative gas chromatographic study of the content of higher fatty acids in blood serum in non-alcoholic and alcoholic fatty liver disease. It has been shown that the main reason for the development of obesity is the increased content of free saturated fatty acids in the liver.

Keywords: fatty liver disease, AST, ALT, ALP, GGT, non-alcoholic fatty liver disease, biochemical studies, fatty acids.

УДК 61

АНАЛИЗ ЭНДОКРИННЫХ НАРУШЕНИЙ В АСПЕКТЕ МЕДИЦИНСКОЙ БИОЛОГИИ

И.А. Султанбекова, кандидат биологических наук,
Кафедра медицинской и биологической химии, медицинской биологии, общей генетики
Ташкентский Педиатрический Медицинский Институт, Узбекистан

***Аннотация.** В нашу статью включены данные литературного обзора по аспектам эндокринных нарушений, которые имеют важное значение в медицинской биологии и остаются открытым вопросом.*

***Ключевые слова:** анализ, заболевания, почки, сердце, осложнения.*

С ростом частоты эндокринных заболеваний у детей возрастает формирование поражений органов – мишеней, чаще – почек. У значительной части людей с эндокринопатиями патология почек диагностируется несвоевременно, что негативно влияет на течение и прогрессирование заболевания.

Как отмечают авторы литературных источников, ожирение, сахарный диабет (СД) и, формирующаяся при этих заболеваниях, артериальная гипертензия (АГ) являются «метаболической триадой» развития соматических заболеваний с поражением почек.

Одними из наиболее частых причин развития нефросклероза, приводящего к развитию хронической почечной недостаточности и смерти больных трудоспособного возраста, являются иммуно-воспалительные заболевания клубочков почек и сахарный диабет (СД). В связи с этим замедление или предотвращение прогрессирования хронических заболеваний почек представляют собой одну из серьезных проблем современной нефрологии, решение которой невозможно без выяснения патогенеза этих заболеваний.

Зарубежными и отечественными авторами также отмечен тот факт, что широкая распространенность сахарного диабета во всем мире, особенно в промышленно развитых странах, и непрерывный рост заболеваемости сахарным диабетом с одновременным увеличением продолжительности жизни больных предполагают и рост диабетического поражения почек, так называемой диабетической нефропатии (ДН), которая является одним из наиболее грозных сосудистых осложнений диабета и развивается, прежде всего, при неудовлетворительной компенсации углеводного обмена. Клиницистами отмечен тот факт, что распространенность ДН варьирует в различных регионах мира, составляя при сахарном диабете 1 и 2 типов от 25 до 40 % после 25-30 летнего течения болезни. В то же время, от уремии умирает каждый третий больной сахарным диабетом 1 типа и каждый пятый больной сахарным диабетом 2 типа. Ожидается, что к 2010 году число больных с терминальной почечной недостаточностью вследствие ДН удвоится. Для предотвращения ДН необходимо своевременные профилактика и лечение больных СД с диабетической нефропатией. Поэтому важно знание механизмов развития ДН, факторов риска и прогрессирования, а также наиболее эффективных лекарственных средств, создание которых немыслимо без выяснения патогенеза ДН. В последние годы, не отрицая значение гипергликемии, развитие ДН стали связывать с нарушением метаболизма гликозаминогликанов (ГАГ), особенно гепарансульфата (ГС), функции базальной мембраны, мезангиального матрикса и сосудов как в гломерулах, так и в тубулярной части нефрона. Нарушение метаболизма гликозаминогликанов имеет место и в патогенезе нефросклероза при хроническом гломерулонефрите (ХГ).

А также многими авторами установлено, что значение нарушения метаболизма гликозаминогликанов в развитии ДН и ХГ подтверждается эффективностью лечения ДН и ХГ препаратами гликозаминогликанов, которые уменьшают или предупреждают появление микроальбуминурии, уменьшают протеинурию. Безусловно, для создания более эффективных средств из ГАГ, необходимо не только констатировать нарушение метаболизма общих ГАГ, но и выяснить при ДН и ХГ изменения в метаболизме фракций ГАГ, обеспечивающих нормальную функцию почек, – это в основном гепарансульфат и хондроитинсульфат (ХИС). Однако данные литературы, указывающие на изменения в содержании общих ГАГ и их фракций в моче и крови при ДН и ХГ довольно противоречивы. В основном изучалось содержание ГАГ в моче. Лишь в немногочисленных работах содержание ГАГ у больных СД исследовалось в сыворотке крови и ХГ.

Дальнейший анализ литературных источников показал, что в традиционном представлении формирование характерных структурных изменений в почках при СД 1 типа уникально, типичные морфологические изменения затрагивают преимущественно клубочковый аппарат с утолщением базальной мембраны и развитием мезангиальной экспансии, в то время как специфические изменения канальцевого аппарата, а также интерстиция и артериол появляются уже на более поздних стадиях заболевания. Однако исследования последних лет показали вовлеченность в патологический процесс и других структурных компонентов ткани почек, а именно: канальцев и интерстиция. Диабетическая тубулопатия характеризуется рядом структурных и функциональных изменений: гипертрофия тубулоэпителиальных клеток, утолщение базальной мембраны канальцев, эпителиально-мезенхимальная трансформация и накопление гликогена. Развитие указанных изменений в канальцевом аппарате может предшествовать либо протекать параллельно с

изменениями в клубочках и на доклинической стадии ДН, когда все лабораторные показатели функции почек остаются в норме, и в виду высоких резервных возможностей маскируют снижение функции почек. Биомаркеры канальцевой дисфункции представляют собой энзимы мочи (энзимурия) или плазмы с низким молекулярным весом. Повышение мочевой экскреции этих белков может происходить вследствие сниженной реабсорбции из плазмы или повышенной секреции эпителиальными клетками канальцев, что приводит к развитию ПУ. Наиболее изучены среди них липокалин, ассоциированный с желатиназой нейтрофилов (NGAL) и молекула почечного повреждения 1 типа (КИМ-1), которые в 20 настоящее время рассматриваются в качестве предикторов острого почечного повреждения при различных токсических нефропатиях, ишемическом поражении почек при обширных кардиохирургических вмешательствах или сепсисе. Роль этих биомаркеров в развитии хронической патологии почек пока не изучена.

Специалистами отмечено, что коллаген IV типа является основным компонентом мезангиального матрикса, а также базальной мембраны клубочков и канальцев, обеспечивая структурную и функциональную поддержку различным типам клеток. Ввиду высокой молекулярной массы (540 кДа) фильтрация этого белка в клубочках минимальна, таким образом экскреция коллагена с мочой может отражать процессы изменения матричного синтеза/деградации в пораженных почках. Показано, что при СД нарушается баланс между основными компонентами базальной мембраны клубочка (БМК) в виде повышенного отложения коллагена и снижения содержания ламинина и протеогликанов гепаран-сульфата. Повышенное образование коллагена является центральным звеном в поражении экстрацеллюлярного матрикса клубочков.

А также авторами утверждено, что подоциты представляют собой не способные к регенерации высокоспециализированные висцеральные эпителиальные клетки, формирующие актиновый цитоскелет и регулирующие селективность и проницаемость щелевой диафрагмы клубочков. Специалистами этой области установлено, что подоцитопения инициирует процессы гломерулосклероза, усиливая формирование синехий между подоцитами и БМК. Повреждение целостности подоцитарного цитоскелета сопровождается сплющиванием, расширением и сокращением подоцитов, развитием т.н. феномена «стирания» ножек подоцитов, что приводит к развитию протеинурии. Закономерен интерес к экскреции различных подоцит-специфичных белков, позволяющих оценить наличие диабетических изменений в почках на самых ранних стадиях заболевания. Нефрин и подоцин относятся к белкам, ассоциированным с щелевой диафрагмой клубочков. Нефрин относится к суперсемейству иммуноглобулинов (IgCAM), внеклеточные домены которого формируют «скелет» щелевой диафрагмы, а внутриклеточный домен, содержащий 8 17 тирозиновых остатков, реализует действие нефрина как сигнальной адгезивной молекулы. Подоцин имеет молекулярную массу 42 кДа и относится к белкам стоматинового семейства, локализуясь в ножках подоцитов, он взаимодействует с нефрином и CD2- ассоциированным протеином (CD2AP), участвуя в образовании трансмембранного комплекса, закрепляя нефрин в гломерулярной мембране. Повреждение или мутации в генах, кодирующих эти белки, могут приводить к массивной протеинурии. Одним из возможных механизмов участия нефрина в патогенезе ДН является связывание белков, таких как фосфоинозитид-3- киназа и фосфолипаза $\text{C}\gamma 1$ с цитозольной тирозинфосфорилированной частью, что позволяет поддерживать цитоскелет подоцитарного аппарата.

Клиницистами отмечено, что у пациентов с ДН экспрессия нефрина и содержание мРНК снижены, что сопровождается повреждением актинового цитоскелета, стиранием ножек подоцитов и разрушением щелевой диафрагмы. Второй возможный механизм, это участие нефрина в регуляции чувствительности к инсулину подоцитов. Цитоплазматический домен ответственен за связывание инсулиновых рецепторов GLUT1 и GLUT4 с мембранными белками, связанными с везикулами (VAMP), что позволяет распознавать инсулин и реализовать (активировать) внутриклеточные сигнальные пути. Так, в условиях нормогликемии удаление подоцит-специфичного рецептора инсулина у мышей приводило к развитию альбуминурии и гистопатологических изменений типичных для ДН. Кроме того, в снижении активности (поражении) нефрина играют важную роль АТ II и VEGF.

Таким образом, подводя итог литературного обзора можно отметить, что изучение патогенетических факторов и метаболических нарушений при формировании вторичных нефропатий позволит не только диагностировать доклиническую стадию заболевания, но и своевременно проводить превентивные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианова, М.Ю. Патогенетическое и клиническое обоснование комплексной профилактики гипергомоцистеинемии / М.Ю. Андрианова, Е.В. Ройтман, А.М. Исаева и др. // Архив внутренней медицины. – 2014. – № 4 (18). – С. 32–38.
2. Ансари, Н.А. Неферментативное гликирование белков: от диабета до рака / Н.А. Ансари, З. Рашид // Биомедицинская химия. – 2010. – 56 (2). – С. 16878.
3. Арутюнов, Г.П. Часто задаваемые вопросы о скорости клубочковой фильтрации / Г.П. Арутюнов., Л.Г. Оганезова // Клиническая нефрология. – 2009. – № 3. – С. 35–42.
4. Балаболкин, М.И. Генетика и иммунология аутоиммунных заболеваний щитовидной железы / М.И. Балаболкин, Е.М. Клебанова, В.М. Кремнинская // Фундаментальная и клиническая тиреоидология: рук-во для врачей. – М.: Медицина, 2007. – С. 571.

5. Бондарь, И.А. Мочевая экскреция коллагена IV типа – ранний маркер фиброзирования почек при сахарном диабете / И.А. Бондарь, В.В. Климонтов, Е.М. Парфентьева // Сахарный диабет. – 2011. – № 4. – С. 29–31.
6. Дедов, И.И. Диабетическая нефропатия Текст. / И.И. Дедов, М.В. Шестакова. – М., 2000. – 239 с.
7. Лебедева, Н.О. Маркеры доклинической диагностики диабетической нефропатии у пациентов с сахарным диабетом I типа / Н.О. Лебедева, О.К. Викулова // Сахарный диабет. – 2012. – № 2. – С. 38–45.
8. Stevenson, F.T. Lipoprotein stimulated mesangial cell proliferation and gene expression are regulated by lipoprotein lipase Text. / F.T. Stevenson, G.C. Shearer, D.N. Atkinson // Kidney Int. – 2001. – Vol. 59, N 6. – P. 2062–2068.

Материал поступил в редакцию 09.12.21

ANALYSIS OF ENDOCRINE DISORDERS IN THE ASPECT OF MEDICAL BIOLOGY

I.A. Sultanbekova, Candidate of Biological Sciences,
Department of Medical and Biological Chemistry, Medical Biology, General Genetics
Tashkent Pediatric Medical Institute, Uzbekistan

Abstract. *Our article includes data from a literature review on aspects of endocrine disorders that are important in medical biology and remain an open question.*

Keywords: *analysis, diseases, kidneys, heart, complications.*

Наука и Мир / Science and world

Ежемесячный научный журнал

№ 12 (100), Том 2, декабрь / 2021

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 «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
Каратаева Лола Абдуллаевна, кандидат медицинских наук
Турсунов Имомназар Эгамбердиевич, PhD экономических наук
Ачилов Ганижон Бабаджанович, кандидат биологических наук
Кузметов Абдулахмет Раймбердиевич, доктор биологических наук
Султанов Баходир Файзуллаевич, кандидат экономических наук
Максумханова Азизахон Мукадыровна, кандидат экономических наук
Кувнаков Хайдар Касимович, кандидат экономических наук
Якубова Хуршида Муратовна, кандидат экономических наук

Подписано в печать 28.12.2021. Дата выхода в свет: 14.01.2022.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Times New Roman. Заказ № 74. Свободная цена. Тираж 100.