ISSN 2413-452X

ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН
ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# П А Ё М И
## ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН
*(маҷаллаи илмӣ)*

## БАХШИ ИЛМҲОИ ТАБИӢ

**1/5 (188)**

# В Е С Т Н И К
## ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
*(научный журнал)*

## СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**ДУШАНБЕ: «СИНО»**
**2015**

**ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН**
**ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МАҶАЛЛАИ ИЛМӢ СОЛИ 1990 ТАЪСИС ЁФТААСТ.**
**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1990 ГОДУ.**

**Ҳайати таҳририя:**
**Редакционная коллегия:**

**Имомзода М.С. - гл. редактор, доктор филологических наук, профессор**
**Сафармамадов С.М. – зам. гл. редактора, доктор химических наук, профессор**
**Абдулазизов В. – зам.гл.редактора, кандидат филологических наук, доцент**

**Аъзои ҳайати таҳририя:**
**Члены редколлегии:**

**Комилов К. - доктор физико-математических наук, профессор**
**Раджабов Н.Р. - доктор физико-математических наук, профессор**
**Солихов Д.К. – кандидат физико-математических наук, доцент**
**Суяров К.Дж. – кандидат химических наук, доцент**
**Устоев М.Б. - доктор биологических наук, профессор**
**Шерматов Н. – доктор технических наук, профессор**
**Эргашева Г.Н. - доктор биологических наук, доцент**

Маҷалла бо забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ нашр мешавад.
Журнал печатается на таджикском, русском и английском языках.

**Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, 2015**
**Вестник Таджикского национального университета, 2015**

## М А Т Е М А Т И К А

# К ТЕОРИИ ОДНОГО КЛАССА ДВУМЕРНОГО СИММЕТРИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА С ДВУМЯ СВЕРХСИНГУЛЯРНЫМИ ЛИНИЯМИ

***Н. Раджабов, С.Б. Зарипов***
**Таджикский национальный университет**

Через D обозначим прямоугольник следующего вида $D_0 = \{(x,y): -a < x < a, -b < y < b\}$, соответственно обозначим $D_0^{+,+} = \{ o < x < a, o < y < b\}$, $D_0^{-,-} = \{ -a < x < 0, -b < y < 0\}$, $D_0^{+,-} = \{ 0 < x < a, -b < y < 0\}, D_0^{-,+} = \{ -a < x < 0, 0 < y < b\}$ $\Gamma_0 = \{-a < x < a\}, \Gamma_1 = \{-b < y < b\}$. В области D=$D_0 \backslash \Gamma_0 \cup \Gamma_1$ рассмотрим двумерное интегральное уравнения типа Вольтерра следующего вида

$$\varphi(x,y) + \int_{-x}^{x} \frac{A(t)\varphi(t,y)}{|t|^{\alpha}} dt + \int_{-y}^{y} \frac{B(s)\varphi(x,s)}{|s|^{\beta}} ds + \int_{-x}^{x} \frac{dt}{|t|^{\alpha}} \int_{-y}^{y} \frac{c(t,s)\varphi(t,s)}{|s|^{\beta}} ds = f(x,y),$$

(1) где A($x$), B($y$) и C($x, y$) – функции, заданные соответственно на $\Gamma_0, \Gamma_1$ и $\overline{D}_0$, $f(x,y)$ - функция, заданная на D, $\varphi(x,y)$ - искомая функция. Причём функции A($x$), B(y) соответственно в точках $x = 0, y = 0$ могут имеет разрыв первого рода.

Решение интегрального уравнения (1), согласно [1-4], будем искать в классе функций $\varphi(x,y) \in C(\overline{D}), \varphi(0,0) = 0$ со следующим асимптотическим поведением

$\varphi(x,y) = o\left[|x|^{\delta_1} y^{\delta_2}\right], \delta_1 > \alpha - 1, \delta_2 > \beta - 1$ *при* $(x,y) \to (0,0)$. (2)

Целью настоящей работы явилось решение уравнения (1), когда коэффициенты этого уравнения между собой связаны определённым образом и $\alpha > 1, \beta > 1$.

Проблеме исследования одномерных и двумерных уравнений типа (1) посвящены работы [2-4]. Мы используем методику исследований разработанную в [2] и [3].

Пусть коэффициенты уравнения (1) между собой связаны формулой C($x, y$)=A($x$)B($y$). Тогда уравнения (1) можно представить в виде

$$\varphi(x,y) + \int_{-x}^{x} \frac{A(t)\varphi(t,y)}{|t|^{\alpha}} dt + \int_{-y}^{y} \frac{B(s)}{s^{\beta}} [\varphi(x,s) + \int_{-x}^{x} \frac{A(t)\varphi(t,s)}{|t|^{\alpha}} dt] ds = f(x,y) \quad (3)$$

или

$$\mathrm{T_y}[\mathrm{T}_x(\varphi)] = \mathrm{f}(x,\mathrm{y}), \quad (4)$$

где

$$T_x(\varphi) = \varphi(x,y) + \int_{-x}^{\mathrm{x}} \frac{A(t)\varphi(t,y)}{|t|^{\alpha}} dt, T_y(\Psi) = \Psi(x,y) + \int_{-y}^{\mathrm{y}} \frac{B(s)\Psi(x,s)}{|s|^{\beta}} ds.$$

Введём следующее обозначение

$$\mathrm{T}_x(\varphi) = \Psi(x,y). \quad (5)$$

Тогда уравнения (3) или (4) принимают вид

$$\mathrm{T_y}(\Psi) = f(x,y). \quad (6)$$

Таким образом, задача свелась к изучению двух расщеплённых систем одномерных интегральных уравнений вольтерровского типа по переменным $x$ и y. Согласно [1-4], если $N^{\beta}$(y) удовлетворяет условию Гёльдера на $\Gamma_1$ и $N^{\beta}(0)$<0, функция $f(x,0)$=0 с асимптотическим поведением

$f(x,y)$=0[$y^{\gamma_1}$], $\gamma_1 > \beta - 1$, при y $\to$ 0,

Тогда согласно [2], решение уравнения (6) даётся при помощи формулы $\Psi(x,\mathrm{y}) =$

$$\begin{cases} \mathrm{f}(x,y) - \mathrm{K}_1^{\beta}[\mathrm{f}(x,y)] + \varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x}), \text{когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{+} \\ \mathrm{f}(-x,y) + \mathrm{K}_1^{\beta}[\mathrm{f}(x,y)] - \varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x}), \text{когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{-} \end{cases} \quad (7)$$

$$\mathrm{K}_1^{\beta}[\mathrm{f}(x,y)] = \int_0^{\mathrm{y}} \exp\left[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(y) - \omega_{\beta}(\mathrm{s})\right) + \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s}) - \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\right] \frac{\mathrm{B(s)}f(x,\mathrm{s}) + \mathrm{B}(-\mathrm{s})f(x,-\mathrm{s})}{|s|^{\beta}} \mathrm{ds},$$

$\varphi_0^{\beta}(x,y) = N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(y)\right) - \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})$, $N^{\beta}(\mathrm{y})$ =B(s)-B(-s), $N^{\beta}(0)$=B(0)-B(-0).

где $\mathrm{c}_1(\mathrm{x})$ - произвольная функция точек кривой $\Gamma_0$. Решение вида (7) получено при предположении, что $f(x,0)$=0, с асимптотическим поведением

$f(x,y) = 0\left[\exp\left(N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(\mathrm{y})\right)y^{\gamma_2}\right], \gamma_2 > \beta - 1$ при $\mathrm{y} \to 0$.

Если $N^{\beta}(0)$>0, $B(\mathrm{y})$ удовлетворяет условию Гёльдера, $\Psi(x,\mathrm{y}) \in \mathrm{C}(\overline{\mathrm{D}_0})$, тогда согласно [1], решение уравнения (6) даётся формулой

$$\Psi(x,\mathrm{y}) = \begin{cases} \mathrm{f}(x,y) - \mathrm{K}_1^{\beta}[\mathrm{f}(x,y)]; \text{ когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{+} \\ \mathrm{f}(-x,y) + \mathrm{K}_1^{\beta}[\mathrm{f}(x,y)]; \text{ когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{-} \end{cases} \quad (8)$$

Таким образом, в равенстве (5) правая часть неизвестной функции $\Psi(x,y)$ найдена. Подставляя найденное значение $\Psi(x,y)$ из (8) в правую часть (5), приходим к решению одномерного симметричного интегрального уравнения вольтерровского типа со сверхсингулярной линей по переменной $x$.

Согласно [2], когда A(+0)-A(-0)<0 и $f(x,y) \in \mathrm{C}(\overline{\mathrm{D}_0})$ обращаются в нуль на $\Gamma_0$ с асимптотическим поведением

$f(x,y)$=0$[x^{\gamma_3}]$, $\gamma_3 > \alpha - 1$,

тогда решение уравнения (4) даётся формулой

$$\varphi(x,\mathrm{y}) = \begin{cases} \Psi(x,y) - \mathrm{K}_2^{\alpha}[\Psi(x,y)] + \varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}), \text{когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{+} \\ \Psi(-x,y) + \mathrm{K}_2^{\alpha}[\Psi(x,y)] - \varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}), \text{когда } (x,y) \in \mathrm{D_0}^{-} \end{cases}, \quad (9)$$

где $\mathrm{c}_2(\mathrm{y})$ – произвольная функция точек $\Gamma_1$,

$\mathrm{K}_2^{\alpha}[\Psi(x,\mathrm{y})] = \int_0^{\mathrm{x}} \exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t}) - \mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x) + E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x) - \omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\right)\left(\frac{\mathrm{A(t)\Psi(t,y)+A(-t)\Psi(-t,y)}}{|\mathrm{t}|^{\alpha}}\right)\mathrm{dt}$,

$\varphi_0^{\alpha}(x,\mathrm{y}) = \exp[E^{\alpha}(0)\omega_{\alpha}(\mathrm{x}) - \mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)]$, $\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y) = \int_0^{y} \frac{N^{\beta}(\mathrm{y}) - N^{\beta}(0)}{|s|^{\beta}} ds$,

$\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x) = \int_0^{\mathrm{x}} \frac{E^{\alpha}(\mathrm{t}) - E^{\alpha}(0)}{|\mathrm{t}|^{\alpha}} \mathrm{dt}$, $E^{\alpha}(\mathrm{t}) = \mathrm{A(t)} - \mathrm{A}(-\mathrm{t}), E^{\alpha}(0) = \mathrm{A}(+0) - \mathrm{A}(-0)$.

$\omega_{\alpha}(x) = [(\alpha - 1)|x|^{\alpha-1}]^{-1}$, $\omega_{\beta}(y) = [(\beta - 1)y^{\beta-1}]^{-1}$

Если $\mathrm{A}(+0) - A(-0) > 0$, $f(x,y) \in \mathrm{C}(\overline{\mathrm{D}_0})$ и $f(0,y)$=0 с асимптотическим поведением $\Psi(x,y)$=0$[|x|^{\gamma_4}]$, $\gamma_4 > 0$ при $x \to 0$,

тогда, согласно [1], решение уравнения (5) даётся формулой

$$\varphi(x,\mathrm{y}) = \begin{cases} \Psi(x,y) - \mathrm{K}_2^{\alpha}[\Psi(x,y)], \text{когда } x \in \mathrm{D_0}^{+} \\ \Psi(-x,y) + \mathrm{K}_2^{\alpha}[\Psi(x,y)], \text{когда } x \in \mathrm{D_0}^{-} \end{cases}. \quad (10)$$

**Случай 1.** Пусть $N^{\beta}(0)$<0, $E^{\alpha}(0) < 0$, (A(+0)-A(-0)<0). Тогда в представлении (9) вместо $\Psi(x,y)$, подставляя её значение из (7), получим решение уравнения (1). В этом случае

$$\varphi(x,y) = \begin{cases} L_1^{\alpha}[\mathrm{c}_1(\mathrm{x}), c_2(y)] + L_2^{\alpha}[f(x,y)], \text{когда } (x,y) \in {D_0}^{+,+}, \\ L_3^{\alpha}[\mathrm{c}_1(\mathrm{x}), c_2(y)] + L_4^{\alpha}[f(x,y)], \text{когда } (x,y) \in {D_0}^{+,-} \\ L_5^{\alpha}[\mathrm{c}_1(-\mathrm{x}), c_2(y)] + L_6^{\alpha}[f(x,y)], \text{когда } (x,y) \in {D_0}^{-,+} \\ L_7^{\alpha}[\mathrm{c}_1(-\mathrm{x}), c_2(y)] + L_8^{\alpha}[f(x,y)], \text{когда } (x,y) \in {D_0}^{-,-} \end{cases}, \quad (11)$$

где

$L_1^{\alpha}[\mathrm{c}_1(x), c_2(y)] = \exp\left[N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y) - \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})\right]\mathrm{c}_1(x) - \int_0^{\mathrm{x}} \exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t}) - \mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x) +$

*Ea*0ωα*x*−ωαt+(*Nβ*0ωβ*y*−WNβy)t−αAtc1t+A−tc1−tdt+exp[*Ea*0ωα*x*−WEα*x*]*c2y*;

$L_2^{\alpha}[f(x,y)] =$

$f(x,y) -$

$\int_0^{\mathrm{y}} \exp\left[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y}) - \omega_{\beta}(\mathrm{s})\right) + \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s}) - \mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})\right]\frac{\mathrm{B(s)}f(x,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(x,-\mathrm{s})}{|s|^{\beta}}\mathrm{ds} - \int_0^{\mathrm{x}} \exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t}) -\right.$

$\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\Big)|\mathrm{t}|^{-\alpha}\left(\mathrm{A}(\mathrm{t})\mathrm{f}(\mathrm{t},\mathrm{y})+\mathrm{A}(-\mathrm{t})\mathrm{f}(-\mathrm{t},\mathrm{y})\right)\mathrm{dt}+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\Big(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-$
$\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\Big)\frac{\mathrm{A}(\mathrm{t})}{|\mathrm{t}|^{\alpha}}\mathrm{dt}\int_0^{y}\exp\Big[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-$
$\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\Big]|s|^{-\beta}\left(\mathrm{B}(\mathrm{s})f(t,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(t,-\mathrm{s})\right)\mathrm{ds}+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\Big(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-$
$\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\Big)\frac{\mathrm{A}(-\mathrm{t})}{|\mathrm{t}|^{\alpha}}\mathrm{dt}\int_0^{y}\exp\Big[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\Big]|s|^{-\beta}\left(\mathrm{B}(\mathrm{s})f(-t,\mathrm{s})+\right.$
$\left.\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(-t,-\mathrm{s})\right)\mathrm{ds}$,
$L_3^{\alpha}[\mathrm{c}_1(x),c_2(y)]=-\exp\left[N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})\right]\mathrm{c}_1(x)+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+\right.$
$Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha t+(N\beta 0\omega\beta y-\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt}+\exp[Ea0\omega\alpha\mathrm{x}-\mathrm{WE}\alpha x]c1y$;

$L_4^{\alpha}[f(x,y)]=$
$f(x,-y)-$
$\int_0^{\mathrm{y}}\exp\Big[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\Big]\frac{\mathrm{B}(\mathrm{s})f(x,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(x,-\mathrm{s})}{|s|^{\beta}}\mathrm{ds}-\int_0^{\mathrm{x}}\exp\Big(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-$
$\mathrm{WE}\alpha x+Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha\mathrm{tt}-\alpha\mathrm{Atft},-\mathrm{y}+\mathrm{A}-\mathrm{tf}-\mathrm{t},-\mathrm{ydt}-0\mathrm{xexpWE}\alpha\mathrm{t}-\mathrm{WE}\alpha x+Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha\mathrm{t}$
$\mathrm{Att}\alpha\mathrm{dt}0\mathrm{yexp}N\beta 0\omega\beta\mathrm{y}-\omega\beta\mathrm{s}+\mathrm{WN}\beta\mathrm{s}-\mathrm{WN}\beta ys-\beta\mathrm{B}\mathrm{s}ft,\mathrm{s}+\mathrm{B}-\mathrm{s}ft,-\mathrm{sds}-0\mathrm{xexpWE}\alpha\mathrm{t}-\mathrm{WE}\alpha x+Ea0$
$\omega\alpha x-\omega\alpha\mathrm{t}\ \mathrm{A}-\mathrm{tt}\alpha\mathrm{dt}0y\mathrm{exp}N\beta 0\omega\beta\mathrm{y}-\omega\beta\mathrm{s}+\mathrm{WN}\beta\mathrm{s}-\mathrm{WN}\beta y/s/-\beta(\mathrm{B}\mathrm{s}f-t,\mathrm{s}+\mathrm{B}-\mathrm{s}f-t,-\mathrm{s})\mathrm{ds}$,

$L_5^{\alpha}[\mathrm{c}_1(-x),c_2(y)]=\exp\left[N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})\right]\mathrm{c}_1(-x)+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+\right.$
$Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha t+(N\beta 0\omega\beta y-\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt}-\exp[Ea0\omega\alpha\mathrm{x}-\mathrm{WE}\alpha x]c1y$;

$L_6^{\alpha}[f(x,y)]=$
$f(-x,y)-$
$\int_0^{\mathrm{y}}\exp\Big[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-$
$\mathrm{WN}\beta y\mathrm{B}\mathrm{s}f-x,\mathrm{s}+\mathrm{B}-\mathrm{s}f-x,-\mathrm{s}/s/\beta\mathrm{ds}+0\mathrm{xexpWE}\alpha\mathrm{t}-\mathrm{WE}\alpha x+Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha\mathrm{tt}-\alpha\mathrm{Atft},\mathrm{y}+\mathrm{A}-\mathrm{tf}-\mathrm{t},\mathrm{ydt}-$
$0\mathrm{xexpWE}\alpha\mathrm{t}-\mathrm{WE}\alpha x+Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha t$
$\mathrm{Att}\alpha\mathrm{dt}0\mathrm{yexp}N\beta 0\omega\beta\mathrm{y}-\omega\beta\mathrm{s}+\mathrm{WN}\beta\mathrm{s}-\mathrm{WN}\beta ys-\beta\mathrm{B}\mathrm{s}ft,\mathrm{s}+\mathrm{B}-\mathrm{s}ft,-\mathrm{sds}-0\mathrm{xexpWE}\alpha\mathrm{t}-\mathrm{WE}\alpha x+Ea0$
$\omega\alpha x-\omega\alpha\mathrm{t}\ \mathrm{A}-\mathrm{tt}\alpha\mathrm{dt}0y\mathrm{exp}N\beta 0\omega\beta\mathrm{y}-\omega\beta\mathrm{s}+\mathrm{WN}\beta\mathrm{s}-\mathrm{WN}\beta y/s/-\beta(\mathrm{B}\mathrm{s}f-t,\mathrm{s}+\mathrm{B}-\mathrm{s}f-t,-\mathrm{s})\mathrm{ds}$,

$L_7^{\alpha}[\mathrm{c}_1(-x),c_2(y)]=-\exp\left[N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y})\right]\mathrm{c}_1(-x)-\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+\right.$
$Ea0\omega\alpha x-\omega\alpha t+(N\beta 0\omega\beta y-\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt}-\exp[Ea0\omega\alpha\mathrm{x}-\mathrm{WE}\alpha x]c1y$;

$L_8^{\alpha}[f(x,y)]=$
$f(-x,-y)+$
$\int_0^{\mathrm{y}}\exp\Big[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-$
$\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\Big]\frac{\mathrm{B}(\mathrm{s})f(-x,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(-x,-\mathrm{s})}{|s|^{\beta}}\mathrm{ds}+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\Big(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+$
$E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\Big)|\mathrm{t}|^{-\alpha}\left(\mathrm{A}(\mathrm{t})\mathrm{f}(\mathrm{t},\mathrm{y})+\mathrm{A}(-\mathrm{t})\mathrm{f}(-\mathrm{t},\mathrm{y})\right)\mathrm{dt}+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\Big(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+$

$E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\frac{\mathrm{A(t)}}{|\mathrm{t}|^{\alpha}}\mathrm{dt}\int_0^{\mathrm{y}}\exp\left[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\right]|s|^{-\beta}\left(\mathrm{B(s)}f(t,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(t,-\mathrm{s})\right)\mathrm{ds}+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)\right)\frac{\mathrm{A}(-\mathrm{t})}{|\mathrm{t}|^{\alpha}}\mathrm{dt}\int_0^{y}\exp\left[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(\mathrm{y})-\omega_{\beta}(\mathrm{s})\right)+\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{s})-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(y)\right]|s|^{-\beta}(\mathrm{B(s)}f(-t,\mathrm{s})+\mathrm{B}(-\mathrm{s})f(-t,-\mathrm{s}))\mathrm{ds}.$

Как в [1], легко можно убедиться, что если в интегральном представлении (11), функции $f(x,y)\in \mathrm{C}(\overline{\mathrm{D}_0}), f(0,0)=0$ с асимптотическим поведением

$$f(x,y)=0[|x|^{\gamma_5}y^{\gamma_6}],\ \gamma_5>\alpha-1,\gamma_6>\beta-1\ \textit{при}\ (x,y)\to(0,0) \qquad (12)$$

и произвольные функции $\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\mathrm{c}_2(\mathrm{y})$ удовлетворяют следующим условиям:

1) $c_1(0)=0$, со следующим асимптотическим поведением

$$c_1(x)=0[|x|^{\delta_9}],\ \delta_9>\alpha-1\text{при}\ x\to 0; \qquad (13)$$

2) $c_2(0)=0$, со следующим асимптотическим поведением

$$c_2(y)=0[y^{\delta_{10}}],\ \delta_{10}>\beta-1\text{при}\ y\to 0, \qquad (14)$$

тогда интегралы в представлении (11), сходятся и любое решение уравнения (1) из класса $\mathrm{C}(\overline{\mathrm{D}_0})$, обращающееся в нуль в точке $(x,y)=(0,0)$, представимо в виде (9), где $\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\mathrm{c}_2(\mathrm{y})$ - произвольные функции точек $\Gamma_o$ и $\Gamma_1$. Причём $c_1(0)=0$ с асимптотическим поведением (13) и $c_2(0)=0$ с асимптотическим поведением (14).

Таким образом, доказана

**Теорема 1.** *Пусть в интегральном уравнении (1), A(x)*$\in C(\Gamma_0\backslash\{0\})$ *и в точке x=0 имеется разрыв первого рода и* $\alpha=const>1,\beta=const>1$. *В окрестности точек x=o, A(x) удовлетворяет условию Гёльдера и A(+0)-A(-0)<0. Функция B(y) в окрестности точек y=0 удовлетворяет условию Гёльдера и* $N^{\beta}(0)<0$. *Функция f(x,y)* $\in \mathrm{C}(\overline{D_0})$, *f(0,0)=0 с асимптотическим поведением (12).*

*Тогда общее решение уравнения (1) из класса* $\mathrm{C}(\overline{D_0})$ *даётся формулой (11),*

**Случай 2.** Пусть $N^{\beta}(0)>0$, (A(+0)-A(-0)>0), $E^{\alpha}(0)>0$, тогда в представление (10) вместо $\Psi(x,\mathrm{y})$, подставляя её значение из (8), получим решение уравнения (1). В этом случае

$$\varphi(x,y)=\begin{Bmatrix}L_2^{\alpha}[f(x,y)],\text{когда}\ (x,y)\in {D_0}^{+,+}\\ L_4^{\alpha}[f(x,y)],\text{когда}\ (x,y)\in {D_0}^{+,-}\\ L_6^{\alpha}[f(x,y)],\text{когда}\ (x,y)\in {D_0}^{-,+}\\ L_8^{\alpha}[f(x,y)],\text{когда}\ (x,y)\in {D_0}^{-,-}\end{Bmatrix}. \qquad (15)$$

Из представления (11) следует, что если $N^{\beta}(0)>0$, $E^{\alpha}(0)>0$, тогда, для существования интегралов в этих интегральных операторах достаточно, чтобы $f(0,0)=0$ с асимптотическим поведением

$$f(x,y)=o[|x|^{\varepsilon}y^{\varepsilon}],\varepsilon>0\ \textit{при}\ (x,y)\to(0,0). \qquad (15^1)$$

Итак, в этом случае имеет место следующее утверждение.

**Теорема 2.** *Пусть в интегральном уравнении (1)* $\alpha=const>1,\beta=const>1$ *и функции A(x) и B(y) сответственно в окрестности точках x=0 из* $\Gamma_0$ *и y=0 из* $\Gamma_1$ *удовлетворяют условию Гёльдера (*$|A(x)-A(\pm 0)|\le H_1|x|^{\gamma},\gamma>\alpha-1$*). Функция A(x) в точке x=0 может иметь разрыв первого рода и* $E^{\alpha}(0)>0$, $N^{\beta}(0)>0$, *функция f(x,y)*$\in \mathrm{C}(\overline{D_0})$, *f(0,0)=0, с асимптотическим поведением (*$(15^1)$*). Тогда интегральное уравнение (1) в классе* $\mathrm{C}(\overline{D_0})$ *обращается в нуль в точке (x,y)=(0,0) и имеет единственное решение, которое даётся формулой (15).*

**Случай 3.** Пусть $N^{\beta}(0)>0$, $E^{\alpha}(0)<0$. В этом случае, если решение уравнения (6) существует, тогда оно даётся формулой (8).

В представлении (9) вместо $\Psi(x,y)$, подставляя её значение из (8), увидим, что если решение уравнения (1) в этом случае существует, тогда оно даётся формулой

$$\varphi(x,y)=\begin{cases}L_2^{\alpha}[f(x,y)]+\varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{+,+}\\ L_4^{\alpha}[f(x,y)]+\varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{+,-}\\ L_6^{\alpha}[f(x,y)]-\varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{-,+}\\ L_8^{\alpha}[f(x,y)]-\varphi_0^{\alpha}(x,y)\mathrm{c}_2(\mathrm{y}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{-,-}\end{cases}\qquad(16)$$

Таким образом, доказана

**Теорема 3.** *Пусть в интегральном уравнении (1) A(x)*$\in C(\Gamma_0\backslash\{0\})$*, и в точке x=0 имеется разрыв первого рода, и в окрестности точек x=0, A(x) удовлетворяет условию Гёльдера и* $E^{\alpha}(0)<0$*. Функция B(y) в окрестности точек y=0 удовлетворяет условию Гёльдера и* $N^{\beta}(0)>0$*. Функция f(x,y)* $\in C(\overline{D_0})$*, f(0,0)=0 с асимптотическим поведением* $f(x,y)=o[|x|^{\gamma}y^{\varepsilon}],\gamma>\alpha-1,\varepsilon>0$ *при* $(x,y)\to(0,0)$.

*Тогда интегральное уравнение (1) всегда разрешимо и его решение из класса* $C(\overline{D_0})$ *даётся формулой (16), где* $c_2(y)$ *- произвольная непрерывная функция точек* $\Gamma_1$*, причём* $c_2(0)=0$ *с асимптотическим поведением (14).*

**Случай 4.** Пусть $N^{\beta}(0)<0$, (A (+0)-A(-0)>0), $E^{\alpha}(0)>0$.

Тогда в представлении (10) вместо $\Psi(x,\mathrm{y})$, подставляя её значение из (7), получим решение уравнения (1) в этой случае

$$\varphi(x,y)=\begin{cases}L_2^{\alpha}[f(x,y)]+\mathrm{V}_1^{\alpha}(x,\mathrm{y})\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{+,+}\\ L_4^{\alpha}[f(x,y)]+\mathrm{V}_2^{\alpha}(x,\mathrm{y})\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{+,-}\\ L_6^{\alpha}[f(x,y)]-\mathrm{V}_3^{\alpha}(x,\mathrm{y})\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{-,+}\\ L_8^{\alpha}[f(x,y)]-\mathrm{V}_4^{\alpha}(x,\mathrm{y})\mathrm{c}_1(\mathrm{x}),\text{когда }(x,y)\in {D_0}^{-,-}\end{cases},\qquad(17)$$

где

$\mathrm{V}_1^{\alpha}(x,\mathrm{y})=$
$\varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x})-\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)+(N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-$
$\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt},$

$\mathrm{V}_2(x,\mathrm{y})=$
$-\varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x})+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)+(N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-$
$\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt},$

$\mathrm{V}_3(x,\mathrm{y})=$
$\varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x})+\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)+(N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-$
$\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt},$

$\mathrm{V}_4(x,\mathrm{y})=$
$-\varphi_0^{\beta}(x,y)\mathrm{c}_1(\mathrm{x})-\int_0^{\mathrm{x}}\exp\left(\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(\mathrm{t})-\mathrm{W}_{\mathrm{E}}^{\alpha}(x)+E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)-\omega_{\alpha}(\mathrm{t})\right)+(N^{\beta}(0)\omega_{\beta}(y)-$
$\mathrm{WN}\beta\mathrm{y})\mathrm{t}-\alpha\mathrm{Atc1t}+\mathrm{A}-\mathrm{tc1}-\mathrm{tdt},$

$\varphi_0^{\beta}(x,y)=N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(y)\right)-\mathrm{W}_{\mathrm{N}}^{\beta}(\mathrm{y}),\ \mathrm{c}_1(\mathrm{x})-$ произвольная функция точек $\Gamma_0$.

Итак, в этом случае имеет место следующее утверждение.

**Теорема 4.** *Пусть в интегральном уравнении (1) функция* $A(x)\in C(\Gamma_0\backslash\{0\})$ *и в точке x=0 имеет разрыв первого рода и в окрестности точек x=0 удовлетворяет условию Гёльдера, (*$|A(x)-A(\pm0)|\le H_1|x|^{\gamma},\gamma>\alpha-1$*)* $\mathrm{E}^{\alpha}(0)>0$*. Функция B(y)* $\in C(\Gamma_1)$ *в окрестности точек y=0 удовлетворяет условию Гёльдера и* $N^{\beta}(0)<0$*. Функция f(x,y)* $\in C(\overline{D_0})$*, f(0,0)=0 с асимптотическим поведением* $f(x,y)=o[|x|^{\varepsilon}y^{\gamma}],\varepsilon>0,\gamma>\beta-1$ *при* $(x,y)\to(0,0)$.

*Тогда интегральное уравнение (1) всегда разрешимо и его решение из класса* $C(\overline{D_0})$ *даётся формулой (17), где* $\mathrm{c}_1(x)-$*произвольная функция точек* $\Gamma_0$*, причём* $\mathrm{c}_1(x)\in(\overline{\Gamma_0})$, $\mathrm{c}_1(0)=0$ *с асимптотическим поведением (13).*

В случаях, когда общее решение интегрального уравнения (1) содержит один или две произвольные функции одного переменного для уравнения (1), можно ставить и исследовать различные граничные задачи.

Как следует из теоремы 3, в случае $N^{\beta}(0)>0$, $E^{\alpha}(0)<0$, общее решение интегрального уравнения (1) содержит одну произвольную функцию переменного $y$. В этом случае ставится и исследуется, следующая задача.

**Задача $B_1$.** Требуется найти решение интегрального уравнения (1) при $N^{\beta}(0)>0$, $E^{\alpha}(0)<0$, по граничному условию.

$$\exp\left(-E^{\alpha}(0)\left(\omega_{\alpha}(x)\right)\varphi(x,y)\right)_{x=0} = D_1^{\alpha}(y)$$

где

$D_1^{\alpha}(y)$ - заданная функция точек $\Gamma_1$.

О разрешимости задача $B_1$ имеет место следующие утверждения.

**Теорема 5.** *Пусть в интегральном уравнении (1) функции A(x), B(y), f(x,y) удовлетворяют всем условиям теоремы 3. Кроме того, пусть в задаче $B_1$ функция $D_1^{\alpha}(y) \in C(\Gamma_1), D_1^{\alpha}(0) = 0$ со следующим асимптотическим поведением*

$D_1^{\alpha}(y) = 0[y^{\gamma_1}], \gamma_1 > \beta - 1$ *при* $y \to 0$.

*Кроме того, пусть существует предел*

$f_1(y) = [\exp(-E^{\alpha}(0)(\omega_{\alpha}(x)))f(x,y)]_{x=0}$, *причём* $f_1(0) = 0$, *со следующим асимптотическим поведением*

$f_1(y) = 0[y^{\partial}], \partial > \beta - 1$ *при* $y \to 0$.

*Тогда задача $B_1$ имеет единственное решение, которое даётся формулой (16), где $c_1(y)$ определяется при помощи формулы*

$$c_1(y) = D_1^{\alpha}(y) - f_1(x,y) + \int_0^y \exp\left[N^{\beta}(0)\left(\omega_{\beta}(y) - \omega_{\beta}(s)\right) + W_N^{\beta}(s) - W_N^{\beta}(y)\right] s^{-\beta}(f_1(x,s)B(s) + f_1(-x,y)B(-s))ds.$$

Так как в случае $N^{\beta}(0)<0$, $E^{\alpha}(0)>0$ общее решение содержит одну произвольную функцию, а в случае $N^{\beta}(0)<0$, $E^{\alpha}(0)<0$ общее решение содержит две произвольные функции одного переменного, в этих случаях также ставятся задачи типов $B_1$ и решение этих задач также найдено в явном виде.

**Л И Т Е Р А Т У Р А**


1. Раджабов Н. К теории одного класса двумерного симметричного интегрального уравнения Вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сингулярной линиями/ Н.Раджабов, С.Б.Зарипов// ДАН РТ. – Душанбе, 2013. - т. 56. - №12.- С 962-970.
2. Раджабов Н. Интегральные уравнения типов Вольтерра с фиксированными граничными и внутренними сингулярными и сверхсингулярными ядрами и их приложения/ Н. Раджабов. – Душанбе, 2007. – 221 с.
3. Раджабов Н. Введение в теорию многомерных интегральных уравнений типа Вольтерра с фиксированными сингулярными и сверхсингулярными ядрами и их приложения/ Н.Раджабов, Л. Раджабова. - Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 502 p.
4. Раджабов Н. К теории одного класса двумерного симметричного интегрального уравнения Вольтерровского типа с одной граничной и одной внутренней сверхсингулярной линиями / Н. Раджабов, С.Б. Зарипов // ДАН РТ. – Душанбе, 2015. - т. 58. - №1.- С 5-13.
5. Раджабов Н. Краевые задачи для одного класса двумерного симметричного по одному из переменных интегрального уравнения Вольтерра с двумя сингулярными линиями / Н.Раджабов, С.Б.Зарипов // Номаи Донишгох, ХГУ. -Худжанд, 2014. -С. 230-232.


**К ТЕОРИИ ОДНОГО КЛАССА ДВУМЕРНОГО СИММЕТРИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА С ДВУМЯ СВЕРХСИНГУЛЯРНЫМИ ЛИНИЯМИ**


Изучен новый класс двумерного симметричного интегрального уравнения типа Вольтерра с двумя внутренними симметричными сверхсингулярными линиями ($\alpha > 1, \beta > 1$). В случаях, когда общее решение содержит произвольные функции одного переменного для уравнения (1), ставятся и исследуются различные граничные задачи.

**Ключевые слова**: двумерное интегральное уравнение, сверхсингулярная линия, симметричное уравнение.

**TO THEORY ONE CLASS OF SIMMETRICAL TWO DIMENSIONAL VOLTERRA TYPE INTEGRAL EQUATION WITH SUPERSINGULAR LINES**

In this work, we investigation one new class of the two dimensional symmetric Volterra type integral equations with two interior singular lines ($\alpha > 1, \beta > 1$). In this case, when general solution contain arbitrary functions, stand and investigation, others boundary value problems.

**Key words:** two dimensional integral equation - super singular lines - symmetric equations.

**Сведения об авторах:** ***Н. Раджабов*** **–** доктор физико-математических наук, академик АН РТ, профессора кафедрой математического анализа и теории функций Таджикского национального университета. Телефон: **907-75-51-25**

***С.Б. Зарипов*** - аспирант Таджикского национального университета. Телефон: **93-573-09-09**

# О ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЯХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ

***М. Юнуси, А. Давлатов***
**Таджикский национальный университет**

Как известно, современные информационные технологии - это уникальное достижение человечества. За последнее время они проникают во всей области современной жизни. Они оказывают огромное влияние на развитие образования, науки и технического прогресса путем разработки новых программных обеспечений. Одним из примеров современных информационных технологий может быть создание технологии типа базы “ЗНАНИЕ” (т.е. БЗ). Цели и задачи при внедрении современной информационной технологии (например, Интернет - технологии) состоят в создании такой структуры БЗ, для которой характерны свойства, такие, как удобность и простота с точки зрения пользователя.

Мы будем применять модели обучения в форме удаленного и распределенного классов. Наша предлагаемая БЗ состоит из учебного блока, блока профессиальной деятельности и блока публикации. Цель данного сообщения состоит в изложении профессиальной части, т.е. изложении некоторых моделей, входящих в БЗ. Интернетом назовем информационное пространство, элементами которого являются компьютеры (серверы), посылки информации.

Каждый компьютер имеет определенный адрес в пространстве Интернета и его положение мы будем характеризовать некоторой точкой X= ($X_1,\ldots,X_m$). Предположим, что для любых объектов (элементов) $z \in H$, и любых свойств объектов (элементов) $x_j \in L,\ j = \overline{1,m}$ определены нормы $P = \|z\|_H$, $h_j = \left\|x_j\right\|_L$, $j = \overline{1,m},\ m > 1$, а также способы проявления свойств рассмотренных объектов, где $H$ и $L$ - некоторые нормированные пространства. Например, $P = \mu(\alpha) = \left( \int\limits_T \left( \sum\limits_{j=1}^{m} \alpha_j \left|x_j\right|^s \right)^{\frac{n}{s}} dt \right)^{1/n}$ и

$$\left\|x_j\right\|_{L_m^n(T)} = \left( \int\limits_T \sum_{j=1}^{m} \left|x_j\right|^n dt \right)^{1/n} < \infty .$$

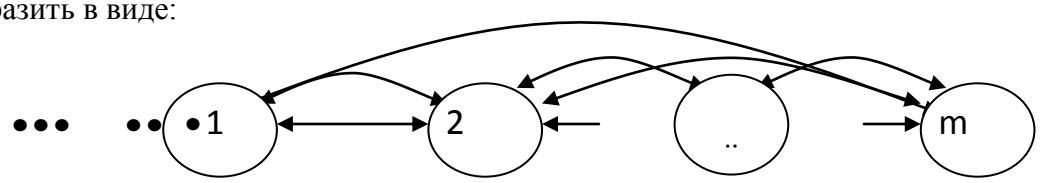
Скажем, что любой объект $z \in H$ ($H$-реальное пространство) наилучшим образом представлен с помощью некоторых свойств $x_j \in L, \quad j = \overline{1,m}$ элементов пространства Интернета -$I^m$, если для некоторого элемента $\alpha^0 \in M$, $M = \left\{ \alpha = (\alpha_1 ... \alpha_m) : \sum_{j=1}^{m} \alpha_j^{\frac{n}{n-s}} = 1, \alpha_j \geq 0, \; n > s > 0 \;\; , \; j = \overline{1,m} \right\}$ справедливо соотношение

$P = \max\limits_{\alpha \in M} (\alpha, h^s)^{1/s} = \left( \alpha_1^0 h_1^s + ... + \alpha_m^0 h_m^s \right)^{1/s}$ для любого $s > 0$ и $s < n < \infty$.

**Теорема.** Для того, чтобы объект (элемент) $z \in H$ наилучшим (максимальным) образом был представлен через свойства (элементов) $x_j \in L, \; j = \overline{1,m},$ необходимо и достаточно, чтобы имело место соотношение

$$\begin{cases} \alpha_j^{\frac{n}{n-s}} = \dfrac{h_j^n}{\sum\limits_{j=1}^{m} h_j^n}, \; j = \overline{1,m} \qquad , \; n > s > 0 \\ P^n = \sum\limits_{j=1}^{m} h_j^n \end{cases}$$

Используя эту идею, на основе принципа максимальной упаковки, определим радиус «криволинейной сферы», содержащей информационное пространство Интернета, состоящее из m серверов, получим: $Z_m^n = \sum_{i=1}^{m} X_{im}^m$, где $X_{im}$ -числа, характеризирующие положения *i*- го сервера. Тогда Интернет, состоящий из m элементов можно схематически изобразить в виде:




Для информационных пространств $I^{m-1}$, $I^m$, существует такое преобразование $\mu$ (см.[1,2]):

$$\mu : \begin{cases} X_{im} = xX_{im-1}, \qquad i = \overline{1,m-1} \\ X_{mm} = YZ_{m-1} \\ Z_m = zZ_{m-1} \end{cases}$$

которое переводит пространства $I^{m-1}$ в $I^m$ для любого m>2. Здесь $x$ , $y$ являются положениями серверов в $I^2$ с расстоянием $z$. Напишем уравнения, изменяя состояние информационного потока в пространстве $I^m$:

$$LU = \max_{\alpha \in A} \sum_{i=1}^{m} \alpha_i L_i U, A \qquad M = \left\{ \alpha_i : 0 < \alpha :< 1 \right\}, \left\{ \sum : \alpha_i^{\frac{n}{n-s}} = 1 \right\},$$

где $L_i$,$L$ – операторы, определяющие эти изменения, $U= (x,...x_m,z)$ - характерная плотность информационного потока в $I^m$.

Например, если $L = \frac{\partial}{\partial t}$, $L_i = \frac{\partial}{\partial x_i}$, то мы получим уравнение передачи информации в виде $\left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)^u = \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{\partial u}{\partial x_i}\right)^n$. Данное уравнение имеет решение $U(x_1 ... x_m, z) = U_0 + \sum c_i x_i + ct$, где $\sum_{i=1}^{m} c_i^n = c^n$. Взяв, $c_i = kx_i^{1/n}$, $c = kt^{1/n}$, имеем

$$U(x_1 ... x_m, z) = \begin{cases} U_0 + k\sum_{i=1}^{m} x_i^2 + kt^2 & при\ \ n = 1 \\ U_0 + k\sum_{i=1}^{m} x_i \frac{n+1}{n}, & 1 < n < \infty \\ \to U_0 + k\sum_{i=1}^{m} x_i + kt, & n \to \infty \end{cases}$$

Отсюда легко определяется скорость передачи информации: $\frac{\partial u}{\partial t} = k >>> 1$. Теперь ниже приведем примеры *сходных моделей* реального мира, которые включены в нашу проектируемую базу "ЗНАНИЕ" (т.е. БЗ) и для решения задач, связанных с ними, применяются одни и те же методы.

**1**. **Биологические модели.** Как известно, задача борьбы с вредителями сельского хозяйства является одной из актуальных задач РТ. Рассмотрим с хлопковый агроценоз в следующем виде: «хлопчатник, вредители хлопчатника, хищники и паразиты вредителей». Численность соответствующих уровней описывается при помощи следующих уравнений:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial N}{\partial a} + \sum_j \nu_j \frac{\partial N}{\partial x_j} = \sum_j \frac{\partial}{\partial x_j}\left(D_j \frac{\partial N}{\partial x_j}\right) + F(a, N, u),$$

$$N\Big|_{t=0} = N_0(x, a),$$

$$N(x, 0, t) = \int_{a\min}^{a\max} B(a', t, N, a)da',$$

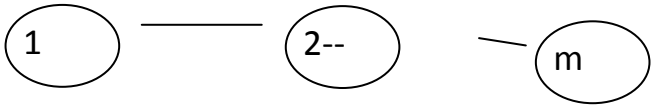
$$N\Big|_s = N_1, \qquad \left(или\ \frac{\partial N}{\partial n}\Big|_s = N_2\right)$$

Задачу защиты растений можно смоделировать следующим образом. Пусть задан некоторый планируемый уровень урожая – $N^p$. Для вредителей и хищников определяются пороги вредоносности вредителей $N^P{}_2$ и уровни полезности энтомофагов так, чтобы имело место:

$$\frac{1}{\tau}\int_c \int_o^{\infty} \int_0^{\tau} N_2(x, \alpha, t)dxd\alpha dt \le N_2^p, \quad \frac{1}{\tau}\int_c \int_o^{\infty} \int_0^{\tau} N_3(x, \alpha, t)dxd\alpha dt \ge N_3^p$$

при соблюдении условий сохранения собранного урожая $\frac{1}{\tau}\int_0^{\tau} N_1(t)dt \ge N_1^p$. Причем величина $N_1^з \in [N_1^{мин}, N_1^{макс}]$, где $N_i(\cdot)$ является решением системы уравнения в частных

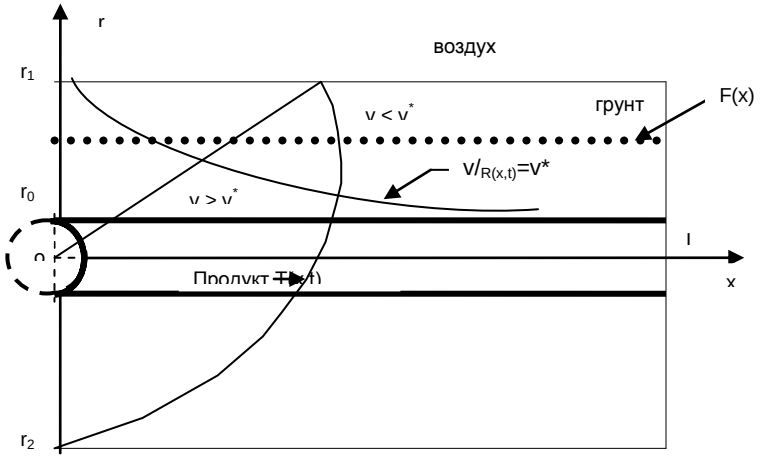
производных. Данные об агроценозах в каждом регионе РТ вводятся в соответствующие компьютеры, соединенные с Интернетом:




*Компьютеры региона 1* *компьютеры региона 2* *компьютеры региона m*

Эти компьютеры соединены с помощью интернета с главным компьютером в университете, в котором имеется модель защиты растений и с помощью которой происходит оперативная обработка хлопкового агроценоза.

**2. Модель системы “трубопровод - грунт”.** Модель системы “трубопровод – грунт” рассматривается в следующей области задачи:




а соответствующие уравнения, описывающие состояния движущегося продукта (нефть, газ, и др.) по магистральным трубопроводам и температурный режим вокруг трубопровода, представляются в виде уравнения гидродинамики:

$$\begin{cases} \rho_t + (\rho\omega)_x = 0 \\ P_x + (\rho\omega)_t + \dfrac{\lambda}{2D}\rho\omega^2 + \gamma \sin\mu + [(1+\vartheta)\rho\omega^2]_x = 0 \\ \gamma_T C_T \omega T_x + CT_t + \dfrac{\Pi}{F}(\Lambda T_n)_{cn} = A\gamma_T \omega \left[ T\left(\dfrac{\partial u}{\partial T}\right)_p + \dfrac{1}{\gamma_T} \right] P_x - \dfrac{AmT}{\gamma_T}\left(\dfrac{\partial \gamma}{\partial T}\right)_p P_t + \\ \dfrac{1}{F}(F\Lambda T_x)_x \\ \rho = \dfrac{\rho_0}{P_0} P \quad для \quad жидкости, \quad \rho = \dfrac{P}{Z_0 R_0 T} \quad для \quad газа \end{cases}$$

и уравнения для температуры грунта

$$\begin{cases} b\nu_t = (k\nu_x)_x + \frac{1}{r}(rk\nu_r)_r + \frac{1}{r^2}(k\nu_\varphi)_\varphi \\ \nu\big|_{t=0} = \nu_0(x,r,\varphi) \\ \nu\big|_{R(x,t,\varphi)} = \nu^* \\ \chi\Phi_t = \left(kgrad\,\nu\big|_1 - kgrad\,\nu\big|_2, grad\Phi\right), \\ k\nu_x\big|_{x=0} = \psi_1, k\nu_2\big|_{x=L} = \psi_2, \\ k\nu_r\big|_{r_0} = \alpha\left(\nu\big|_{r_0} - T\right) \\ k\nu_r\big|_{r_1} = \alpha_b\left(T_b - \nu\big|_{z_1}\right), k\nu_r\big|_{r_2} = \psi_3, \\ \nu\Big|_{\substack{\varphi=\varphi'+0 \\ \varphi=\varphi''+0}} + \nu\Big|_{\substack{\varphi=\varphi'-0 \\ \varphi=\varphi''-0}}, r = r_2 \end{cases}$$

с разрывными коэффициентами

$$b = \begin{cases} c_1(\nu)\rho_1(\nu), & \nu < \nu^* \\ c_2(\nu)\rho_2(\nu), & \nu > \nu^* \end{cases} \qquad k = \begin{cases} k_1(\nu), & \nu < \nu^* \\ k_2(\nu), & \nu > \nu^* \end{cases}$$

***3.*** **Экономика** - эта производство и распределение материальных благ. а*). Модельные производства*:

$Y_1 = \alpha A f(k, L)$

- $f(K,L) = f_0\left(\frac{K}{L_0}\right)^{\alpha}\left(\frac{L}{L_0}\right)$ C-D, 0<α<1, $f_0$, $K_0$, $L_0$ - const>0,

- $f(K,L) = f_0 \min\left\{\frac{K}{K_0}, \frac{L}{L_0}\right\}$ – с постоянной пропорцией,

- $f(K,L) = f_0\left[\alpha\left(\frac{K}{L_0}\right)^{-p} + (1-\alpha)\left(\frac{L}{L_0}\right)^{-p}\right]^{-1/\rho}$ CES, 0<ρ<∞.

- $f(K,L) = f_0\left[\alpha\left(\frac{K}{K_0}\right)^{-p} + (1-\alpha^{n/n-s})^{(n-s/n}\left(\frac{L}{L_0}\right)^{-p}\right]^{-1/p}$ μ-функция, ρ=$\rho_0$ s,

*б). Экономическая система:*

$$
\begin{cases}
\dfrac{dk}{dt} = \varepsilon A f(k,L), k(0) = k_0 \\
L(t) = \int\limits_{a\min}^{a\max} \varphi(a) N(a,t) da \\
\left( \dfrac{dL}{dt} = \delta L, \delta : \int\limits_0^{\infty} B(a) e^{-\delta a} da = 1 \right) \qquad (3') \\
\dfrac{\partial N}{\partial t} + \dfrac{\partial N}{\partial a} = -\tau_0(a) N, \qquad N = N(a,t) \\
N\Big|_{t=0} = N_0(a) \\
N(0,t) = \int\limits_0^{\infty} B_0(a) N(a,t)\, da \\
\varphi(a) \ge 0, \int_0^{\infty} \varphi(a) da = 1 \ - \textit{потенциал трудовых ресурсов.}
\end{cases}
$$

**4.** **<u>Модели возмущенной волны:</u>** Уравнения движения глыбового обломочного потока определяем следующим образом:

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial \vartheta}{\partial t} + \vartheta \dfrac{\partial \vartheta}{\partial x} = g \sin\psi - \left( \dfrac{\tau}{\rho H} + \dfrac{K}{2h} \vartheta^2 \right) \\
\dfrac{\partial (h\vartheta)}{\partial x} + \dfrac{\partial h}{\partial t} = 0,\ 0 \le x \le x_{\varphi}, 0 \le t \le t_k \\
\vartheta(x,0) = \vartheta_0(x),\ h(x,0) = h_0(x) \\
u(x_0,0) = 0\ ,\ h(x_0,t) = 0 \\
\dfrac{\partial x_{\varphi}}{\partial t} = F(x_{\varphi}, t)\ ,\ x_{\varphi}(0) = x_0
\end{cases}
\qquad
\tau = \begin{cases}
f\ p - \textit{кулон} \\
\begin{bmatrix} f\ p, f\ p \le \tau^* \\ \tau^*\ ,\ f\ p > \tau^* \end{bmatrix} - \textit{Григорян} \\
\dfrac{\tau^* p}{\tau_0 + p} - \textit{в нашей работе}
\end{cases}
$$

или в более простейшем виде ( уравнения Сен – Венана)

$$
\begin{cases}
\dfrac{\partial \vartheta}{\partial t} + \vartheta \dfrac{\partial \vartheta}{\partial x} = -\left[ \dfrac{g\vartheta^2}{c^2 H} + g \dfrac{\partial h}{\partial x} \right] \\
\dfrac{\partial (h\vartheta)}{\partial x} + \dfrac{\partial h}{\partial t} = 0
\end{cases}
\qquad
\begin{cases}
Q(x,t) = Q\left(0,\ t - \dfrac{x}{\vartheta}\right)\ ,\ \ Q = h\vartheta \\
Q(0,t) = \int\limits_{-x^*}^{x^*} \varphi(x) Q(x,t) dx
\end{cases}
$$

или в нашей форме для решения, которого имеет место представление

$$
Q(x,t) = c_0 e^{\delta \max\left(t - \frac{x}{\vartheta}\right)^{-x^*}} + \sum_j c_j e^{\alpha_i \left(t - \frac{x}{\vartheta}\right)} \cos \beta_i \left(t - \frac{x}{\vartheta}\right)
$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x)e^{-\delta x}dx = 1, \qquad \varphi(x) \geq 0, \quad \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x)dx = 1$$

Последняя формула используется для расчета параметров возмущенного потока воды в Сарезском озере и с ее помощью определяется главная волна расхода воды. Для проведения практических расчетов необходимо знать характерный закон распространения возмущенной волны: (равномерный или нормальный). Данные о Сарезском озере вводятся с помощью датчиков в компьютер, а в Душанбе с помощью соответствующей модели принимаются решения.

Следует отметить, что все приведенные явления имеют одну и ту же модель. Математически эта модель является интегро-дифференциальной задачей. В работе для приведенных сходных задач созданы компьютерные модели в виде VB - программ и проведены соответствующие вычислительные расчеты. Следует также отметить, что по всем приведенным задачам с помощью компьютерной технологии читаются специальные курсы.

Приведем некоторые результаты вычислительных экспериментов с данными магистральных трубопроводов при различных режимах транспортировки продуктов:

**1). Модель система «трубопровод-грунт»**

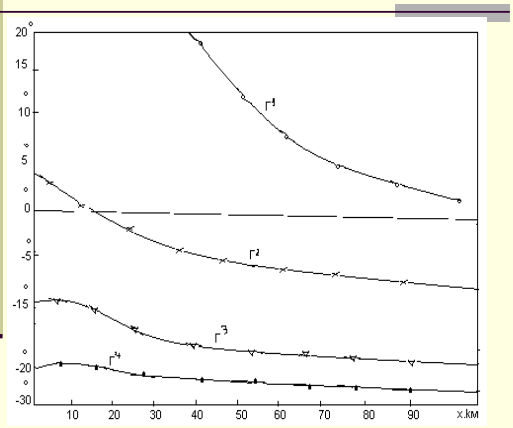



**Рис.2. Изменение температуры нефти и грунта по длине трубопровода через 720 после пуска нефти: 1-T(x,tk), 2-V(0.75,x,tk), 3-V(0.75,x,tk), 4-V(1.25,x,tk).**

**Рис.3. Изменение температуры нефти по длине трубопровода во времени (случай а), где 1-t=0r, 2-t=1r, 3-t=18r , 4-t=31r, 5-t=51r; и скорости продвижения нефти во времени (случай б), ω=1/β0 км/час**

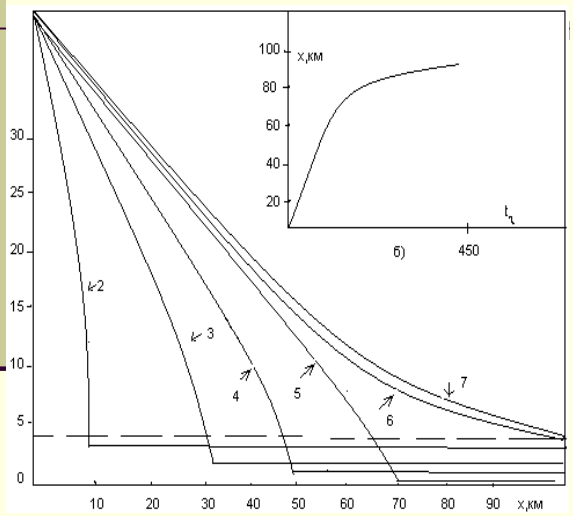


Рис.4. Изменение температуры нефти во времени (1-t=0r; 2t=5rl; 3t=105r; 4-t=250r) при ω=3,6/β0 км/час

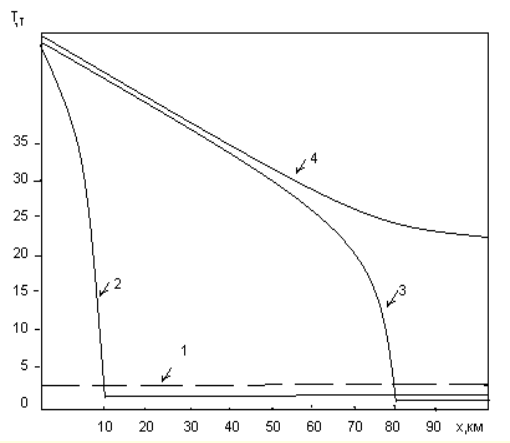



Рис. 5. Изменение температуры нефти (1-t=18r; 2-t=198r; 3-t=720) и грунта (4-t=18 ; 5-t=720) с учетом изменение температуры воздуха Tb=-230C.

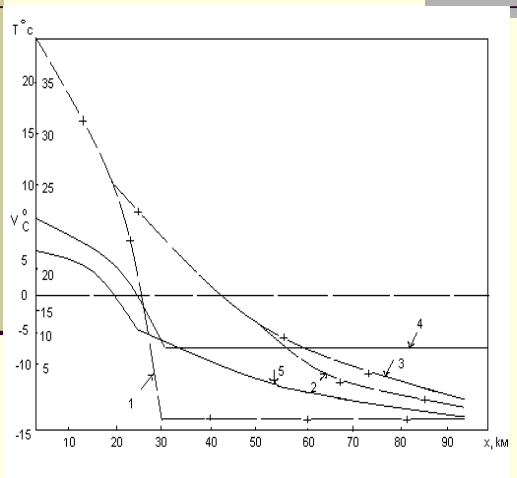



Рис. 6. а. Изменение глубины протаивания грунта без учета теплоизоляции во времени (1-t=18r; 2-t=56r ; 3-t=720r при V/t=0=-10C/ . Условные обозначения: -x- под трубой; -. – над трубой.

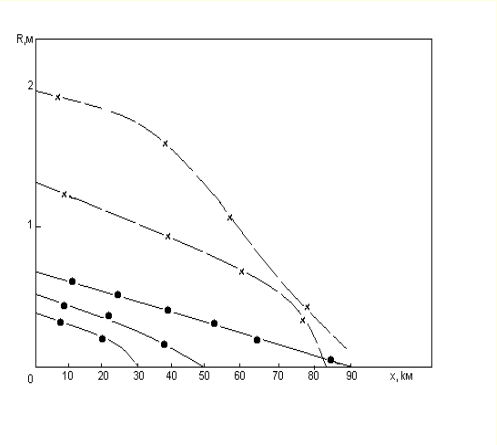



Рис. 6 б. Изменение глубины протаивания с учетом толщины теплоизоляции (б=5 см) по длине трубопровода; 1-под трубой при $V/_{t=0}$ =$1^0$с, 2 –над трубой при $V/_{t=0}$ =-$12^0$с.

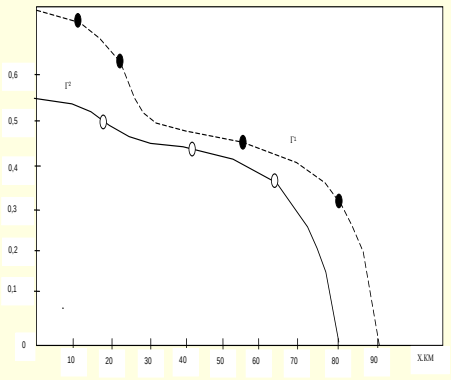


Рис. 7. изменение температуры газа (1-t=18r ; 2-t=198r) и грунта (3-t=18r ; 4-t=198r ; 5-t=18r; 6-t=198r ; 3;4 r0=0,75 м над трубой 5б6-под трубой по длине газопровода )

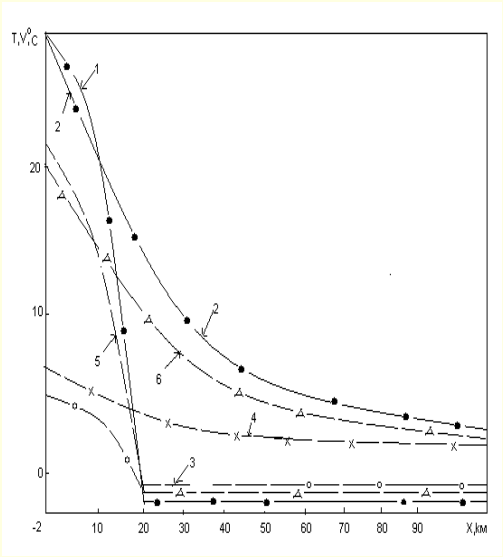



Рис. 8 . Изменение температуры газа: 1- в январе и глубины простаивания грунта по длине газопровода: 2- в январе , 3-мае, 4- августе, 5-октябре.

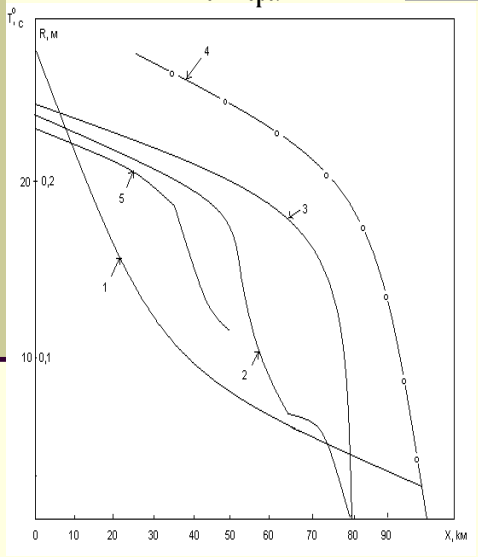



Рис. 9. Месячное изменение глубины простаивания грунта для газопровода с изоляцией над трубой (1-x=0 km ; 2-x=10 km ; 3-x=30 km ; 4-x=60 km : 5-x=80 km) и под трубой (6-x=10 km ; 8-x=30 km; 9-x=60 km).

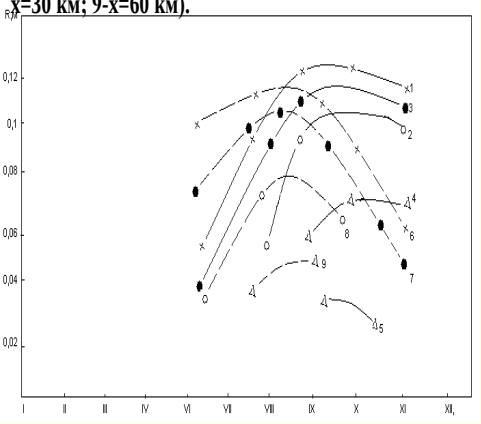


Рис. 10. Изменение глубины протаивания без учета толщины теплоизоляции по длине трубопровода; 1-под трубой при V/t=0 =10c, 2 –над трубой при V/t=0 =-120c.

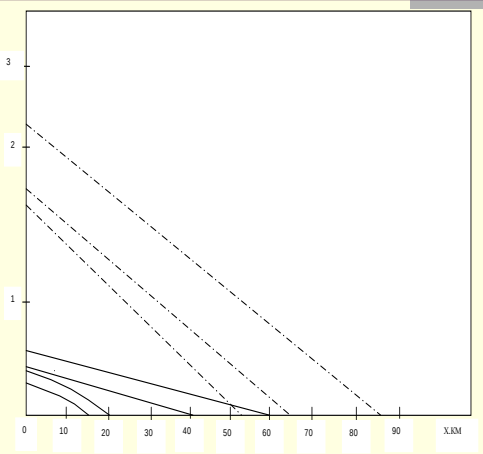


Рис. 12. Изменение температуры газа в различных сечениях газопровода (1-x=0 km, 2-x=20 km, 3-x=40 km, 5-x=80 km, 6-x=100 km) с учетом изменения температуры воздуха (кривая 7).

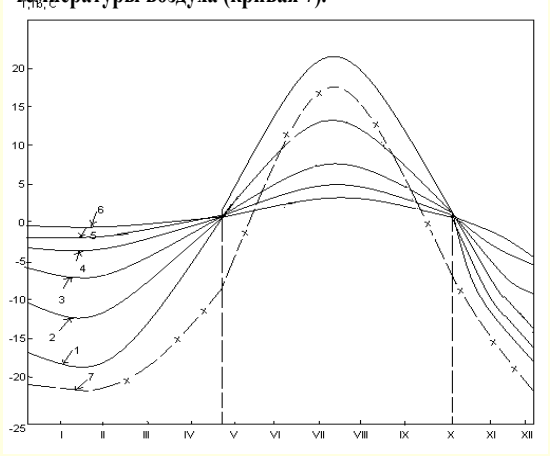



Рис. 11. Изменение температуры газа, транспортируемого с помощью аппаратов воздушного охлаждения по длине газопровода с различные моменты времени (кривые 1-12 месяцы года)

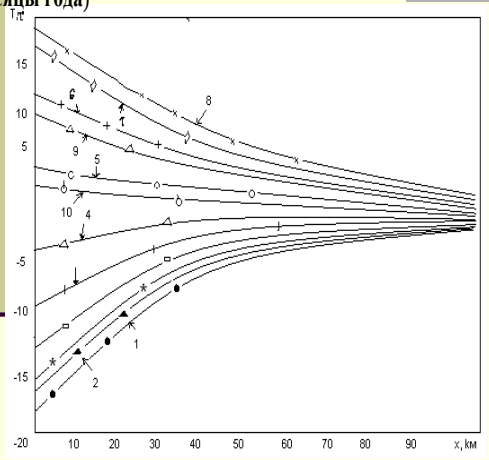



Рис. 13. Изменение температуры грунта по месяцам над трубой (1) и под трубой (2) на поверхности трубопровода при x=0 km.

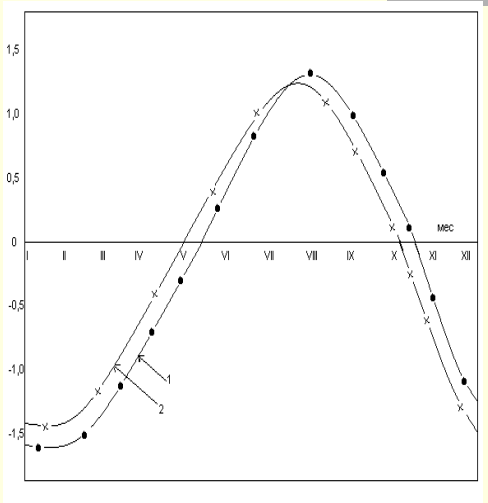



Рис. 14. Изменение температуры охлажденного газа через 18 часов (1) и 198 часов (2) после пуска газа.

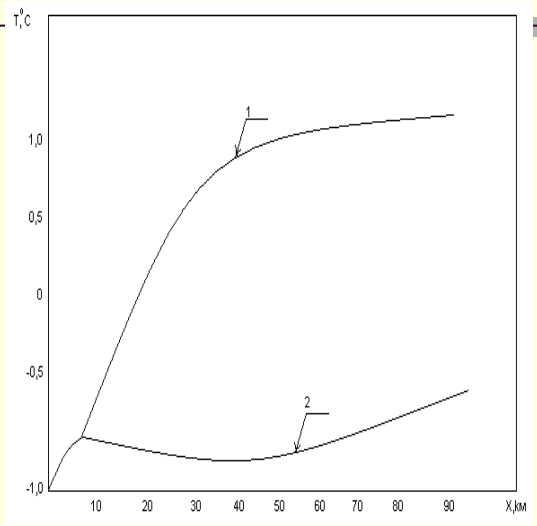


Рис. 15 а. Изменение оптимальной толщины теплоизоляции по длине нефтепровода.

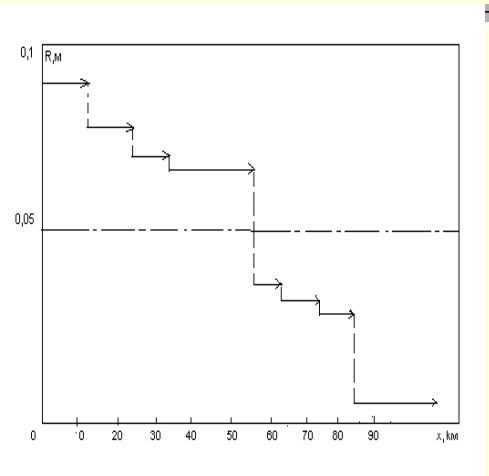



Рис. 15. б Изменение оптимального значения коэффициента теплопередачи (1) и соответствующие ему температуры газа (2), грунта (4) и глубины простаивания грунта (3) при t=720 ч на поверхности трубопровода.

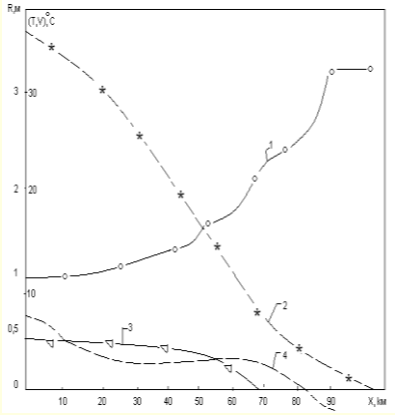



Рис. 15 б. Изменение оптимального значения коэффициента теплопередачи (1) и соответствующие ему температуры газа (2), грунта (4) и глубины протаивания грунта (3) при t=720 ч, r=r0.

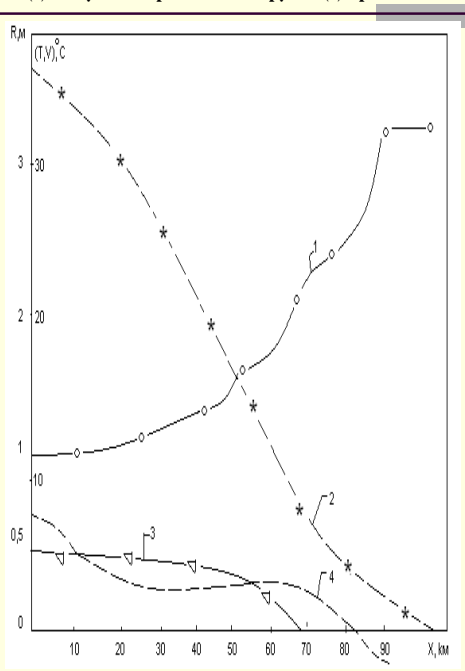



Рис. 15 в. Изменение толщины теплоизоляции (1) соответствующие ей распределения температуры газа (2) и грунта (3) и коэффициенты теплопередачи (5) и глубины простаивания грунта (4) при t=tk, r=r0 .

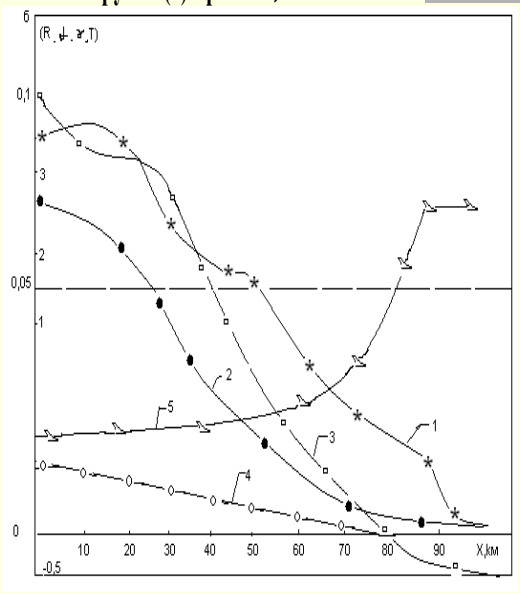
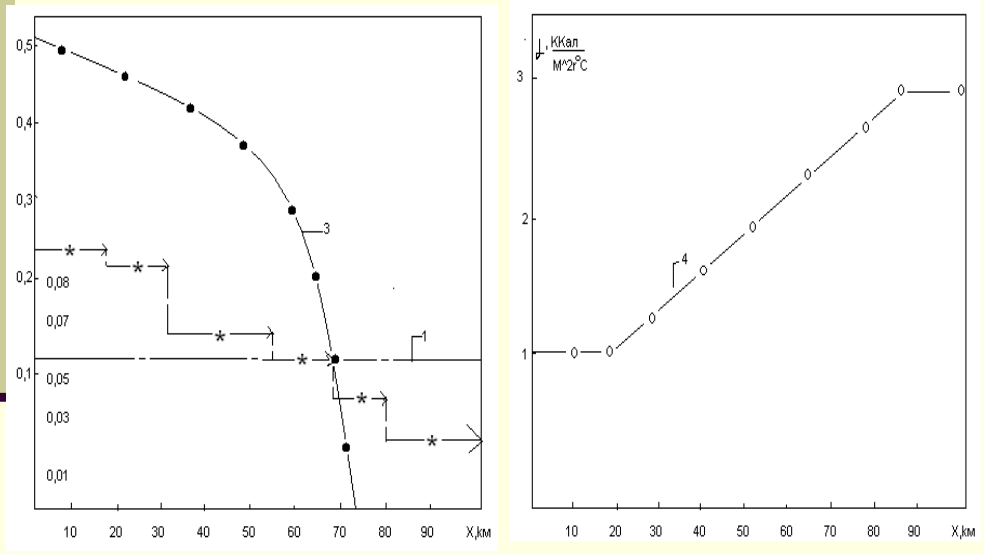


**Рис.16 а,б. Изменение оптимальной толщины теплоизоляция и соответствующее значение глубины простаивания грунта (а) и значение коэффициента теплопередачи (б) по длине газопровода-б(1(0)м, 2-б.м, R,)**





**ЛИТЕРАТУРА**

1. Yunusi M. About some model of changing world / M. Yunusi. -Dushanbe, TGNU, 2000. -21 p.
2. Юнуси М. О наилучших модельных производствах и соответствующих экономических системах / М. Юнуси //Вестник университета. – 1999. -том 1. - №2. –С.15-24.
3. Юнуси М.Об уравнениях с экстремальными свойствами и их приложения [Text] / М. К. Юнуси // Вест. нац. ун-та, сер. математика.- Д., 2005.- №2.-С.168-177.
4. Юнуси М. Некоторые гипотетические модели реальных пространств и явления, происходящее в них[Text] / М.К. Юнуси // Вест. нац. ун-та, сер. естественных наук. -Д., 2005. - №3. -С.40-53.
5. Yunusi F. Computing protection system (cps) of agricultural products[Text] / F. Yunusi, M. Yunusi // Материалы научный теоретический конференции профессорское -преподавательского состава и студентов, посвященной 60-летию Победы в Великой Отечественный войне «Во имя мира и счастья на земле». -Д., 2005. -Ч.1. -С. 23-24.


**О ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЯХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ**


В данной статье с применением новейших информационных технологий решены некоторые задачи, которые имеют одинаковую модель.



**Ключевые слова:** прикладные модели, новейшие информационные технологии, экстремальные режимы, решение, задача.


**MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SOLUTION OF PROBLEMS CONNECTED TO SIMILAR MODELS OF THE REAL WORLD**


The article is devoted to the solution of problems connected to similar models of the real world. To such problems numerous processes of area of the mechanics, biology and economy are reduced. For case of heat-mass transfer of processes of product transporting with help of magisterial pipeline computational experiments are carry out receiving results of model data.



**Key words:** applied models, the latest information technologies, extreme modes, solution, task/



**Сведения об авторах:** ***М. Юнуси*** **–** доктор физико-математических наук, профессор кафедры информатики Таджикского национального университета. Телефон: **918-21-99-90**

***А. Давлатов*** **–** аспирант кафедры информатики Таджикского национального университета. Телефон: **985-43-75-75**

# ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ОДНОЙ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНОЙ ТОЧКОЙ

***Ф.М. Шамсудинов***
**Курган – Тюбинский государственный университет им. Носира Хусрава**

Обозначим через D прямоугольник

$D = \{(x,y);\ 0 < x < \delta_1, 0 < y < \delta_2\}.$

Далее обозначим

$$\Gamma_1 = \{x = 0;\ 0 < x < \delta_1\}, \Gamma_2 = \{y = 0, 0 < y < \delta_2\}.$$

В области D рассмотрим уравнение следующего вида

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \dfrac{a_1(x,y)}{r^\alpha}\dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{b_1(x,y)}{r^\beta}\dfrac{\partial u}{\partial y} + \dfrac{c_1(x,y)}{r^{\alpha+\beta}}u = \dfrac{f_1(x,y)}{r^{\alpha+\beta}}, \\ \dfrac{\partial u}{\partial x} + \dfrac{a_2(x,y)}{r^\gamma}u = \dfrac{f_2(x,y)}{r^\gamma}, \\ \dfrac{\partial u}{\partial y} + \dfrac{b_2(x,y)}{r^\delta}u = \dfrac{f_3(x,y)}{r^\delta}, \end{cases} \quad (1)$$

где $r^2 = x^2 + y^2, a_j(x,y), b_j(x,y), c_1(x,y), f_\kappa(x,y), j = \overline{1,2}, \kappa = \overline{1,3}$-заданные функции области $D$, $\alpha < 1, \beta < 1, \gamma = \delta = 1$.

Исследованию дифференциальных уравнений и переопределенных систем с сингулярными и сверхсингулярными коэффициентами посвящены работы [1] – [9].

Целью настоящей работы является получение представления о многообразии решений системы уравнений (1) при помощи одной произвольной постоянной.

В настоящей работе на основе способа, разработанного в [4] и [5], получено представление о многообразии решений системы уравнений (1) при $\alpha < 1, \beta < 1, \gamma = \delta = 1$.

В дальнейшем обозначим $C_2(D)$ - класс функций, которые имеют непрерывные производные первого порядка в D и такие, что

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \in C_2(D).$$

**Случай 1.** Пусть первое уравнение системы (1) является главным. В этом случае получим следующие утверждения.

**Теорема 1.** *Пусть в системе уравнений (1)* $\alpha < 1, \beta < 1, \gamma = \delta = 1$ *коэффициенты и правые части удовлетворяют следующим условиям.*

$$1)\ a_1(x,y)\ \epsilon\ C_x^1(\overline{D}), a_2(x,y)f_2(x,y) \in C_y^1(\overline{D}),$$
$$b_1(x,y), b_2(x,y), f_1(x,y), f_3(x,y) \in C(\overline{D});$$
$$2)\ c_2(x,y) = -c_1(x,y) + r^{\alpha+\beta}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{a_1(x,y)}{r^\alpha}\right) + a_1(x,y)b_1(x,y);$$
$$3)\ |a_2(x,0) - a_2(0,0)| \le H_1 x^{\gamma_1}, H_1 = const, 0 < \gamma < 1;$$
$$4)\ o < a_2(0,0) < 1;$$
$$5)\ a)\ \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{a_1(x,y)}{r^\alpha}\right) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{a_2(x,y)}{r}\right)\ в\ D,$$
$$b)\ r^{\alpha+\beta}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{f_2(x,y)}{r}\right) + r^{\beta-1}a_1(x,y)f_2(x,y) =$$

$$= r^{\alpha+\beta}\left(\frac{a_2(x,y)}{r} - \frac{b_1(x,y)}{r^{\beta}}\right) exp\,[-\omega_{b_1}^{\beta}(x,y)(\psi_1(y) +$$

$$+\int_o^x \frac{f_1(t,y)+c_2(t,y)u(t,y)}{(t^2+y^2)^{\frac{\alpha+\beta}{2}}} exp\Big[\omega_{b_1}^{\beta}(t,y)dt\Big) + f_1(x,y) +$$

$$+c_2(x,y)u(x,y) в\ D,$$

$$c)\ r\left(\frac{b_2(x,y)}{r} - \frac{a_1(x,y)}{r^{\alpha}}\right) exp\big[-\omega_{\alpha_1}^{\alpha}(x,y)\big]\,(\varphi_1(x) +$$

$$\int_0^y exp\,[\,\omega_{\alpha_1}^{\alpha}(x,s) - \omega_{b_1}^{\beta}(x,s)]( (\psi_1(s) + \int_o^x \frac{f_1(t,s)+c_2(t,s)u(t,s)}{(t^2+s^2)^{\frac{\alpha+\beta}{2}}}$$

$$exp\Big[\omega_{b_1}^{\beta}(t,s)dt)ds\Big) + r\,exp\Big[-\omega_{b_1}^{\beta}(x,y)\Big]$$

$$(\psi_1(y) + \int_o^x \frac{f_1(t,y)+c_2(t,y)u(t,y)}{(t^2+y^2)^{\frac{\alpha+\beta}{2}}} exp\Big[\omega_{b_1}^{\beta}(t,y)dt\Big) = f_3(x,y) в\ D;$$

$$6)\ c_2(x,y) = o(r^{\gamma_1}), \gamma_1 > \alpha+\beta-1,$$

$$f_1(x,y) = o(r^{\mu_1}), \mu_1 > \alpha+\beta-1.$$

*Тогда любое решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ представим в виде*

$$u(x,y) = exp\big[-\omega_{\alpha_1}^{\alpha}(x,y)\big]\,\{\Omega(\,\varphi_1(x),\psi_1(y),f_1(x,y)) +$$

$$+\int_0^y ds\int_0^x \Omega(\,\varphi_1(t),\psi_1(t),f_1(t,s))\Gamma_1(x,y;t,s)dt\Big\} \equiv$$

$$\equiv K_1\big(\Gamma_1(x,y;t,s),(\,\varphi_1(x),\psi_1(y),f_1(x,y)\big), (2)$$

$$\varphi_1(x) = exp\big[-\omega_{a_2}^{1}(x,0)\big]x^{-a_2(0,0)}$$

$$\left(c_{1+}\int_0^x \frac{f_2(t,0)}{t^{1-a_2(0,0)}} exp\big[\omega_{a_2}^{1}(t,0)\big]\,dt\right) \equiv N_1(c_1 f_2(x,y), (3)$$

$$\psi_1(y) = \tfrac{f_3(0,y)}{y}\ при\ y^{\alpha}b_2(0,y) = ya_1(0,y), \qquad (4)$$

$$\Omega(\,\varphi_1(x),\psi_1(x),f_1(x,y)) = \varphi_1(x) + \int_0^y exp\,[\,\omega_{\alpha_1}^{\alpha}(x,s) - \omega_{b_1}^{\beta}(x,s)$$

$$\left(\psi_1(s) + \int_o^x \frac{f_1(t,s)}{(t^2+s^2)^{\frac{\alpha}{2}}} \exp\,[\omega_{b_1}^{\beta}(t,s)dt)ds]\right),$$

$$\omega_{\alpha_1}^{\alpha}(x,y) = \int_o^x \frac{a_1(x,s)ds}{(t^2+s^2)^{\frac{\alpha}{2}}}\,, \omega_{b_1}^{\beta}(x,y) = \int_o^x \frac{b_1(t,y)ds}{(t^2+y^2)^{\frac{\beta}{2}}}\,,$$

$$\omega_{\alpha_2}^{1}(x,0) = \int_o^x \frac{a_2(t,0)-a_2(0,0)}{t}dt,$$

$c_1$ *– произвольная постоянная.*

При этом полученное решение обладает свойствами.

$1^0$. *Если* $y \to 0$, *то*

$$\lim_{y\to 0} u(x,y) = \varphi_1(x).$$

$2^0$. *Если* $y \to 0$ *и* $x \to 0$, *то*

$$\lim_{x\to 0}\Big\{\lim_{y\to 0} u(x,y)\Big\} = O\big(x^{-a_2(0,0)}\big).$$

$3^0$. $\lim\limits_{x\to 0}\Big\{x^{a_2(0,0)}\lim\limits_{y\to 0} u(x,y)\Big\} = c_1.$

$4^0$. *Если* $y \to 0$, *то*

$$u(x,y) = O(x^{-a_2(0,0)})$$

**Замечание 1.** Утверждение теоремы 1 остаётся в силе при выполнении условий

$$1)\ a_2(0,0) < 0;\ 2)\ f_2(x,0) = o(x^{\mu_1}), \mu_1 > |a_2(0,0)|.$$

**Замечание 2.** При выполнении условий замечание 1, полученное решение имеет поведение

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0} u(x,y)\right\} = 0$$

и при $x \to 0, y \neq 0, \lim_{x\to 0} u(x,y) = 0.$

**Случай 2.** Пусть второе уравнение системы (1) является главным. В этом случае получим следующее утверждение.

**Теорема 2.** *Пусть в системе уравнений (1)* $\alpha < 1, \beta < 1, \gamma = \delta = 1$, *коэффициенты и правые части удовлетворяют следующим условиям*

1) $a_1(x,y), b_2(x,y), f_3(x,y) \in C_x^1(\overline{D})$,

$$a_2(x,y)f_2(x,y) \in C_y^1(\overline{D}), c_1(x,y)f_1(x,y) \in C_y^1(\overline{D}),$$

2) $c_2(x,y) = -c_1(x,y) + r^{\alpha+\beta}\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{a_1(x,y)}{r^\alpha}\right) + a_1(x,y)b_1(x,y);$

3) $|a_2(x,y) - a_2(0,0)| \le H_2 r^{\gamma_2}, H_2 = const, 0 < \gamma_2 < 1,$

$|b_2(0,y) - b_2(0,0)| \le H_3 r^{\delta_1}, H_3 = const, 0 < \delta_2 < 1;$

4) $a_2(0,0) < 0, b_2(0,0) > 0;$

5) $a)\ \dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{a_2(x,y)}{r}\right) = \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{a_1(x,y)}{r^\alpha}\right) = \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{b_2(x,y)}{r}\right)$ *в* $D$;

$$b)\ r^{\alpha+\beta}\left(\frac{a_2(x,y)}{r} - \frac{b_1(x,y)}{r^\beta}\right) exp\left[-\omega_{b_1}^\beta(x,y)\right](\psi_1(y) +$$

$$+\int_0^x \frac{f_1(t,y) + c_2(t,y)u(t,y)}{(t^2+y^2)^{\frac{\alpha+\beta}{2}}} exp\left[\omega_{b_1}^\beta(t,y)dt\right) + f_1(x,y) +$$

$$+c_2(x,y)u(x,y) = r^{\alpha+\beta}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{f_2(x,y)}{r}\right) + r^{\beta-1}a_1(x,y)f_2(x,y)\ в\ D,$$

$$c)\ r^2\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{f_3(x,y)}{r}\right) + a_2(x,y)f_3(x,y) =$$

$$= r^2\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{f_2(x,y)}{r}\right) + b_2(x,y)f_2(x,y)\ в\ D;$$

6) $f_2(x,y) = o\left(r^{\lambda_1}\right), \lambda_1 > 0.$

*Тогда любое решение системы уравнений (1) из класса* $C_2(D)$ *представимо в виде*

$$u(x,y) = \left(\frac{x+r}{y}\right)^{-a_2(0,0)} exp\left[-\omega_{a_2}^1(x,y)\right]$$

$$\left\{\psi_2(y) + \int_o^x \frac{f_2(t,y)}{\sqrt{t^2+y^2}}\left(\frac{t+\sqrt{t^2+y^2}}{y}\right)^{a_2(0,0)} exp\left[\omega_{a_2}^1(t,y)\right]dt\right\}$$

$$\equiv K_2\left(\psi_2(y)f_2(x,y)\right).$$

$$\psi_2(y) = exp\left[-\omega_{b_2}^1(0,y)\right]y^{-b_2(0,0)}$$

$$\left(c_2 + \int_0^y \frac{f_3(0,s)}{s^{1-b_2(0,0)}} exp\left[\omega_{b_2}^1(0,s)\right]ds\right) \equiv N_2(c_2, f_3(0,y)),$$

$$\omega_{a_2}^1(x,y) = \int_o^x \frac{a_2(t,y) - a_2(0,0)}{\sqrt{t^2+y^2}}dt, \omega_{b_2}^1(0,y) = \int_o^y \frac{b_2(0,s) - b_2(0,0)}{s}ds,$$

$c_2$ *– произвольная постоянная.*

Полученное решение имеет следующие свойства.

$1^0$. *Если* $x \to 0, то$

$$\lim_{x\to 0} u(x,y) = \psi_2(y).$$

$2^0$. *Если* $x \to 0, и\ y \to 0, то$

$$\lim_{y\to 0}\left\{\lim_{x\to 0} u(x,y)\right\} = O\left(y^{-b_2(0,0)}\right).$$

$3^0$. $\lim\limits_{y\to 0}\left\{y^{b_2(0,0)}\lim\limits_{x\to 0} u(x,y)\right\} = c_2.$

$4^0$. *Если* $y \to 0, то\ и\ x \neq 0,\ то$

$$U(x,y) = O\left(\left(\frac{x+r}{y}\right)^{-a_2(0,0)}\right).$$

**Замечание 3.** Утверждение теоремы 2 остаётся в силе при выполнении условий

1) $a_2(0,0) > 0, b_2(0,0) < 0;$
2) $f_2(x,y) = o\left(\left(\frac{x+r}{y}\right)^{-a_2(0,0)} r^{\upsilon_1}\right),\ \upsilon_1 > 0;$
3) $f_3(0,y) = o(r^{\upsilon_1}),\ \upsilon_2 > |b_2(0,0)|.$

**Замечание 4.** Решение вида (5), (6) при выполнении условий замечания 3 имеет поведение

$$\lim_{y\to 0}\left\{\lim_{x\to 0} u(x,y)\right\} = 0 \text{ и } \lim_{\substack{y\to 0\\ x\neq 0}} u(x,y) = 0.$$

**Случай 3.** Пусть третье уравнение системы (1) является главным. В этом случае получим следующие утверждения

**Теорема 3.** *Пусть в системе уравнений (1)* $\alpha < 1, \beta < 1, \gamma = \delta = 1$, *коэффициенты и правые части удовлетворяют следующим условиям.*

1) $a_1(x,y), b_2(x,y), f_3(x,y) \in C_x^1(\overline{D}),$
$a_2(x,y), f_2(x,y) \in C_y^1(\overline{D}), b_1(x,y), c_1(x,y), f_1(x,y) \in C(\overline{D}),$

2) $c_2(x,y) = -c_1(x,y) + r^{\alpha+\beta}\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{a_1(x,y)}{r^{\alpha}}\right) + a_1(x,y)b_1(x,y);$

3) $|b_2(x,y) - b_2(0,0)| \le H_4 r^{\delta_2}, H_4 = const, 0 < \delta_2 < 1,$
$|a_2(x,0) - a_2(0,0)| \le H_5 x^{\mu_1}, H_5 = const, 0 < \mu_1 < 1;$

4) $b_2(0,0) < 0, a_2(0,0) > 0;$

5) $a)\ \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{b_2(x,y)}{r}\right) = \dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{a_2(x,y)}{r}\right)$ *в* $D;$

$$b)\ r(r^{-\alpha}a_1(x,y) - r^{-1}b_2(x,y)\,exp\left[-\omega_{b_2}^1(0,y)\right]\left(\frac{x+r}{y}\right)^{-b_2(0,0)}$$
$$(\varphi_2(x) + \int_o^y \frac{f_3(x,s)}{\sqrt{x^2+s^2}}\left(\frac{s+\sqrt{x^2+s^2}}{x}\right)^{b_2(0,0)}$$
$$exp\left[\omega_{b_2}^1(x,s)\right]ds) + f_3(x,y) = exp\left[-\omega_{b_1}^{\beta}(x,y)\right]$$
$$(\psi_1(y) + \int_o^x \frac{f_1(t,y) + c_2(t,y)u(t,y)}{(t^2+y^2)^{\frac{\alpha+\beta}{2}}} exp\left[\omega_{b_1}^{\beta}(t,y)dt\right)$$ *в* $D,$

$$c)\ r^2\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{f_2(x,y)}{r}\right) + b_2(x,y)f_2(x,y) =$$
$$= r^2\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{f_3(x,y)}{r}\right) + a_2(x,y)f_3(x,y) \text{ в } D;$$

6) $f_3(x,y) = o\left(r^{\delta_1}\right), \delta_1 > 0.$

*Тогда любое решение системы уравнений (1) из класса* $C_2(D)$ *представимо в виде*

$$u(x,y)=\left(\frac{y+r}{x}\right)^{-b_2(0,0)} exp\left[-\omega_{b_2}^1(x,y)\right]$$

$$\left\{\varphi_2(x)+\int_o^y \frac{f_3(x,s)}{\sqrt{x^2+s^2}}\left(\frac{s+\sqrt{x^2+s^2}}{x}\right)^{b_2(0,0)} exp\left[\omega_{b_2}^1(x,s)\right]ds\right\}\equiv$$

$$\equiv K_3\left(\varphi_2(x),f_3(x,y)\right),(7)$$

$$\varphi_2(x)=exp\left[-\omega_{a_2}^1(x,0)\right]x^{-a_2(0,0)}$$

$$\left(c_3+\int_0^x \frac{f_2(t,0)}{t^{1-a_2(0,0)}}exp\left[\omega_{a_2}^1(t,0)\right]dt\right)\equiv N_3\left(c_3,f_2(x,0)\right),(8)$$

$$\omega_{b_2}^1(x,y)=\int_o^y \frac{b_2(x,s)-b_2(0,0)}{\sqrt{x^2+s^2}}ds,\ \omega_{a_2}^1(x,0)=\int_o^x \frac{a_2(t,0)-a_2(0,0)}{t}dt,$$

$c_3$ – *произвольная постоянная.*

Решение вида (7), (8) имеет следующие свойства.

$1^0$. *Если* $y\to 0$, *то*

$$\lim_{y\to 0} u(x,y)=\varphi_2(x).$$

$2^0$. *Если* $y\to 0$, *и* $x\to 0$, *то*

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0} u(x,y)\right\}=O\left(x^{-a_2(0,0)}\right).$$

$3^0$. $\lim\limits_{x\to 0}\left\{x^{a_2(0,0)}\lim\limits_{y\to 0} u(x,y)\right\}=c_3.$

$4^0$. *Если* $x\to 0$, *то и* $y\neq 0$, *то*

$$u(x,y)=O\left(\frac{y+r}{x}\right)^{-b_2(0,0)}.$$

**Замечание 5.** Утверждение теоремы 3 остаётся в силе при выполнении условий

1) $b_2(0,0)>0, a_2(0,0)<0;$
2) $f_3(x,y)=o\left(\left(\frac{y+r}{x}\right)^{-b_2(0,0)} r^{\delta_3}\right),\ \delta_3>0;$
3) $f_2(x,0)=o(x^{\mu_2}),\ \mu_2>|a_2(0,0)|$

**Замечание 6.** Решение вида (7), (8) при выполнении условий замечания 5 имеет поведение

$$\lim_{y\to 0}\left\{\lim_{x\to 0} u(x,y)\right\}=0\ и\ \lim_{\substack{y\to 0\\ x\neq 0}} u(x,y)=0.$$

Для полученных решений ставим и решаем следующие задачи с начальными данными.

**Задача $A_1$.** Требуется найти решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ по начальному условию

$$\lim_{x\to 0}\left\{x^{a_2(0,0)}\lim_{y\to 0} u(x,y)\right\}=m_1,$$

где $m_1$ - заданное постоянное.

**Задача $A_2$.** Требуется найти решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ по начальному условию

$$\lim_{y\to 0}\left\{y^{b_2(0,0)}\lim_{x\to 0} u(x,y)\right\}=m_2,$$

где $m_2$- заданное постоянное.

**Задача $A_3$.** Требуется найти решение системы уравнений (1) из класса $C_2(D)$ по начальному условию

$$\lim_{x\to 0}\left\{\lim_{y\to 0} u(x,y)\right\}=m_3,$$

где $m_3$ - заданное постоянное число.

О разрешимости задачи $A_1$ - $A_3$ получены следующие утверждения.

**Теорема 4.** *Пусть в системе уравнений (1)коэффициенты и правые части удовлетворяют всем условиям теоремы 1. Тогда единственное решение задачи $A_1$ из класса $C_2(D)$ выражается формулами (2), (3), (4) при $c_1 = m_1$.*

**Теорема 5.** *Пусть в системе уравнений (1) коэффициенты и правые части удовлетворяют всем условиям теоремы 2. Тогда единственное решение задачи $A_2$ даётся формулами (5), (6) при $c_2 = m_2$.*

***Теорема 6.*** *Пусты в системе уравнений (1) коэффициенты и правые части удовлетворяют всем условиям теоремы 3.Тогда единственное решение задача $A_3$ выражается формулами (7), (8) при $c_3 = m_3$.*

Автор выражает глубокую благодарность академику АН Республики Таджикистан Н.Р. Раджабову за обсуждение настоящей работы и ценные советы.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Wilczynski E.J. Projective Differential Geometry of Crves and Ruled Surfaces / E.J Wilczynski. - Zeip. Zig; Leubner, 1906.- 120 p.
2. Appel P. And Kampe de Fariet M. J. Function shypergeometriges of hyperspheriges Polynomesd Hermite /P. Appel. And M. J. Kampe de Fariet. - Paris, Gauthir – Villars, 1926.- 434 p.
3. Михайлов Л.Г. Некоторые переопределенные системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями / Л.Г Михайлов. - Душанбе: Издательство Дониш, 1986. -115с.
4. Раджабов Н. Введение в теорию дифференциальных уравнений в частных производных со сверхсингулярными коэффициентами / Н. Раджабов. - Душанбе: ТГУ, 1992. - 236с.
5. Раджабов Н. Переопределенная линейная система второго порядка с сингулярными и сверхсингулярными линиями / Н. Раджабов, Мохаммед Эльсаед АбделАал // LAP LAMBERT Academic Publishing. - Germany, 2011.- 234 с.
6. Шамсудинов Ф.М. Интегральные представления решений для одной переопределённой системы дифференциальных уравнений второго порядка со сверхсингулярной точкой / Ф.М Шамсудинов // Труды Международной научной конференции «Дифференциальные уравнения и смежные проблемы», г. Стерлитамак 26-30 июня 2013.- С. 300-304.
7. Шамсудинов Ф.М. Интегральные представления решений для одной переопределенной системы дифференциальных уравнений второго порядка с сингулярными коэффициентами /Ф.М Шамсудинов //Материалы Международной конференции «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики ». Нальчик : КБНЦ РАН, 2013. – С. 282-286, 247-250.
8. Тасмамбетов Ж.Н. О развитии исследований специальных систем дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка / Ж.Н. Тасмамбетов //Материалы международной научно-практической конференции "информационные технологии: инновации в науке и образовании"; г. Актобе 20-21 февраля 2015г. - С. 6-17.

**ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ОДНОЙ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНОЙ ТОЧКОЙ**

В данной работе для одной переопределенной системы уравнений второго порядка с сингулярной точкой найдены представления многообразия решений и изучены свойства полученных решений, а также рассмотрены задачи $A_1, A_2$ *и* $A_3$.

**Ключевые слова:** переопределенная система, сингулярная точка, прямоугольник, свойства решений.

**INTEGRAL REPRESENTATIONS SOLUTIONS FOR ONE OVER DETERMINED SYSTEM TWO ORDER WITH SINGULARY POINT**

In this paper, for an overdetermined system of second order equations with a singular point, found representation of the variety solution and study the properties of the solutions, as well as consider the problem of $A_1, A_2$ *and* $A_3$.

**Key words:** over determined system, singular point, rectangle, properties solutions.

**Сведения об авторе:** ***Ф.М. Шамсудинов*** – дотцент кафедры математического анализа Курган – Тюбинского государственного университета им. Носира Хусрава. Телефон: **918-66-70-65**. E -mail: **faizullo100@yahoo.com**

# РЕШЕНИЯ МАТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ, НАГРУЖЕННЫМИ СВОБОДНЫМИ ЧЛЕНАМИ, И С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ДЛЯ МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ

***Дж. Мирзоев***
**Кулябский государственный университет им. А. Рудаки**

Пусть $D^-$ - конечная $(n+1)$- связная область с простой гладкой границей $L$, состоящей из кривой $L_0$, охватывающей остальные кривые $L_1, L_2, ..., L_n$. Контур $L = L_0, UL_1UL_2U..UL_n$ ориентируется так, что при движении вдоль $L$ в положительном направлении область $D^+$ (многосвязная ограниченная область) остается слева. Обозначим $D^- = \mathbb{C} \setminus D^+$ совокупность односвязных областей, причем $\mathbb{C} = D^+UD^-UL$ Для этой конфигурации рассмотрим задачу

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) + g(t) + \sum \alpha_k^i \theta_k^i, \quad t \in L, \ (i = 1,2,...,n) \tag{1}$$

с заданными главными частями $f_{\pm}(z)$. Здесь через $f_+(z)$ и $f_-(z)$ обозначена сумма главных частей неизвестной вектор-функции по всем особым точкам, лежащим в $D^+$ и в $D^-$ соответственно. Предположим, что вектор- функции $f_+(z)$ и $f_-(z)$ голоморфны всюду вне соответствующих особых точек, в частности, $f_+(z)$ голоморфна в $D^-$, а $f_-(z)$ в $\overline{D}^+$. Обозначим $F = F_+UF_-$, где $F_+(F_-)$-множество особых точек вектор-функции $f_+(z)(f_-(z))$, лежащих в $D^+(D^-)$.

**Случай а).** Пусть $\chi(z)$- каноническая матрица класса $h$ однородной векторно-матричной задачи (без учета заданных главных частей):

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t), \quad t \in L. \tag{2}$$

Заменяя коэффициент $G(t)$ на контуре $L$ равенством $G(t) = [\chi^+(t)]\,[\chi^-(t)]^{-1}$, краевое условие (1) запишем в виде:

$$[X^+(t)]^{-1}\Phi^+(t) - [X^-(t)]^{-1}\Phi^-(t) = [X^+(t)]^{-1} g(t) + \sum_{k=1}^{n} \alpha_k^i [\chi^+(t)]^{-1} \theta_k^i(t), \quad t \in L \tag{3}$$

Рассмотрим вектор-функцию $[\chi(z)]^{-1}\Phi(z)$. Если бы она не имела заданных особенностей в точках множества $F$, то мы могли бы записать

$$[\chi(z)]^{-1}\Phi(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_L \frac{[\chi^+(\tau)]^{-1} g(\tau) d\tau}{\tau - z} +$$

$$+ \frac{\chi(z)}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n} \alpha_k^i \int_L \frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}\theta_k^i(\tau)}{\tau - z} d\tau + P(z),$$

где $P(z)$ -вектор, компонентами которого являются полиномы конечного порядка с произвольными коэффициентами. Но в нашем случае следует записать

$$[\chi(z)]^{-1}\Phi(z) = \frac{1}{2\pi i}\int_L \frac{[\chi^+(\tau)]^{-1} g(\tau)}{\tau - z} d\tau +$$

$$+ \frac{1}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n} \alpha_k \int_L \frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}\theta_k(\tau)}{\tau - z} d\tau + P(z) + \tilde{\Phi}(z), \tag{4}$$

где $\tilde{\Phi}(z)$ - кусочно-голоморфный вектор, допускающий в точках множества $F$ заданные особенности и подлежащий определению. То, что искомая вектор-функция $\Phi(z)$ имеет наперед заданные главные части, означает, что существует кусочно-голоморфный вектор $\varphi(z)$, такой, что $\Phi(z)=\varphi(z)+f(z)$.

Тогда вектор $[\chi(z)]^{-1}\Phi(z)$ имеет вид:

$$[\chi(z)]^{-1}\Phi(z)=[\chi(z)]^{-1}\varphi(z)+[\chi(z)]^{-1}f(z) \qquad (5)$$

Из (5) на контуре $L$ в силу (3) получим задачу «о скачке»

$$[X^+(t)]^{-1}\varphi^+(t)-[\chi_-(t)]^{-1}\varphi^-(t)=[X^+(t)]^{-1}g(t)+$$
$$+\sum_{k=1}^{n}\alpha_k[\chi^+(t)]^{-1}\theta_k(t)+[X^-(t)]^{-1}f_-(t)-[X^+(t)]^{-1}f_+(t), \qquad t\in L$$

Отсюда, определяя $[\chi(z)]^{-1}\varphi(z)$ и учитывая (5), получим:

$$[\chi(z)]^{-1}\Phi(z)=[\chi(z)]^{-1}f(z)+\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{[\chi^-(\tau)]^{-1}f_-(\tau)d\tau}{\tau-z}-$$
$$-\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}f_+(\tau)d\tau}{\tau-z}+\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}g(\tau)d\tau}{\tau-z}+$$
$$+\frac{1}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^i\int_L\frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}\theta_k^i(\tau)}{\tau-z}d\tau+P(z).$$

Сопоставляя последнее равенство с (4), находим $\tilde{\Phi}(z)$:

$$\tilde{\Phi}(z)=[\chi(z)]^{-1}f(z)+\frac{1}{2\pi i}\int_L\left\{[\chi^-(\tau)]^{-1}f_-(\tau)-[\chi^+(\tau)]^{-1}f_+(\tau)\right\}'\frac{d\tau}{\tau-z}.$$

Подставляя $\tilde{\Phi}(z)$ в (4) и умножая слева на вектор $\chi(z)$, получим формулу общего решения задачи (1.1.1) в виде

$$\Phi(z)=f(z)+\frac{\chi(z)}{2\pi i}\int_L\left\{[\chi^-(\tau)]^{-1}f_-(\tau)-[\chi^+(\tau)]^{-1}f_+(\tau)\right\}\frac{d\tau}{\tau-z}+$$
$$+\frac{\chi(z)}{2\pi i}\int_L\frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}g(\tau)d\tau}{\tau-z}+\frac{\chi(z)}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^i\int_L\frac{[\chi^+(\tau)]^{-1}\theta_k^i(\tau)}{\tau-z}d\tau+ \qquad (6)$$
$$+\chi(z)P_{\text{ж}}(z).$$

Входящие в первую строку (6) слагаемые описывают вклад в решение, вносимые заданными главными частями. Введем обозначения:

$$[\chi^+(z)]^{-1}g(t)=h^1(t)=\left(h_1^1,h_2^1,\ldots,h_n^1\right),$$
$$[\chi^+(z)]^{-1}f_-(t)=[\chi^+(t)]^{-1}f_+(t)=h^2(t)=\left(h_1^2,h_2^2,\ldots,h^2\right)$$
$$[\chi^+(z)]^{-1}\Theta_k(t)=h^3(t)=\left(h_1^3,h_2^3,\ldots,h_n^3\right) \qquad (7)$$

и будем искать кусочно-голоморфные решения, исчезающие на бесконечности. Представим формулу (6) в другом виде:

$$\Phi(z)-f(z)=\sum_{k=1}^{n}\left\{\overset{k}{\chi}(z)\left[\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{h_k^1(\tau)d\tau}{\tau-z}+\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{h_k^2(\tau)d\tau}{\tau-z}+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\frac{1}{2\pi i}\sum_{j=1}^{n}\alpha_j^i\int_L\frac{h_k^3(\tau)d\tau}{\tau-z}+P_k(z)\right]\right\},$$

где $\overset{k}{\chi}(z)$- каноническая система решений однородной задачи (2) без учета заданных главных частей. В окрестности точки $z=\infty$ имеем

$$\int_L\frac{h_k^1(\tau)d\tau}{\tau-z}=-z^{-1}\int_L h_k^1(\tau)d\tau-z^{-2}\int_L\tau\ h_k^1(\tau)d\tau-\ldots$$

$$\int_L\frac{h_k^2(\tau)d\tau}{\tau-z}d\tau=-z^1\int_L h_k^2(\tau)d\tau-z^{-2}\int_L\tau\ h_k^2(\tau)d\tau-\ldots \qquad (8)$$

$$\int_L\frac{h_k^3(\tau)d\tau}{\tau-z}=-z^1\int_L h_k^3(\tau)d\tau-z^{-2}\int_L\tau\ h_k^3(\tau)d\tau-\ldots$$

Из (8) вытекает, что для существования решения, исчезающего на бесконечности, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись следующие условия:

$$\int_L\frac{\tau^j h_k^1(\tau)d\tau}{\tau-z}=0,\qquad\int_L\tau^j h_k^2(\tau)d\tau=0,\qquad\int_L\tau^j\ h_k^3(\tau)d\tau=0 \qquad (8)$$

$$\left(j=0,1,2,\ldots,\text{Ж}_{k-1},\quad k=j+1,\ldots,n\right)$$

Совокупность условий (9) можно записать в виде одного, а именно: умножая равенства (9) на произвольные постоянные и складывая, получим:

$$\int_L Q(\tau)\left[h^1(\tau)+h^2(\tau)+h^3(\tau)\right]d\tau=0\,, \qquad (10)$$

В силу (7) условия разрешимости (10) принимают следующий вид:

$$\int_L\psi^+(\tau)g(\tau)d\tau+\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^i\int_L\psi^+(\tau)\theta_k^i(\tau)d\tau=\int_L\left[\psi^+(\tau)f_+(\tau)-\psi^+(\tau)f_-(\tau)\right]d\tau. \quad (11)$$

где $\psi(z)$- любое решение задачи, близкой к задаче (2)

**Случай б).** Рассмотрим один частный случай формулы (6), часто встречающийся на практике.

Пусть вектор

$$\left[\chi^-(t)\right]^{-1}f_-(t)=\left[\chi^+(t)\right]^{-1}\left[\chi^+(t)\right]\left[\chi^-(t)\right]^{-1}f_-(t)=\left[\chi^+(t)\right]^{-1}G(t)f_-(t) \qquad (A)$$

голоморфен в $D^+$ и непрерывен в $\overline{D}^+$. Тогда в силу интегральной формулы Коши имеем:

$$\frac{1}{2\pi i}\int_L\frac{\left[\chi^-(\tau)\right]^{-1}f_-(\tau)d\tau}{\tau-z}=\begin{cases}\left[\chi^+(z)\right]^{-1}G(z)f_-(z), & \textit{если}\quad z\in D^+,\\ 0, & \textit{если}\ z\in D^-.\end{cases} \qquad (12)$$

Аналогично, если вектор

$$\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} f_{+}(t)=\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\chi^{-}(t)\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} f_{+}(t)=$$
$$=\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}[G(t)]^{-1}\overline{f_{+}(t)} \qquad \text{(B)}$$

голоморфен в $D^{-}$ и непрерывен в $\overline{D^{-}}$, то получим:

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{L}\frac{\left[\chi^{+}(\tau)\right]^{-1} f_{+}(\tau)d\tau}{\tau-z}=\begin{cases}k, & \textit{если} \quad z\in D^{+},\\ -\left[\chi^{-}(z)\right]^{-1}[G(z)]^{-1} f_{+}(z)+k,\end{cases} \qquad (13)$$

где $k$ - постоянный вектор, равный значению плотности интеграла на бесконечности, который в дальнейшем включается в вектор $p(z)$. Учитывая (12) и (13), формуле (6) придадим соответственно вид:

$$\Phi^{+}(z)=f_{+}(z)+G(z)f_{-}(z)+\frac{\chi^{+}(z)}{2\pi i}\int_{L}\frac{\left[\chi^{+}(\tau)\right]^{-1} g(\tau)d\tau}{\tau-z}+$$
$$+\frac{\chi^{+}(z)}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n}\alpha_k\int_{L}\frac{\left[\chi^{+}(\tau)\right]^{-1}\theta_k(\tau)}{\tau-z}d\tau+\chi^{+}(z)P(z)$$
$$\Phi^{-}(z)=f_{-}(z)+G^{-1}(z)f_{+}(z)+\frac{\chi^{-}(z)}{2\pi i}\int_{L}\frac{\left[\chi^{+}(\tau)\right]^{-1} g(\tau)d\tau}{\tau-z}+ \qquad (14)$$
$$+\frac{\chi^{-}(z)}{2\pi i}\sum_{k=1}^{n}\alpha_k\int_{L}\frac{\left[\chi^{+}(\tau)\right]^{-1}\Theta_k(\tau)}{\tau-z}d\tau+\chi^{-}(z)P(z).$$

Результат пункта а) и пункта б) сформулируем в виде:

**Теорема 1.** Если главные части неизвестной вектор- функции $\Phi(z)$, заданы в виде пары вектор –функций $f_{+}(z)$ и $f_{-}(z)$, то условия разрешимости краевой задачи (1.1) даются в виде (11), а при их выполнении общее решение задачи (1) дается формулой (6), а в случае выполнения условий (А) и (В) –формулами (14).

**Случай в).** Рассмотрим ещё один частный случай формулы (6) часто встречающийся в практике.

Пусть для вектор –функции

$$\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1} f_{-}(t) \text{ и } \left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} f_{+}(t)$$

будут выполнены условия (А) и (В) соответственно. Тогда в силу свойства канонической матрицы на контуре, краевое условие (1.1.1) можно записать в виде

$$\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{+}(t)-f_{+}(t)\right]-\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{-}(t)-f_{-}(t)\right]=$$
$$=\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} g(t)+\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^{i}\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\theta_k(t)+$$
$$+\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1} f_{-}(t)-\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{-}(t)-f_{+}(t)\right], \qquad t\in L.$$

Заменяя $\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} g(t)$ и $\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^{i}\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\theta_k(t)$ разностью кусочно – голоморфных вектор –функций получим:

$$\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1} g(t)=\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\Phi_1^{+}(t)-\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\Phi_1^{-}(t),$$
$$\sum_{k=1}^{n}\alpha_k^{i}\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\theta_k(t)=\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\Phi_2^{+}(t)-\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\Phi_2^{-}(t).$$

Преобразованное краевое условие запишем в виде

$$\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{+}(t)-f_{+}(t)-G(t)f_{-}(t)\right]-\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\Phi_1^{+}(t)-$$

$$-\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\Phi_2^{+}(t)=\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{-}(t)-f_{-}(t)-\left[G(t)\right]^{-1}f_{+}(t)\right]-$$
$$-\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\Phi_1^{-}(t)-\left[\chi^{-}(t)\right]\Phi_2^{-}(t). \qquad (*)$$

Левая часть равенства (*)есть краевое значение вектор- функции

$$J_1(z)=\left[\chi^{+}(z)\right]^{-1}\left[\Phi^{+}(t)-f_{+}(t)-\left[G(t)\right]^{-1}f_{-}(t)\right]-\left[\chi^{+}(t)\right]^{-1}\Phi_1^{+}(t)-\left[\chi^{+}(z)\right]^{-1}\Phi_2^{+}(t)$$

голоморфной в области $D^{+}$, а правая часть (*) краевое значение вектор –функции

$$L_2(z)=\left[\chi^{-}(t)\right]^{-1}\left[\Phi^{-}(z)-f_{-}(z)-\left[G(t)\right]^{-1}f_{+}(z)\right]-\left[\chi^{-}(z)\right]^{-1}\Phi_1^{-}(z)-\left[\chi^{-}(z)\right]^{-1}\Phi_2^{-}(z),$$

голоморфной в области $D^{-}$, имеющей на бесконечности порядок не ниже $|æ|$. По принципу голоморфного продолжения вектор- функции $J_1(z)$ и $J_2(z)$ являются голоморфным продолжением друг -друга. Следовательно, получим:

$$J_1(z)=J_2(z)=P(z), \qquad (**)$$

где $P(z)$ -вектор - столбец, компоненты $P_m$ которого многочлены степени не выше æ, если $æ\geq 0$, и тождественны нулю при $x<0$. Из (**) следует

$$\begin{aligned}\Phi^{+}(z)&=f_{+}(z)+G(z)f_{-}(z)+\Phi_0^{+}(z)+\Phi_1^{+}(z)+\Phi_2^{+}, \quad z\in D^{+},\\ \Phi^{-}(z)&=f_{-}(z)+\left[G(z)\right]^{-1}f_{+}(z)+\Phi_0^{-}(z)+\Phi_1^{-}(z)+\Phi_2^{-}, \quad z\in D^{-},\end{aligned} \qquad (15)$$

Полученный результат сформулируем в виде следствия.

**Следствие 3.** Если главные части искомой вектор- функции $\Phi^{\pm}(z)$ заданы в виде пары вектор- функции $f_{+}(z)$ и $f_{-}(z)$ голоморфных соответственно на $\mathbb{C}\setminus F_{+}$ и $\mathbb{C}\setminus F_{-}$, то условия разрешимости векторно –матричной задачи (1) можно представить в виде (11) и при их выполнении, общее решение задачи (1) дается формулой (6), а в случае выполнения условий (A) и (B) –формулами (15).

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Акбаров Р. Краевые задачи теории аналитических функций с заданными главными частями и им соответствующие особые интегральные уравнения / Р. Акбаров. –Душанбе: Дониш, 2006.
2. Векуа Н.П. Системы сингулярных интегральных уравнений и некоторые граничные задачи / Н.П. Векуа. -М: Наука, 1970.
3. Гахов Ф.Д. Краевые задачи / Ф.Д. Гахов. -М: Наука, 1977.
4. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения / Н.И. Мусхелишвили. -М: Наука, 1968.
5. Монахов В.Н. Краевые задачи со свободными границами для эллиптических систем уравнений / В.Н. Монахов. –Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978.
6. Чибирикова Л.И. Основные граничные задачи для аналитических функций / Л.И. Чибирикова. Изд-тво Казанского университета, 1977.


**РЕШЕНИЯ МАТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ, НАГРУЖЕННЫМИ СВОБОДНЫМИ ЧЛЕНАМИ, И С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ДЛЯ МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ**


В многосвязной области методом аналитического продолжения исследуется матричная задача сопряжения с заданными главными частями, нагруженными свободными членами, и с дополнительными условиями.



**Ключевые слова:** задача сопряжения, главные части, нагрузка, дополнительные условия.


**SOLUTION OF THE MATRIX PROBLEM PAIRING WITH GIVEN PRINCIPAL PARTS, LOADED FREE MEMBERS, AND WITH ADDITIONAL CONDITIONS FOR A MULTIPLY CONNECTED DOMAIN**


In a multiply connected domain by the method of analytic continuation of the matrix explores the problem of pairing with given principal parts, loaded free members, and additional terms.



**Key words:** task pairing, the major part of the load, additional conditions.



**Сведения об авторе:** ***Дж. Мирзоев*** **–** старший преподаватель кафедры матемаического анализа и вещественных функций Кулябского государственного университета им. А. Рудаки. Телефон: **937-11-80-62**

# БАЪЗЕ АЗ ТАРЗҲОИ ЁФТАНИ ҚИМАТИ ИФОДАҲОИ НАМУДИ $\int_a^b [f(x)]\,dx$ ва $\int_a^b \{f(x)\}\,dx$

***Ш. Мусаввиров, Р. Ш. Мусаввирова, А. Пирназаров***
**Донишгоҳи давлатии Қӯрғонтеппа ба номи Носири Хусрав,**
**Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи Абуабдуллоҳ Рудакӣ**

Ҳар гуна функсияи тағйирёбандаи ҳақиқиро дар намуди суммаи қисмҳои бутун ва касрӣ навиштан мумкин аст.

Яъне, $f(x)=[f(x)]+\{f(x)\}$ (1)

Азбаски тарзи ёфтани қимати ифодаи $\int_a^b [f(x)]\,dx$ ба мо маълум аст, бинобар ин, баъзе аз тарзҳои ёфтани қимати ифодаҳои $\int_a^b [f(x)]\,dx$ ва $\int_a^b \{f(x)\}\,dx$ -ро дида мебароем.

**А. Тарзи ёфтани қимати ифодаҳои намуди $\int_a^b [f(x)]\,dx$**

Пеш аз он ки ба ёфтани қимати ифодаи $\int_a^b [f(x)]\,dx$ гузарем, аввал функсияи зери интегралиро аз намуди ноошкор ба намуди ошкор мегардонем.

Ин гузариш аз рӯйи схемаи зерин иҷро карда мешавад:

1. Интервали $[a; в)$ –ро ба нимингервалҳо ҷудо мекунем.
2. Нимингервалҳоро тавре ҷудо мекунем, ки дар онҳо қимати $[f(x)]$ доимо адади бутун бошад.
3. Қиматҳои дар нимингервалҳо ёфташударо ба эътибор гирифта, қимати $\int_a^b [f(x)]$–ро дар намуди сумма менависем.
4. Суммаи ёфташуда қимати ифодаи $\int_a^b [f(x)]\,dx$ мебошад.

Барои тасдиқи схемаи зикршуда аввал якчанд мисолро таҳқиқ карда, сипас онҳоро ҳал мекунем.

Қимати ифодаи $\int_0^4 [x+1]\,dx$ (2) –ро меёбем.

Ҳал:

Қимати ифодаи (2) –ро бо се тарз меёбем.

***Тарзи 1.*** 1.Интервали [0; 4) –ро ба нимингервалҳои намуди [0; 1), [1; 2), [2; 3) ва [3; 4) ҷудо мекунем.

2. Ҳангоми $0 \le x < 1$ будан, $[x+1]=1$,
Ҳангоми $1 \le x < 2$ будан, $[x+1]=2$,
Ҳангоми $2 \le x < 3$ будан $[x+1]=3$,
Ҳангоми $3 \le x < 4$ будан $[x+1]=4$

3. Бо назардошти натиҷаҳои ҳосилшуда ифодаи $\int_0^4 [x+1]\,dx - ро$ ба намуди суммаи интегралҳо менависем.

$$\int_0^4 [x+1]\,dx = \int_0^1 1\cdot dx + \int_1^2 2\cdot dx + \int_2^3 3dx + \int_3^4 4dx \quad (3)$$

4. Аз суммаи тартибдодашуда қимати $\int_0^4 [x+1]\,dx$-ро меёбем.

$\int_0^4 [x+1]\,dx = 1+2+3+4 = 10$ Ҷавоб: 10

***Тарзи 2.*** Акнун қимати ифодаи $\int_0^4 [x+1]\,dx$ бо тарзи графикӣ меёбем. Бо ин мақсад, аввал расми фигураҳои бо хатҳои дар қисми 2 –и тарзи якум қайдшударо сохта, сониян суммаи масоҳатҳои онҳоро меёбем:

$\int_0^4 [x+1]\,dx = 1+2+3+4 = 10$ Ҷавоб: 10

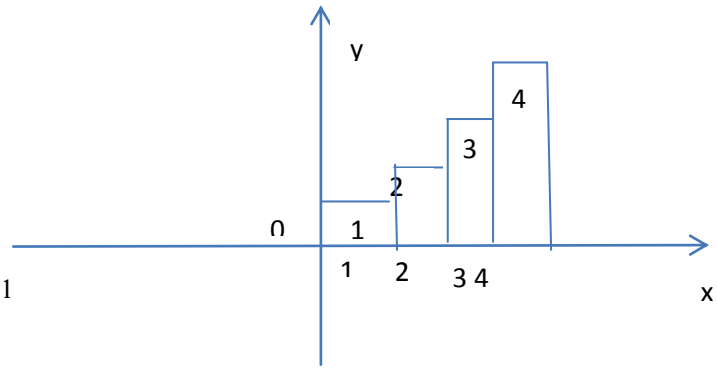
***Тарзи 3***. Қимати ифодаи $\int_0^4[x+1]\ dx$ –ро дар асоси хосияти қисми бутуни функсия, ки мазмуни зайлро дорад, ҳал мекунем.

Барои дилхоҳ kєZ баробарии

$[f(x)+k]=[f(x)]+k$ (4) ҷой дорад.

Баробарии (1) дар асоси (3) намуди зеринро мегирад:

$$\int_0^4[x+1]dx=\int_0^4([x]+1)dx=\int_0^4[x]\,dx+\int_0^4 dx$$




Расми 1

Аввал ифодаи $[x+1\,]-po$ дар ниминтервалҳои аз интервали [0; 4) тартиб дода, таҳқиқот гузаронида, сипас қимати $\int_0^4[x+1]dx$ –ро меёбем.

агар $0\le x<1$ бошад, $[x]=0$,

агар $1\le x<2$ бошад, $[x]=1$,

агар $2\le x<3$ бошад, $[x]=2$,

агар $3\le x<4$ бошад, $[x]=3$

Ҳамин тариқ,

$$\int_0^4[x+1]dx=\int_1^2 dx+2\int_2^3 dx+3\int_3^4 dx+4=1+2+3+4=10$$

Ҷавоб: 10

**2. Ҳисоб кунед.**

$$\int_{-1}^3[x-1]\ dx$$

Ҳал:

Қимати ин интегралро низ бо се тарз меёбем.

**Тарзи 1** Қимати $[x-1]$- ро дар ниминтервалҳои зер меёбем.

агар $-1\le x<0$ бошад, $[x-1]=-2$,

агар $0\le x<1$ бошад, $[x-1]=-1$,

агар $1\le x<2$ бошад, $[x-1]=0$,

агар $2\le x<3$ бошад, $[x-1]=1$

Бо назардошти натиҷаҳои ҳосилшуда ифодаи $\int_{-1}^3[x-1]\ dx$ –ро ба суммаи интегралҳо менависем:

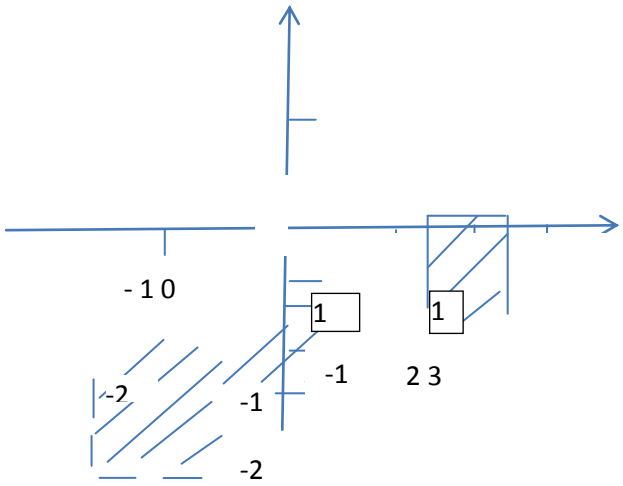
$\int_{-1}^3[x-1]dx=-\int_{-1}^0 2dx-\int_0^1 dx+\int_2^3 dx=-2-1+1=-2$ Ҷавоб: 2

**Тарзи 2.** Қимати ифодаи $\int_{-1}^3[x-1]dx$ -ро бо тарзи графикӣ меёбем.

Маълумотҳои тарзи якумро ба асос гирифта, графики функсияи $y=[x-1]$-ро дар нимфосилаҳои [-1; 0), [0; 1] ва $2\le x<3$ месозем.

Суммаи масоҳати росткунҷаҳои расми 2 қимати ифодаи $\int_{-1}^3[x-1]\,dx$ мебошад. Яъне, $\int_{-1}^3[x-1]\,dx=-2-1+1=-2$. Ҷавоб: 2

Расми 2. *У*




**Тарзи 3**. Ифодаи $\int_{-1}^{3}[x-1]\,dx$ –ро дар асоси (4) ба ифодаи баробаркувааш иваз мекунем:

$$\int_{-1}^{3}[x-1]\,dx=\int_{-1}^{3}[x]\,dx-\int_{-1}^{3}dx=-\int_{-1}^{0}dx+$$

$$+\int_{1}^{2}dx+2\int_{2}^{3}dx-\int_{-1}^{3}dx=-2$$ Ҷавоб: 2

**3. Ҳисоб кунед.**

$$\int_{\frac{1}{2}}^{3}[x]\cos x\,dx$$

Ҳал.

Ҳангоми

$\frac{1}{2}\le x<1,[x]=0$

$1\le x<2,[x]=1$

ва $2\le x<3,[x]=2$

Ҳамин тариқ,

$$\int_{\frac{1}{2}}^{3}[x]\cos x\,dx=\int_{1}^{2}\cos x\,dx+\int_{2}^{3}2\cos x\,dx=\sin x\Big|_{1}^{2}+$$

$+2\sin x\Big|_{2}^{3}=\sin 2-\sin 1+2\sin 3-2\sin 2=2\sin 3-\sin 2-\sin 1$ Ҷавоб: $2\sin 3-\sin 2-\sin 1$

**Таъкид.** Чи хеле ки дида мешавад, мо ду мисоли авваларо бо се тарз ва мисоли сеюмро бо як тарз ҳал намудем. Мисоли сеюмро низ бо се тарз ҳал кардан мумкин аст, вале ҳаминро хотиррасон мекунем, ки бо тарзи аналитикӣ (тарзи якум) ёфтани қимати ифодаҳои намуди $\int_{a}^{b}[f(x)]\,dx$ назар ба тарзи графикӣ содаю фаҳмотар мебошад.

**Б. Тарзи ёфтани қимати ифодаҳои намуди $\int_{a}^{b}\{f(x)\}\,dx$**

Аз баробарии (1) ба

$\{f(x)\}=f(x)-[f(x)]$ (5) доро мешавем

Азбаски тарзи ҳисоб кардани қимати $\int_{a}^{b}[f(x)]\,dx$ ба мо маълум аст, бинобар ин, қимати $\int_{a}^{b}\{f(x)\}\,dx$ –ро бе ягон мушкилӣ ёфта метавонем. Аз ин сабаб, аввал

$\int_a^b \{f(x)\}\ dx$ –ро ба ифодаи баробарқувваш иваз карда, пасон қимати $\int_a^b \{f(x)\}\ dx$ –ро меёбем.

$$\int_a^b \{f(x)\}\ dx = \int_a^d (f(x) - [f(x)])\ dx \quad (6)$$

Аз (5) бармеояд, ки дар ёфтани қимати ифодаи намуди $\int_a^b \{f(x)\}\, dx$ низ, нақши асосиро ифодаи $[f(x)]$ мебозад.

Аз ин лиҳоз, таҳқиқи формулаи (6)–ро дар мисолҳои зер дида мебароем:

1. Қимати ифодаи $\int_0^4 \{x+1\}\ dx$ –ро ҳисоб мекунем

Ҳал:

$$\int_0^4 \{x+1\}\ dx = \int_0^4 (x+1-[x+1])\ dx = \int_0^4 (x+1)\ dx - \int_0^4 [x+1]\, dx =$$

$$= \left(\frac{x^2}{2} + x\right)\Big|_0^4 - \int_0^4 [x+1]\ dx = 12 - \int_0^4 [x+1] dx \quad (7)$$

Аз мисоли якуми банди **А** маълум аст, ки $\int_0^4 [x+1]\ dx = 10$ (8) мебошад.

Аз ин сабаб, агар (8)–ро ба (7) гузорем, қимати

$\int_0^4 \{x+1\}\, dx = 12 - 10 = 2$ Ҷавоб: 2

**<u>Таъкид.</u>** Барои дурустии қимати $\int_a^b \{f(x)\}\, dx$ – *ро* санҷидан,

$\int_a^d f(x)\ dx = \int_a^b [f(x)]\ dx + \int_a^d \{f(x)\}\ dx$ (9)-ро санҷидан лозим аст.

Азбаски $\int_0^4 (x+1)\ dx = 12$ ва аз $\int_0^4 \{x+1\}\, dx\ = 2$ мебошад, бинобар ин, баъди қимати ин ифодаҳоро ба (9) гузоштан

12=10+2, ё ки 12=12

Чун қисми бутун қисми касрии функсияҳо низ дорои хосияти зерин мебошад.

**Барои ихтиёри kєZ баробарии $\{f(x)+k\} = \{f(x)\}$ (10) ҷой дорад.**

Дар асоси (10) ифодаи $\int_0^4 \{x+1\}\, dx$ – *ро* ба ифодаи баробарқувваш баргардонида, сипас онро ҳал мекунем:

$$\int_0^4 \{x+1\}\ dx = \int_0^4 (x-[x])\ dx = \int_0^4 x\ dx - \int_0^4 [x]\ dx = 8 - 6 = 2$$

Ҷавоб: 2

Қимати ифодаи $\int_{-1}^3 \{x-1\}\, dx$ –ро низ бо татбиқи баробарии (10) ҳал намуда, ба натиҷаи зерин ноил мешавем.

$$\int_{-1}^3 \{x-1\}\, dx = \int_{-1}^3 \{x\}\, dx = \int_{-1}^3 (x-[x])\ dx\ = \int_{-1}^3 x\ dx - \int_{-1}^3 [x]\ dx$$

$$= \frac{x^2}{2}\Big|_{-1}^3 - \left(\int_{-1}^0 dx + \int_1^2 dx + 2\int_2^3 dx\right) = 0$$

Ҷавоб: 0

2. Интеграли $\int_{-1}^3 \{x^2-1\}\, dx$ (11) –ро ҳисоб кунед.

Ҳал:

Азбаски ифодаи $\int_{-1}^3 (x^2 - 1 - [x^2-1])\ dx$ ба ифодаи (11)

баробарқуввa аст, бинобар ин

$$\int_{-1}^3 \{x^2-1\}\, dx = \int_{-1}^3 (x^2-1) dx - \int_{-1}^3 [x^2-1] dx = 5\frac{1}{3} - \int_{-1}^3 [x^2-1] dx \quad (12)$$

Қимати $\int_{-1}^3 [x^2-1]\ dx$ -ро чун банди **А** таҳқиқ карда, қиматашро меёбем:

агар $-1 \le x < 0$ бошад, $[x^2-1] = 0$,

агар $0 \le x < 1$ бошад, $[x^2-1] = -1$,

агар $1 \le x < 2$ бошад, $[x^2 - 1] = 0$,
агар $2 \le x < 3$ бошад, $[x^2 - 1] = 3$
Ҳамин тариқ,

$$\int_{-1}^{3} [x^2 - 1]\ dx = -\int_{0}^{1} dx + 3\int_{2}^{3} dx = 2$$

Аз ин ҷо $\int_{-1}^{3}\{x^2 - 1\}\ dx = 5\frac{1}{3} - 2 = 3\frac{1}{3}$ Ҷавоб. $3\frac{1}{3}$

Аз тарзҳои дар ҳалли ифодаҳои $\int_a^b [f(x)]\,dx$ *ва* $\int_a^b \{f(x)\}\,dx$ истифодашуда ҳаминро таъкид карданием, ки барои ҳалли онҳо яке аз тарзҳои қуллайтаринро истифода бурдан кифоя аст.


**АДАБИЁТ**

1. Гелфанд М.Б. Шейнцвит. Построение графиков 62 функций, связанных с целой дробной частью действительного переменного / М.Б. Гелфанд Шейнцвит // мат. школе. - 1970. -№3. – С 68-71.
2. Мусаввиров Ш. Муайян кардани давр ва сохтани графиики қисмҳои бутун ва касрии функсияҳо / Ш. Мусаввиров // Мактаби советӣ. – 1987. -№6. - С. 24-26.
3. Мусаввиров Ш Функсияҳои тағйирёбандаи ҳақиқии намуди $y = [f(x)]$ ва графики онҳо / Ш. Мусаввиров // Паёми ДДҚ ба номи Носири Хусрав. – 2013. -№ 2(26). - С. 16-21.
4. Мусаввиров Ш. Тадбиқи мафҳуми қисмҳои бутун ва касрии функсияҳо дар ҳалли муодилаҳо / Ш. Мусаввиров // Маводи конфронси байналмилалӣ бахшида ба 75-солагии доктори илмҳои педагогӣ, профессор Шарифов Ҷ.Ш. –Қӯрғонтеппа, 10-11. октябр 2014.


**НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ НАХОЖДЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ВЫРАЖЕНИЙ ВИДА**
$\int_a^b [f(x)]\,dx, \int_a^b \{f(x)\}\,dx$


Из способов, использовавшихся для вычисления выражений, $\int_a^b [f(x)]\,dx, \int_a^b \{f(x)\}\,dx$, отметим использование простейших способов.



**Ключевые слова**: целая и дробная часть, неявный, свойства целых и дробных частей.


**SOME WAYS OF THE FINDING OF IMPORTANCE OF THE EXPRESSIONS OF THE TYPE**
$\int_a^b [f(x)]\,dx, \int_a^b \{f(x)\}\,dx,$


From ways, used for calculations of the expressions, $\int_a^b [f(x)]\,dx, \int_a^b \{f(x)\}\,dx$, shall note use the most simplest ways.



**Key words:** aiming and fractional part, tacit, characteristic integer and fractional parts.



**Свидение об авторах:** ***Ш. Мусаввиров*** – кандидат педагогических наук, преподаватель Курган-Тюбинского государственного университета им. Носира Хусрава. Телефон: **919-74-06-22**
***Р. Ш. Мусавирова*** – соискатель Курган-Тюбинского государственного университета им. Носира Хусрава. Телефон: **911-02-27-79**
***А. Пирназаров*** – кандидат педагогических наук, преподаватель Кулябского государственного университета им. А.Рудаки. Телефон: **988-43-39-93**


## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГООБРАЗИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ОБЛАСТЯМИ


***А.О. Комилов***
**Таджикский педагогический институт г. Пенджикент, Таджикистан**


Через $\Omega$ обозначим параллелепипед $\Omega = \{(x, y, z): a < x < a_0, b < y < b_0, c < z < c_0\}$. Далее обозначим:

$\Omega_1 = \{(x, y): a < x < a_0, b < y < b_0, z = c\}$,

$\Omega_2 = \{(x, z): a < x < a_0, y = b, c < z < c_0\}$,

$\Omega_3 = \{(y,z): x = a, b < y < b_0, c < z < c_0\}$.

В области $\Omega$ рассмотрим дифференциальное уравнение следующего вида.

$$(x-a)(y-b)(z-c)\frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y \partial z} + A_1(x,y,z)\cdot(x-a)(y-b)\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + B_1(x_1\, y_1\ z\ )$$

$$(x-a)\cdot(z-c)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial u} + C_1(x,y,z)\cdot(y-b)\cdot(z-c)\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial y \partial z} + A_2(x_1\, y_1\, z)\cdot(x-a)\frac{\partial u}{\partial x}$$

$$B_2(x,y,z)\cdot(y-b)\frac{\partial u}{\partial y} + (z-c)C_2(x,y,z)\frac{\partial u}{\partial z} + D(x,y,z) = f(x,y,z), \qquad (1)$$

где $A_j(x,y,z), B_j(x,y,z), C(x,y,z), (1 \le j \le 2)$, $f(x,y,z)$ – заданные функции точек области $\Omega$, $(x,y,z)$ – искомая функция.

Проблеме исследования гиперболических уравнений второго порядка с сингулярными и суперсингулярными линиями посвящены работы [1 – 5]. В [6] было изучено линейное уравнение третьего порядка с главной частью $\frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y \partial z}$ и сингулярной точкой. Некоторым проблемам связанным с вышеприведеными дифференциальными уравнениями, была посвящена работа [11].

Целью настоящего исследования является получение многообразия решений для уравнения (1), когда коэффициенты уравнения между собой связаны определенным образом.

Вычислим композицию следующих дифференциальных операторов

$$\left[(z-c)\frac{\partial}{\partial z} + a_1)\right]\left[(x-a)(y-b)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_2(x-a)\frac{\partial u}{\partial x} + b_2(y-b)\frac{\partial u}{\partial y} + b_3 u\right] = f \qquad (2)$$

Произведя операцию диференцирования будем иметь:

$$(x-a)(y-b)(z-c)\frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y \partial z} + (z-c)\cdot a_1(x-a)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + b_2(y-b)(z-c)\frac{\partial^2 u}{\partial y \partial z} + a_2(x-a)(z-c)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} +$$

$$(z-c)\frac{\partial b_3}{\partial z}U + b_3(z-c)\frac{\partial u}{\partial z} + (z-c)\frac{\partial a_2}{\partial z}(x-a)(z-c)\frac{\partial u}{\partial x} + (y-b)(z-c)\frac{\partial b_2}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial y}(z-c)(y-b)\frac{\partial b_2}{\partial z} +$$

$$(z-c)b_2\frac{\partial u}{\partial z} + a_1(x-a)(y-b)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_1 a_2(x-a)\frac{\partial u}{\partial x} + a_1 b_2(y-b)\frac{\partial u}{\partial y} + a_1 b_3 \cdot u = f \qquad (3)$$

Сравнивая коэффицентов в (3) и (1), получим:

$$\begin{cases} A_1(x,y,z) = a_1(x,y,z), B_1(x,y,z) = a_2(x,y,z), C_1(x,y,z) = b_2(x,y,z) \\ A_2(x,y,z) = \dfrac{(z-c)\partial a_2(x,y,z)}{\partial z} + a_1(x,y,z)\cdot a_2(x,y,z) \\ B_2 = (z-c)\dfrac{\partial b_2}{\partial z} + a_1 b_2, C_3 = b_3, D = (z-c)\dfrac{\partial b_3}{\partial z} + a_1 b_3 \end{cases} \qquad (4)$$

Вводим следующее обозначение

$$V(x,y) = (x-a)(b-y)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_2(x-a)\frac{\partial u}{\partial x} + b_2(y-b)\frac{\partial u}{\partial y} + b_3 u. \qquad (5)$$

Тогда уравнение (2) принимает следующий вид

$$(z-c)\frac{\partial v}{\partial z} + a_1(x,y,z)V = f(x,y,z). \qquad (6)$$

Согласно [2], если решение уравнения (6) существует, оно представимо в виде

$$V(x,y,z)=(z-c)^{-a_1(a,b,c)}\exp\left[-\Omega_{a_1}^{1}(x,y,z)\right]\left[\varphi(x,y)+\int_c^z(\tau-c)^{a_1(a,b,c)}\,f(x,y,\tau)\exp\left[-\Omega_{a_1}^{1}(x,y,\tau)d\tau\right]\right], \quad (7)$$

где

$$Wa_1(x,y,z)=\int_c^z\frac{a_1(x,y,\tau)-a_1(a,b,c)}{(\tau-c)}\,d\tau\,,$$

$\psi(x,y)$ - произвольная функция точек области $\Omega_1$. Теперь согласно (2), если коэффициенты уравнения (5) между собой связаны при помощи равенств,

$$b_3=(x-a)\frac{\partial b_2}{\partial x}+a_2b_2, \quad (8)$$

уравнение (5) можно представить в следующем виде

$$\left[(x-a)\frac{\partial}{\partial x}+b_2\right]\left[(y-b)\frac{\partial u}{\partial y}+a_2u\right]=V(x,y,z)$$

Вводя обозначение

$$U_1(x,y,z)=(y-b)\frac{\partial u}{\partial y}+a_2(x,y,z)U, \quad (9)$$

приходим к решению следующего уравнения

$$(x-y)\frac{\partial U_1}{\partial x}+b_2(x,y,z)U_1=V(x,y,z) \quad (10)$$

Согласно [2], сначала решая уравнение (10), находим $U_1(x,y,z)$. После, решая уравнение (9), находим значение *U(x,y,z)* через значение *U₁(x,y,z).*

Таким образом, если коэффициенты (6) уравнения (5) между собой связаны при помощи формулы (8) и решение уравнения (5) существует, тогда оно представимо в виде

$$U(x,y,z)=(y-b)^{-a_2(0,0,0)}e^{-W_{a_2}^1(x,y,z)}\varphi(x,z)+\int_b^y\left(\frac{s-b}{y-b}\right)^{a_2(0,0,0)}e^{W_{a_2}^1(x,s,z)-W_{a_2}^1(x,y,z)}\cdot$$

$$\left[(x-a)^{-b_2(a,b,c)}e^{-W_{b_2}^1(x,y,z)}\omega(s,z)+\int_a^x\left(\frac{t-a}{x-a}\right)^{b_2(a,b,c)}e^{W_{a_2}^1(t,s,z)-W_{a_2}^1(x,s,z)}\frac{V(t,s,z)}{t-a}dt\right]\frac{ds}{s-b}=$$

$$=(y-b)^{-a_2(a,b,c)}e^{-W_{a_2}^1(x,y,z)}\varphi(x,z)+\int_b^y\left(\frac{s-b}{y-b}\right)^{a_2(a,b,c)}e^{W_{a_2}^1(x,s,z)-W_{a_2}^1(x,y,z)}\cdot$$

$$[(x-a)^{-b_2(a,b,c)}e^{-W_{b_2}^1(x,s,z)}\omega(s,z)+\int_a^x\left(\frac{t-a}{x-a}\right)^{b_2(a,b,c)}e^{W_{a_2}(t,s,z)-W_{a_2}(x,s,z)}$$

$$\left\{(z-c)^{-a_1(a,b,c)}\cdot e^{-W_{a_1}^1(t,s,z)}\psi(t,s)+\int_a^z\left(\frac{\tau-c}{z-c}\right)^{a_1(a,b,c)}e^{W_{a_1}(t,s,\tau)-W_{a_1}(t,s,z)}\cdot\frac{f(t,s,\tau)}{\tau-c}d\tau\right\}\frac{dt}{\tau-a}]\frac{ds}{s-b},$$

(11)

где $\psi(x,y),\omega(y,z),\varphi(x,z)$ - произвольные функции областей $\Omega_1$, $\Omega_2$, $\Omega_3$,

$$W_{a_2}^1(x,y,z)=\int_b^y\frac{a_2(x,s,z)-a_2(a,b,c)}{t-a}dt,\quad W_{b_2}^1(x,y,z)=\int_a^x\frac{b_2(t,y,z)-b_2(a,b,c)}{t-a}dt.$$

Если функции $a_1(x,y,z),a_2(x,y,z),b_2(x,y,z)$ в окрестности точек *(a,b,c)* удовлетворяют следующим условиям

$$\begin{cases} |a_1(x,y,z)-a_1(a,b,c)| \le H_1(z-c)^{\alpha_1},\ 0<\alpha_1<1 \\ |a_2(x,y,z)-a_2(a,b,c)| \le H_2(y-b)^{\alpha_2},\ 0<\alpha_2<1 \\ |b_2(x,y,z)-b_2(a,b,c)| \le H_3(x-a)^{\alpha_3},\ 0<\alpha_3<1, \end{cases} \quad (12)$$

функция $f(x,y,z)\in C(\overline{\Omega}),\ f(a,b,c)=0$ с асимптотическим поведением

$$f(x,y,z)=o\left[(x-a)^{\delta_1}(y-b)^{\delta_2}(z-c)^{\delta_3}\right],$$

при $(x,y,z)\to(a,b,c), \delta_1>|b_2(a,b,c)|, \delta_2>|a_2(a,b,c)|, \delta_3>|a_1(a,b,c)|,$ когда $b_2(a,b,c)<0, a_2(a,b,c)<0, a_1(a,b,c)<0,$ тогда интегралы в правой части (11) существуют.

Итак доказано:

**Теорема1.** Пусть в уравнении (1) функции $A_1(x,y,z),\ A_2(x,y,z),\ C_1(x,y,z)\in C(\overline{\Omega}),$ $A_1(a,b,c)<0\ A_2(a,b,c)<0,\ C_1(a,b,c)<0$ в окрестности областей $\Omega_3,\Omega_2,\Omega_1$ удовлетворяют условиям типов Гёльдера. Функции $f(x,y,z)\in C(\overline{\Omega}),\ f(a,b,c)=0$ с асимптотическим поведением $f(x,y,z)=0\ ,\left[(x-a)^{\delta_1}(y-b)^{\delta_2}(z-c)^{\delta_3}\right],\ \delta_1>|C_1(a,b,c)|,\ \delta_2>|B_1(a,b,c)|,$ $\delta_3>|A_1(a,b,c)|$ при $(x,y,z)\to(a,b,c).$ Кроме того пусть коэффициенты между собой связаны формулами (4), (8). Тогда любое решение уравнения (1) из класса $C^2(\Omega)$ представимо в виде (11) где $\varphi(x,z),\ \Psi(x,y),\ \omega(y,z)$ - произвольные функции областей $\Omega_1,\Omega_2,\Omega_3.$ Причём $\omega(b,z)=0\ \ \omega(u,z)=0\ \left[(x-a)^{\delta_1}(y-b)^{\delta_{21}}(z-c)^{\delta_{31}}\right]$ при $(x,y,z)\to(a,b,c)$ с асимптотическим поведением $\psi(y,z)=0\ \ \left[(y-b)^{\delta_5}(z-c)^{\delta_6}\right],\ \ \delta_5>|B_1(a,b,c)|,$ $\delta_6>|A_1(a,b,c)|$ при $(y,z)\to(b,c).$

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Раджабов Н. Интегральные представления и граничные задачи для некоторых дифференциальных уравнений с сингулярными линиями или сингулярными поверхностями (Введение в теорию немодельных гиперболических уравнений второго порядка с сингулярными линиями) / Н. Раджабов. – Душанбе: Из-во ТГУ, 1985. -ч. 4. – 147 с.
2. Раджабов Н. Введение в теорию дифференциальных уравнений в частных производных со сверхсингулярными коэффициентами / Н. Раджабов. -Душанбе: Изд-во ТГУ, 1992. - 236 с..
3. Rajabov N. Many Dimensional linear hyperbol equations with super singular coefficients / N. Rajabov //Directory and Abstracts International Conference Applied Mathematical. -Tehran, June 18-20 1991. -P. 56-58.
4. Раджабова Л.Н. Интегральное представление для одного класса линейных уравнений с сверхсингулярной точкой / Л.Н. Раджабова // Тр. междунар. симпозиума «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики» (МДОЗ МФ -2000). -Орел, 2000, 28-мая – 2 июня. -С. 370-373.
5. Rajabova L. N. The explicit representations of manifold solutions for a third order equations with super – singular point / L. N. Rajabova // Boundary value problems. Integral Equations and Related Problems, World – Scientific. -New Jersey, London, Hong Gong, 2000. –P. 150-154.
6. Раджабова Л.Н. Некоторые случаи для одного класса линейных уравнений третьего порядка с сингулярной точкой / Л.Н. Раджабова // ДАН РТ. -Душанбе, 1999. -т.17. -№4. -С. 41-49.
7. Раджабов Н. Интегральное представление многообразия решений для одного класса линейного уравнения в частых производных третьего порядке с регулярными коэффициентами / Н. Раджабов, А. Комилов // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2012. -№1/2(81). -С. 17-21.
8. Раджабов Н. Явная формула решений одного нелинейного уравнения третьего порядка / Н. Раджабов, С.Т. Фозилов // Тезисы докладов международной конференции. Геометрия в Одессе – 2004г. Дифференциальная геометрия и ее применение. -Одесса, 17 мая – 29 мая 2004. -С. 69-70.
9. Фозилов С.Т. Явная формула решений для одного класса квазилинейных уравнений в частных производных третьего порядка / С.Т. Фозилов, Н. Раджабов// Естественные науки, Астраханский государственный университет. –Астрахань: Издательский дом, «Астраханский университет», 2005. -№10. -С. 115-122.

10. Фозилов С.Т. Явная формула решений одного класса нелинейных уравнений третьего порядка / С.Т. Фозилов, Н. Раджабов // Естественные науки. –Астрахан: Издательский дом «Астраханский университет», 2004. -№3. -С. 101-104.
11. Фозилов С.Т. Явная формула решений для одного класса квазилинейных уравнений в частных производных / С.Т. Фозилов, Н. Раджабов// Естественные науки. –Астрахан: Издательский дом, «Астраханский университет», 2005. -№2. -С. 65-71.
12. Rajabov N. About one class of second- order linear hyperbolic equations for which all of the boundary consist of singular lines / N.Rajabov // Further on Analysis proceedings of the 6 th international Isaac Congress. 13-18 august 2007. World scientific – 2007. -С. 256-367.

**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГООБРАЗИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ОБЛАСТЯМИ**

В данной статье найдены интегральные представления многообразия решений для одного класса дифференциальных уравнений с тремя сингулярными областями, через три функции двух переменных.

**Ключевые слова:** интегральные представления, многообразие решений, сингулярные области, уравнение в частных производных третьего порядка, дифференциальные операторы.

**INTEGRAL REPRESENTATIONS OF THE DIVERSITY OF SOLUTIONS FOR A CLASS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH THREE SINGULAR AREAS OF**

In this article we find the integral representations of the diversity of solutions for a class of differential equations with three singular areas, using three functions of two variables.

**Key words:** integral representations, a variety of solutions, singular region, the equation in partial derivatives of the third order, differential operators.

**Сведения об авторе:** ***А.О. Комилов*** – старший преподаватель кафедры математики и информатики Педагогического института г. Пенджикент, Таджикистан. Телефон: **927-05-52-95**

# КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ С ДВУМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ГИПЕРПЛОСКОСТЯМИ

***А. Мухсинов, Н.К. Охунов***
**Худжандский государственный университет им. Б. Гафурова**

Разобьем независимые переменные на две группы: $x=(x_1,\ x_2,...,x_n)$ и $y=(y_1,y_2,...,y_m)$, и пусть $G\subset R^n-$область изменения $x$ и $D\subset R^m-$область изменения $y$. Обозначим через $\Gamma_x$ и $\Gamma_y$ границы областей $G$ и $D$ соответственно. Тогда $(\Gamma_x\times\overline{D})\cup(\Gamma_y\times\overline{G})$ есть граница области $G\times D\subset R^{n+m}$.

В области $G\times D$ рассмотрим следующую краевую задачу для уравнения эллиптического типа.

$$-\Delta_{n+m}W+\left(\frac{q^2}{\rho^2}+\frac{p^2}{\sigma^2}\right)W=0 \qquad (1)$$

$$\alpha W+\beta\frac{\partial W}{\partial\nu}\Big|_{\Gamma_x\times\overline{D}}=f,\qquad \gamma W+\delta\frac{\partial W}{\partial\nu}\Big|_{\Gamma_y\times\overline{G}}=h, \qquad (2)$$

где $\Delta_{n+m}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial^2}{\partial x_i^2}+\sum_{j=1}^{m}\frac{\partial^2}{\partial y_j^2}$ - $n+m-$ мерный оператор Лапласа, $\rho=|x|,\ \sigma=|y|$, $\alpha,\beta,\gamma,\delta,p$ и $q$ - постоянные числа, причем $|\alpha|+|\beta|\neq 0\ \ |\gamma|+|\delta|\neq 0$. $\frac{\partial W}{\partial\nu}-$ производная по внешней нормали.

Уравнение (1) называется уравнением с двумя сингулярными гиперплоскостями ( $\rho = 0, \sigma = 0$ )

Решение уравнения (1) будем строить методом разделения переменных

$$W(x, y) = U(x)V(y)$$

Подставляя $W(x, y) = U(x)V(y)$ в уравнение (1) и разделяя переменные, получим:

$$\frac{-\Delta_n U + \frac{q^2}{\rho^2}U}{U} + \frac{-\Delta_m V + \frac{p^2}{\sigma^2}V}{V} = 0$$

где $\Delta_n = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}$, $\Delta_m = \sum_{j=1}^{m} \frac{\partial^2}{\partial y_j^2}$ - $n$ и $m-$мерные операторы Лапласа,

Каждая из написанных дробей должна равняться постоянной величине, так как независимые переменные $x = (x_1, x_2, ..., x_n)$ входят только в первую из этих дробей, а $y = (y_1, y_2, ..., y_m)$ - только во вторую.

Приравнивая вторую из дробей постоянной $\lambda = k^2$, получим следующие два уравнения

$$\Delta_m V(y) + \left(k^2 - \frac{p^2}{\sigma^2}\right)V(y) = 0, \quad (3)$$

$$\Delta_n U(x) - \left(k^2 + \frac{q^2}{\rho^2}\right)U(x) = 0. \quad (4)$$

В уравнение (3) от декартовых координат $y_1, y_2, ..., y_m$ перейдем к сферическим координатам по формулам:

$y_1 = \sigma \cos\theta_1,$

$y_2 = \sigma \sin\theta_1 \cos\theta_2,$

$y_3 = \sigma \sin\theta_1 \sin\theta_2,$

$y_{m-1} = \sigma \sin\theta_1 \sin\theta_2 ... \sin\theta_{m-2} \cos\theta_{m-1},$

$y_m = \sigma \sin\theta_1 \sin\theta_2 ... \sin\theta_{m-2} \sin\theta_{m-1}$

В этих координатах уравнение (3) имеет вид [2]

$$\frac{\partial^2 V}{\partial^2 \sigma} + \frac{(m-1)}{\sigma}\frac{\partial V}{\partial \sigma} + \frac{\Delta_s V}{\sigma^2} + \left(k^2 - \frac{p^2}{\sigma^2}\right)V = 0, \quad (5)$$

где введено обозначение:

$$\Delta_s V = \sum_{j=1}^{m-1} \frac{1}{q_j \sin^{m-j-1}\theta_j} \frac{\partial}{\partial \theta_j}\left(\sin^{m-j-1}\theta_j \frac{\partial V}{\partial \theta_j}\right)$$ $-m-$мерный сферический оператор Лапласа, $q_1 = 1,\ q_j = \left(\sin\theta_1 \sin\theta_2 ... \sin\theta_{j-1}\right)^2$, $s-$ точка единичной сферы с угловыми координатами $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_{m-1}$.

В соответствии с общей схемой метода Фурье ищем решение $V(\sigma, s)$ уравнения (5) в виде

$$V(\sigma, s) = \sum_{i=0}^{\infty} V_i(\sigma) Y_{i,m}(s), \quad (6)$$

где $V_i(\sigma)-$ искомые коэффициенты, $Y_{i,m}(s)-$ $m-$мерные сферические функции порядка $i$, [2]. В дальнейшем размерность $m$ пространства будет оставаться фиксированной, и мы будем опускать слово «$m-$мерная» в названии сферической функции.

Подставляя (6) в уравнение (5), для определения неизвестных функций $V_i(\sigma)$ получим уравнение

$$V_i''(\sigma)+\frac{m-1}{\sigma}V_i'(\sigma)+\left(k^2-\frac{p^2+i(i+m-2)}{\sigma^2}\right)V_i(\sigma)=0 \qquad (7)$$

Здесь мы воспользовались тем, что сферические функции $Y_{i,m}(s)$ удовлетворяют уравнениям

$$\Delta_s Y_{i,m}(s)+i(i+m-2)Y_{i,m}(s)=0.$$

Уравнение (7) заменой $V_i(\sigma)=\sigma^{-\frac{m-1}{2}}w_i(\sigma)$ приводится к уравнению Бесселя $\nu_i-$ го порядка

$$\sigma^2 w_i''(\sigma)+\sigma w_i'(\sigma)+\left[k^2\sigma^2-\left(\frac{4p^2+(2i+m-2)^2}{4}\right)\right]w_i(\sigma)=0, \qquad (8)$$

где $\nu_i^2=\frac{4p^2+(2i+m-2)^2}{4}$.

Как известно [1], общий интеграл этого уравнения будет

$$w_i(\sigma)=C_{1i}J_{\nu_i}(k\sigma)+C_{2i}J_{-\nu_i}(k\sigma), \quad \nu_i^2=\frac{4p^2+(2i+m-2)^2}{4},$$

где $J_{\pm\nu_i}(x)$ - функции Бесселя первого и второго рода, причем, если $\nu_i-$ целое положительное число, то $J_{-\nu_i}(x)$ надо заменить на $Y_{\nu_i}(x)$, где

$$Y_{\nu_i}(x)=\lim_{\nu\to\nu_i}\frac{J_\nu(x)-(-1)^{\nu_i}J_{-\nu}(x)}{\nu-\nu_i}$$

называется бесселевой функцией второго рода с целым индексом $\nu_i$ (или функцией Ханкеля) [1].

Поскольку $J_{-\nu_i}(x)$ обращается в бесконечность при $x=0$, а мы хотим иметь ограниченное при $\sigma=0$ решение, то в формуле для $w_i(\sigma)$ берем $C_{2i}=0$. Не ограничивая общности, мы можем считать, $C_{1i}=C_i$, т.е.

$$w_i(\sigma)=C_iJ_{\nu_i}(k\sigma), \qquad \nu_i^2=\frac{4p^2+(2i+m-2)^2}{4}.$$

Итак, ограниченными при $\sigma\to 0$ решениями уравнения (5) с учетом замены будут:

$$V_i(\sigma)=C_i\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k\sigma), \qquad (9)$$

где $i=0,1,2,\ldots$, постоянная $k\geq 0$.

Таким образом, имеет место

Теорема 1. Всякое решение уравнения (3) из класса $C_0^2$, представимо формулой

$$V(y_1,y_2,\ldots,y_m)\equiv V(\sigma,s)=\sum_{i=0}^{\infty}C_i\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s). \qquad (10)$$

Обратно, каковы бы ни были постоянные $C_i$, каждый член ряда (10), а при обеспечении сходимости соответствующих рядов и его сумма, являются решениями уравнения (3) .

Аналогично в уравнение (4) переходя от декартовых координат $x_1, x_2,...,x_n$ к сферическим координатам:

$x_1 = \rho\cos\theta_1',$

$x_2 = \rho\sin\theta_1'\cos\theta_2',$

$x_3 = \rho\sin\theta_1'\sin\theta_2',$

$x_{n-1} = \rho\sin\theta_1'\sin\theta_2'...\sin\theta_{n-2}'\cos\theta_{n-1}',$

$x_n = \rho\sin\theta_1'\sin\theta_2'...\sin\theta_{n-2}'\sin\theta_{n-1}',$

будем иметь

$$\frac{\partial^2 U}{\partial^2\rho} + \frac{(n-1)}{\rho}\frac{\partial U}{\partial\rho} + \frac{\Delta_{s'}U}{\rho^2} - \left(k^2 + \frac{q^2}{\rho^2}\right)U = 0, \qquad (11)$$

где здесь введено обозначение:

$\Delta_{s'}V = \sum_{j=1}^{n-1}\frac{1}{q_j\sin^{n-j-1}\theta_j'}\frac{\partial}{\partial\theta_j'}\left(\sin^{n-j-1}\theta_j'\frac{\partial U}{\partial\theta_j'}\right)$ $-n-$мерный сферический оператор Лапласа, $q_1 = 1,\ q_j = \left(\sin\theta_1'\sin\theta_2'...\sin\theta_{j-1}'\right)^2$, $s'-$ точка $n-$ мерной единичной сферы с угловыми координатами $\theta_1', \theta_2', ..., \theta_{n-1}'$.

Ищем решение $U(\rho, s')$ уравнения (11) в виде

$$U(\rho, s') = \sum_{j=0}^{\infty} U_j(\rho) Y_{j,n}(s'), \qquad (12)$$

где $U_j(\rho)-$искомые коэффициенты, $Y_{j,n}(s')-$ $n-$мерные сферические функции порядка $j$ [2]. Подставляя (11) в уравнение (10) и воспользовавшись тем, что сферические функции $Y_{j,n}(s')$ удовлетворяют уравнениям

$\Delta_{s'}Y_{j,n}(s') + j(j+n-2)Y_{j,n}(s') = 0,$

для определения неизвестных функций $U_j(\rho)$ получим уравнения

$$U_j''(\rho) + \frac{n-1}{\rho}U_j'(\rho) - \left(k^2 + \frac{q^2 + j(j+n-2)}{\rho^2}\right)U_j(\rho) = 0. \qquad (13)$$

С помощью замены $U_j(\rho) = \rho^{-\frac{n-2}{2}} w_j(\rho)$ уравнение (13) приводится к модифицированному уравнению Бесселя $\mu_j-$ го порядка [1]

$$\rho^2 w_j''(\rho) + \rho w_j'(\rho) - \left[k^2\rho^2 + \mu_j^2\right]w_j(\rho) = 0, \qquad \mu_j^2 = \frac{4q^2 + (2j+n-2)^2}{4}$$

общим решением которого есть

$$w_j(\rho) = D_{1j}\mathrm{I}_{\mu_j}(k\rho) + D_{2j}I_{-\mu_j}(k\rho),$$

где $\mathrm{I}_{\mu_j}(k\rho),\ I_{-\mu_j}(k\rho)$ - модифицированные функции Бесселя первого и второго рода, причем, если $\mu_j-$ целое положительное число, то $I_{-\mu_j}(x)$ надо заменить на $\mathrm{K}_{\mu_j}(x)$, где

$$\mathrm{K}_{\mu_j}(x)=\frac{1}{2}\pi\lim_{\nu\to\mu_j}\frac{I_{-\nu}(x)-J_{\nu}(x)}{\sin\nu\pi}$$

называется бесселевой функцией второго рода с целым индексом $\mu_j$ (или функцией Макдональда) (см. [ 1 ], [3]) $D_{1j}, D_{2j}-$ произвольные постоянные.

Поскольку функция $I_{-\mu_j}(k\rho)$ в точке $\rho=0$ неограниченна, а мы ищем ограниченное в начале координат решение, то положим $D_{2j}=0$ и без ограничения общности возьмем $D_{1j}=1.$ Итак, ограниченное при $\rho=0$ решение уравнения (11), согласно замены $U_j(\rho)=\rho^{-\frac{n-2}{2}}w_j(\rho)$ имеет вид

$$U_j(\rho)=\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k\rho),$$

а неограниченное

$$U_j(\rho)=\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{-\mu_j}(k\rho).$$

Итак, ограниченными при $\rho\to 0$ решениями уравнения (11) будут:

$$U_j(\rho)=D_j\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k\rho),$$

где $j=0, 1, 2,\ldots$, постоянная $k\geq 0$.

Имеет место

Теорема 2. Всякое решение уравнения (4) из класса $C_0^2$ представимо формулой

$$U(x_1,x_2,\ldots,x_n)\equiv U(\rho,s')=\sum_{j=0}^{\infty}D_j\,\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s'). \qquad (14)$$

Обратно, каковы бы ни были постоянные $D_j$, каждый член ряда (14), а при обеспечении сходимости соответствующих рядов и его сумма, являются решениями уравнения (4) .

Если вместо постоянной $(+k^2)$ ввести постоянную $(-k^2)$, то получим частные решение уравнения (3) вида:

$$\sigma^{-\frac{m-2}{2}}I_{\pm\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s) \qquad (15)$$

и частные решения уравнения (4) вида:

$$\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{\pm\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s') \qquad (16)$$

Замечание 1. При $k=0$ уравнения (3) и (4) примут вид

$$\Delta_m V(y)-\frac{p^2}{\sigma^2}V(y)=0 \qquad (3.0)$$

$$\Delta_n U(x)-\frac{q^2}{\rho^2}U(x)=0 \qquad (4.0)$$

Решениями которых соответственно будут

$$V_i(y)=\sigma^{-\frac{m-2}{2}\pm\nu_i}Y_{i,m}(s),\quad U_j(x)=\rho^{-\frac{n-2}{2}\pm\mu_j}Y_{j,n}(s')$$

Таким образом, для уравнения (1) построены три серии частных решений:

$$\left.\begin{array}{l}\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s')\\ \sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{-\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{-\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s')\end{array}\right\}\ \text{при}\ \lambda=k^2\ , \qquad (17)$$

$$\left.\begin{array}{l}\sigma^{-\frac{m-2}{2}}I_{\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s')\\ \sigma^{-\frac{m-2}{2}}I_{-\nu_i}(k\sigma)Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{-\mu_j}(k\rho)Y_{j,n}(s')\end{array}\right\}\ \text{при}\ \lambda=-k^2, \qquad (18)$$

$$\left.\begin{array}{l}\sigma^{-\frac{m-2}{2}+\nu_i}Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}+\mu_j}Y_{j,n}(s')\\ \sigma^{-\frac{m-2}{2}-\nu_i}Y_{i,m}(s)\rho^{-\frac{n-2}{2}-\mu_j}Y_{j,n}(s')\end{array}\right\}\ \text{при}\ \lambda=k^2=0\ . \qquad (19)$$

Причем первые решения каждой серии ограничены при $\sigma=\rho=0$, а вторые неограничены.

Так как согласно теории функций Бесселя (см. [1]), функция $J_p(x)$ имеет счетное множество положительных корней, а $\mathrm{I}_p(x)$ не имеет вещественных корней, то это различие в представлении решений используется в различных целях.

Например, пусть $G\subset R^n-$область изменения $x$ и $D\subset R^m-$область изменения $y$ будут шарами радиуса $a$ и $b$ соответственно.

Если мы ищем ограниченные решения, обращающееся в нуль на границе $(\Gamma_x\times\overline{D})$ т.е. на поверхности шара ($\rho=a$), то такая задача имеет счетное множество частных решений вида (18)

$$\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}}I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}\sigma)Y_{i,m}(s),\ j,i=0,1,2,\ldots\quad l=1,2,\ldots \qquad (20)$$

где через $k_1^{(\mu_j)},k_2^{(\mu_j)},\ldots,k_l^{(\mu_j)},\ldots,$ обозначены положительные корни функции $J_{\mu_j}(ka)$, расположенные в порядке их возрастания.

Если же ищем ограничение решения, обращающиеся в нуль на $(\Gamma_y\times\overline{G})$ т.е. на поверхности шара ($\sigma=b$) то имеем решения в виде (17)

$$\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s)\ \ j,i=0,1,2,\ldots\quad l=1,2,\ldots, \qquad (21)$$

где через $k_1^{(\nu_i)},k_2^{(\nu_i)},\ldots,k_l^{(\nu_i)},\ldots,$ обозначены положительные корни функции $J_{\nu_i}(kb)$, расположенные в порядке их возрастания.

Очевидно, что общее решение уравнения (1) с различными свойствами записывается в виде разложения по частным решениям вида (20) и (21) в силу полноты системы функций $\left\{\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}}I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}\sigma)Y_{i,m}(s)\right\}$ и системы функций $\left\{\rho^{-\frac{n-2}{2}}I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s)\right\}$ (см. [2] лемма §1.9).

В общем имеет место

Замечание 2. Если $k=k_1^{(\nu_i)},k_2^{(\nu_i)},\ldots,k_l^{(\nu_i)},\ldots-$ корни уравнения $J_{\nu_i}(kb)=0$, либо корни уравнения $J'_{\nu_i}(kb),$ либо корни уравнения $kJ'_{\nu_i}(kb)+hJ_{\nu_i}(kb)=0$, то система функций

$$\left\{ D_{lji}\rho^{-\frac{n-2}{2}} I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}} J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s)\right\} \quad j,i=0,1,2,\ldots \quad l=1,2,\ldots$$

при выборе соответствующих констант $D_{lji} \quad j,i=0,1,2,\ldots \quad l=1,2,\ldots$ образуют полную ортонормированную систему.

Аналогично если $k=k_1^{(\mu_j)},k_2^{(\mu_j)},\ldots,k_l^{(\mu_j)},\ldots-$ корни уравнения $J_{\mu_j}(ka)=0$, либо корни уравнения $J'_{\mu_j}(ka)=0$, либо корни уравнения $kJ'_{\mu_j}(ka)+hJ_{\mu_j}(ka)=0$, то система функций

$$\left\{ C_{lji}\rho^{-\frac{n-2}{2}} J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}} I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}\sigma)Y_{i,m}(s)\right\} \quad j,i=0,1,2,\ldots \quad l=1,2,\ldots$$

при выборе соответствующих констант $C_{lji} \quad j,i=0,1,2,\ldots \quad l=1,2,\ldots$ также образуют полную ортонормированную систему.

В силу этого замечания легко доказывается:

Теорема 3. Пусть область $G\times D$, в которой ищется решение уравнения (1), есть прямое произведение шаров радиуса $a$ и $b$; $Ш_a=\left\{\rho^2=\sum_{i=1}^{n}x_i^2<a^2\right\}$ и $Ш_b=\left\{\sigma^2=\sum_{i=1}^{n}y_i^2<b^2\right\}$, то есть $G\times D=Ш_{\text{a}}\times Ш_{\text{b}}$. Тогда всякое решение уравнения (1) из класса $C^2(G\times D)$, обращающееся в нуль на поверхности шара ($\rho=a$), представимо формулой

$$W(\rho,s',\sigma,s)=\sum_{l=1}^{\infty}\sum_{j=0}^{\infty}\sum_{i=0}^{\infty}C_{lji}\rho^{-\frac{n-2}{2}} J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}} I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}\sigma)Y_{i,m}(s), \qquad (22)$$

а обращающееся в нуль на поверхности шара ($\sigma=b$), представимо формулой

$$W(\rho,s',\sigma,s)=\sum_{l=1}^{\infty}\sum_{j=0}^{\infty}\sum_{i=0}^{\infty}D_{lji}\rho^{-\frac{n-2}{2}} I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}\rho)Y_{j,n}(s')\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}} J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s), \qquad (23)$$

где через $k_1^{(\mu_j)},k_2^{(\mu_j)},\ldots,k_l^{(\mu_j)},\ldots,$ обозначены положительные корни функции $\alpha J_{\mu_j}(ka)+k\beta J'_{\mu_j}(ka)=0$, а через $k_1^{(\nu_i)},k_2^{(\nu_i)},\ldots,k_l^{(\nu_i)},\ldots,$ обозначены положительные корни функции $\gamma J_{\nu_i}(kb)+k\delta J'_{\nu_i}(kb)=0$, расположенные в порядке их возрастания.

Обратно, каковы бы не были постоянные $C_{lji}, D_{lji}$, каждый член рядов (22) и (23), а при обеспечении сходимости соответствующих рядов, и их суммы являются решениями уравнения (1) с предельными значениями, равными нулю на поверхности шара ($\rho=a$) и поверхности шара ($\sigma=b$), соответственно.

Ряды (22) и (23) называются рядами Фурье - Бесселя. Общую краевую задачу для уравнения (1) в области $G\times D$ нужно разбить на две стандартные задачи. Стандартной задачей называется задача, в которой неоднородные граничные условия заданы на $(\Gamma_x\times\overline{D})$, а на $(\Gamma_y\times\overline{G})-$ граничные условия, нулевые или наоборот.

Очевидно, что решение задачи (1) – (2) записывается в виде рядов (22), (23) в силу полноты системы функций $J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s)\cdot Y_{i,m}(s')$ и системы функций $J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s')\cdot Y_{j,n}(s)$ (см. [2] лемма §1.9).

Используя, интегральное уравнение сферических функций.

$$Y_{k,m}(s)=\frac{2k+m-2}{(m-2)|S_1|}\int_{S_1}Y_{k,m}(s')I_{k,m}((s,s'))ds'$$

,

свойство обобщенной ортогональности функций $J_\nu(k_l^{(\nu)}x)$ при фиксированном $\nu$ [1], а именно:

$$\int_0^c xJ_\nu(k_l^{(\nu)}x)J_\nu(k_{l'}^{(\nu)}x)dx=0 \quad \text{при } l\neq l', \qquad \int_0^c xJ_\nu^2(k_l^{(\nu)}x)dx=\left\|J_\nu\right\|^2 \quad \text{при } l=l',$$

мы можем, однозначно определять коэффициенты $C_{lji}$ и $D_{lji}$ из граничных условий (2)

То есть имеет место

Теорема 4. Задача (1)-(2) имеет единственное решение в виде

$$W(\rho,s,\sigma,s')=\sum_{l=1}^{\infty}\sum_{j=0}^{\infty}\sum_{i=0}^{\infty}A_{lji}\frac{I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}\rho)}{\alpha I_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}a)+\beta k_l^{(\nu_i)}I'_{\mu_j}(k_l^{(\nu_i)}a)}\left(\frac{\rho}{a}\right)^{-\frac{n-2}{2}}Y_{j,n}(s)\cdot\sigma^{-\frac{m-2}{2}}J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)Y_{i,m}(s')+$$

$$+\sum_{l=1}^{\infty}\sum_{j=0}^{\infty}\sum_{i=0}^{\infty}B_{lji}\frac{I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}\sigma)}{\gamma I_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}b)+\delta k_l^{(\mu_j)}I'_{\nu_i}(k_l^{(\mu_j)}b)}\rho^{-\frac{n-2}{2}}J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)Y_{j,n}(s)\cdot\left(\frac{\sigma}{b}\right)^{-\frac{m-2}{2}}Y_{i,m}(s')$$

где коэффициенты $A_{lji}, B_{lji}$ определяются однозначно из граничных условий по формулам

$$A_{lji}Y_{j,n}(s)Y_{i,m}(s')=N_{lji}\int_0^b\int_S\int_{S'}f(\varsigma,\sigma,\varsigma')I_{j,n}((s,\varsigma))I_{i,m}((s',\varsigma'))J_{\nu_i}(k_l^{(\nu_i)}\sigma)\cdot\sigma^{\frac{m-2}{2}+1}d\sigma d\varsigma d\varsigma'$$

,

$$B_{lji}Y_{j,n}(s)Y_{i,m}(s')=M_{lji}\int_0^a\int_S\int_{S'}h(\rho,\varsigma,\varsigma')I_{j,n}((s,\varsigma))I_{i,m}((s',\varsigma'))J_{\mu_j}(k_l^{(\mu_j)}\rho)\cdot\rho^{\frac{n-2}{2}+1}d\rho d\varsigma d\varsigma'$$

,

$$N_{lji}=\frac{4(2l+m-2)(2l+n-2)}{(m-2)(n-2)|S||S'|b^{\frac{m+2}{2}}\left\|J_{\nu_i+1}\right\|^2}, \qquad M_{lji}=\frac{4(2l+m-2)(2l+n-2)}{(m-2)(n-2)|S||S'|a^{\frac{n+2}{2}}\left\|J_{\mu_j+1}\right\|^2},$$

где $I_{j,n}((s,\varsigma))-$ $n-$ мерная сферическая гармоника порядка $j$, $s,\varsigma\in S$ -точки $n-$ мерной единичной сферы S, $(s,\varsigma)-$ скалярное произведение единичных векторов $\overrightarrow{os}$ и $\overrightarrow{o\varsigma}$,

Доказательство сходимости рядов аналогично как в работе [4].

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Ватсон Г. Н. Теория бесселевых функций, ч. 1- 4/ Г.Н. Ватсон. -Л.: ИЛ, 1949. -798 с.
2. Владимиров В.С. Уравнения математической физики /В.С. Владимиров. - М.: Наука, 1976. -528 с.
3. Macdonald - Proc. London Math. Soc., 1899, v. XXX.
4. Мухсинов А. Уравнение с сингулярной линией и плоскостью / А. Мухсинов // Ученые записки ХГУ. Естественные науки. – 2011. - №2. - С. 151-159.


**КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ С ДВУМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ГИПЕРПЛОСКОСТЯМИ**


В работе получена формула представления решений краевых задач для одного уравнения в частных производных с двумя сингулярными гиперплоскостями в виде рядов Фурье - Бесселя



**Ключевые слова:** оператор Лапласа, сингулярная гиперплоскость, интегральные уравнения, краевые задачи, ряды Фурье-Бесселя.


**BOUNDARY PROBLEM FOR OF ONE EQUATION WITH TWO SINGULAR HYPERPLANES**


We obtain a formula for the representation of solutions of boundary value problems for a partial differential equation with two singular hyper planes in the form of the Fourier – Bessel.



**Key words:** Laplace, singular hyper plane, integral equations, boundary value problems, Fourier-Bessel.



**Сведения об авторах:** ***А. Мухсинов*** – доктор физико–математических наук, профессор кафедры математического анализа Худжандского государственного университета им. Б. Гафурова.
Телефон: **928-30-94-96.** E-mail: **abulkosim-m@mail.ru**

***Н.К. Охунов*** – старший преподаватель кафедры математического анализа Худжандского государственного университета им. Б. Гафурова. Телефон: **907-68-11-55**

## Ф И З И К А - Т Е Х Н И К А

# НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

***Н.Б. Курбонов, С.О. Мирзохонова, Ш.Б. Курбонов***
**Таджикский национальный университет,**
**Таджикский государственный педагогический университет им. Садриддина Айни**

Гидросфера и атмосфера Земли находятся в постоянном движении и взаимодействии. Под воздействием фазовых переходов воды происходит функционирование глобального гидрологического цикла (ГГЦ) [1]. Испарение - это важнейший процесс фазового перехода воды из жидкого состояния в газообразное, в результате которого вода поступает из гидросферы в атмосферу. Следующий фазовый переход - это конденсация водяного пара в атмосфере, процесс перехода воды из газообразного состояния в жидкое с образованием облачности и осадков. Еще два фазовых перехода - это замерзание - переход воды из жидкого состояния в твердое, при котором происходит образование твердых осадков в атмосфере (снег, град) и устанавливается ледяной покров на водных объектах гидросферы, и противоположный ему процесс - таяние, формирующий весеннее полноводье.

Глобальный гидрологический цикл состоит из двух звеньев - океанического и континентального, связанных между собой атмосферным этапом - переносом воздушных масс и континентальным этапом - стоком с суши водных масс. Океаническое звено ГГЦ зарождается в Мировом океане, с акватории которого испаряется 87,5% всего объема воды (505 тыс. км$^3$/год), участвующей ежегодно в глобальном круговороте [2]. Из них 405 тыс. км$^3$/год воды возвращается в Мировой океан в виде осадков океанического происхождения, а оставшиеся 100 тыс. км$^3$/год выносятся воздушными течениями на сушу. Континентальное звено ГГЦ начинается с атмосферных осадков, выпадающих на сушу из воздушных масс океанического происхождения. Все это свидетельствует о неразрывной связи гидрологических и метеорологических процессов.

Рассматривая уравнение водного баланса, которое в общем виде описывает глобальный круговорот воды, т.е. ГГЦ, мы видим, что приходную его часть представляют собой осадки, а расходную - сток и испарение. Но без приходной части не было бы и расходной, т.е. *без осадков не было бы и стока.* И в природе этому есть подтверждение - это зона пустынь, где осадков нет совсем или величина их ничтожна, и поэтому в ней нет и стока. Отсутствие осадков там объясняется особенностями атмосферной циркуляции - все пустыни находятся в зоне влияния субтропических антициклонов. Величина вклада осадков в водный баланс растет с увеличением пространственного и временного масштабов рассматриваемого процесса. Осадки - это метеорологическая величина, которая измеряется на сети метеорологических станций и постов. Испарение и сток - величины гидрологические, и их измерением занимаются гидрологи. Следовательно, уравнение водного баланса, которое описывает ГГЦ, состоит из метеорологических и гидрологических величин.

Все изменения в состоянии рек и озер связаны с изменениями погоды на территории их бассейнов. Развиваясь под влиянием метеорологических факторов, гидрологические процессы происходят не мгновенно - продолжительность паводка, вызванного ливневым дождем в крупном бассейне, намного больше продолжительности самого дождя.

Более медленное развитие гидрологических процессов по сравнению с метеорологическими дает возможность с хорошей заблаговременностью составлять гидрологические прогнозы. Прогнозы уровня, стока, образования и разрушения ледостава, ветрового волнения невозможны без знания будущего состояния погоды, т.е. без

метеорологических прогнозов.

Учет, сохранение и рациональное использование водных ресурсов являются важнейшими проблемами современности. С учетом огромной роли, которую играет гидрология в решении проблемы учета водных ресурсов и их использования, в первой половине XX в. возникла необходимость координировать эту работу на международном уровне. К тому времени метеорология уже имела свою Международную метеорологическую организацию (ММО), которая была учреждена на первом международном Метеорологическом Конгрессе в г.Вене в 1873 г., и позднее преобразованная во Всемирную метеорологическую организацию.

Только в 1950 г. ВМО стала полноценной межправительственной организацией [3]. Процесс создания международного органа по координации работы национальных гидрологических служб был длительным и трудным. Впервые Комиссия по гидрологии в составе Международной метеорологической организации была создана в 1946 г. Однако на первом Конгрессе ВМО (Париж, 1951 г.) интересы Комиссии некому было защитить и она была упразднена. И только в сентябре 1959 г. Комиссия по гидрологии была официально учреждена. Первым президентом Комиссии был избран Макс Колер (США), вице-президентом - Леон Тисон (Бельгия), который являлся также Генеральным секретарем Международной ассоциации гидрологических наук (МАГН).

В начале 1960-х гг. возникла идея проведения Международного гидрологического десятилетия (МГД), которое началось в 1965 г. под эгидой ЮНЕСКО. По результатам многих проектов МГД были выпущены технические публикации, в том числе Атлас мирового водного баланса, который используется и как учебное пособие для студентов гидрологических специальностей. За время, истекшее после учреждения, было проведено 12 сессий Комиссии по гидрологии, избрано 7 президентов Комиссии, одним из которых был бывший представитель СССР Попов Е.Г., находившийся на этой должности с 1968 по 1976 г.

Отношения между ВМО и ЮНЕСКО в те времена были довольно сложными, поэтому им долгое время не удавалось договориться о разграничении полномочий и ответственности по гидрологическим вопросам. Наконец, на IV сессии Комиссии по гидрологии в 1972 г. в г.Буэнос-Айресе было определено, что ВМО курьирует оперативную гидрологию, а ЮНЕСКО концентрирует свое внимание на научной гидрологии. В 1974 г. совместными усилиями ЮНЕСКО и ВМО была проведена Международная конференция по результатам МГД, которая способствовала активизации международного сотрудничества по проблемам пресных вод.

На VI Всемирном метеорологическом конгрессе ВМО в 1971 г. произошло важное событие - была изменена Конвенция ВМО, в которую было внесено положение «Об ответственности ВМО за содействие развитию деятельности в области оперативной гидрологии». Таким образом, гидрология была признана в качестве самостоятельной равноправной дисциплины.

Со времени создания Комиссии по гидрологии мир значительно изменился - население нашей планеты увеличилось с 3 до 7 млрд. чел., т.е. водопотребление возросло более чем в два раза. Намного уменьшилась площадь территорий, покрытых тропическими джунглями и хвойными лесами; резко увеличилась потребность в водных ресурсах для нужд сельского хозяйства, промышленного производства и жилищно-коммунальной сферы. Все эти изменения напрямую связаны с гидрологией, т.е. с водохозяйственным балансом и управлением этим балансом.

Метеорология и гидрология также изменились с точки зрения научного и практического применения, поскольку расширились знания о глобальных атмосферных процессах и их связях с глобальным гидрологическим циклом, подтверждающие, насколько метеорология и гидрология тесно переплетены между собой.

Вслед за программой МГД ЮНЕСКО приняла Международную гидрологическую программу (МГП), которая кроме количественных показателей была призвана рассматривать качественные и социальные аспекты гидрологического цикла.

В 1987 г. на Генеральной Ассамблее ООН Международная комиссия по окружающей среде и развитию представила доклад «комиссии Брундтланд», после публикации которого, появилась концепция устойчивого развития водных ресурсов. Термин «устойчивое развитие» определяется как способность удовлетворять потребности сегодняшнего дня, не ставя под угрозу способность будущих поколений, удовлетворять их потребности [4].

Надежная оценка водных ресурсов является основой их устойчивого развития и управления ими во всем мире. Именно поэтому вопросы оперативной и научной гидрологии координируются на международном уровне с помощью различных программ ВМО и ЮНЕСКО. Гидрологический цикл требует глобального рассмотрения, т.к. значительное отклонение какой-либо метеорологической или гидрологической величины от многолетней нормы на одном его этапе (например, температуры воды в океане) вызывает изменения в величине осадков и стока на материках. На Седьмом Конгрессе ВМО в 1975 г. была создана Программа по оперативной гидрологии (ПОГ), затем появилась Гидрологическая оперативная многоцелевая система (ГОМС), что позволило создать Всемирную систему наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ).

Достоверная оценка водных ресурсов и качественный гидрологический прогноз основываются на наблюдениях. В нашей стране гидрологическими и метеорологическими наблюдениями и прогнозами занимается гидрометеорологическая служба - Росгидромет, где гидрологи и метеорологи работают в тесном контакте. В области научно-прикладных исследований такого тесного контакта уже не наблюдается.

К сожалению, наблюдательная сеть гидрометеорологических станций и постов на территории нашей страны сильно сокращена, что негативно сказывается на качестве и заблаговременности прогнозов.

Катастрофические наводнения в Крыму (2012 г.) и на Амуре (2013 г.), которые произошли в результате дождевых паводков, еще раз показали, насколько сильно гидрологические процессы зависят от метеорологических, а в данном случае полностью определяются ими. Наводнение на р. Амуре произошло вследствие формирования над данным регионом особой синоптической ситуации - установления здесь двух обширных блокирующих антициклонов, которые задержали движение западных и юго-западных циклонов, и все осадки из них выпали в бассейне р.Амура. В работе [5], посвященной, в частности, применению физико-математических моделей для определения опасности катастрофических наводнений, авторы для расчета возможных максимальных осадков пользовались Руководством ВМО [6]. Метод, изложенный в этом Руководстве, позволяет рассчитать и спрогнозировать количество максимальных осадков с заблаговременностью 72 час. В обычной практике количество осадков не прогнозируется, т.к. метеорологов это не интересует. А вот для гидрологов это крайне важно, особенно для осадков редкой повторяемости, которые могут привести к катастрофическим наводнениям.

В Гидрометцентре России разработан метод прогноза интенсивности (количества) осадков с детализацией по трем градациям (11-34; 35-49 и 50 мм/12 час и более). Прогнозы рассчитываются с заблаговременностью 12 и 24 часа два раза в сутки с горизонтальным разрешением 75 км, т.е. заблаговременность прогноза по нашему методу в три раза меньше [1].

Необходимость изучения условий возникновения катастрофических паводков была отражена в Решениях VII Гидрологического съезда [7]: «Рекомендовать: Минприроды совместно с Минрегионом России, Минстроем, Росгидрометом, Росводресурсами при участии РАН провести научные исследования экстремального паводка в бассейнах рек

Амур, Зея, Бурея и Уссури для определения влияния изменений климата на гидрологический режим рек и установления новых требований к условиям обеспечения безопасности территорий и гидротехнических сооружений».

Обучение специалистов - гидрологов и метеорологов в нашей стране проводится без тесного контакта и необходимого взаимопонимания.

Курсы метеорологии у гидрологов и гидрологии у метеорологов урезаны и читаются без взаимной увязки. Метеорологи мало интересуются гидрологией, то же можно сказать и о гидрологах. В некоторых учебных пособиях по гидрологии в обозначениях метеорологических величин даны неверные названия и единицы измерения.

Возможно, более тесное взаимодействие метеорологических и гидрологических специальностей, проведение совместных исследований по гидрологической и метеорологической тематикам, а также использование зарубежных методов прогноза максимального количества осадков позволило бы увеличить период заблаговременного прогноза катастрофических наводнений и уменьшить причиняемый ими ущерб.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Носков В.М. О взаимосвязи гидрологии и метеорологии / В.М. Носков // Географический вестник. – 2014. -№2 (29). - С.101-116.
2. Применение физико-математических моделей формирования речного стока для оценки степени опасности катастрофических наводнений / [Л.С. Кучмент, А.Н. Гелъфан, В.Н. Демидов и др.] // Метеорология и гидрология. - 1994. -№4. - С.93-100.
3. Акимов И.В. Метод расчета количества осадков, выпадающих из облачности капельного и смешанного фазового состояния / И.В. Акимов // Труды Гидрометцентра России. - 2001. -Вып.336. - С.149-163.
4. Аскью А. Гидрология и водные ресурсы в рамках ВМО / А. Аскью // Бюллетень ВМО. - 2008. -Т.57 (3). - С.140-146.
5. Валверде А. Понимание гидрологического цикла: ключ к устойчивому развитию / *А. Валверде* // Бюллетень ВМО. - 2008. -Т.57(3). - С.170-172.
6. Эделъштейн К.К. Гидрология материков / *К.К. Эделъштейн.* - М.: Академия, 2005. - 302 с.
7. Оперативный выпуск гидродинамических прогнозов по спектральной глобальной модели Гидрометцентра России / *И.А. Родзинская, Д.Б. Киктев, Т.Я. Пономарева [и др.]* // Труды Гидрометцентра России. - 2001. -Вып.334. - С.52-68.


**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ**


Рассмотрены некоторые вопросы о взаимосвязи метеорологических и гидрологических процессов, о влиянии метеорологических факторов на состояние водных объектов суши и отношениях между гидрологией и метеорологией на международном уровне.



**Ключевые слова:** гидросфера; атмосфера; водный баланс; глобальный гидрологический цикл (ГГЦ); Всемирная метеорологическая организация (ВМО); ЮНЕСКО; Комиссия по гидрологии.


**SOME QUESTION ABOUT THE RELATIONSHIP OF HYDROLOGY AND METEOROLOGY**


The article analyze question about relationship meteorological and hydrological processes, about influence meteorological factors on water object of land and relation between hydrology and meteorology on international level.



**Key words:** hydrosphere; atmosphere; water balance; Global Hydrological Cycle (GHC); World Meteorological Organization (WMO); UNESCO; Commission on hydrology.



**Сведения об авторах:** ***Н.Б. Курбонов*** - аспирант физического факультета Таджикского национального университета. E-mail: **nomvarjon_90@mail.ru**. Телефон: **93-474-88-66**

***С.О. Мирзохонова*** – ассистент, физический факультет Таджикского национального университета. E-mail: **sitora.82@mail.ru.** Телефон: **919-03-34-79**

***Ш.Б. Курбонов*** – магистр, географический факультет Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. E-mail: **tourist.2893@mail.ru.** Телефон: **93-474-88-66**

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОГРАНИЧЕННОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННОЙ ГИПЕРБОЛИЗАЦИИ

***Х.Ш. Джураев, К. Комилов, З.С. Норматов***
**Таджикский национальный университет**

В работе [1] исследован процесс распространения тепла в неограниченной среде, при заданном начальной распределении температуры, то есть определено распределение температуры в последующие моменты времени. Установлено, что вдоль длины тела тепло распространяется по синусоидальному закону, то есть имеет волновой характер. Настоящая работа является продолжением предыдущей работы. Будем исследовать распространение тепла в ограниченной среде. Допустим, что в начальный момент времени ($t = 0$) известно распределение температуры и известен тепловой режим на границе $S$ тела, то есть задано граничное условие. Требуется определение распределения температуры в теле в последующих моментах времени ($t < 0$ или $t > 0$) методом искусственной гиперболизации. Согласно методу искусственной гиперболизации в левой части уравнения

$$\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \beta \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2}$$

добавим слагаемое вида $\alpha \frac{\partial^2 T}{\partial t^2}$. Тогда уравнение теплопроводности принимает вид:

$$\alpha \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial t^2} + \frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \beta \frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2}. \qquad (1)$$

где $\alpha$ - характерное время релаксации теплового потока (параметр регуляризации), $\beta$ - коэффициент теплопроводности тела.

Это уравнение является аналогом волнового уравнения для температурного поля. Решение уравнение (1) будем искать методом разделения переменных:

$$T_\alpha(x,t) = T_{1\alpha}(x) \cdot T_{2\alpha}(t), \qquad (2)$$

В результате проведения соответствующих преобразований получим следующие уравнения для $T_{1\alpha}$ и $T_{2\alpha}$:

$$\alpha \frac{\partial^2 T_{1\alpha}}{\partial t^2} + \frac{\partial T_{1\alpha}}{\partial t} + \beta\lambda^2 T_{1\alpha} = 0, \qquad (3)$$

$$\frac{\partial^2 T_{2\alpha}}{\partial x^2} - \lambda^2 T_{2\alpha} = 0, \qquad (4)$$

где $\lambda$ - Фурье-компонента температуры.

Интегрируя уравнения (3) и (4), получим:

$$T_{1\alpha} = \exp(\omega(\alpha)t) \cdot \left[ C_1 + C_2 \frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha) - \sqrt{1 + 4\alpha\beta\lambda^2}} \cdot \exp\left( \frac{2\alpha\omega(\alpha) - \sqrt{1 + 4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha} t \right) \right], \qquad (5)$$

где $\omega(\alpha) = -\frac{2\beta\lambda^2}{1 + \sqrt{1 + 4\alpha\beta\lambda^2}}$,

$$T_{2\alpha} = C_3 Sin(\lambda x) + C_4 Cos(\lambda x). \qquad (6)$$

Теперь подставляя найденные решения (5) и (6) в (2) определим общее решение уравнения (1):

$$T_\alpha(x,t)=\exp(\omega(\alpha)t)\cdot\Big[C_1+$$

$$+C_2\frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha R_1-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha}t\right)\Big]\cdot\Big[C_3Sin(\lambda x)+C_4Cos(\lambda x)\Big] \quad (7)$$

Константы интегрирования $C_1, C_2, C_3, C_4$ определим из начальных и граничных условий. Подставляя граничные условия в (7) в начале и конце тела находим следующие выражения для распределения температуры:

$$T_\alpha\big|_{x=0}=\exp(\omega(\alpha)t)\cdot\left[C_1+C_2\frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha}t\right)\right]\cdot C_4=T_1(t)$$

$$T_\alpha\big|_{x=h}=\exp(\omega(\alpha)t)\cdot\left[C_1+C_2\frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha}t\right)\right]\cdot$$

$$\cdot\Big[C_3Sin(\lambda h)+C_4Cos(\lambda h)\Big]=T_2(t)$$

Если $C_4=0$, тогда $T_1(t)=0$. Обозначим $C_1\cdot C_4=A$, $C_1\cdot C_4=B$, тогда выражение (7) при $x=0$ принимает вид:

$$T_\alpha(t)=\exp(\omega(\alpha)t)\cdot\left[A+B\frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha}t\right)\right].$$

Далее, подставив граничное условие при $x=h$ в (7), получим

$$\exp(\omega(\alpha)t)\cdot\left[A+B\frac{\alpha}{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda^2}}{\alpha}t\right)\right]\cdot Sin(\lambda h)=T_2(t)$$

Из условия $Sin(\lambda h)=0$, получим систему решений уравнений (1) в виде:

$$T_{\alpha n}(x,t)=\exp(\omega_n(\alpha)t)\cdot\left[A+B\frac{\alpha}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right]\cdot Sin(\lambda_n x)$$

.

где $\lambda_n=\frac{\pi}{2h}((-1)^n+2n)$, $\quad(n=0,1,2\ldots)$.

Тогда общее решение примет вид бесконечного ряда:

$$T_\alpha(x,t)=\sum_{n=0}^{\infty}\exp(\omega_n(\alpha)t)\left[A_n+B_n\frac{\alpha}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\cdot\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right]\cdot Sin(\lambda_n x) \quad (8)$$

Если начальное распределение температуры зависит только от координаты $x$, тогда выражение (8) переходит в решения, полученные в работах [2, 3].

Используя начальное условие $T_\alpha(x,t)\big|_{t=0}=T_0$ и условие $\left.\frac{\partial T_\alpha}{\partial t}\right|_{t=0}=0$, определим постоянные интегрирования $A_n$, $B_n$, найденного решения (8). В результате, для определение $A_n$, $B_n$ имеем следующую систему:

$$T_\alpha(x,t)\big|_{t=0}=T_0(x)=\sum_{k=0}^{\infty}\left[A_n+B_n\frac{\alpha}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right]\cdot Sin(\lambda_n x),$$

$$\left.\frac{\partial T}{\partial t}\right|_{t=0} = T_1(x) = -\sum_{n=0}^{\infty}\left[\omega_n(\alpha)A_n + B_n\frac{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}-\alpha\omega_n(\alpha)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right]\sin(\lambda_n x) = 0\,.$$

Отсюда

$$A_n = \frac{2\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}-2\alpha\omega_n(\alpha)}{h\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}-2h\alpha\omega_n(\alpha)}\int_0^h T_0(x)\sin(\lambda_n x)dx\,, \quad (9)$$

$$B_n = \frac{2\omega_n(\alpha)}{h}\int_0^h T_0(x)\sin(\lambda_n x)dx\,. \quad (10)$$

Теперь подставляя выражения (9) и (10) в (8) получим общее решение исследуемой задачи:

$$T_{\alpha n}(x,t) = T_{0n}\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\sin(\lambda_n x)$$

Поскольку $\lambda$ принимает значения от 0 до $\infty$, поэтому окончательное решение уравнения (1) можно записать в виде:

$$T_{\alpha N}(x,t) = \sum_{n=1}^{N} T_{0n}\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\cdot$$
$$\cdot\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\sin(\lambda_n x) \quad . (11)$$

Это функция удовлетворяет поставленным граничным условиям

$$T(r,t)\big|_S = \varphi(r,t)\,,$$

и начальным условиям

$$T = T_0(r,0) \quad при \quad t = 0\,,\ r > 0\,,$$

так как её удовлетворяют все члены ряда.

Докажем, что семейство операторов $B_\alpha = \alpha\frac{\partial^2}{\partial t^2}+\frac{\partial}{\partial t}+\beta\frac{\partial^2}{\partial x^2}$, переводящих функции $T_{\alpha N}(x,t)$ в решение задачи Коши и граничные для уравнения (1) с начальным условием $T_0(x)$, и нулевые граничные условия будет регуляризирующим семейством по отношению к определению решение задачи распространения тепла в ограниченной среде. Для этого в силу определения регуляризирующего семейства докажем, что:

1) при $\alpha > 0$ оператор $\tilde{B}_\alpha$ непрерывен;

2) при любых $T(x,t)$ в области исследования имеет место равенство:

$$\lim_{\alpha\to 0} T_{\alpha N}(x,t) = T(x,t)\,.$$

Для доказательства непрерывности оператора нужно показать, что если

$$\left\|\tilde{T}_0(x) - T_0(x)\right\| \le \delta(\varepsilon)\,,$$

то

$$\left\|\tilde{T}_{\alpha N}(x,t) - T_{\alpha N}(x,t)\right\| \le \varepsilon\,.$$

Рассмотрим

$$\left\|\tilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T_{\alpha N}(x,t)\right\|=\left|\sum_{n=1}^{N}\tilde{T}_{0n}\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\cdot\right.$$

$$\cdot\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\sin(\lambda_n x)-\sum_{n=1}^{N}T_{0n}\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\cdot$$

$$\left.\cdot\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\sin(\lambda_n x)\right|\le$$

$$\le\sum_{n=1}^{N}\left|\tilde{T}_{0n}-T_{0n}\right|\left|\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\right|.$$

Далее, применяя неравенство Коши–Буняковского, получим

$$\left\|\tilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T_{\alpha N}(x,t)\right\|\le\left\{\sum_{n=1}^{N}\left|\tilde{T}_{0n}-T_{0n}\right|^2\right\}^{\frac{1}{2}}\cdot$$

$$\cdot\left\{\sum_{n=1}^{N}\left|\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right)\right|^2\right\}^{\frac{1}{2}}$$

Докажем утверждение: При любом значения параметра $t\ge 0\quad(0\le t\le T)$ для $\alpha>0$ имеет место следующее неравенство:

$$1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\ge\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\,. \quad (13)$$

Рассмотрим функцию

$$S(t)=1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)-\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\,.$$

Если $t=0$, то $S(0)=2$.

Очевидно, что

$$S'(t)=\left(\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)-1\right)\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}$$

или $S'(0)=0$.

На основе условия монотонности функции, функция $S(t)$ определена и непрерывна в промежутке $[0,T_1]$ и имеет производную $S'(t)$. Тогда $S(t)$ является монотонно неубывающей функцией. Для всякого $t\ge 0\quad S(t)\ge 0$, то есть $1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)-\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\ge 0$ и утверждение доказано.

Рассмотрим выражения

$$R_n(t,\alpha)=\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\left(\alpha\left(1+\exp\left(\frac{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}{\alpha}t\right)\right)-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right).$$

Применяя (13), считая без ограничения, что $t\ge 0$, получим

$$R_n(t,\alpha)\le\frac{\exp(\omega_n(\alpha)t)}{2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\left(\left(2\alpha\omega_n(\alpha)-\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}\right)t-\frac{\omega_n(\alpha)}{\sqrt{1+4\alpha\beta\lambda_n^2}}\right).$$

Очевидно, что $1-\exp(-\omega_k(\alpha)t)\le\omega_k(\alpha)t$, то $1-\omega_k(\alpha)t\le\exp(-\omega_k(\alpha)t)$. Поэтому $R_k(t,\alpha)\le 1$.

При выполнении этого условия имеем:

$$\left\|\tilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T_{\alpha N}(x,t)\right\|\le\left\{N\cdot\sum_{k=1}^{N}\left|\tilde{\varphi}_k-\varphi_k\right|^2\right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Пусть $N=N(\delta),\quad \alpha=\alpha(\delta)=\dfrac{\delta^2}{\beta(\delta)}=\dfrac{1}{N(\delta)}$, где $\beta(\delta)\to 0$ при $\delta\to 0$. Поэтому, если $N$ брать равным целой части функции $\dfrac{1}{\alpha(\delta)}$, то есть $N(\delta)=\left[\dfrac{\beta(\delta)}{\delta^2}\right]$. Тогда $N(\delta)\to\infty$ при $\delta\to 0$. Так как приближенные значения коэффициентов Фурье известны, тогда применяя равенство Парсеваля, то есть

$$\left\|\tilde{\varphi}(x)-\varphi(x)\right\|_{L_2(0,l)}=\sum_{k=1}^{N}\left|\tilde{\varphi}_k-\varphi_k\right|^2\le\delta^2,$$

получим:

$$\left\|\tilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T_{\alpha N}(x,t)\right\|\le\left\{N\cdot\delta^2\right\}^{\frac{1}{2}}=\sqrt{\frac{\beta(\delta)}{\delta^2}\cdot\delta^2}=\sqrt{\beta(\delta)}.$$

Рассмотрим

$$\left\|T_\alpha(x,t)-T(x,t)\right\|=$$

$$=\left|\sum_{k=1}^{N}\varphi_k\exp(\omega_k(\alpha)t)\left[1+\frac{\alpha}{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}\omega_k(\alpha)\left(\exp\left(-\frac{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}{\alpha}t\right)-1\right)\right]-\sum_{k=1}^{\infty}\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\sin(\lambda_k x)\right|\le$$

$$\le\sum_{k=1}^{N}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|\cdot\left|\frac{\exp(\omega_k(\alpha)t)}{\exp(\lambda_k^2b^2t)}\cdot\left[1+\frac{\alpha}{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}\omega_k(\alpha)\left(\exp\left(-\frac{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}{\alpha}t\right)-1\right)\right]-1\right|+$$

$$+\sum_{k=N+1}^{\infty}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|.$$

Так как ряд

$$T(x,t)=\sum_{k=1}^{\infty}\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\sin(\lambda_k x)\qquad(14)$$

сходится в $L_2(0,l)$, что следует из принадлежности решения $T(x,t)$ пространству $L_2(0,l)$, то его остаток $\sum_{k=N+1}^{\infty}\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\sin(\lambda_k x)$ стремится к нулю при $N(\delta)\to\infty$. Поскольку по предположению, решение в виде ряда (14) существует, то для любого $\varepsilon>0$ и

фиксированного $t>0$, найдется такое $N(\varepsilon,t)>0$, что для всякого $N\ge N(\varepsilon,t)$ выполняется неравенство:

$$\sum_{k=N+1}^{\infty}\left|\varphi_k\right|^2\cdot\exp(2\lambda_k^2b^2t)\le\frac{\varepsilon}{2}.$$

Если $\varphi(x)$ из $L_2(0,l)$, то сходимость равномерна в интервале $0\le t\le T$, поэтому $\sum_{k=N+1}^{\infty}\left|\varphi_k\right|^2\cdot\exp(2\lambda_k^2b^2t)\to 0$ при $\alpha\to 0$.

Оценим теперь первую сумму

$$J(\alpha,t)=$$

$$=\sum_{k=1}^{N}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|\cdot\left|\frac{\exp(\omega_k(\alpha)t)}{\exp(\lambda_k^2b^2t)}\cdot\left[1+\frac{\alpha}{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}\omega_k(\alpha)\left(\exp\left(-\frac{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}{\alpha}t\right)-1\right)\right]-1\right|.$$

Так как

$$1-\frac{\sqrt{1+4\alpha\lambda_k^2b^2}}{\alpha}t\le\exp\left(-\frac{\sqrt{1=4\alpha\lambda_k^2b^2}}{\alpha}t\right)$$

и $N<\infty$, то

$$J(\alpha,t)\le\sum_{k=1}^{N}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|\cdot\left|\frac{\exp(\omega_k(\alpha)t)}{\exp(\lambda_k^2b^2t)}\cdot\left[1-\omega_k(\alpha)t\right]-1\right|\le$$

$$\le\sum_{k=1}^{N}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|\cdot\left|\frac{\exp(\omega_k(\alpha)t)}{\exp(\lambda_k^2b^2t)}\cdot\exp(-\omega_k(\alpha)t)-1\right|.$$

Используя неравенство Коши–Буняковского, получим

$$J(\alpha,t)\le\left\{\sum_{k=1}^{N}\left|\varphi_k\exp(\lambda_k^2b^2t)\right|^2\right\}^{\frac{1}{2}}\cdot\left\{\sum_{k=1}^{N}\left|\frac{1}{\exp(\lambda_k^2b^2t)}-1\right|^2\right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Так как $0\le\left|\exp(-\lambda_k^2b^2t)-1\right|\le 1$ и $N<\infty$, то для нами выбранного $N(\varepsilon,t)$ и $\varepsilon$ в силу непрерывности оператора конечного суммирования $J(\alpha,t)$ выполняется соотношение

$$J(\alpha,t)\le\frac{\varepsilon}{2}.$$

Откуда следует, что

$$\left\|T_{\alpha N}(x,t)-T(x,t)\right\|\le\varepsilon.$$

Итак, семейство оператор $B_\alpha$ является регуляризирующим.

Теперь получим оценку эффективности применения данного регуляризирующего семейства к решению задачи построения приближенного решения по приближенным данным.

Так как

$$\left\|\widetilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T(x,t)\right\|\le\left\|\widetilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T_{\alpha N}(x,t)\right\|+\left\|T_{\alpha N}(x,t)-T(x,t)\right\|,$$

поэтому

$$\left\|\widetilde{T}_{\alpha N}(x,t)-T(x,t)\right\|\le\varepsilon+\sqrt{\beta(\delta)}.$$

Если

$$\varepsilon \le \varepsilon_0 = \sqrt{\beta(\delta)},$$

тогда

$$\left\| \tilde{T}_{\alpha N}(x,t) - T(x,t) \right\| \le 2\sqrt{\beta(\delta)}\,.$$

Пусть $\delta \to 0$, тогда по условию $\beta(\delta) \to 0$, следовательно

$$\lim_{\delta \to 0} \left\| \tilde{T}_{\alpha N}(x,t) - T(x,t) \right\| = 0$$

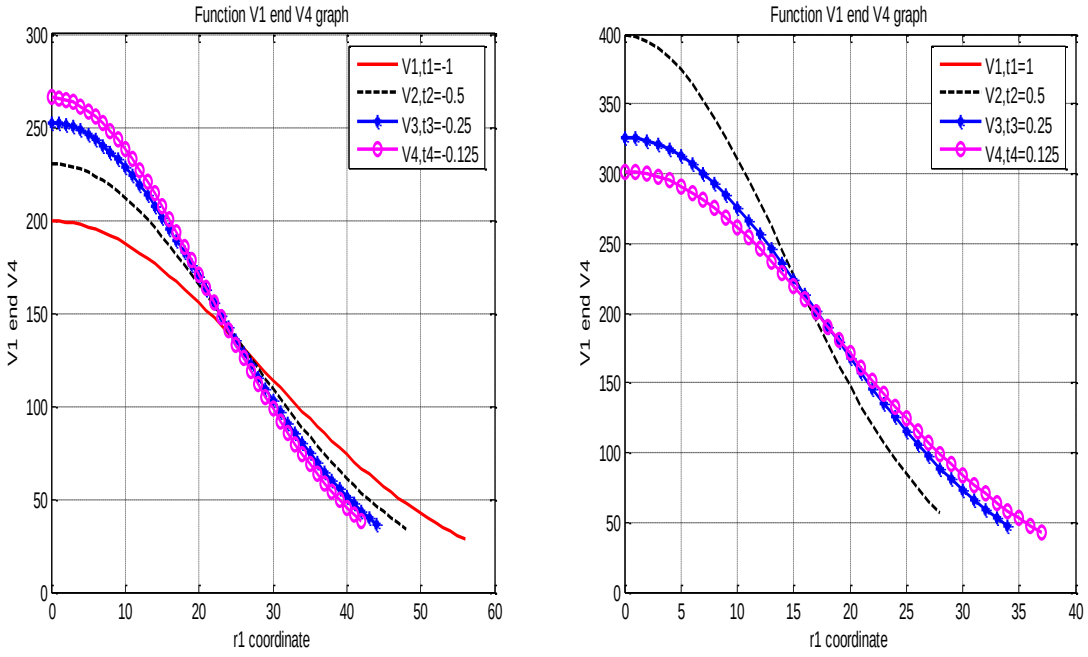
при всяком $t \in [0,T]$.

Значит, выполняется соотношение

$$\lim_{\delta \to 0} \tilde{T}_{\alpha}(x,t) = T(x,t)\,.$$

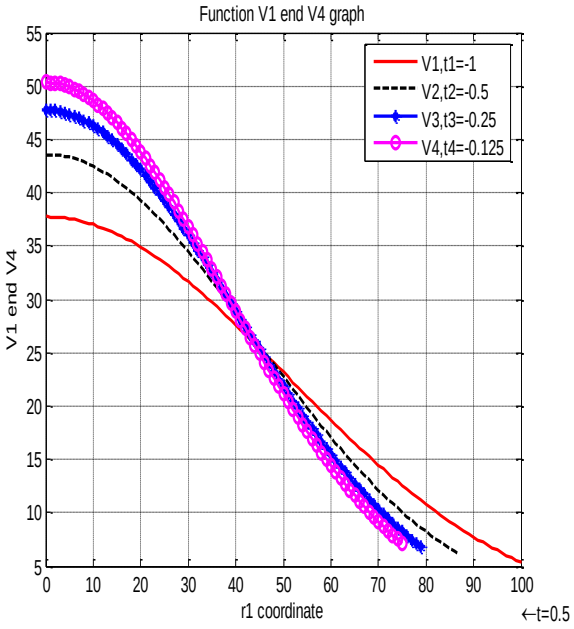
Таким образом, справедливость согласования параметра регуляризации с погрешностью $\delta$ для исследуемой задачи доказана.

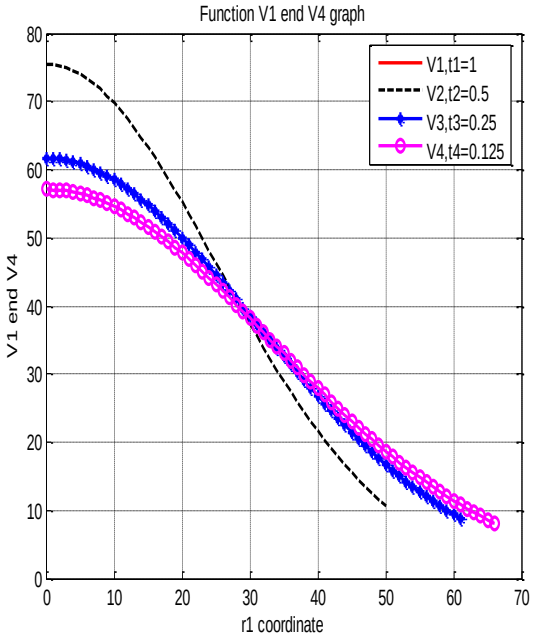
Для более детального анализа распространения тепла в ограниченной среде необходимо проведение численных расчётов. Для проведения численных расчётов используем выражение (8). В качестве примеров для проведения численных расчётов выбираем образцы, приготовленные из бронзы и алюминия. На рис.1-2 представлены результаты численных расчетов зависимости температуры от длины $x$ образца при различных значениях времени распространения тепла.




а) $t = -1; -0{,}5; -0{,}25; -0{,}125$ б) $t = 1; 0{,}5; 0{,}25; 0{,}125$

Рис.1. Изменение распределения температуры в бронзе от длины (координаты) $x$ при различных значениях времени $t$. а) время $t < 0$; б) время $t > 0$. Параметры: $\alpha = 0{,}000000000005$; $\beta = 64$; $T_0 = x \cdot (\pi - x)$.




а) $t=-1;-0{,}5;-0{,}25;-0{,}125$ б) $t=1;\ 0{,}5;\ 0{,}25;\ 0{,}125$

Рис.2. Изменение распределения температуры в алюминии от длины $x$ при различных значениях времени $t$ . а) время $t<0$; б) время $t>0$. Параметры: $\alpha=0{,}000000000005$; $\beta=203{,}5$; $T_0=x\cdot(\pi-x)$.

Согласно полученным результатам по мере возрастания длины тела температура уменьшается экспоненциально.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Комилов К. Исследование теплопроводности в неограниченных средах методом искусственной гиперболизации / К. Комилов, Х.Ш. Джураев, З.Н. Норматов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. –Душанбе, 2015. -№1.4(168). –С.75-82
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. –М.: Высшая школа, 1966. -600 с.
3. Ландау Л.Д. Гидродинамика. Теоретическая физика. Т.VI. 3-е изд. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. –М.: Наука, 1986. -736 с.
4. Зельдович Я.Б. Теория детонации /Я.Б. Зельдович, А.С. Компанеец. –М.: Из-во технико-теоретической литературы, 1955. -400 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОГРАНИЧЕННОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННОЙ ГИПЕРБОЛИЗАЦИИ**

В работе исследована задача теплопереноса в ограниченной среде, то есть при заданной начальной распределения температуры и известности теплового режима на границе $S$ тела, определены распределения температуры в последующих моментах времени. Эти проблемы решены на основе метода искусственной гиперболизации. Предложенный алгоритм обладает свойством устойчивости к малым возмущениям исходных данных. В практике важную роль играют условия согласования и стабилизации параметра регуляризации, подробно приведенные в работе.

**Ключевые слова:** теплопроводность, распределение температуры, неустойчивость, параметр регуляризации (характерное время релаксации теплового потока), метод искусственной гиперболизации.

**RESEARCH OF THERMAL CONDUCTIVITY IN THE RESTRICTED ENVIRONMENT OF ARTIFICIAL METHOD OF HYPERBOLE**

In the work of the task is investigated heat transfer in a restricted environment, that is, for a given initial temperature distribution and thermal regime at the border of the body defined temperature distribution in subsequent time points. These problems decided on the basis of a method of artificial hyperbole. The proposed algorithm have the property of resistance to small perturbations of initial data. In practice the conditions play an important role for reconciliation and stabilization of the regularization parameter, shown in detail in the work.

**Key words:** thermal conductivity, temperature distribution, volatility, regularization parameter (the characteristic relaxation time of the heat flow), the method of artificial hyperbole

**Сведения об авторах:** ***Х.Ш. Джураев*** **–** доцент кафедры вычислительных машин, систем и сетей Таджикского национального университета. Телефон: **917-30-70-60**
***К. Комилов*** **–** профессор кафедры теоретической физики Таджикского национального университета. Телефон: **904-42-20-36**
***З.С. Норматов*** **–** ассистент кафедры вычислительных машин, систем и сетей Таджикского национального университета. Телефон: **951-49-40-15**

# ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗВУКОВ В СВЕРХТЕКУЧЕМ РАСТВОРЕ $^3$He-$^4$He НЕГАУССОВЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ. ТЕПЛОВОЙ МЕХАНИЗМ

***Т.Х. Салихов, Ш.Х. Давлатджонова***
**Научно-исследовательский институт Таджикского национального университета**

Теоретические исследования некоторых аспектов возбуждения волн первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $^3$He-$^4$He посредством различных форм временной зависимости интенсивности лазерного излучения посредством теплового механизма проведены в [1-4]. Однако случаи, когда временная зависимость падающего лазерного луча имеет негауссовую форму, ранее не рассматривались. Восполнение этого пробела и является целью настоящей работы.

Исходим из следующей системы взаимосвязанных волновых уравнений для колебания давления и температуры[1]:

$$\frac{\partial^2 P'}{\partial t^2} - U_1^2\left(1+\frac{\rho_S}{\rho_n}\beta^2+\frac{\beta\alpha_T U_1^2}{\bar{\sigma}}\right)\Delta P' + \frac{\rho_0\beta U_1^2 U_2^2 C_P}{T\bar{\sigma}_0}\Delta T' = -\frac{\beta U_1^2}{T_0\sigma_0}\frac{\partial f}{\partial t}, \qquad (1)$$

$$\frac{\partial^2 T'}{\partial t^2} - U_2^2\left(1-\frac{\beta\alpha_T U_2^2}{\bar{\sigma}}\right)\Delta T' - \frac{T_0}{\rho_0 C_P}\left[(U_1^2-U_2^2)\alpha_T + \frac{\rho_S}{\rho n}\alpha_T\beta^2 U_1^2 - \frac{\rho_S}{\rho_n}\beta\bar{\sigma} + \right.$$
$$\left. + \frac{\beta\alpha_T^2 U_1^2 U_2^2}{\bar{\sigma}}\right]\Delta P' = \frac{1}{\rho_0\sigma_0 C_P}\left(\bar{\sigma}-\beta\alpha_T U_1^2\right)\frac{\partial f}{\partial t}, \qquad (2)$$

где $f(r,t)$ - тепловой источник, обусловленный поглощением луча

$$f(r,t) = \frac{2\alpha I_0}{\pi w^2} e^{-\frac{2r^2}{w^2}}\varphi_2(t),\ \beta = \frac{\bar{\sigma}}{\rho_0}\left(\frac{\partial\rho}{\partial T}\right)_{Pc}\left(\frac{\partial T}{\partial\sigma}\right)_{Pc} + \frac{c_0}{\rho_0}\left(\frac{\partial\rho}{\partial c}\right)_{PT},$$

$I_0$, $w$ - мощность и радиус перетяжки луча соответственно, $\varphi_2(t)$-функция, описывающая временное распределение лазерного импульса, $\bar{\sigma} = \sigma_0 - c_0\partial\sigma/\partial c$, $U_1$ и $U_2$ - скорости первого и второго звуков, $\sigma_0$ и $c_o$ - равновесные значения удельной энтропии и концентрации, $\rho_0 = \rho_s + \rho_{n.}$, $\rho_s, \rho_n$ – плотность сверхтекучей и нормальной компонентов соответственно; $\alpha = \alpha_1 c_0 + (1+c_0)\alpha_2$, $\alpha_1$, $\alpha_2$- оптические коэффициенты поглощения изотопов $^3$He и $^4$He соответственно. Для рассматриваемого случая $\varphi_2(t) = \gamma t\cdot e^{-\gamma t}$, $\gamma = 2/\tau$, $\tau$ -длительность импульса луча [5].

В системе волновых уравнений (1)-(2) выполним Лапласовы преобразования по t и преобразования Ханкеля по r:

$$A(p,r) = \int_0^\infty e^{-pt}A(t,r)dt, \qquad \tilde{A}(p,s) = \int_0^\infty drrI_0(r)A(p,r),$$

где $J_0(rs)$- функция Бесселя, а $A(t,r) = P'(t,r)$ и $T'(t,r)$. Выполняя эти преобразования, получим следующую систему алгебраических уравнений:

$$A_{11}\tilde{P}(p,s)+A_{12}\tilde{T}(p,s)=-\frac{\alpha I_0\beta U_1^2 f(s)\varphi(p)}{2\pi T_0\sigma_0}, \qquad (3)$$

$$A_{21}\tilde{P}(p,s)+A_{22}\tilde{T}(p,s)=-\frac{\alpha I_0 f(s)\varphi(p)}{2\pi\rho_0\sigma_0 C_P}(\bar{\sigma}-\beta\alpha_T U_1^2), \qquad (4)$$

где $\varphi(p)=\frac{\gamma p}{(p+\gamma)^2}$, $f(s)=\exp(-w^2s^2/8)$,

$$A_{11}=p^2+s^2U_1^2(1+\frac{\rho_s}{\rho_n}\beta^2+\frac{\alpha_T\beta U_2^2}{\bar{\sigma}}), \qquad A_{12}=-\frac{\rho_0\beta C_P}{T_0\bar{\sigma}}U_1^2U_2^2s^2,$$

$$A_{21}=\frac{T_0s^2}{\rho_0C_P}[\alpha_T(U_1^2-U_2^2)+\frac{\rho_s}{\rho_n}\alpha_T\beta^2U_1^2-\frac{\rho_s}{\rho_n}\beta\bar{\sigma}+\frac{\beta\alpha_T^2U_1^2U_2^2}{\bar{\sigma}}], \quad A_{22}=p^2+s^2U_2^2(1-\frac{\alpha_T\beta U_1^2}{\bar{\sigma}}).$$

Дисперсионное уравнение

$$p^4+p^2s^2(U_1^2+U_2^2+\frac{\rho_s}{\rho_n}\beta^2U_1^2)+s^4U_1^2U_2^2=0, \qquad (5)$$

представляет собой условие совместности уравнений (4) и (5) и имеет следующее решение $p_{1,2}^2=-s^2C_{1,2}^2$, где

$$C_1^2=U_1^2(1+\frac{U_1^2}{U_1^2-U_2^2}\frac{\rho_s}{\rho_n}\beta^2), \qquad C_2^2=U_2^2(1+\frac{U_1^2}{U_1^2-U_2^2}\frac{\rho_s}{\rho_n}\beta^2)^{-1}.$$

Выражения

$$\tilde{P}(p,s)=-\frac{\alpha I_0\beta\gamma U_1^2}{2\pi T_0\sigma_0(p+\gamma)^2}\frac{f_0(s)p^3}{(p^2-p_1^2)(p^2-p_2^2)}, \qquad (6)$$

$$\tilde{T}(p,s)=\frac{\alpha I_0 f_0(s)\gamma}{2\pi\rho_0\sigma_0C_P}\frac{p^3(\bar{\sigma}-\alpha_T\beta U_1^2)+\bar{\sigma}s^2U_1^2p}{(p+\gamma)^2(p^2-p_1^2)(p^2-p_2^2)}. \qquad (7)$$

являются решением алгебраической системы уравнений (3)-(4). Представим эти выражения в виде

$$\tilde{P}(p,s)=-\frac{\alpha I_0\beta\gamma U_1^2 f(s)}{2\pi T_0\sigma_0}\{\frac{G_1}{p+\gamma}+\frac{G_2}{(p+\gamma)^2}+\frac{K_1p+L_1}{p^2+C_1^2s^2}+\frac{K_2p+L_2}{p^2+C_2^2s^2}\}, \qquad (8)$$

$$\tilde{T}(p,s)=\frac{\alpha I_0 f_0(s)\gamma}{2\pi\rho_0\sigma_0C_P}[\frac{E_1}{p+\gamma}+\frac{E_2}{(p+\gamma)^2}+\frac{M_1p+N_1}{p^2+C_1^2s^2}+\frac{M_2p+N_2}{p^2+C_2^2s^2}], \qquad (9)$$

а затем, выполнив необходимые выкладки для коэффициентов выражений (8) и (9), получим следующие выражения:

$$G_1(s)=\Delta_{01}(s)/\Delta_0(s),\ G_2(s)=\Delta_{02}(s)/\Delta_0(s), \qquad E_1(s)=\Delta_1(s)/\Delta(s),\ E_2(s)=\Delta_2(s)/\Delta(s),$$

$$L_1(s)=\frac{C_1^2[\gamma(\gamma^2+C_2^2s^2)\Delta_{01}(s)-(\gamma^2-C_2^2s^2)\Delta_{02}(s)]}{\gamma^2(C_1^2-C_2^2)\Delta_0(s)},\ L_2(s)=\frac{C_2^2(\gamma^2-C_1^2s^2)\Delta_{02}(s)-\gamma C_2^2(\gamma^2+C_1^2s^2)\Delta_{01}(s)]}{\gamma^2(C_1^2-C_2^2)\Delta_0(s)},$$

$$K_1=\frac{C_1^2[\Delta_{01}(s)\gamma(\gamma^2+C_2^2s^2)+2C_2^2s^2\Delta_{02}(s)]}{\gamma^3(C_2^2-C_1^2)\Delta_0(s)},\ K_2=\frac{C_2^2[\gamma(\gamma^2+C_2^2s^2)\Delta_{01}(s)+2C_1^2s^2\Delta_{02}(s)]}{\gamma^3(C_1^2-C_2^2)\Delta_0(s)},$$

$$N_1(s)=\frac{C_1^2[\gamma\Delta_1(s)(\gamma^2+C_2^2s^2)+\Delta_2(s)(C_2^2s^2-\gamma^2)]}{\gamma^2(C_1^2-C_2^2)\Delta(s)},\ N_2(s)=\frac{[\Delta_2(s)(C_2^2\gamma^2-C_1^2C_2^2s^2)-\gamma\Delta_1(s)(\gamma^2C_2^2+C_1^2C_2^2s^2)]}{\gamma^2(C_1^2-C_2^2)]\Delta(s)}$$

$$M_1(s)=\frac{\Delta_1(s)(s^2C_2^2-\gamma^2)-D_1\Delta(s)+2\gamma\Delta_2(s)}{s^2(C_1^2-C_2^2)\Delta(s)},\ M_2(s)=\frac{\Delta_1(s)(\gamma^2-s^2C_2^2)+\Delta(s)D_1-2\gamma\Delta_2(s)}{s^2(C_1^2-C_2^2)\Delta(s)},$$

где $D_1=\bar{\sigma}-\alpha_T\beta U_1^2,\ D_2=\bar{\sigma}s^2U_1^2$,

$$\Delta_{01}(s)=\gamma^2[\gamma^4+3C_1^2C_2^2s^4-s^2\gamma^2(C_1^2+C_2^2)],\ \Delta_{02}(s)=\gamma^3[\gamma^4+\gamma^2s^2(C_1^2+C_2^2)-s^4C_1^2C_2^2],$$
$$\Delta_0(s)=[\gamma^4+s^2\gamma^2(C_1^2+C_2^2)+s^4C_1^2C_2^2][\gamma^4+3s^4C_1^2C_2^2-s^2\gamma^2(C_1^2+C_2^2)]-$$
$$-2(s^4\gamma^2C_1^2C_2^2-2\gamma^4)[\gamma^4+\gamma^2s^2(C_1^2+C_2^2)-s^4C_1^2C_2^2],$$
$$\Delta_1(s)=(D_1\gamma^2-D_2s^2)[\gamma^4-s^2\gamma^2(C_1^2+C_2^2)-s^4C_1^2C_2^2]-2\gamma^2D_1(\gamma^4+2C_1^2C_2^2s^4),$$
$$\Delta_2(s)=2\gamma^3D_1[C_1^2C_2^2s^4+\gamma^2(C_1^2+C_2^2)s^2-\gamma^4]-\gamma(D_1\gamma^2-D_2s^2)(\gamma^4+2C_1^2C_2^2s^4),$$
$$\Delta(s)=[C_1^2C_2^2s^4+\gamma^2(C_1^2+C_2^2)s^2-\gamma^4][\gamma^4-s^2\gamma^2(C_1^2+C_2^2)-s^4C_1^2C_2^2]-$$
$$-[C_1^2C_2^2s^4-\gamma^4-\gamma^2s^2(C_1^2+C_2^2)][\gamma^4+2C_1^2C_2^2s^4],$$

Чтобы получить необходимые выражения для измеряемых величин $P'(r,t)$ и $T'(r,t)$ необходимо, прежде всего, выполнить обратное преобразование Лапласа в (8) и (9). Выполнив эту процедуру, будем иметь:

$$\tilde{P}(p,s)=-\frac{\alpha I_0\beta\gamma U_1^2 f(s)}{2\pi T_0\sigma_0}\{e^{-\gamma t}(G_1+G_2t)+K_1\cos(sC_1t)+K_2\cos(sC_2t)+$$
$$+\frac{1}{s}[\frac{L_1}{C_1}\sin(sC_1t)+\frac{L_2}{C_2}\sin(sC_2t)]\}, \quad (10)$$
$$\tilde{T}(p,s)=\frac{\alpha I_0\gamma f(s)}{2\pi\rho_0\sigma_0C_p}\{e^{-\gamma t}(E_1+E_2t)+M_1\cos(sC_1t)+M_2\cos(sC_2t)+$$
$$+\frac{1}{s}[\frac{N_1}{C_1}\sin(sC_1t)+\frac{N_2}{C_2}\sin(sC_2t)]\}. \quad (11)$$

Теперь, выполнив обратное преобразование Ханкеля в (10) и (11), для колебаний давления и температуры получим следующие выражения:

$$P'(t,r)=\frac{P_A(C_1^2-C_2^2)\gamma r}{2\pi C_1}\int_0^\infty\{[e^{-\alpha t}(G_1(s)+G_2(s)t]+K_1(s)\cos(sC_1t)+K_2(s)\cos(sC_2t)+$$
$$+\frac{1}{s}[\frac{L_1(s)}{C_1}\sin(sC_1t)+\frac{L_2(s)}{C_2}\sin(sC_2t)]\}\varphi(s)J_0(rs)sds, \quad (12)$$
$$T'(t,r)=\frac{T_A\gamma C_2 r}{2\pi\bar{\sigma}}\int_0^\infty\{[e^{-\alpha t}(E_1(s)+E_2(s)t]+K_1(s)\cos(sC_1t)+K_2(s)\cos(sC_2t)+$$
$$+\frac{1}{s}[\frac{L_1(s)}{C_1}\sin(sC_1t)+\frac{L_2(s)}{C_2}\sin(sC_2t)]\varphi(s)J_0(rs)sds \quad (13)$$

где амплитуды соответствующих сигналов определяются выражениями

$$P_A=\frac{\alpha I_0\beta U_1^2C_1}{T_0\sigma_0(C_1^2-C_2^2)r},\qquad T_A=\frac{\alpha I_0\bar{\sigma}}{\rho_0C_P\sigma_0C_2r}.$$

Из выражения (12) видно, что генерируемые ОА- импульсы первого звука состоят из импульсов обычного и «медленного» первого звука, распространяющихся со скоростями $C_1$ и $C_2$ соответственно. С другой стороны, из выражения (13) нетрудно заметить, что одновременно возбуждаются импульсы «быстрого» и обычного второго звуков, распространяющихся со скоростями $C_1$ (быстрый второй звук) и $C_2$ соответственно. Слагаемые, содержащие экспоненту $\exp(-\gamma t)$, соответствуют лишь тепловому фону для обоих звуков, а $t\exp(-\gamma t)$ совпадают с формой лазерного луча и имеют максимум при $t_{(1)}=\gamma^{-1}$, которые с ростом параметра $\gamma$ смещаются в область $t\to 0$. Однако, как показали оценки, амплитуда этих функций на два и более порядка ниже по сравнению с

реальными импульсами ОА. Следовательно, и в рассматриваемом случае в сверхтекучем гелии одновременно генерируются импульсы первого и второго звуков, каждый из которых состоит из медленных и быстрых составляющих. Очевидно, что реальные формы возбуждаемых импульсов ОА первого и второго звуков, для рассматриваемого случая могут быть получены путем численного расчёта выше выписанных интегралов. Этому вопросу будет посвящена отдельная работа авторов.

Таким образом, в рамках настоящей работы получены необходимые выражения, описывающие все особенности генерации ОА импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $He^3$-$He^4$ посредством теплового механизма негауссовой формы импульсом лазерного луча.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Salikhov T.Kh. Optical generation of the first and second sounds in superfluid $^3He-^4He$ solutions / T.Kh. Salikhov // Low. Temp. Phys. -1999. -V.25. -№10. -P. 760-764.
2. Салихов Т.Х. Возбуждение оптоакустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $^3$He-$^4$He импульсом прямоугольной формы лазерного излучения / Т.Х.Салихов, Ш.Х. Давлатджонова, О.Ш. Одилов // Вестник ТНУ. - 2013. -№ 1/1(102). -С.106-110.
3. Салихов Т.Х. Генерация оптоакустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $He^3$ –$He^4$ непрерывным и прямоугольным импульсом лазерного излучения посредством электрострикционного механизма / Т.Х.Салихов, С.К. Лейла, О.Ш. Одилов // ДАН РТ.- 2013. -Т.56. -№3. -С.201-208.
4. Салихов Т.Х. Возбуждение волн первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $He^3$-$He^4$ гармонически модулированным и гауссовым импульсами лазерного излучения посредством электрострикционного механизма / Т.Х. Салихов, С.К. Лейло Бехруз, Ф.Х. Хакимов // Вестник ТНУ. - 2013. -№ 1/2(106). -С.135-140.
5. Лямшев Л.М. Лазерное термоптическое возбуждение звука/ Л.М. Лямшев. -М.: Наука, 1989. -237 с.


**ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗВУКОВ В СВЕРХТЕКУЧЕМ РАСТВОРЕ $^3$НЕ-$^4$НЕ НЕГАУССОВЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ТЕПЛОВОЙ МЕХАНИЗМ**


В работе разработана теория генерации оптоакустических (ОА) импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе $^3$He-$^4$He негауссовей формы импульсом лазерного излучения и обусловленное тепловым механизмом.



**Ключевые слова:** оптоакустика, сверхтекучий раствор $^3$He-$^4$He, второй звук, тепловой механизм.


**GENERATION OF THE OPTOACOUSTIC PULSES OF THE FIRST AND SECOND SOUND IN THE SUPERFLUID SOLUTION $^3$НЕ-$^4$НЕ BY NO GAUSSIAN IMPULSE OF LASER BEAM THE THERMAL MECHANISM**


In the paper the theory of the generation of the optoacoustic (OA) impulses of the first and second sounds in superfluid solution $^3$He-$^4$He by the non Gaussian impulse of laser beam are has been developed.



**Key words:** optoacoustic, superfluid solution $^3$He-$^4$He, second sound, thermal mechanism.



**Сведения об авторах:** ***Т.Х. Салихов*** - д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела «Физика конденсированного состояния» Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. Телефон: **919-24-83-11.** E-mail: **t_salikhov@rambler.ru**

***Ш.Х. Давлатджонова*** - аспирантка отдела «Физика конденсированного состояния» Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. Телефон: **935-36-99-88**

# ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ САМОАССОЦИАЦИИ МАКРОМОЛЕКУЛ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (ОБЗОР)

***Н.У. Муллоев, Н.Л. Лаврик***
**Таджикский национальный университет,**
**Институт химической кинетики и горения им.В.В. Воеводского Сибирского отделения Российской академии наук**

**I. Происхождение и структурные свойства гуминовых кислот.** Гуминовые вещества (ГВ) являются важнейшими компонентами окружающей среды. Они содержатся в почве, воде (в растворённом виде) и воздухе (в форме аэрозолей). ГК по происхождению являются органическими материалами, которые синтезируется при окислении сложных природных органических молекул, таких, как карбонилгидраты, белки, лигнины, которые содержатся в остатках неживых растений и организмов[1,2]. Их содержание в почвах и водах составляет 60-80% от общего органического вещества, в торфах и углях составляет 20-90-% [2]. На основе растворимости в кислотах и щелочах, гуминовые вещества (ГВ) подразделяются на три составляющие: гумин - нерастворимый в щелочах и кислотах; гуминовые кислоты (ГК) растворяются в щелочах и не растворяются в кислотах (при pH<2); фульвокислоты (ФК) растворяются в щелочах и кислотах. Гуминовые и фульвокислоты называют гумусовыми кислотами. Наиболее подвижными и реакционноспособными компонентами гуминовых веществ, являются гумусовые кислоты, активно участвующие в природных химических процессах протекающих в экосистемах [3]. ГВ были впервые выделены из торфа немецким химиком Ф.Адхардом в 1786 году [3] и уже более 200 лет изучаются учеными разных стран.

Нерегулярный характер ГВ является следствием специфики процесса их образования, который в отличие от биохимического синтеза живого вещества, не имеет генетического кода. Синтез ГВ происходит по принципу естественного отбора наиболее устойчивых к биоразложению структур, поэтому могут возникать любые соединения, как более простые, так и более сложные по сравнению с исходными биомолекулами [3]. В результате получается вероятностная смесь молекул, в которой ни одно из соединений не тождественно другому. Как видно из приведенного структурного фрагмента (рис.1), ГВ представляют собой нерегулярные азотсодержащие высокомолекулярные оксиполикарбоновые кислоты [4].

Всем ГК вне зависимости от источников происхождения свойственен единый принцип строения. Имеется ядро (негидролизуемая часть) – ароматический углеродный скелет, замещенный функциональными группами. Среди заместителей преобладают карбоксильные, гидроксильные, метоксильные и алкильные группы. Ядро окружено периферическими

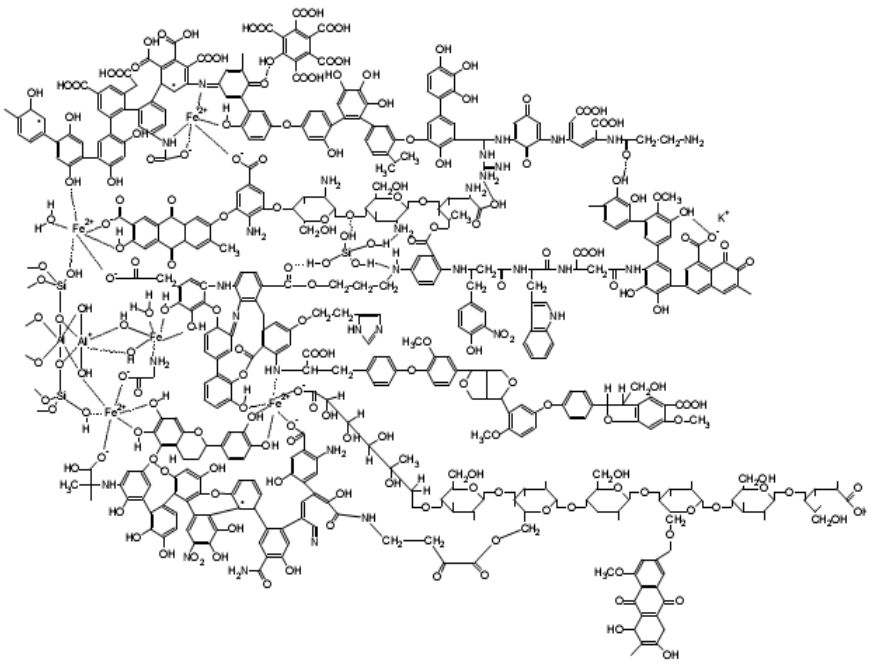


Рис.1. Гипотетическая структура нативных гумусовых кислот почвы.

(гидролизуемыми) цепями, обогащенными полисахаридными и полипептидными фрагментами [5]. Молекулярные фрагменты ядра и периферии одной молекулы ГВ связаны химическими связями. Носителями специфических свойств ГВ являются конденсированные ароматические ядра, соединенные между собой ковалентными связями. Периферические нерегулярные структурные элементы (периферические цепи) являются переменными компонентами. По этой причине ГВ- одни из самых сложных по строению природных органических соединений.

Присутствие ароматических структур в сочетании с карбоксильными, гидроксильными и карбонильными группами обеспечивает способность гумусовых кислот образовывать водородные связи, участвовать в сорбционных процессах, вступать в ионные и донорно-акцепторные взаимодействия. Гумусовые кислоты хорошо связывают воду, способны к ионному обмену, образуют комплексы с ионами тяжелых металлов и с различными органическими соединениями [3]. Обладая этими свойствами, гумусовые кислоты в биосфере выполняют множество важных функций. К этим функциям относятся регулирование геохимических потоков металлов в водных и почвенных экосистемах [3,6], накопление химических элементов и микроэлементов в доступной для растений форме [8], структурирование почвы [3].

До работы [9], в литературе имелись различные гипотезы о макроскопической структуре ГК в водных растворах. Так, авторы работы [10-12] считали, что гуминовые кислоты представляют собой образования в виде глобул или сфероколлоидов, а в [13-15] полагали, что макроскопическая структура ГК представляет гибкий цепной полимер, который имеет полиэлектролитную природу. Авторы [16,17] считали, что макроструктура гуминовых кислот представляет собой смесь линейных полимеров и сфероколлоидов. В работе [9] была исследована зависимость коэффициентов вязкости и поверхностного натяжения водных растворов ГК от концентрации при различных величинах pH и ионной силы раствора, и был сделан вывод, что в щелочных средах, макроструктура ГК при низких концентрациях представляет собой гибкий линейный полимер, а при высоких концентрациях - жесткий сфероколлоид. Однако в [9] механизм образования жёсткого сфероколлоида не был описан.

Благодаря наличию полярных и неполярных фрагментов в структуре, ГК имеют свойство амфифильности. В результате свойства амфифильности возможна самоассоциация макромолекул ГК и, соответственно, формирование супрамолекулярных агрегатов типа мицелл. Такие процессы для биологических мембран [18] и более простых молекул [19] в настоящее время надёжно установлены. Основываясь на свойстве амфифильности ГК и принимая во внимание решающее влияние гидрофобных взаимодействий, в 1996 году была предложена новая альтернативная гипотеза о структуре гуминовых кислот в водных растворах [20]. Согласно этой гипотезе, макромолекула гуминовых кислот является не полимером с ковалентными связями между всеми атомами в молекуле, а супрамолекулярным мицелло-подобным агрегатом, состоящим из относительно малых гетерогенных молекул с молекулярным весом до 1000Д, способных к самоассоциации благодаря слабым дисперсионным силам (Ван-дер Ваальсовские взаимодействия, CH-$\pi$, $\pi \to \pi$ комплексы) и Н-связям [20,21]. На гидрофобные взаимодействия, которые могут формировать структуру макромолекулы ГК в растворе, ранее было указано в [22]. Таким образом, отсутствие ковалентных связей между относительно малыми молекулами в «супрамолекулярной» модели является принципиальным [20].

**Резюме по разделу I**. В настоящее время имеется две относительно установившихся точки зрения на структуру ГК. Первая точка зрения подразумевает, что имеется ядро, которое окружено периферическими цепями. При этом молекулярные фрагменты ядра и периферии одной молекулы ГК связаны химическими связями. Альтернативная точка зрения подразумевает, что макромолекула гуминовых кислот является не полимером с ковалентными связями между всеми атомами в молекуле, а супрамолекулярным мицелло-подобным агрегатом, состоящим из относительно малых гетерогенных молекул, способных к самоассоциации благодаря гидрофобным взаимодействиям. Наконец, недавно появилась работа [23], в которой авторы полагают, что все гипотезы о структуре ГК основываются на артефактах, которые связаны с процедурой выделения ГК и поэтому подход к изучению структуры макромолекул ГК надо менять. Это соображение, безусловно, не беспочвенно. Однако, поскольку все экспериментаторы всегда подробно описывают процедуру выделения ГК и зачастую работают по стандартному протоколу, то, соответственно, информацию о структуре ГК, полученную для таким образом выделенных образцов, можно сравнивать и обсуждать, поскольку исследуется объект, выделенный в одинаковых условиях.

## II. Концентрационная зависимость спектров флуоресценции гуминовых кислот.

**II.1. Общие положения о применении метода флуоресценции для изучения структурных свойств гуминовых кислот.** Флуоресцентная спектроскопия является чувствительным и экспрессным методом анализа веществ в окружающей среде. Особенно её достоинства и преимущества ввиду высокой чувствительности сказываются при анализе и обнаружении малых концентраций веществ. С его помощью можно получать информацию об изменении структуры флуорофоров в молекулах в зависимости от изменения полярности её микроокружения [24-28] и от изменения конформации самой молекулы ГК [24,26,29,30]. Этот метод можно применять в режиме разовых измерений, в режиме регулярных мониторинговых измерений, при заборе проб и их анализе в стационарной или мобильной лабораториях [31,32]. В связи с этим неудивительно, что метод флуоресценции получил широкое распространение для изучения структурных свойств ГК [24-30]. Форма контура спектра флуоресценции ГК является неоднородной, поскольку она представляет собой суперпозицию спектров флуоресценции различных по природе флуорофоров [24,33,34]. Как правило, в качестве количественных параметров индикации спектров флуоресценции используются величины интегральных

интенсивностей $I_\infty$, первых моментов $M_1$ («центр тяжести спектра») [35,25] и коэффициентов формы спектра флуоресценции (отношение интенсивности коротковолновой к длинноволновой частей спектра флуоресценции) [24,26,28,29].

**II.2. Экспериментальные особенности определения спектральных параметров спектров флуоресценции гуминовых кислот.** При определении достоверных параметров спектров флуоресценции ГК следует указать на принципиальный момент – введение поправок в экспериментально наблюдаемый спектр флуоресценции на эффект внутреннего фильтра (ЭВФ) [36,37]. Эффект внутреннего фильтра заключается в том, что величина оптической плотности на длинах волн возбуждения и наблюдения флуоресценции отличается от нуля и зависит от концентрации. В результате из-за наличия ЭВФ происходит искажение истинных интенсивностей и формы контуров спектров флуоресценции. Не случайно этому важному практическому вопросу уделено специальное внимание в обобщающих монографиях [36-38]. Игнорирование возможности ЭВФ приводит к тому, что полученные, например в [39], данные по зависимости изменения формы контура спектра флуоресценции образцов воды от глубины не поддаются достоверной интерпретации и наблюдаемое автором «покраснение» спектра флуоресценции с увеличением глубины забора образцов воды можно объяснить не природными процессами, идущими в афотической зоне моря, как это интерпретируется автором [40], а наличием ЭВФ. Действительно, не учёт поглощения более коротковолновой части спектра может дать эффект «покраснения» спектра экспериментально наблюдаемого спектра флуоресценции. Другой важный момент при определении параметров флуоресценции ГК является учёт флуоресценции растворителя, которая даже при очень тщательной очистке всегда имеет место в водных растворах [28]. Природа возникновения флуоресценции в водных растворах – растворение аэрозоля гуминовых веществ, который всегда присутствует в воздухе.

В литературе имеется ряд подходов по учёту ЭВФ для конденсированной фазы [36,37]. Грубую поправку на величину эффекта внутреннего фильтра при лазерном возбуждении проводят с помощью поправочного множителя α [36-38].

$$\alpha = 10^{0.5(OD_{возб} + OD_{фл})} \qquad (1)$$

В (1) $OD_{возб}$ и $OD_{фл}$ - величины оптической плотности раствора на длине волны возбуждения и флуоресценции при длине оптического пути 1 см. Однако во многих случаях, например, при количественном определении квантовых выходов или первых моментов спектров флуоресценции, для точного учёта ЭВФ, такой подход может оказаться не достаточным. Это связано с тем, что при реальной геометрии возбуждения, которая отличается от формы бесконечно тонкого луча, конкретную величину оптического пути α точно определить трудно. По этой причине для корректного учёта ЭВФ нельзя использовать множитель α. Сведения о влиянии диаметра возбуждающего луча на величину ЭВФ имеются в работе [41]. Показано, что в условиях высокой оптической плотности образца размер возбуждающего луча может вносить заметные искажения в наблюдаемый контур флуоресценции.

Одной из наиболее простых формул для поправок на ЭВФ и флуоресценцию растворителя в спектрах флуоресценции ГК является выражение, использованное в [42].

$$I = (1-10^{-OD_{возб,\lambda}})^{-1} * (I_{экс,раствор}(\lambda) - I_{экс,растворитель}(\lambda))\ 10^{OD_{фл,\lambda}} \qquad (2)$$

В (1) $I_{экс,раствор}(\lambda)$ и $I_{экс,растворитель}(\lambda)$ - экспериментально наблюдаемая интенсивность флуоресценции растворов и растворителя на длине волны флуоресценции λ. $OD_{возб,}$□– величина оптической плотности раствора на длине волны возбуждения. $OD_{фл,\lambda}$– величина оптической плотности на длине волны флуоресценции λ при длине оптического пути 0.5 см в спектральном диапазоне 350 – 650 нм. Сомножители $(1-10^{-OD_{возб,\lambda}})^{-1}$ и $10^{OD_{фл,\lambda}}$ являются корректирующими поправками на эффект внутреннего фильтра при возбуждении и испускании флуоресценции (эффекты внутреннего фильтра первого и

второго рода). Формулу (2) можно использовать для величин оптических плотностей до 0.3. Следует заметить, что использование этой формулы намного расширяет возможности применения метода флуоресценции для сред со значительными величинами оптической плотности. Этот момент очень важен, поскольку в литературе широко распространено положение о том, что внесение поправок с величинами OD более 0.1 приводит к значительным погрешностям. Справедливость этого утверждения основывается на специально проведённых нами экспериментах. В этих экспериментах сравнивались отношения интенсивностей флуоресценции для двух разных концентраций при разных величинах оптического пути, т.е. в экспериментах варьировалась величина $OD_{возб}$ и $OD_{фл}$. В результате было установлено, что эти отношения при OD < 0.3 одинаковы.

В работе [43] представлена более универсальная формула для учёта эффектов внутреннего фильтра в испускании флуоресценции, позволяющая вычислять зависимость интенсивности флуоресценции в поглощающей среде от диаметра лазерного луча, расстояния центра лазерного луча до выходной стенки кюветы и величины оптической плотности на единицу длины. Конечно, представляет интерес результат сравнения различных подходов к определению ЭВФ, чего в настоящее время не сделано.

**Резюме по разделу II.2**. При анализе спектров флуоресценции ГК необходимо введение поправок на эффект внутреннего фильтра. Имеется несколько видов поправок. Они не альтернативны, но степень учета реальных экспериментальных условий у них разная.

**II.3. Проявление структурных свойств ГК в спектральных параметрах контура флуоресценции (положение максимумов и первые моменты полос флуоресценции).** Важность получения информации об изменении (или постоянстве) структуры макромолекул ГК в зависимости от концентрации представляется актуальной в связи с необходимостью определения констант связывания ГК с различными молекулами-поллютантами. Действительно, зачастую определение констант связывания проводится на основании результатов, полученных из экспериментов по наблюдению зависимости интенсивности флуоресценции молекул поллютанта от концентрации ГК (нахождение констант Штерна-Фольмера) [44-49]. Однако, если структура ГК зависит от концентрации, то тушение проводится по существу разными по своей структуре молекулярными образованиями, поскольку для каждой концентрации ГК оно будет индивидуально. Не исключено, что в ряде работ наблюдалось отклонение от прямолинейной зависимости в координатах Штерна - Фольмера, связанное именно с этим обстоятельством.

Концентрационные изменения спектров флуоресценции ГК и их фракций и, соответственно, систематическая информация об изменении их макроструктурных свойств при изменении концентрации до последнего времени отсутствовала. Лишь относительно недавно появились отдельные работы, в которых делались попытки связать изменения в спектрах флуоресценции с изменением структуры макромолекул гуминовых кислот в зависимости от концентрации [37,31,32]. Так, например, в работе [31] наблюдаемый сдвиг спектра флуоресценции ГК в длинноволновую область (батохромный сдвиг) при возрастании её концентрации автор связывает с возможностью образования агрегированного состояния из макромолекул ГК. Аналогичные заключения были сделаны и в других работах.

В работе [50] с помощью метода флуоресценции была изучена концентрационная зависимость спектров флуоресценции разных по весу фракций ГК C+D, B+C, B и A, выделенных из одного исходного образца ГК [23-32,46-48]. Выделение ГК и получение фракций с условным обозначением C+D, B+C, B и A описаны в [51-53]. Молекулярный вес, определённый с помощью метода ультрафильтрации, для этих фракций составляет 5 - 30, 30 – 60, 60 –100 и 100 - 300 кД для фракций C+D, B+C, B и A соответственно [51].

Основные экспериментальные результаты по наблюдению концентрационной зависимости первых моментов спектров флуоресценции ($M_1$) показаны на рис.2. Как видно из представленных данных, наблюдается рост величины первого момента при возрастании концентрации фракций ГК.

Наблюдаемая зависимость объясняется на основе гипотезы о наличии процесса образования ассоциатов, который происходит благодаря процессу агрегации мономерных макромолекул ГК. Длина волны полосы флуоресценции агрегата более «красная», чем у мономера и поэтому с повышением концентрации наблюдается «красный» сдвиг величины $M_1$.

Зависимость величины $\Delta M_1 = M_1^{Сгк=50мг/л} - M_1^{Сгк\ =\ 0.5мг/л}$ от величины среднего веса фракций ГК показана на рис. 3. Величина $\Delta M_1$ – определяет эффективность ассоциации или эффективность изменения исходной структуры макромолекулы ГК.

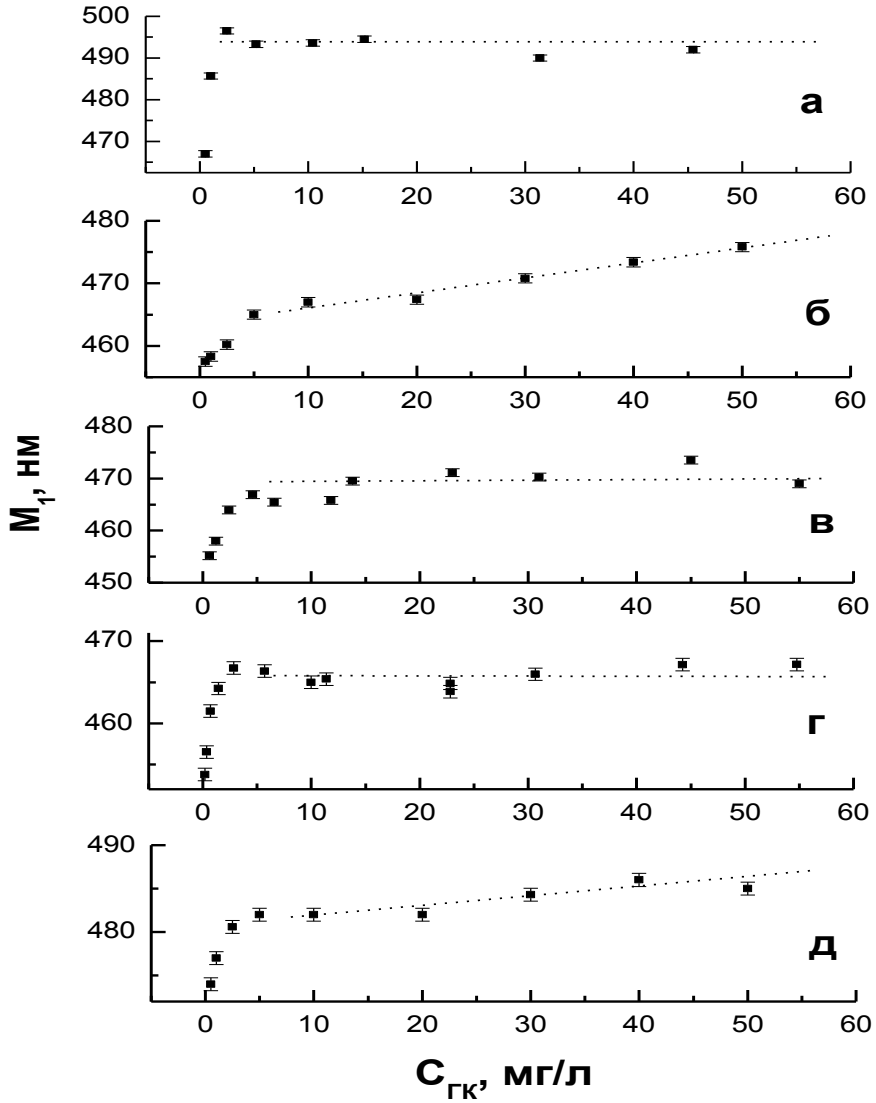



Рис.2. Зависимость величин $M_1$ спектров флуоресценции фракций ГК от концентрации. а – фракция C+D; б – фракция B+C; в – фракция B; г – фракция A; д – не фракционированная ГК.

Большее изменение величины первого момента $M_1$ для малых фракций относительно больших при увеличении концентрации объясняется в предположении, что спектр

флуоресценции определяется $\pi \to \pi$ типом электронных переходов и при образовании ассоциатов Малые макромолекулы ГК претерпевают либо большее увеличение полярности микроокружения исходного состояния флуорофоров, либо большие структурные изменения самой макромолекулы, которые приводят к батохромному сдвигу спектра флуоресценции. Другое возможное объяснение – при увеличении концентрации отсутствуют структурные изменения, а только микроокружение флуорофора меняется (например, образование сендвичевых (пластинчатых) структур), которое у малых по весу фракций претерпевает большие изменения [54].

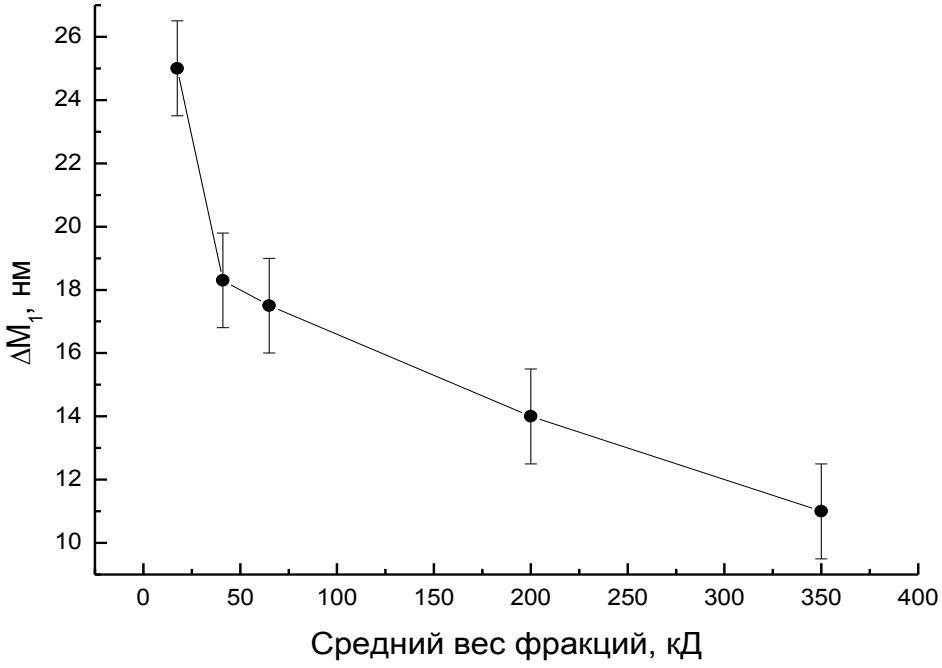



Рис.3. Зависимость величины $\Delta M_1 = M_1^{c=5мг/л} - M_1^{c=0,5мг/л}$ от среднего веса фракций макромолекул ГК.

**Резюме по разделу II.3.** Из приведённых интерпретаций следует, что при обсуждении процесса ассоциации макромолекул ГК никогда не обращалось внимание на то, что макромолекула ГК в жидком растворе представляет собой полианион, т.е. отрицательно заряженную частицу. Таким образом, обсуждая вопрос ассоциации макромолекул ГК надо принимать во внимание, что всегда имеет место их кулоновское отталкивание. Следовательно, если делать предположение об ассоциации макромолекул, то нужно предлагать какой-то альтернативный фактор, который бы способствовал ассоциации, и был более эффективен, чем кулоновское отталкивание. В принципе таким фактором могло бы быть гидрофобное взаимодействие, которое в этом случае для ассоциата должно приводить к меньшей величине свободной энергии, чем существование мономеров с кулоновским отталкиванием. Действительно, на наличие и конкуренцию этих процессов, приводящих к «разрыхлению» ассоциатов из молекул холестерина, указано в [55].

Имеющиеся данные по изменению $M_1$ не противоречиво объясняются представлениями, согласно которым увеличение концентрации ГК приводит к структурному переходу «Нить-клубок» [9]. Этот переход может изменить электронную структуру макромолекулы и привести к сдвигу полосы флуоресценции. В рамках вышеуказанных представлений о наличии кулоновского отталкивания, именно это

взаимодействие может обеспечивать такой структурный переход. Следует заметить, что в [9] не предлагалось механизма, который приводил бы к этому структурному изменению.

**II.4. Проявление структурных свойств ГК в экспериментах по тушению флуоресценции ГК.**

**II.4.1. Тушение интегральных интенсивностей.** Другим подходом в методе флуоресценции для получения информации о структурных свойствах ГК является применение метода тушения. С целью получения дополнительных сведений об изменении структуры макромолекул ГК при ассоциации в работе [56] применяли метод тушения флуоресценции гуминовых кислот разных концентраций ионом кадмия (метод Штерна-Фольмера, ШФ). Суть предлагаемого подхода для получения информации об изменении структуры ГК благодаря влиянию ассоциации заключается в нахождении концентрационной зависимости констант тушения флуоресценции ГК.

На рис.4 показана концентрационная зависимость констант тушения $К_т$ для фракций B и CD. Как видно из этого рисунка, концентрационная зависимость $К_{ШФ}$ для разных по весу фракций ГК принципиально различна: для более тяжёлой наблюдается падение константы ШФ, а для более легкой - увеличение. Это указывает на принципиально разное изменение доступности флуорофоров для тушения легкой и тяжёлой фракций. Эти данные интерпретируются следующим образом.

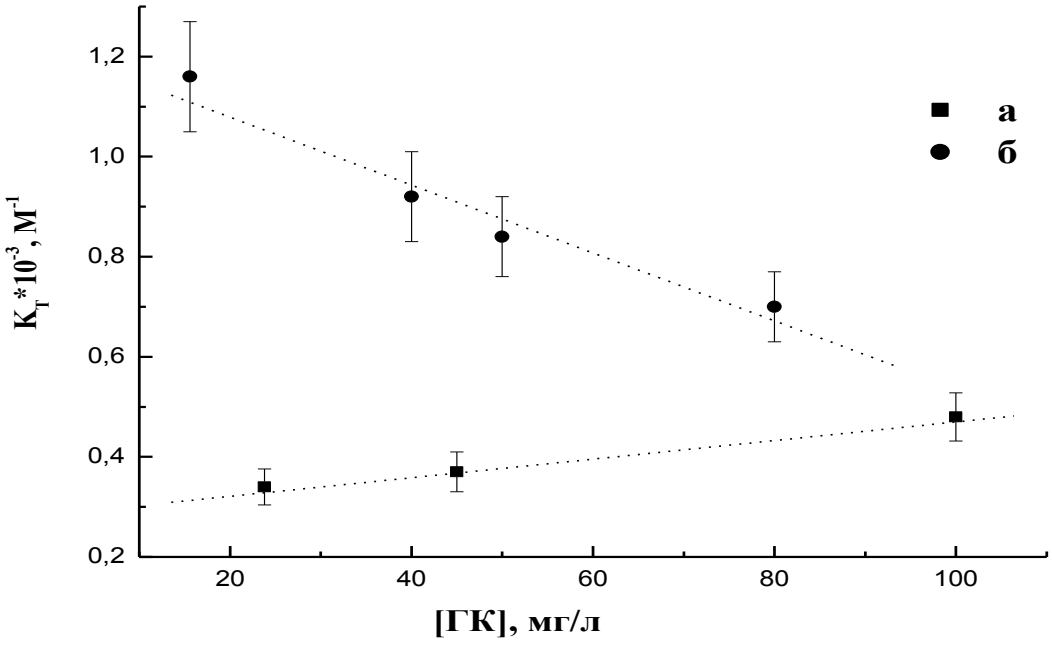



Рис.4. Зависимость величин $К_{ШФ}$ от концентрации фракций ГК. Фракция B - а; фракция C+D - б.

Интенсивность флуоресценции легкой фракции ГК преимущественно определяется интенсивностью флуоресценции флуорофоров, находящихся в ядре, в то время как интенсивность флуоресценции тяжёлой фракции определяется наличием флуорофоров, находящихся как в ядре, так и на периферии. Об этом свидетельствовует различие в контурах полос флуоресценции (данные не приводятся)).

В рамках вышеизложенных положений интерпретация влияния ассоциации ГК на величину $К_Т$ такова. Образование структуры типа стекинга при ассоциации приводит к экранировке флуорофоров, которые находятся в ядре. Для легкой фракции C+D, в которой флуорофоры находятся преимущественно в ядре, это приводит к уменьшению доступности для тушителя и, соответственно, наблюдается уменьшение константы

тушения. При ассоциации макромолекул тяжёлой фракции В, флуорофоры, находящиеся в ядре экранируются, что приводит к уменьшению константы тушения, а флуорофоры, находящиеся в периферической части, становятся более доступными для тушения, что приводит к росту константы тушения. В результате для тяжёлой фракции В, в предположении большего вклада в изменении интенсивности от флуорофоров, находящихся на периферии, будет иметь место увеличение эффективности тушения и наблюдаемый рост $К_Т$.

В рамках предложенной интерпретации изменения констант ШФ при ассоциации меньшую скорость изменения констант ШФ для тяжёлой фракции относительно легкой в 3.7 раза можно объяснить конкуренцией двух процессов, влияющих на интенсивность изменения окружения флуорофоров, находящихся внутри ядра и на периферии ГК. Экранировка флуорофоров, находящихся в ядре, приводит к уменьшению эффективности тушения (уменьшение $К_Т$), а изменение окружения флуорофоров, находящихся на периферии, к увеличению эффективности тушения (рост $К_Т$). Таким образом, для тяжёлой фракции в тушении интенсивности флуоресценции при ассоциации будет наблюдаться суммарный эффект, который в результате будет гораздо меньше, чем в случае, когда имеет место только 1 процесс (экранировка ядра для легкой фракции), т.е. когда конкуренция экранирующего и дезэкранирующего процессов отсутствует. Можно предположить, что при ассоциации в случае однонаправленности изменения окружения флуорофоров, находящихся в ядерной части и на периферии ГК, константы ШФ будут претерпевать значительно большие изменения. Из этих данных также следует заключение о разной эффективности изменения структуры ГК при изменении концентрации: она изменяется больше для больших по весу фракций.

Также в [56] установлена зависимости величин $М_1$ от концентрации (с ростом концентрации наблюдается «красный сдвиг положения максимума полосы флуоресценции, данные не приводятся). Эти данные объяснялись в рамках гипотезы об изменении полярности микроокружения флуорофора и конформационного изменения структуры гуминовых кислот.

**Резюме по пункту II.4.1.** В результате на, примере, двух различающихся по молекулярной массе фракциях гуминовых кислот продемонстрировано, что с помощью концентрационной зависимости констант ШФ возможно получение информации об особенностях структурных изменений макромолекул ГК при их ассоциации. Спектроскопические данные и сделанные на их основе выводы о структурных изменениях макромолекулы ГК в зависимости от концентрации совпадают с ранее полученными заключениями [9,29,37] о том, что рост концентрации сопровождается ассоциацией, а её эффективность зависит от веса исходного мономера. Таким образом, заключения об изменении структуры макромолекулы ГК, сделанные на основании флуоресцентных экспериментов по наблюдению первых моментов и тушению интенсивности совпадают: рост концентрации ГК приводит к их самоассоциации. Однако не трудно заметить, что представленная выше интерпретация данных на основе ассоциации исходных мономерных молекул не является единственной и предложенная выше альтернативная интерпретация на основе структурного перехода «нить-спираль (клубок)» также в состоянии объяснить все имеющиеся результаты. Отсутствие однозначности выводов об изменении структуры макромолекулы ГК связано с недостаточными возможностями использованных экспериментальных подходов дискриминации возможных структурных моделей (величина первого момента и тушение интегральных интенсивностей). В следующем разделе **II.4.2.** будет описана попытка более глубокого изучения процесса самоассоциации.

Тем не менее, даже имеющиеся результаты позволяют сделать заключение о том, что имеющаяся концентрационная зависимость структуры макромолекулы ГК

(независимо от конкретных изменений) означает, что метод получения информации о константах связывания различных поллютантов с ГК, нужно использовать с осторожностью [37-39]. В этих экспериментах структура молекулы-тушителя (ГК) для каждой концентрации индивидуальна и, следовательно, реально тушение проводится разными по своей структуре макромолекулами. Это обстоятельство неизбежно может вносить неконтролируемые погрешности в получаемые таким способом константы связывания. Не исключено, что в ряде экспериментов именно этой причиной и объясняется отсутствие линейных зависимостей в экспериментах по наблюдению зависимостей Штерна-Фольмера. Таким образом, для получения достоверных констант связывания необходима предварительная информация о концентрационной зависимости макроструктуры ГК.

**II.4.2. Спектральная зависимость эффективности самотушения ГК как новый подход к изучению её структуры при самоассоциации.** Как уже указывалось в разделе **II.4.1.** ранее применявшиеся подходы изучения образования ассоциатов макромолекул ГК были не в состоянии дискриминировать две ситуации: действительно образование ассоциатов или «свёртывание» исходных молекул в спираль (клубок). Для выбора между этими двумя гипотезами можно попытаться использовать данные работы [57]. В этой работе была изучена спектральная зависимость эффективности самотушения флуоресценции ГК. Метод спектральной зависимости эффективности тушения, т.е. получение информации о том, какова доступность сайтов, содержащих флуорофоры, для тушения флуоресценции ранее был предложен и успешно апробирован в работе [58]. В этой работе для получения информации об эффективности взаимодействия сайтов стандартного образца ГК с ионом [$Cu^{2+}$] была изучена зависимость констант Штерна-Фольмера $К_{ШФ\lambda}$ (степень эффективности тушения) от длины волны флуоресценции. Полученная спектральная зависимость эффективности тушения оказалась не монотонной функцией, что свидетельствовало о наличии нескольких спектральных компонент и означало наличие нескольких «посадочных» мест для тушителя на сайтах макромолекулы ГК.

Наличие спектральной зависимости эффективности самотушения $К_{СТ\lambda}$ при увеличении концентрации ГК можно ожидать, поскольку при наличии процессов самоасоциации макромолекул ГК имеет место взаимодействие их сайтов, которые имеют различные амфифильные (химические) и структурные свойства (разная степень доступности). Это различие должно выявиться в разной эффективности взаимодействия сайтов и, соответственно, в разной эффективности тушения интенсивности флуоресценции хромофоров, находящихся на этих сайтах. Таким образом, при наличии процесса самоассоциации разные спектральные компоненты могут иметь разную эффективность тушения в силу различной доступности и химической природы флуорофора. Следовательно, изучая спектральную зависимость эффективности самотушения, можно получить сведения о свойствах флуорофоров в структуре макромолекулы ГК. В [54] эти сведения были получены на примере хорошо спектрально охарактеризованных фракций ГК разного молекулярного веса [51,52].

Для получения констант самотушения $К_{СТ\lambda}$ флуоресценции ГК использовали уравнение Штерна - Фольмера (3) с учётом того, что тушителем при возрастании концентрации ГК является сама молекула ГК

$$I_{0\lambda} / I_{\lambda} = 1 + К_{СТ\lambda} [ГК] \qquad (3).$$

В (3) [ГК] – концентрация фракций ГК (мг/литр); $I_{0\lambda}$ и $I_{\lambda}$ – значения относительных квантовых выходов флуоресценции растворов ГК при [ГК] $\rightarrow 0$ и [ГК] $\neq 0$ на длине волны $\lambda$. Написание выражения (1) подразумевает, что изначально имеется бесконечно разбавленный раствор ГК (в пределе одной молекулы, у которой квантовый выход составляет величину $I_{0\lambda}$) и к этому раствору добавляются молекулы-тушители, которые

могут быть любой природы (включая те же самые макромолекулы ГК). Следует заметить, что при $K_{CT\lambda}$ = 0 $I_\lambda = I_{0\lambda}$ для любой концентрации ГК, т.е. процесс самотушения отсутствует. Такую ситуацию легко представить, например, в случае проведения экспериментов с мицеллами: величина квантового выхода флуорофоров, находящихся внутри мицеллы, не будет меняться при изменении общей концентрации флуорофоров, если концентрацию флуорофоров внутри мицеллы поддерживать постоянной.

Величина $I_{0\lambda}$ экспериментально не определяется. Она вычислялась из анаморфозы

$$(I_\lambda)^{-1} = (I_{0\lambda})^{-1} + K_{CT\lambda} (I_{0\lambda})^{-1} [ГК] \quad (4).$$

Из (4) видно, что, строя зависимость $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК], по отсечению на оси ординат находится величина $(I_{0\lambda})^{-1}$, а из тангенса наклона этой зависимости определяется значение $K_{CT\lambda} I_\lambda)^{-1}$ и далее $K_{CT\lambda}$.

Для получения качественной информации о спектральной эффективности самотушения флуоресценции ГК использовали также величину $\alpha_\lambda$ - отношение квантовых выходов флуоресценции фракций ГК на длине волны $\lambda$ при концентрациях ГК 1 мг/л ($I_\lambda^{1мг}$) и 10 мг/л ($I_\lambda^{10мг}$) соответственно

$$\alpha_\lambda = I_\lambda^{1мг} / I_\lambda^{10мг} \quad (5)$$

В величину $I_{отн}(\lambda$ в формуле (5) даёт вклад флуоресценция растворителя. Доля этого вклада, как в интегральную интенсивность, так и в интенсивность на определённой длине волны, зависела от концентрации ГК и не превышала 8%. Однако при определении величин $K_{CT\lambda}$ как с учётом, так без учёта этого вклада, различий в полученных значениях $K_{CT\lambda}$ в пределах погрешности её определения (±10%) установлено не было.

На рис.5 A,B представлены зависимости $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК] для некоторых длин волн для фракций A, B и C+D соответственно. Как видно из приведённых данных, для всех фракций наблюдались удовлетворительные линейные зависимости, что позволило по (4) определить величины $K_{CT\lambda}$. Исключение составляют зависимости $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК] для фракции A в спектральном диапазоне 380 - 480 нм. В этом диапазоне длин волн спрямления не наблюдается (рис.6). Как видно из рис.6, наблюдается изгиб зависимости $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК] к оси X. Такой изгиб характерен для случая, когда часть флуорофоров доступна для тушения, а другая часть не доступна [37]. Для определения константы тушения в этом случае используют модифицированное уравнение Штерна Фольмера [37]

$$I_{0\lambda} / \Delta I_\lambda = 1/(f_1 K_{CT\lambda} [ГК]) + 1/f_1 \quad (6)$$

где $I_{0\lambda}$ –квантовый выход флуоресценции образцов при [ГК] = 0 на длине волны $\lambda$; $\Delta I_\lambda = I_{0\lambda} - I_\lambda$ - разница квантовых выходов флуоресценции образца при [ГК] = 0 и [ГК] ≠ 0 на длине волны $\lambda$; $f_1$ – доля доступной для тушения фракции флуоресцирующего образца; $K_{CT\lambda}$ – константа самотушения тушения Штерна–Фольмера, [ГК] - концентрация флуорофора. Эта модифицированная форма уравнения Штерна-Фольмера позволяет графически определить $K_{CT\lambda}$ и $f_1$: на графике зависимости $I_{0\lambda} / \Delta I_\lambda$ от $[ГК]^{-1}$ и при наличии спрямления значение $f_1$ определяется из отсекаемого отрезка на оси Y, а величина $1/(f_1 K_{CT\lambda})$ - из тангенса угла наклона. Однако в нашем случае (врезка на рис.3) такого спрямления не наблюдается. Отсутствие спрямления зависимости $I_{0\lambda} / \Delta I_\lambda$ от 1/[ГК] означает, что изгиб зависимости $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК] к оси X (рис.3) для фракции A связан, по-видимому, не только с наличием сайтов с флуорофорами, недоступными для тушения, а и с другими не установленными в настоящее время факторами. (В частности, одним из таких факторов может быть зависимый от концентрации стерический фактор данного сайта ГК). Таким образом, с помощью общеизвестных подходов для фракции A в спектральном диапазоне 380 - 480 нм определение констант $K_{CT\lambda}$ не представлялось возможным.

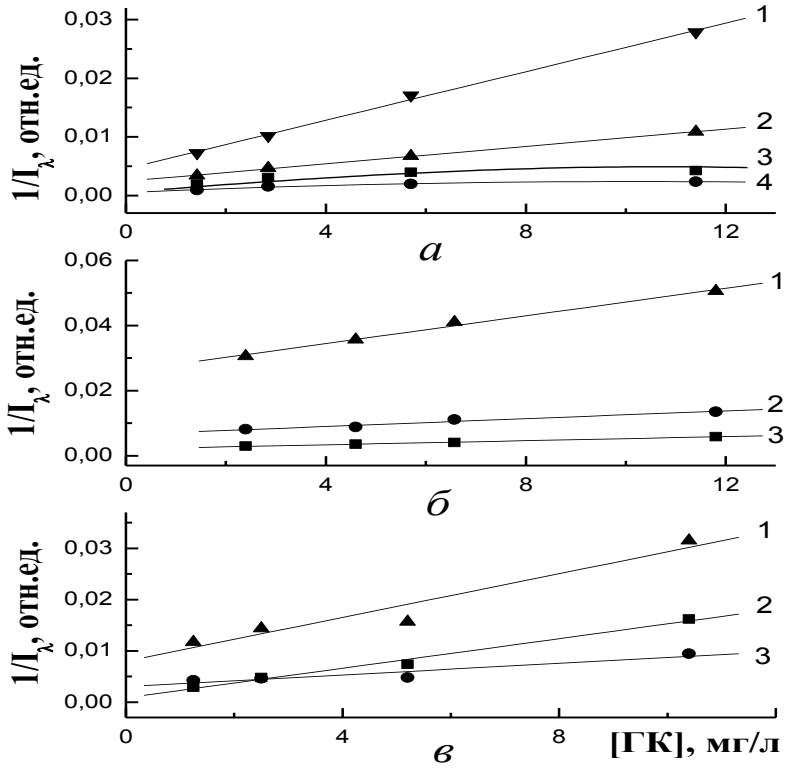



Рис.5. Зависимости величины $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК]. а - фракция А; 1 - λ = 580 нм, 2 - λ = 540 нм, 3 - λ = 400 нм, 4 - λ = 440 нм. б – фракция В; 1 - λ = 580 нм, 2 - λ = 520 нм, 3 - λ = 440 нм. в - фракция C+D; 1 - λ = 580 нм, 2 - λ = 420 нм, 3 - λ = 520 нм.

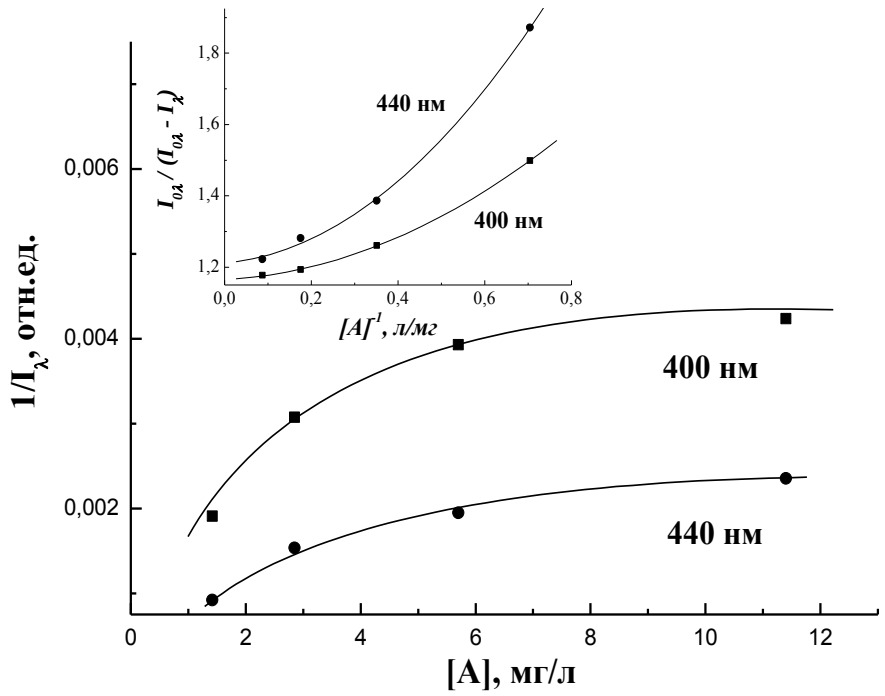



Рис.6. Зависимости $(I_\lambda)^{-1}$ от [ГК] для фракции А при λ = 400 и 440 нм. На фрагменте – анаморфозы для интенсивностей на этих длинах волн по уравнению (8).

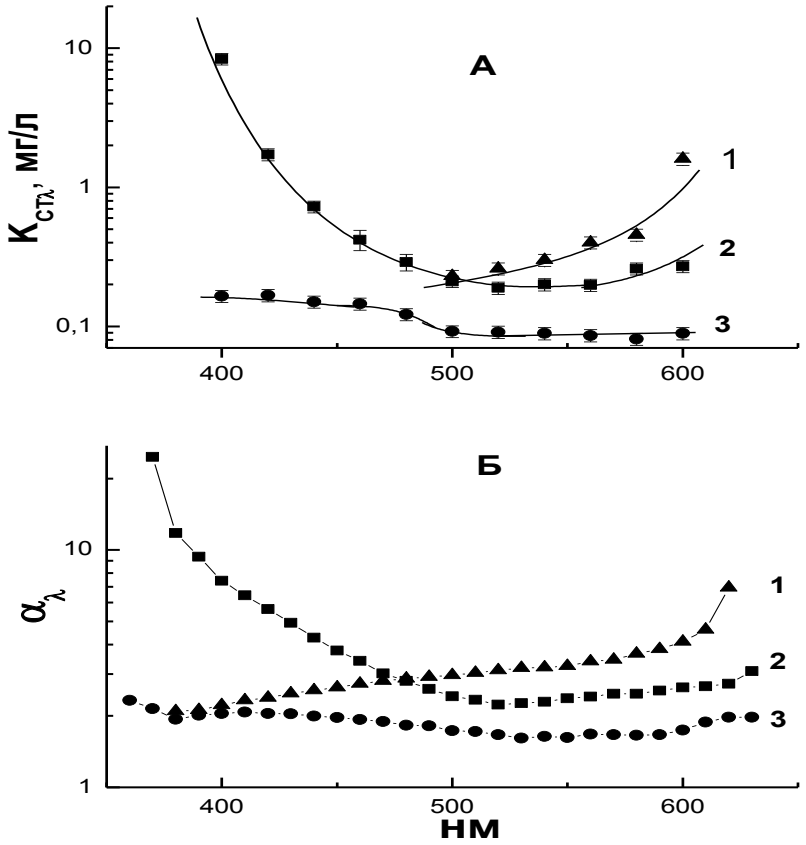



Рис.7. Спектральные зависимости констант самотушения $К_{СТ\lambda}$ (рис.А) и величины $\alpha_\lambda$ для фракций А (1), В(3) и С+D (2) (рис.Б).

На рис.7А показаны спектральные зависимости констант самотушения $К_{СТ\lambda}$ для изученных фракций. Как видно из этого рисунка, зависимости $К_{СТ\lambda}$ индивидуальны, т.е. принципиально отличаются друг от друга. Это свидетельствует о том, что сайты, содержащие флуорофоры, которые испускают свет в одной и той же спектральной области, но входящие в состав разных фракций, имеют разную природу (химическую, структурную, химически – структурную и т.д.) и, соответственно, разную эффективность тушения. В частности, для фракции А (тяжёлая фракция) большее самотушение претерпевают флуорофоры, испускающие свет с $\lambda > 500$ нм («красные» флуорофоры), относительно самотушения флуоресценции в спектральном диапазоне $\lambda < 500$ нм («синие» флуорофоры), а для фракции С+D (легкая фракция), напротив, большее самотушение претерпевают «синие» флуорофоры. Спектральная эффективность тушения флуоресценции фракции В, молекулярный вес которой имеет промежуточное значение между самой тяжёлой и самой легкой фракциями, не претерпевает заметных изменений в зависимости от длины волны флуоресценции: лишь в «синей» области спектра ($\lambda< 500$ нм) наблюдается небольшое увеличение величин $К_{СТ\lambda}$.

На рис.7Б представлены спектральные зависимости величин $\alpha_\lambda$ для изученных фракций. Как видно из сравнения рис.7А и рис.7Б абрисы спектральных зависимостей $К_{СТ\lambda}$ и $\alpha_\lambda$ практически полностью подобны. Отсюда следует, что параметр $\alpha_\lambda$ можно использовать для качественных выводов о спектральной зависимости эффективности самотушения флуоресценции макромолекул ГК. Дополнительно можно отметить достоинство использования величины $\alpha_\lambda$: этот параметр позволяет анализировать изменения контура спектра флуоресценции в любом спектральном диапазоне без каких-либо ограничений. Например, в нашем случае возможна интерпретация спектральной

зависимости параметра $\alpha_\lambda$ для фракции А в диапазоне $\lambda < 500$ нм, т.е. во всём спектральном интервале испускания флуоресценции.

Как видно из рис.7 А,Б, для каждой фракции имеется индивидуальная спектральная зависимость эффективности самотушения флуоресценции $K_{CT\lambda}$ и $\alpha_\lambda$, что отражает индивидуальные особенности структуры каждой из этих фракций. Так, в частности, структура макромолекул фракции В такова, что при самоассоциации сайты с флурофорами, испускающими как «красную» так и «синюю» флуоресценцию, претерпевают примерно одинаковое тушение. Для тяжёлой фракции А наблюдается большая эффективность тушения в «красной» области спектра относительно «синей», а для легкой фракции C+D – имеет место большая эффективность тушения «синей» относительно «красной» флуоресценции.

Ранее указывалось, что эффективность тушения флуоресценции ГК может зависеть от двух факторов: химической природы флуорофора и доступности флуорофора для тушителя. Наличие этих двух факторов для каждой фракции ГК может приводить к четырём формально возможным причинам самотушения флуоресценции фракций ГК: 1 – химически одинаковые флуорофоры и одинаковая доступность; 2 – химически одинаковые флуорофоры и разная доступность; 3 – химически разные флуорофоры и одинаковая доступность; 4 – химически разные флуорофоры и разная доступность. В связи с наличием свойства полидисперсности любой образец фракции ГК может иметь произвольную комбинацию факторов тушения. Из-за этого обстоятельства однозначная интерпретация наблюдаемых спектральных зависимостей эффективности тушения одной фракции и абсолютное различие эффективностей тушения разных фракций не представляется возможным. Очевидным является только то, что ввиду заметно различающихся спектральных зависимостей эффективности тушения $K_{CT\lambda}$ и $\alpha_\lambda$ (рис.7 А,Б) для разных фракций ГК возможная причина №1 может быть отвергнута, поскольку, если бы её вклад в зависимость был значителен, то эти зависимости для разных фракций были бы по крайней мере подобны.

В связи с невозможностью однозначной интерпретации мы ограничимся объяснением полученных данных на основании следующего экспериментально установленного факта. В [59,60] было показано, что более тяжёлые фракции ГК относительно легких содержат большую долю алифатических и ароматических фрагментов, т.е., можно думать, обладают более гидрофобными свойствами. Отсюда можно сделать следующее заключение. Увеличение степени гидрофобности исходной макромолекулы ГК приводит к тому, что с ростом концентрации, т.е. при возможной самоассоциации или переходе «нить- спираль (клубок)», изменение структуры макромолекулы ГК происходит таким образом, что в тяжёлой фракции А, в которой степень гидрофобности более высокая, чем в легкой, более сильное тушение претерпевает «красная» флуоресценция. В легкой фракции C+D, в которой степень гидрофобности менее высокая, чем в тяжёлой, наиболее сильное тушение претерпевает «синяя» флуоресценция. Таким образом, в рамках представлений о наличии у образцов ГК разной доли гидрофобных групп возможна не противоречивая интерпретация спектральных зависимостей эффективности самотушения флуоресценции фракций ГК.

Резюме по разделу **II.4.2.** Изучены спектральные зависимости эффективности самотушения для трёх фракций ГК разного веса. Оказалось, что каждая фракция характеризуется индивидуальной спектральной зависимостью эффективности самотушения. При этом установлен следующий экспериментальный факт: для исходных макромолекул ГК, которые обладают большими гидрофобными свойствами, эффективность самотушения «красной» флуоресценции выше, чем «синей» флуоресценции, а для исходных макромолекул ГК, которые обладают меньшими гидрофобными свойствами, эффективность самотушения «синей» флуоресценции выше,

чем для «красной» флуоресценции. Таким образом, метод наблюдения спектральной зависимости эффективности тушения способен дать более глубокую информацию о трансформации структуры макромолекулы ГК при увеличении её концентрации. Однако на основе полученных данных всё-таки не представляется возможным дискриминировать две возможности структурных перестроек макромолекулы ГК: это самоассоциация или переход «нить – спираль клубок». Обе эти гипотезы в состоянии объяснить наблюдаемые изменения их спектров флуоресценции. По-видимому, для решения этого вопроса необходимо применять более прямые физико-химические методы изучения структуры молекул в растворах.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Орлов Д. С. Химия почв/ Д. С. Орлов. - М.: Изд-во МГУ, 1992. – 259 с.
2. Stevenson, F J. Humic chemistry: genesis, composition, reaction /F J Stevenson. - NY: Chichester, Wiley, 1982. - V. 1. – 443 p.
3. Перминова И.В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот: дис. д-ра хим. наук / И.В. Перминова. - Москва: МГУ, 2000. – 359 с.
4. Kleinhempel D. Ein beitrag zur theories des huminstoffzustandes /D. Kleinhempel //Albrecht-Thaer-Archiv. - 1970. - V. 14. - № 1. - P. 3-14.
5. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации/ Д.С. Орлов. - М.: Изд-во МГУ, 1990.- 325с.
6. Фракционирование, количественное определение и изучение некоторых основных растворенных компонентов природных вод / Г.М. Варшал [и др.]// Гидрохим. матер. - 1973. - Т. 59. - С. 143-151.
7. Tate, R.L. Microbial oxidation of organic matter of histosols / R.L. Tate // Adv Microb Ecol. – 1980. - № 4. – P. 169-201.
8. Martin J.P. Influence of microorganisms on soil aggregation and erosion/ J.P. Martin, S.A. Waksman // Soil. Science - 1941. - № 52. - P. 381-394.
9. Ghosh K. Macromolecular structures of humic substances / K. Ghosh, M. Schnitzer // Soil Science. - 1980. - №129. - P.266-276.
10. Flaig W. Isotopes and Radiation in soil organic matter studies/ W. Flaig, H. Beutelspresher// International Atomic Energy Agency. Vienna. - 1968.
11. Орлов Д.С. Размеры и форма частиц гуминовых кислот из чернозема и дерново-подзолистой почвы/ Д.С. Орлов, Е.И. Горшкова // Научные доклады высшей шкоды. Биологические науки. -1965. - № 1. - С. 207-212.
12. Visser S.A. A physico-chemical study of the properties of humic acids and their changes during humification/ S.A. Visser // Journal of Soil Science. – 1964. –V. 15, Issue 2. – P. 202-219.
13. Rice J.A. Statistical evaluation of the elemental composition of humic substances/ J.A.Rice, P. McCarthy //Org. Geochem. -1991. - V.17. - № 5. P.635-648.
14. Sakellariadou F. Spectroscopic studies of humic acids from subsurface sediment samples collected across the Aegean Sea/ F. Sakellariadou // Mediterranean Marine Scienc. - 2006. -V. 7. - №2. - P.211-217.
15. Ghosh K. Hymatomelanic acids as polyelectrolytes. I. Viscometric and osmometric studies/ K.Ghosh, S.K.Mukherjee. // J.Appl.Polym.Sci. -1971. – V. 15, Issue 9. – P. 2073–2077.
16. Khan, S. U. Distribution and characteristics of organic matter extracted from the black solonetzic and black chernozemic soils of Alberta: The humic acid fraction/ S. U. Khan// Soil Sci. - 1971. - №.112. – P.401-409.
17. Sodium Humate Solution Studied with Small-Angle X-Ray Scattering/ R.L.Wershaw [et al.] - Science. – 1967. - V. 157. - № 3795.- P.1429-1431.
18. Чизмаджев Ю.А. Мембранная биология: от липидных бислоев до молекулярных машин/ Ю.А. Чизмаджев // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. - №8. – С.12- 17.
19. Супрамолекулярные системы на основе производных каликс[4]резорцинаренов и ПАВ в хлороформе/ И.С. Рыжкина [и др.] // - ЖСХ. - 2005. – Т. 46. - № 1. - С.70-75.
20. Piccolo A. Micelle-like conformation of humic substances as revealed by size-exclusion chromatography/ A.Piccolo, S.Nardi, G.Conchery. // Chemosphere, 1996. - V. 33. - №4. - P. 595-602.
21. Conte P., Piccolo A. Effect of concentration on the self-assembling of dissolved humic substances/ P.Conte, A.Piccolo // Development in Soil Science.- 2002. - V.28A. – P. 409-418.
22. Wershaw R.L. A new model for humic materials and their interactions with hydrophobic organic chemicals in soil±water or sediment±water systems/ R.L.Wershaw // J.Contam.Hydrol.- 1986. -№ 1. - P. 29-45.
23. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property/ W. I. Michael [et al.] // Nature. – 2011. - V. 478. – P. 49–56.

24. Characterization, differentiation, and classification of humic substances by fluorescence spectroscopy/ N.Senesi// Soil Science. – 1991. - V. 52, №4. – P. 259-271.
25. Zsolnau A. Differentiating with fluorescence spectroscopy the sources of dissolved organic matter in soils subjected to drying/ A. Zsolnau, E. Baigar, M. Jimenez//Chemosphere. -1998. - V. 38. - № 1. - P. 45-52.
26. Лаврик Н.Л. Применение методов инфракрасной и люминесцентной спектроскопии для изучения структурных свойств гуминовых кислот, выделенных из хроноряда орошаемых каштановых почв Кулундинской степи/Н. Л. Лаврик, М. И. Дергачева, Е. И. Ковалева // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. - № 8.- С.815-821.
27. Лаврик Н.Л. Изучение структуры гуминовых кислот, выделенных из горизонта А, методами поглощения и флуоресценции/Н.Л. Лаврик, А.М. Сагдиев, М.И. Дергачева // Химия в интересах устойчивого развития. - 2004. - Т. 12. - № 4.- С.451-457.
28. Fluorescence of soil humic acids and their fractions obtained by tandem size exclusion chromatography - polyacrylamide gel electrophoresis/ O. Trubetskaya [et al.] // Organic Geochem. - 2002. - V. 33. - № 2. - P. 213-220.
29. Изучение природы "голубой" люминесценции в воде/Н. Л. Лаврик [и др.]// Химия в интересах устойчивого развития. - 1999.-Т. №4.- С.45-48.
30. Engebretson R.R. The effect of molecular size on humic acid associations/ R.R. Engebretson, R.von Wadruszka // Org.Geochem. - 997. - v. 26. - P. 757-765.
31. Хомутова Т.Э. Электрофоретические и флуоресцентные свойства гуминовых веществ почв различных экосистем // Автореферат диссертации на соискания ученной степени кбн./ - Москва - 1996. - 17С.
32. Provenzano M. R. Concentration and pH effects on the fluorescence spectra of humic acid-like soil fungal polymers/ M. R. Provenzano, T. M. Miano, N. Senesi //The Science of the Total Environment. -1989.–V. 81/82. – P. 129-136.
33. Изучение полидисперсных свойств молекул гуминовых кислот с помощью люминесцентной спектроскопии/Н. Л. Лаврик [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. - 2003. - Т. 11. - № 5. - С.751-753.
34. Spectral Characterization of Selected Humic Substances/ E. Vojtěch [et al.] // Soil & Water Res.- 2014. – V. 9, №1. - P. 9–17.
35. Lochmuller C.H. Conformational changes in a soil fulvic acid measured by time-dependent fluorescence depolarization/ C.H.Lochmuller, S.S. Saavedra // Anal. Chem. - 1986. - V. 58. - № 9. - P. 1978-1981.
36. Паркер С.Фотолюминесценция растворов/С.Паркер. - М.: Мир, 1972.- 510с.
37. Лакович Д. Основы флуоресцентной спектроскопии/ Д.Лакович.- Москва.: Мир, 1986. – 496с.
38. Владимиров Ю.А. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран/ Ю.А. Владимиров, Г.Е. Добрецов. - Москва.: Наука, 1980.- 327с.
39. Лактионов А.И. Исследование флуоресценции растворенного органического вещества фотической зоны вод Черного моря/ А.И. Лактионов // Оптика атмосф. и океана. - 2007. - Т. 20. №.4. - С. 349-352.
40. Experimental correction for the inner-filter effect in fluorescence spectra/ M. Kubista [et al.] // Analyst. - 1994. - V.119.- P. 417- 419.
41. Лаврик Н.Л. Концентрационная зависимость интенсивности флуоресценции гуминовых кислот/ Н.Л.Лаврик, Н.У. Муллоев // Оптика атмосферы и океана. - 2012. - Т. 25. - № 9. - С. 833–839.
42. Лаврик Н.Л. Изучение фотохимической активности водных растворов гуминовых кислот, выделенных из почв горизонта А, методом люминесценции/Н. Л. Лаврик, М. И. Дергачева // Химия в интересах устойчивого развития. - 2005. - Т. 13. - № 1. - С.79-83.
43. Лаврик Н.Л. Учёт эффекта внутреннего фильтра при испускании света в условиях лазерного возбуждения / Н.Л. Лаврик, Ю.Я. Ефимов, Н.У. Муллоев // Оптика атмосферы и океана. - 2008. –Т.21. - № 5. - С.381-385.
44. Fluorescence quenching and polarization studies of naphthalene and 1-naphthol interaction with humic acid/ Morra [et al.] // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1990. – V. 54. – P. 1283 – 1289.
45. Puchalski, M.M. Fluorescence quenching of synthetic organic compounds by humic materials/ M.M. Puchalski, M.J. Morra, R. von Wandruszka. // Environ. Sci. Technol. - 1992. – V26. – P.1787-1792.
46. Fluorescence characterization of IHSS humic substances: Total luminescence spectra with absorbance correction/ J.J.Mobed [et al.] // Envir.Sci.Tech. - 1996. - V. 30. - P. 3061-3065.
47. Fluorescence quenching method for determining equilibrium constants for polycyclic aromatic hydrocarbons binding to dissolved humic materials/ T.D. Gauthier [et al.] //*Environ.* Sci. Technol. - 1986. – V. 20. - P. 1162–1166.
48. Fluorescence Lifetime Measurements of Fluoranthene, 1-Naphthol, and Napropamide in the Presence of Dissolved Humic Acid/ S.Chen [et al.] // *Environ. Sci. Technol.*- 1994. – V. 28. - №9. – P. 1582–1588.
49. Solubility Enhancement and Fluorescence Quenching of Pyrene by Humic Substances: The Effect of Dissolved Oxygen on Quenching Processes/ K.M.Danielsen[et al.] // Environ. Sci. Technol. - 1995. – V.29. - №8. – P.2162–2165.

50. Лаврик Н.Л. Влияние концентрации на структуру макромолекул гуминовых кислот в водных растворах/ Н.Л.Лаврик, Н.У.Муллоев // Химия в интересах устойчивого развития. - 2006. - Т.13, № 4. - С.379-390.
51. Trubetskoj O.A. Electrophoresis in PAAG in the presence of denaturating agents: a new method for fractionation, isolation and characterization of soil humic matter/ O.A.Trubetskoj, O.E. Trubetskaya // Finnish Humus News.- 1991. - V.3. - P.347-350.
52. Polyacrylamide gel electrophoresis of soil humic acid fractionated by size-exclusion chromatography and ultrafiltration/ O.A. Trubetskoj [et al.] // Journal of Chromatography. - A. 1997. - V.767. – P .285-292.
53. Amino acids distribution in soil humic acids fractionated by tandem size exclusion chromatography-polyacrylamide gel electrophoresis/ 0.E. Trubetskaya [et al.] //Environment International. -1998. - V.24. - № 5/6. - P.573-581.
54. Изучение концентрационной зависимости структуры гуминовых кислот с помощью метода флуоресценции/ Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев, А. Тармышева [и др.] // Гуминовые вещества в биосфере: Тезисы докладов III Всероссийский конференции. - Санкт- Петербург, 2005. – С. 72 – 73.
55. Киппер А.И. Коплексообразование холестеринсодержащих полимеров в водных растворах/ А.И. Киппер [и др.] // Биофизика. – 2013. - Т.58. - №6, С1028-1031.
56. Лаврик Н.Л. Изучение влияния ассоциации на структуру ГК по тушению флуоресценции / Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев // Журнал прикладной спектроскопии. – 2010. - Т.77. - №4. - С. 627-632.
57. Лаврик Н.Л. Спектральная зависимость самотушения флуоресценции гуминовых кислот/ Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев // Оптика атмосферы и океана. - 2012. - Т. 25. - № 10. - С. 913-919.
58. Лаврик Н.Л. Метод изучения полидисперсности гуминовой кислоты по тушению флуоресценции ионами $Cu^{2+}$./ Н.Л. Лаврик, Н.У. Муллоев // Журнал прикладной спектроскопии. -2011. - Т. 78. - № 5. - С. 757-763.
59. Chemical heterogenety of humic substances: characterization of size fractions obtained by hollow vibre ultarafiltration/ I. Christl [et al.] // European J. Soil Science. - 2002. - V. 51. - P. 617-621.
60. Changes in humic acid composition with molecular weght as detected by C-13 nuclear magnetic-resonance spectroscopy/ Swift R.S [et al.] // Science of the Total Environment. - 1992. - V.118. - P.53-60.

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ САМОАССОЦИАЦИИ МАКРОМОЛЕКУЛ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (ОБЗОР)

В обзоре проанализированы результаты работ по изучению концентрационной зависимости спектров флуоресценции гуминовых кислот ГК. Показано, что при определении констант связывания различных поллютантов с гуминовыми кислотами, полученных в результате наблюдения тушения их флуоресценции макромолекулами ГК, нужно принимать во внимание возможную зависимость структуры макромолекулы гуминовых кислот от их концентрации. При интерпретации констант связывания макромолекул ГК с окружающими молекулами нужны предварительные сведения о концентрационной зависимости макроструктуры гуминовых кислот. Эти сведения можно получить, анализируя концентрационную зависимость спектральных параметров флуоресценции ГК (форма контура, величина первого момента, интегральная интенсивность).

**Ключевые слова**: гуминовая кислота, концентрационная зависимость, самоассоциация, тушение флуоресценции, константа самоассоциации.

## POSSIBILITY OF STUDYING OF SELF-ASSOCIATION OF MACROMOLECULES OF HUMIC ACIDS BY METHOD OF FLUORESCENT SPECTROSCOPY (REVIEW)

In the review results of works on studying of concentration dependence of ranges of fluorescence of humic acids of group of companies are analysed. The provisions of maxima of strips given on change, forms contours of a range of fluorescence and self-suppression of fluorescence are considered from a position of existence of process of self-association. In the review it is emphasized that when determining constants of linkng of various pollyutant with humic acids received on supervision of suppression of their fluorescence by macromolecules of group of companies it is necessary to take possible dependence of structure of a macromolecule of humic acids on their concentration into account. It is connected with that for each concentration the structure of a molecule quencher (a macromolecule of group of companies) can be individual and, respectively, suppression will be carried out by molecular educations, different in the structure. Thus, at interpretation of constants of linkng of macromolecules of group of companies with surrounding molecules preliminary data on concentration dependence of a macrostructure of humic acids are necessary. These data can be received, analyzing concentration dependence of spectral parameters of fluorescence of group of companies (a contour form, size of the first moment, integrated intensity).

**Key words:** humic acid, concentration dependence, self-association, fluorescence quenching, a constant of self-association.

**Сведения об авторах**: ***Н.У. Муллоев*** – кандидат физико–математических наук, доцент кафедры оптики и спектроскопии Таджикского национального университета. Телефон: **988-85-0632**
***Н.Л. Лаврик*** – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник Института химической кинетики и горения им.В.В. Воеводского Сибирского отделения РАН. Телефон**: 07(383)3332386**

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ФАКУЛЬТЕТАХ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

***Дж.Б. Насимова, Ф.К. Рахимов, М. Давлатов***
**Таджикский национальный университет**

Все вузы Республики Таджикистан на основе приказа Министра образования РТ начали внедрять кредитную систему образования. В реализации одной из важнейших задач образования Республики Таджикистан - повышения качества знаний, овладения в совершенстве компетентностями свою положительную роль может сыграть балльно-рейтинговая система оценки качества знаний студентов. Одним из основных мер, обеспечивающих достижение нового уровня качества образования и активизации мобильности студентов на основе принципов Болонского процесса, на наш взгляд, является ускоренный переход вузов на кредитную технологию образования. Основная цель учебного процесса, усвоение предмета. В этой связи, имеет значение используемая методика оценки степени усвоения материала, т.е. измерение качества усвоения знаний, умений и навыков. Механизм расчета по используемой системе рейтингового оценивания по результатам обучения студентов в аудитории (главы, разделы, модули) по предметам физики.

**Таблица 1. Примерный расчет используемой балльно-рейтинговой системы при преподавании физики**

| Типы выполнения заданий | Количество допустимых баллов | Количество полученных баллов |
|---|---|---|
| Контрольные вопросы: | 0-25 | 15 |
| Устные ответы | 0-10 | 8 |
| Домашние задания | 0-10 | 8 |
| Практические и лабораторные работы | 0-10 | 9 |
| Активность в аудитории | 0-5 | 3 |
| Контрольные работы, тематические тесты, коллоквиумы и т.д. | 0-10 | 8 |
| Выполнение самостоятельных работ | 15 | 10 |
| Посещение занятий | 0-5 | 5 |
| Реферат, лекции, посменные работы, рецензии, статьи | 0-5 | 5 |
| Профессиональные игры | 0-5 | |
| Поощрительные баллы | | 5 |
| Участие в олимпиадах | 0-15 | |
| Участие в общественных мероприятиях | 0-10 | 5 |
| Участие в конференции | 0-5 | |
| Штрафные баллы | | 2 |
| Нарушение правил внутри вузовский порядок | -0,5-10 | 1 |
| Несвоевременное выполнение заданий | -0,5-5 | 1 |
| Неподготовленность к занятиям, семинарам (практические и лабораторные занятия) | -0,5-10 | |
| Оценка текущей успеваемости по предмету | 100 | 81 |

В результате использования предложенного метода, итоговая суммирующая оценка по данной дисциплине, если принято соотношение промежуточных и итоговых экзаменов на уровне 50% на 50%.

Если приняты другие соотношения между промежуточными и итоговыми экзаменами, то соответственно, меняется алгоритм пересчета. В результате исследования, педагогическим экспериментом было охвачено 771 студент. Было проведено сравнительные проверки качества знаний студентов 6-и специальностей (факультетов) при изучении физики, в которой каждое знание студента оценить по 100 балльной шкале. Схема оценивания знаний студентов в учебном процессе (семестр).

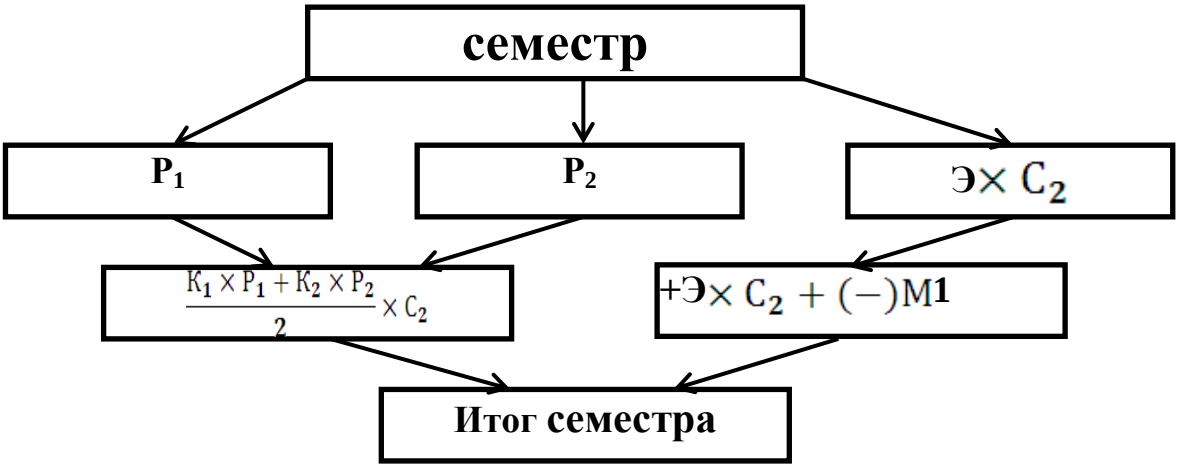



Рис.1.Структурная схема видов оценочных шкал

Кроме того, принимается, что студент может за счет выполнения дополнительных учебно-методических и научных работ(активное участие в общественнойжизни университета, выступленияна конференциях, семинарах, олимпиадах, поощрение дипломом или почетной грамотой, выполнение научно-исследовательской работы), которые не предусмотрены в учебной программе, заслуживает дополнительные баллы + (-) М1 в промежуточных экзаменах (10 баллов). Рассмотрим табл. 2 где представлены показатели итогов зимней сессии студентов 3-го курса по спец. физика, за 2012–2013 учебный год, за период зимней и летней сессий. В группе 19 студентов. Были подведены итоги по результатам двух рейтингов и итогового экзамена.

**Таблица 2. Годовая сравнительная оценка студентов 3-го курса по предмету физики по специальности физики**

| Годовая сравнительная оценка студентов 3 го курса спец. физика в 2012-13 уч. году | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Спецфизика | | Уровень усвоения | | | | Виды оценивания (%) | | | | Виды оценки без% |
| Виды контроля | | 180-200 | 150-179,9 | 100-149,9 | 0-99,9 | | | | | |
| оценки | всего | 5 | 4 | 3 | 2 | Успев. | Кач. знан | Соу | Коэф. знаний | Сред оценк |
| 1- сем | 19 | 3 | 10 | 6 | 0 | 100 | 68,4 | 60,8 | 57,9 | 3,8 |
| 2-сем | 21 | 0 | 8 | 13 | 0 | 100 | 38,1 | 46,7 | 30,5 | 3,4 |
| Итог | 40 | 3 | 18 | 19 | 0 | 100 | 52,5 | 53,4 | 43,5 | 3,6 |
| разница | | -3 | -2 | 7 | | | -30,3 | -14,1 | -27,4 | -0,4 |

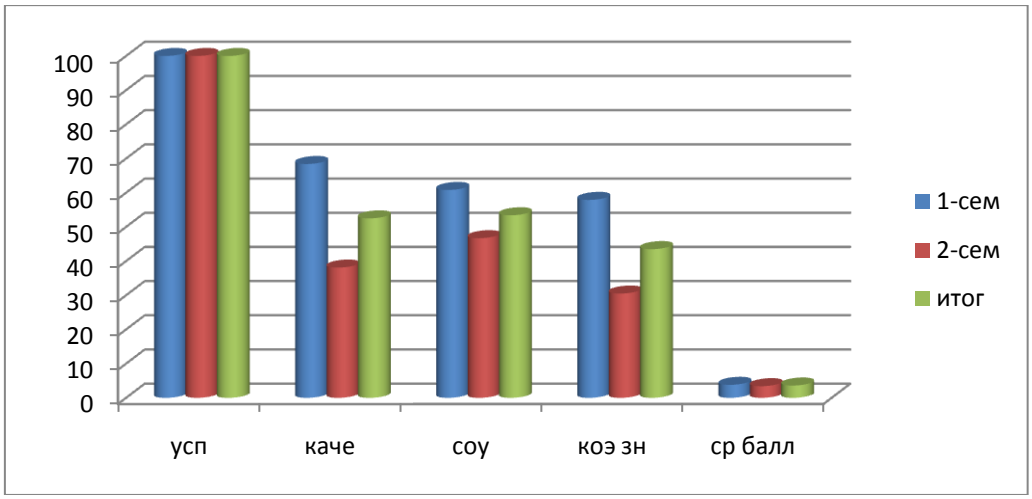


Рис.2.Диаграмма полученных знаний по предмету физика студентов 3-го курса по факультету физики

На данной диаграмме можно видеть резкий подъём успеваемости, качества знаний, среднего балла и коэффициента экзаменов во втором рейтинге и незначительные его изменения в итоге. Итоговая оценка всех параметров рассматривается как среднее значение между первыми вторыми семестрами. При проведении уровня качества знаний использовались следующие показатели:

- успеваемость;
- качество знаний;
- соу;
- средняя оценка;
- коэффициент знаний.

Мы также решили провести сравнительный анализ студентов других специальностей вуза, изучающих физику по результатам за год. Результаты о качестве знаний студентов для третьего года обучения в шести факультетах приведены в таблице 3.

**Таблица 3. Итоговые результаты поэтапной проверки уровня знаний студентов в течение 2012-2015 уч. годов**

| | | Уровень усвоения | | | | Виды оценивания(%) | | | | Виды оценки без % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Годы обучения | всего | 5 | 4 | 3 | 2 | успев | Кач. знан | соу | Коэф. знании | Сред оценки |
| 2012-2013 | 270 | 20 | 120 | 128 | 2 | 99,3 | 51,9 | 53 | 43 | 3.6 |
| 2013-2014 | 326 | 33 | 198 | 95 | 0 | 100 | 70,9 | 59,5 | 58,7 | 3,8 |
| 2014-2015 | 175 | 37 | 80 | 57 | 1 | 99,4 | 66,9 | 62,2 | 57,7 | 3,9 |
| | 771 | 90 | 398 | 280 | 3 | 99,6 | 63,3 | 57,8 | 53 | 3,7 |
| Разница | 56 | 13 | 78 | -33 | -2 | | 19 | 6,5 | 15,7 | 0,2 |

Сравнивая конечный результат уровня знаний студентов шести факультетов за три года обучения, можно сделать следующий вывод: в первый год средний балл шести факультетов составлял 51,9%, во второй год–70,9% и за осенний семестра (2014–2015 года обучения) показал–66,9%. Эти цифры свидетельствуют об увеличении и росте качества знаний шести специальностях с учётом перехода на балльно-рейтинговую систему обучения. Возрастает количество отличных и хороших оценок, а количество оценок неудовлетворительно из года в год снижается (табл. 3.).

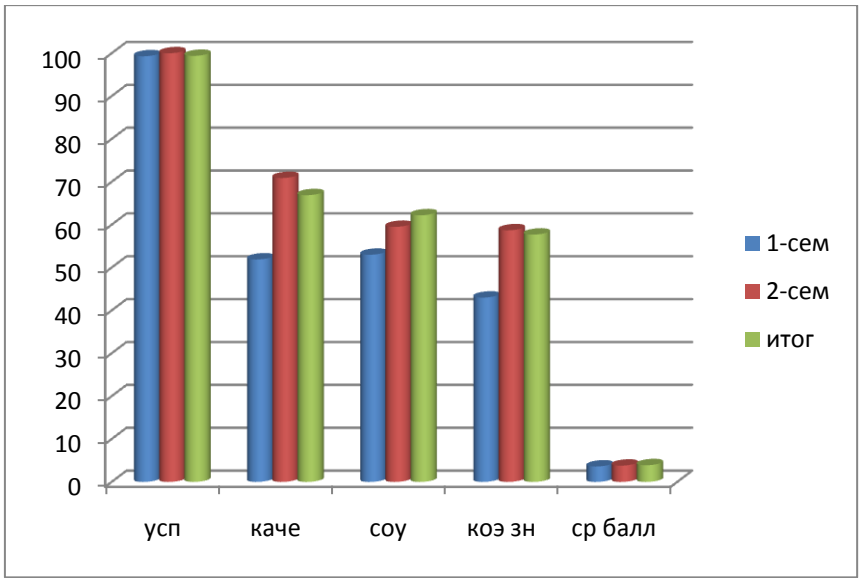



Рис.3. Итоговый результат поэтапной проверки качества знаний студентов

Видно по проведённой нами работе. Реформирование образовательной системы показывает, что одним из основных ее элементов является балльно-рейтинговая система оценивания знаний, к которой предъявляют интерес, как студенты, так и психологи, родители др.

Этот интерес вызван тем, что показатель уровня знаний студентов один из действенных мотивов стимулирования учебы, мотивации и активного воздействия наличность. Следует отметить, что при традиционной системе не в полной мере уделялось внимания отдельной личности в учебном и воспитательном плане. С этой точки зрения, переход на балльно-рейтинговую систему является актуальной и решении этой проблемы окажет положительное влияние на процесс образования высшей школе нашей республики.

Следует отметить, что исследуемая балльно-рейтинговая система полностью используется при преподавании и дисциплина всех специальностях Таджикского национального университета.

Эта система позволяет в отличие от традиционной системы увеличивать самостоятельно работы самих студентов, искать новый материал, самостоятельность создавать проекты, выполнять лабораторные работы, участвовать в международных олимпиадах, создавать конкуренцию между студентами набрана и лучшего баллового результата. Мы предполагаем, что если проводить дальнейший эксперимент начатой нами работы, то с определённым промежутком времени качество знаний наших студентов возрастёт ещё больше. За три года качество знаний увеличилось с 52% до 66,9%, увеличилось количество положительных оценок, что говорит об уровне качества знаний студентов, старающихся набирать высокие рейтинговые баллы, а также показывает высокую подготовленность преподавателей в условиях перехода к новой системе оценки качества знаний. Это всё позволяет воспитать высоко квалифицированного профессионального специалиста, который может работать и достичь высот не только в условиях нашей республики, но и за рубежом.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Насимова Дж.Б. Методы оценивания знаний и качества освоения образовательных программ студентов / Дж.Б. Насимова, Ф.К. Рахимов, М. Давлатов // «Вестник Таджикского национального университета». - Душанбе, 2015. -1/2 (160). – С. 94-97.
2. Насимова Дж.Б. Определение коэффициентов сложности задач и уровня знаний студентов в процессе

обучения физики по традиционной и кредитной формы обучения / Дж.Б. Насимова, Ф.К. Рахимов // Вестник Таджикского национального университета. -Душанбе, 2015. -1/3 (110). – С. 64-66.
3. Методические рекомендации по разработке учебно-методических комплексов по специальностям и дисциплинам: учебное пособие для вузов / Н.С. Сангинов, Ф.К. Рахимов Н.Н. Шоев [и др.]. -Душанбе, 2007. – С.56.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ КРЕДИТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ФАКУЛЬТЕТАХ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

В этой статье приведены результаты контроля в кредитной системе обучения для определения качества знаний студентов при изучении физики в естественнонаучных факультетах ТНУ.

**Ключевые слова:** балльно-рейтинговой системы, качества обучения знаний, рейтинговая оценка, оценивание, кредитное системы.

**USE THE POINT RATING SYSTEM ASSESSING STUDENTS IN NATURAL SCIENCE FACULTY OF THE TAJIK NATIONAL UNIVERSITY**

In this stateprivedeny control results in the credit system of study to determine the quality of students knowledge in the study of physics in the natural science faculties of the Tajik National University.

**Key words:** rating system, the quality, the credit system, ballroom-rating.

**Сведения об авторах:** ***Дж.Б. Насимова*** - соискатель кафедры мектодика преподавание физики Таджикского национального университета. Телефон: **917-11-16-33**
***Ф.К. Рахимов*** - доктор физико-математических наук, профессор академик Академии наук Республики Таджикистан
***М. Давлатов*** – ассистент кафедры физического электроники таджикского национального университета. Телефон: **(+992) 985-65-41-14**

# ОБУЧАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ПРОВЕРКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ-ФИЗИКЕ

***Манижаи Максуди, Т. Шукурзод***
**Таджикский национальный университет**

Одним из важных структурных элементов каждого урока и всего процесса обучения в целом является проверка знаний, умений и навыков учащихся. Она всегда находится в зоне пристального внимания учителя, свидетельствует о результате обучения. Хороший учитель не станет излагать новый материал, пока не убедится в полном понимании и усвоении всеми учащимися только что пройденного. Для школьника проверка его знаний и умений является нередко источником глубоких переживаний – он ощущает удовлетворение своей работой, испытывает гордость, получив высокую оценку, или, наоборот, потеряет веру в свои силы, а иногда интерес к учению.

Поэтому так важно подробно рассмотреть, какое место занимают проверка, учет и оценка знаний, умений и навыков учащихся в общем процессей обучения школьников, какие потенциальные возможности для обучения, развития и воспитания заложены в нём, как эти возможности можно развить и использовать для повышения успешности обучения.

Ученые - педагоги и методисты выделяют такие функции проверки: контролирующая, обучающая, ориентирующая и воспитывающая.

| Дидактические функции | Методические функции |
|---|---|
| Контролирующая | Выяснение наличия знаний, их уровня.<br>Выяснение наличия умения применять знания в учебной практике.<br>Выяснение наличия навыков, их сформированности. |
| | Развитие логического мышления учащихся, их речи, памяти. |

| | |
|---|---|
| Обучающая | Развитие «технических приёмов» умственной деятельности.<br>Уточнение, углубление, осознание и упрочение знаний.<br>Применение знаний в учебной практике, выяснение уровня этого умения.<br>Предупреждение, выявление, исправление и анализ ошибок учащихся, закрепление знаний. |
| Ориентирующая | Достижение промежуточных и конечных целей обучения по учебным задачам, определяемым контролирующей функцией (для учащихся)<br>Достижение отдельными учащимися и классом в целом промежуточных и конечных целей обучения по учебным задачам, определяемым контролирующей и обучающей функциями (для учителя). |
| Воспитывающая | Воспитание черт личности- трудолюбия, настойчивости в достижении цели, силы волы, любознательности, честности и др.<br>Воспитание культуры, специфической для каждого учебного предмета.<br>Воспитание навыков правильного поведения в коллективе, в обществе. |

Рассмотрим краткое содержание обучающей функции проверки применительно к учебному предмету - физике. Первый раз учитель физики проверяет усвоение новых знаний сразу же после их объяснения. Его внимание обращено на понимание и усвоение главного, существенного в материале, на этом главном и заострятся внимание школьников. На данном этапе проверки учитель не только отрабатывает знания школьников, но и учит их умению выделять в изученном существенное, главное, умению производить «сортировку» материала.

1.Роль проверки в развитии логического мышления учащихся велика, и учителю необходимо использовать ее в своей деятельности. Развитие логического мышления включает целенаправленное формирование общих умственных действий; сравнения, обобщения, абстрагирования, классификации, анализ и синтез, индукция и дедукция, умение выявлять причинно-следственные связи в процессах и явлениях. Особенно большие возможности для развития логического мышления в процессе обучения даёт изучение физики, поэтому на всех этапах обучения физике, и в частности в процессе проверки, необходимо обеспечивать понимание учащимися смысла и назначения основных приемов мышления, формировать потребность пользоваться ими в учебной деятельности. Проверка знаний будет способствовать развитию логического мышления учащихся только в том случае, если ответы на вопросы, которые ставит учитель, потребуют упражнения в общих умственных действиях на конкретном учебном материале с учетом возрастных и психических особенностей учащихся. При постановке именно таких вопросов проверка наряду с контролирующей функцией будет осуществлять и функцию обучающую.

2. В процессе проверки открываются большие возможности для развития «технических» приемов умственной деятельности учащихся. Например, при подготовке к проверке знаний школьники по предложению учителя продумывают план ответа, а при ее осуществлении используют его. При этом ребята учатся отделять существенное от несущественного, т.е. систематизировать материал, располагать его в определенной логической последовательности. Определенный подбор заданий позволяет по выбору наиболее рациональных приемов их выполнения осуществить проверку умения применять знания в учебной практике. С этой же целью учащихся тренируют в использовании таблиц, справочников для нахождения табличных значений физических величин, заполнения схем, таблиц обобщающего характера.

3. Проверка знаний и умений способствует развитию речи учащихся. С этой целью при анализе ответов учащихся по физике можно ставить перед ними вопросы: «Как

выразить эту мысль другими словами?», «Как более четко сформулировать данный вывод, правило?», «Как обосновать это утверждение?». В домашние задания целесообразно включать задачи- вопросы, требующие умения рассуждать, логически мыслить, желательно также использовать задания, требующие письменного обоснования.

4. При проверке углубляются знания учащимся изученного материала, так как при каждом повторном вопросе все шире и глубже раскрывается смысловое и двойное содержание темы. Проверка знаний и умений способствует осознанию учащимися изученного, так как при этом раскрываются новые стороны знаний, обеспечивается их полнота; в результате дополнений знания становятся более прочными и осознанными, превращаются в убеждения.

5. В процессе проверки знаний и умений происходит неоднократное повторение учащимися учебного материала (выслушивают и анализируют ответы товарищей, отвечают сами), рассмотрение его с разных точек зрения, что приводит к закреплению знаний и умений.

6. Проверка открывает возможности для исправления ошибок учащихся. Анализ ошибок позволяет выявить их причины и наметить пути их предупреждения и устранения.

Специально разработанные задания могут помочь учителю выяснить типичные недостатки методов рассуждения учащихся при применении знаний.

В связи с этим важно выделить уровни проверки, которые позволят определить конкретные результаты обучения и осуществить сам процесс обучения в соответствии с определенным уровнем. Одновременно уровневая система будет служить орудием практической деятельности учителя. В этом случае она должна удовлетворять следующим требованиям:

-уровни должны быть общими, унифицированными для всех предметов;

-легко применимыми;

-должно быть ясно их практическое использование в процессе обучения и при проверке знаний;

-четко определено, какие виды заданий применяются, какие при этом формируются умственные действия, к чему сводится работа учителя и учащегося и т.д.

Исходя из этих требований, мы считаем, что количество уровней должно быть невелико, раскрытие и их конкретизация должны быть посильными для каждого учителя физики без специального обучения.

Удовлетворение своей работой, гордость за высокую оценку, или наоборот, утрата веры в свои силы, а иногда интереса к учению.

Поэтому так важно подробно рассмотреть, какое место занимают проверка, учет и оценка знаний, умений и навыков учащихся в общем процессей обучения школьников, какие потенциальные возможности для обучения, развития и воспитания заложены в нем, как эти возможности можно развить и использовать для повышения успешности обучения.

**ЛИТЕРАТУРА**

1.Блинов В.М. О методике определения эффективности обучения / В.М. Блинов, М.С. Светлов // Новые исследования в педагогических науках. - 1971. -№4.

2. Гладышева Н.Н. Методические рекомендации по изучению раздела «электромагнитных явлений» в курсе физики VII класса / Н.Н. Гладышева, А.С. Сиденко. -М: Н Ш И СиМО АПН ССР, 1981.

3. Занков Л.В. О предмете и методах дидактических исследований / Л.В. Занков. -М., 1962.

4. Зверев И.Д. Научно-педагогические проблемы содержания общего образования / И.Д. Зверев // Советская педагогика. - 1976. -№3.

5. Комаров В.А. О надежности оценки знаний на основе тестов с выборочным ответом / В.А. Комаров // Новые исследования в педагогических науках. -М., 1973. -№7.

6. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий / А.В. Усова. - Челябинск, 1978.

**ОБУЧАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ПРОВЕРКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ-ФИЗИКЕ**

Обучающая функция проверки применительно к учебному предмету является одним из важных структурных элементов каждого урока и всего процесса обучения.

Поэтому важно рассмотреть, какое место занимают проверка, оценка знаний, умений и навыков учащихся. Определено, какие потенциальные возможности для обучения, развития заложены в них, как эти возможности можно развить и использовать для повышения умственного потенциала учащихся.

**Ключевые слова:** Обучающая функция, процесс обучения, оценка знаний, навык.

**THE TRAINING FUNCTION OF CHECK IN RELATION TO A PHYSICS SUBJECT**

The training function of check in relation to a physics subject is one of the important a building block of each lesson and all process of tutoring.

Therefore it is important to consider what place check, an assessment of knowledge, skills of pupils take. It is defined what potential opportunities for tutoring, development are put in it as these opportunities can be developed and used for increase of intellectual training in physics.

**Key words:** Training function, process of tutoring, assessment of knowledge, skills.

**Сведения об авторах:** ***Манижаи Максуди*** - аспирантка кафедры методики преподавания физики Таджикского национального университета. Телефон: **908-85-91-63**

***Т. Шукурзод*** – профессор кафедры методики преподавания физики Таджикского национального университета. Телефон: **935-01-19-54**

# ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И АДСОРБЦИЕЙ ПОРИСТОЙ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ НИКЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ УВЛАЖНЕНИЯ

***М.М. Сафаров, А.Г. Мирзомамадов***

**Филиал Националного исследовательского университета «МЭИ» в г. Душанбе, Таджикский государственный педагогический университет имени Садриддина Айни**

Химические реакции на поверхности аэрозольных наноразмерных частиц играют важную роль при физико-химических превращениях с участием наночастиц в атмосфере, а также при получении и использовании наноразмерных частиц определенного состава в различных областях нанотехнологии. Одной из причин увеличения скорости гетерогенной химической реакции в системе с наночастицами является большая величина отношения суммарной площади поверхности частиц к занимаемому ими объему. Кроме того, на протекание химической реакции, на поверхность наночастицы оказывает влияние ее размер, вследствие размерной зависимости энергии активации химической реакции, а также энергии адсорбции молекул (атомов) реагирующих веществ на поверхности частицы [1].

Количество поглощаемого вещества зависит от площади поверхности поглотителя, поэтому адсорбенты обладают чрезвычайно развитой поверхностью, что достигается за счет образования большого количества пор в твердом теле [2,3,6,7].

В работе [6] рассмотрено явление фильтрации растворов хлоридов натрия и калия через несцементированные системы адсорбентов. Приведены результаты исследования фильтрационно-емкостных свойств торфа Велижанской торфоразработки и песка. Характер фильтрации растворов различной концентрации NaCl через песок отличается тем, что сначала масса адсорбированной соли с увеличением концентрации изменяется линейно, а после 7% изменяется менее значительно.

В процессе адсорбции при использовании различных методов измерения установлено, что свойства кинетики и динамики адсорбции водяного пара активным глиноземом и силикагелем изучались с целью установления количественных

закономерностей динамической адсорбции, необходимых для расчета адсорберов и проверки теоретических положений по динамике адсорбции.

Исследование кинетики адсорбции заключалось в определении количества водяного пара, поглощенного из тока воздуха слоем адсорбента в одно зерно через заданные промежутки времени или в большом объеме [1].

Для измерения теплопроводности зернистых материалов в зависимости от температуры была использована экспериментальная установка по методу цилиндрического бикалориметра регулярного теплового режима первого рода, разработанная и собранная профессором Сафаровым М.М. [4].

В настоящей работе мы рассмотрим взаимосвязь между теплопроводностью с адсорбцией катализаторов на основе пористой гранулированной окиси алюминия с напольнителями никеля и времени при постоянной температуре. Как известно, процесс увлажнения материалов зависит от времени, т.е. в данном процессе соответственно изменяется их теплопроводность. Известно, что иследование временной зависимости изменения теплопроводности веществ является трудоемкой работой. Порой ее измерить невозможно. В связи с этим, мы перед собой поставили задачу решить данную проблему. Общая относительная погрешность при доверительной вероятности α=0,95 равна 5,2%.

Для этого мы выяснили, что пористая гранулированная окись алюминия с наполнителями никеля в течение некоторого времени высасывает водяные пары. Из полученного результата, как показывает эксперимент, в определенном интервале времени масса исследуемой засыпки изменяется [5]. Результаты экспериментального исследования представлены в таблице 1 и рисунке 1.

**Таблица 1. Экспериментальное значение адсорбции ( $\Delta m/m_0$ ) в зависи-мости от теплопроводности пористой гранулированной окиси алюми-ния с наполнителями никеля при t=420 минут**

| Коэффициенты | $Al_2O_3$+ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6,4%Ni | 9,3% Ni | 30% Ni | 14,2%Ni | 20,4% Ni | 25,1% Ni |
| $\Delta m/m_0$ | 1,18 | 1,16 | 1,142 | 1,112 | 1,10 | 1,09 |
| $\lambda \cdot 10^3$, Вт/м·К | 175,0 | 184,3 | 192,2 | 203,7 | 215,9 | 230,2 |

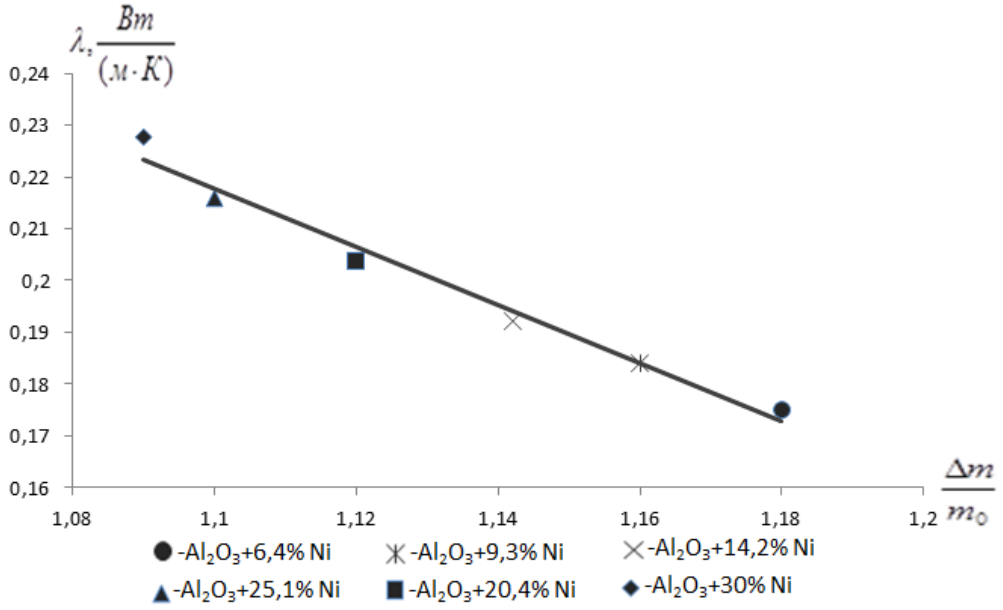



Рис. 1. Зависимость теплопроводности пористой гранулированной окиси алюминия с наполнительями никеля от коэффициента адсорбции (при 30 минут) при комнатной температуре.

Как видно из рисунка 1 и таблицы, теплопроводность с ростом коэффициента адсорбции уменьшается по линейному закону. Следовательно, из графика видно, что при комнатной температуре с увеличением массы окиси алюминия с наполнителями никеля теплопроводность уменьшается по линейному закону. Эта прямая описывается уравнением [5]:

$$\lambda = -0{,}562\frac{\Delta m}{m_0} + 0{,}836\,. \qquad (1)$$

Это означает, что при комнатной температуре можно рассчитать теплопроводность исследуемых образцов, если располагать коэффициентом адсорбции. Как видно из результатов эксперимента, при повышении концентрации никеля в пористой гранулированной окиси алюминия коэффициент адсорбции уменьшается. Это означает, что коэффициент адсорбции также зависит от концентрации никеля, что подтверждает определяющую роль внутренней диффузии. Экспериментальные результаты исследования приведены в таблице 2 и рисунке 2.

**Таблица 2.Экспериментальное значение адсорбции ( $\Delta m/m_0$ ) в зависи-мости от теплопроводности пористой гранулированной окиси алюми-ния с наполнителями никеля от времени(30 до 420 минут).**

| **$Al_2O_3$+6,4% Ni** | | **$Al_2O_3$+9,3% Ni** | | **$Al_2O_3$+ 14,2% Ni** | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) | $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) | $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) |
| 1,018 | 263,9 | 1,014 | 266,1 | 1,012 | 267,2 |
| 1,032 | 256,0 | 1,026 | 259,4 | 1,02 | 262,8 |
| 1,064 | 238,0 | 1,05 | 245,9 | 1,04 | 251,5 |
| 1,10 | 217,8 | 1,08 | 229,0 | 1,07 | 234,7 |
| 1,134 | 198,7 | 1,12 | 206,6 | 1,102 | 216,0 |
| 1,162 | 182,9 | 1,156 | 186,2 | 1,13 | 200,9 |
| 1,18 | 172,8 | 1,16 | 184,1 | 1,142 | 194,2 |
| **$Al_2O_3$+20,4% Ni** | | **$Al_2O_3$+25,1% Ni** | | **$Al_2O_3$+30% Ni** | |
| $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) | $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) | $\Delta m/m_0$ | $\lambda \cdot 10^3$, Вт/(м·К) |
| 1,011 | 267,8 | 1,01 | 268,4 | 1,008 | 269,5 |
| 1,018 | 263,9 | 1,016 | 265,0 | 1,012 | 267,3 |
| 1,036 | 253,8 | 1,03 | 257,1 | 1,024 | 260,5 |
| 1,06 | 240,3 | 1,048 | 247,0 | 1,04 | 251,5 |
| 1,088 | 224,5 | 1,068 | 235,8 | 1,058 | 241,4 |
| 1,116 | 208,8 | 1,094 | 221,2 | 1,074 | 232,4 |
| 1,12 | 206,7 | 1,10 | 217,8 | 1,09 | 223,4 |

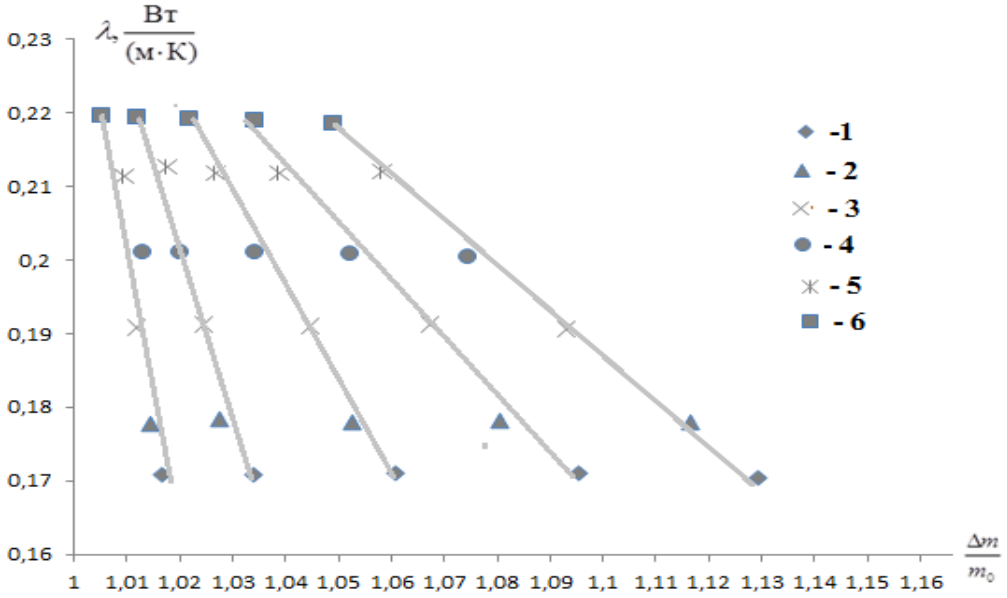



Рис. 2. Зависимость теплопроводности пористой гранулированной окиси алюминия с наполнителями никеля от коэффициента адсорбции (при 30 до 240 минут) при комнатной температуре: 1 - $Al_2O_3$+6,4% Ni; 2 - $Al_2O_3$+9,3% Ni; 3 - $Al_2O_3$+ 14,2% Ni; 4 - $Al_2O_3$+20,4% Ni; 5 - $Al_2O_3$+25,1% Ni; 6 -$Al_2O_3$+ 30% Ni

Из рисунка 2 видно что при увеличении массы адсорбента, т.е окиси алюминия с наполнителями никеля, теплопроводность уменьшается. Это уменьшение зависит от концентрации воды, которую катализатор всасывает.

Результаты расчета, согласно уравнению (1), показали, что в процессе эксперимента теплопроводность определяется с погрешностью от 1 до 4%.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Левданский В.В. Химическая реакция на поверхности наноразмерной аэрозольной частицы.Тепло- и масоперенос-2012.Сборник научных трудов / В.В. Левданский, И. Смолик, В. Здимал. -Минск, 2013. -С.94-97.
2. Карнаухов А.П. Адсорбция. Текстура дисперсных и пористых материалов / А.П. Карнаухов. – Новосибирск: Наука, Сиб. Предприятие РАН, 1999. -220 с
3. Рыбаков Ю.С. Процессы и аппараты защиты окружающей среды / Ю.С. Рыбаков. –Екатеринбург, 2005. -С 193.
4. Сафаров М.М. Теплофизические свойства окиси алюминия с металлическими наполнителями в различных газовых средах / М.М. Сафаров. – Душанбе, 1986. -156 с.
5. Адсорбционные свойства катализатора на аснове гранулированного оксида алюминия. Сборник тезисов докладов научной конференции «Актуальные проблемы соверменной науки» МИСиС / М.М. Сафаров, А.Г. Мирзомамадов, С.С. Абдуназаров [и др.]. -Душанбе, 2015. –С.79- 80.
6. Семихин В.И. Исследование адсорбции хлоридов калия и натрия природными адсорбентами: песком и торфом / В.И. Семихин, Р.В. Малюгин // Вестник Тюменского государственого университета. - 2013. - №3. -С. 134-142.
7. Фенелов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамоле-кулярной структуры, адсорбентов и катализаторов / В.Б. Фенелов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. -С.20-23.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И АДСОРБЦИЕЙ ПОРИСТОЙ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ НИКЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ УВЛАЖНЕНИЯ

В настоящей работе рассмотрена взаимосвязь между теплопроводностью и адсорбцией гранулированной окиси алюминия с наполнителями никеля и времени при постоянной температуре.

Эксперименнты исследования показали, что при комнатной температуре с ростом концентрации никеля теплопроводность уменьшается по линейному закону.

Полученные результаты показаны в виде таблицы и графика.

**Ключевые слова**: теплопроводность, адсорбция, концентрация, температура, окись алюминия, никель.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL CONDUCTIVITY AND ADSORPTION POROUS GRANULAR ALUMINUM OXIDE FILLERS OF NICKEL IN THE PROCESS OF MOISTURE**

In the present work examined the relationship between thermal conductivity and adsorption of granulated aluminum oxide with fillers Nickel, depends on the time at a constant temperature.According to the experimental studies have shown that at room temperature with increasing concentration of Nickel, the thermal conductivity decreases linearly. The results obtained are shown in tables and graphics.

**Key words:** heat conductivity, adsorption, concentration, temperature, $Al_2O_3$, nickel.

**Сведения об авторах:** ***М.М. Сафаров*** - доктор технических наук, профессор, Исполнительный директор филиала Националного исследовательского университета “МЭИ ” г. Душанбе. Телефон: **951-63-15-85; 221-82-31.** E-mail: **mahmad1@list.ru**

***А.Г. Мирзомамадов*** - ассистент кафедры общей физики Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. Телефон: **501-10-39-44.** E-mail: **ptuh1985@mail.ru**

# ТАЪСИРИ МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТИИ ШАБАКАИ АЛОҚАИ МОБИЛӢ

***Ҳ.А. Тошхӯҷаев, Ф.Ҳ. Ғафуров***
**Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи Б.Ғафуров**

Натиҷаи тадқиқотҳои имрӯза нишон медиҳанд, ки организимҳои зинда, аз якҳуҷайра сар карда то организмҳои олӣ, ба майдонҳои магнитии нишондиҳандаҳояш ба майдони магнитии биосфера наздикбуда ҳассосияти зиёд доранд.

Дар асоси силсиламушоҳидаҳо нишон дода шудааст, ки дар ҳолати мавҷуд набудани ягон нишонаҳо ҳайвонот барои муайянкунии самти ҳаракат ва мавқеи худ аз хатҳои қуввагии майдони магнитии Замин истифода мебаранд [1]. Нашъунамо ва сабзиши тухми растаниҳо аз мавқеи шинонидани онҳо нисбат ба майдони магнитии Замин вобаста аст. Майдони магнитии муҳити инсон ва ҳайвонотро иҳотакунанда, аз ҳисоби ҷамъи ду ташкилдиҳандаҳои асосӣ ба вуҷуд меояд:

- майдони магнитии аз тарафи нақлиёт ва муҳаррикҳои барқӣ, генераторҳои барқӣ, хатҳои таъмини барқ ва дигарҳо;
- майдони магнитии Замин.

Майдони магнитии Замин ду ташкилдиҳандаҳои фазогӣ дорад: горизонталӣ, ки дар экватор максималӣ буда (20-30 А/м), дар самти қутбҳо кам мешавад (2-10 А/м), ташкилдиҳандаи вертикалӣ бошад, ба 50-60 А/м баробар буда, дар самти экватор то сатҳи назарногир кам мешавад [2].

Майдони геомагнитӣ, ки манбаи табиӣ мебошад, ба ташаккулёбии назми биологӣ таъсири ниҳоят бузург дорад. Алоқамандии боэътимод байни афзоиши касалиҳои фишорбаландӣ, сактаи қалб, вайроншавии асаб ва дигарҳо ҳангоми фаъолгардии офтобӣ ва геомагнитӣ ошкор карда шудаанд.

Биоритмҳои шабонарӯзӣ ва моҳонаи мо, рӯзҳои пурбарор ва нобарории мо бо дигаргуншавии даврии векторҳои шиддатнокии ин майдонҳо дар ҳудуди 80% аз бузургии миёнаи онҳо зич вобаста аст. Дар ин замина дигаргуншавиҳои шабонарӯзии офтобӣ, ки бо ҳаракати шабонарӯзии Замин дар атрофии Офтоб, шабонарӯзии моҳона, солона, даврӣ (бо даври 11 сол), ки бо тағйирёбии фаъолнокии Офтоб вобаста аст, ҷудо карда мешавад [3].

Манбаъҳои сунъии майдони магнитӣ бошад, майдонҳои нисбат ба майдонҳои табиӣ ниҳоят бузургро ба вуҷуд меоваранд. Дар натиҷаи тадқиқотҳои клиникӣ-физиологӣ ва эпидимеологӣ муайян карда шудааст, ки майдони магнитии сунъӣ нақши муайянро дар инкишофи касалиҳои қалб, саратон, хун ва аллергия дошта, дар

ҳолати таъсирҳои тӯлонӣ ва даврӣ ба тағйиротҳои генетикӣ оварда расонида, ба саломатии аҳолӣ, аз он ҷумла ба нафарони касбашон бо манбаъҳои майдони магнитӣ алоқаманд набуда, зарар расонида метавонад.

Таъсири бештари зарари майдони магнитӣ ба системаи асаб, қисматҳои аз рагҳои гардиши умумии хун ҷудо буда, ба монанди гавҳараки чашм ва вайроншавии мунтазамии дастгоҳҳои эндокринӣ, вайроншавии мубодилаи моддаҳо ва дигар майлкуниҳо мушоҳида карда шудааст. Аксари тадқиқотҳо доир ба таъсири манфии майдони магнитӣ ба сохтори генетикӣ, мембранаи ҳуҷайра, системаи масъуният ва ҳолати гармонҳо шаҳодат медиҳанд. Дар маводҳои чопшудаи солҳои охир масъалаи хавфи кансерогении майдонҳои электромагнитии басомади саноатӣ (50,60 Ҳс) ва фавқулбасомад (300 МҲс - 30 ГҲс) бештар мавриди муҳокима қарор гирифтааст, ки басомади системаи алоқаи мобилӣ (атрофи 900 МҲс, 1800 МҲс, 5-60 ГҲс) ва шабакаҳои беноқилии компютерӣ (атрофи 2.4 ГҲс ва 5 ГҲс) ба ин ҳудуди басомадҳо мансуб мебошад.

Аҳамияти иҷтимоӣ доштани муаммои амнияти электромагнитӣ дар солҳои охир эътироф карда шудааст. Вазъият бо он мураккаб мегардад, ки узвҳои ҳискунандаи инсон мавҷҳои электромагнитӣ то басомадҳои ҳудуди биноӣ ошкор карда наметавонанд ва аз ин лиҳоз муайян кардани дараҷаи хатари нурафканӣ бе истифодаи таҷҳизотҳои махсус амалан ғайриимкон мебошад [2].

Зиёда аз 100 сол пеш олими табиатшинос Трандо кашфиёте кардааст, ки мутобиқи он дар майдони магнитӣ ҳамаи реаксияҳои кимиёвӣ, аз ҷумла дар организимҳои зинда, тезтар мегузарад. Зери таъсири майдони магнитӣ ҳамаи равандҳо дар дохили организим якбора фаъолтар мегарданд.

Тадқиқотҳои навтарин муайян кардаанд, ки майдони магнитии Замин ба организми зинда дар сатҳи ҳуҷайра механизими нафаскашии бофтаҳоро ба танзим дароварда, сохти моеъҳои ҳуҷайравиро ба тартиб медарорад [4].

Мавҷудияти мавҷҳои электромагнитии табиӣ барои мавҷудияти зиндагии муқаррарӣ мутлақо зарур мебошад ва мавҷуд набудан ё норасогии он ба оқибатҳои манфӣ, ҳатто ҳолатҳои барои организми зинда бебозгашт, оварда метавонад. Мавҷҳои электромагнитии аз ҳама бэътимодтарин, баранда ё нақлкунандаи маълумот аз байни дигар омилҳои геофизикӣ мебошанд. Ба воситаи майдони электромагнитӣ иттилоот дар муҳити ихтиёрии маскани организимҳои зинда ва дар шароитҳои ихтиёрии обу ҳаво, дар давоми рӯз, шаб, дар оби дарё уқёнус, қабатҳои дохилии Замин ва ниҳоят тавассути бофтаҳои организимҳои зинда фиристода мешавад [7].

Майдони электромагнитӣ аз ду ташкилдиҳандаҳо – майдони магнитӣ ва майдони электрикӣ иборат мебошад. Ин ду ташкилдиҳандаҳо вобаста аз вақт бефосила тағйир ёфта, мавҷудияти майдони электромагнитиро таъмин менамоянд. Майдони заррачаи ором ё мунтазам ҳаракаткунанда бо барандаи худ (заррачаи заряднок) пайваст мебошад. Аммо ҳангоми бо шитоб ҳаракат кардани заррачаҳои заряднок майдони электромагнитӣ аз барандаи худ «канда» шуда, дар фазои муҳити атроф аз он новобаста ба намуди мавҷи электромагнитӣ вуҷуд дошта метавонад ва бо бартараф кардани манбаи худ нест намешаванд (мисол бо қатъ гардидани ҷараён дар антенна мавҷи аз он баромада нест намешавад) [5].

Шиддатнокии майдони электромагнитӣ дар ягон нуқтаи фазо аз тавоноӣ ва масофа аз он вобаста мебошад. Ба хислати тақсимшавии майдон мавҷудияти предметҳо ва сохторҳои оҳанин, ки ноқил мебошанд ва диэлектрикҳои дар дохили майдонбуда таъсир мерасонанд [6].

Аз ихтирои радио, алл акай, зиёда аз 100 гузаштааст ва аз ҷиҳати нурбарорӣ дар ҳудуди басомадҳои радиомавҷҳо кураи Замин нисбат ба Офтоб якчанд маротиба пурзӯртар шудааст. Аксарияти онҳо ба ҳудуди басомадҳои паст рост меоянд, ки инсон ба онҳо мутобиқ шудааст. Бинобар ин, ҳоло таъсири назарраси

радиостансияҳои иқтидорашон ҳатто то ба чандсад киловатт расида мушоҳида карда намешавад. Мавҷҳои баландбасомади ҳудуди мавҷҳои сантиметрӣ ба огранизми инсон таъсири бештар дошта метавонанд. Мавҷҳои алоқаи мобилӣ маҳз ба ҳамин ҳудуди басомадҳо рост меояд (GSM 1800,1900) ва минбаъд он боз ба самти басомадҳои зиёдтар майлкунӣ дорад.

Манбаи бевоситаи нур дар телефони мобилӣ антеннаи он мебошад. Ҳамаи қисмҳои дигари он (схемаи паҳнкунак, гетеродини қабулкунаки он, синтезатори басомад ва дигарҳо) ниҳоят тавоноии хурд дошта, онҳоро ба назар нагирифтан мумкин аст.

Микромавҷ, ки манбаи он системаи алоқаи мобилӣ аст, организмро бевосита гарм мекунад ва таъсири он пурра ба таъсири тафдони микромавҷӣ шабоҳат дорад. Гардиши (ҳаракати) хун ин гармшавиро кам мекунад, аммо гавҳараки чашм, ки аз системаи гардиши хун ҷудо аст, ҳангоми таъсири назарраси микромавҷҳои телефони мобилӣ метавонад бештар зарар бинад.

Микромавҷҳои алоқаи мобилӣ сохти таркибии мураккаб дорад ва дар таркиби худ иттилоот дорад, ки таъсири чунин иттилоот ба системаи иттилоотии организми инсон ошкоро тадқиқ карда нашудааст.

Маълумотҳо доир ба нурбарории аслии телефонҳои мобилӣ хеле кам ба назар мерасанд, аммо стандарте мавҷуд аст, ки тибқи он тавоноӣ бояд дар сатҳи то 2 ватт (ё 2 000 000 микроватт) бошад. Ҳамзамон маълум нест, ки ин тавоноии импулсӣ аст, ё миёна. Аниқтараш ин тавоноии миёна мебошад ва тавоноии импулсӣ нисбат ба ин, дар асл хеле баланд мебошад (ҳар як истеҳсолкунанда барои таъмини дури калонтарини таъмини алоқа мубориза мебарад ва аз ин лиҳоз онҳо, пеш аз ҳама, тавоноии телефони мобилиро то ҳадди имкон баланд мебардоранд).

Нишондиҳандаи асосии меъёри майдони мавҷҳои электромагнитӣ дар муҳити атроф барои шахсони дар чунин муҳит фаъолияти меҳнатӣ дошта, ё дар чунин муҳит зиндагӣ дошта, дар ҳуҷҷатҳои меъёрӣ - ҳуқуқии байналмилалӣ ва давлатӣ ба намуди стандартҳо муайян карда шудааст.

Яке аз чунин нишондиҳандаҳо, ин тавоноии майдони электромагнитии ба воҳиди массаи организми зинда таъсиркунанда – SAR мебошад.

$SAR = d(dW/dm)/dt = d(dW/d(\rho V))dt = d(dW/\rho dV)dt = (1/\rho dV)(dW/dt) = P/\rho dV = P/\rho LdS = I/\rho L.$

Дар ин ҷо m – массаи бофтаҳо;

W - энергияи майдони электромагнитӣ;

ρ - зиччии бофтаҳо г/см3

L – дарозии бофта см

SAR – мвт/г

I– зиччии сели тавоноӣ - шиддатнокӣ , мВт/см2

**Ҷадвали 1. Меъёрҳои сатҳи майдони электромагнитӣ**

| **Стандартҳо** | **SAR**, мВт/г | **I,** мВт/см2 |
|---|---|---|
| CENELEC (Committee European de Normalization Electro-technique) ES 59005, October 1988 | Барои даст ва по<br>Дар вақти ≤6 дақиқа = 20<br>Барои дигар бофтаҳо = 10<br>Барои кормандон = 4 | - |
| ANSI/IEEE C95.1 – 1992 (American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronics Engineers) | - | ≤ 3 |
| FCC (Federal Communication Commission) 1996 | - | ≤ 3 |
| Стандарти Латвия LVSENV 50166.2 | - | ≤ 2,25 |

Ҳамин тавр, маълум мешавад, ки тибқи стандартҳо бузургии майдони мавҷи электромагнитӣ барои кормандони дар чунин шароит коркунанда П бояд аз 0,6-3 мВт\см$^2$ паст ва SAR бошад, аз 0,4 мВт/г камтар бошад.

Инчунин, ин меъёрҳо барои аҳолии дар зери таъсири майдони электромагнитӣ қарордошта муайян карда шудааст.

| **Стандартҳо** | **SAR**, мВт/г | **I,** мВт/см2 |
|---|---|---|
| CENELEC (Committee European de Normalization Electro-technique) ES 59005, October 1988 | Барои даст ва по<br>Дар вақти ≤6 дақиқа = 4<br>Барои дигар бофтаҳо = 2<br>Барои кормандон = 0,08 | - |
| ANSI/IEEE C95.1 – 1992 (American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronics Engineers) | - | ≤ 0,6 |
| FCC (Federal Communication Commission) 1996 | - | ≤ 0,6 |
| Стандарти Латвия LVSENV 50166.2 | - | ≤ 0,45 – 0,95 |
| Барои Россия | | 0, 01 |

Ҳамин тавр, бузургии иҷозатшудаи майдони электромагнитӣ барои қисми боқимондаи аҳолӣ **I** набояд аз 0,4-1 мВт/см$^2$ зиёд бошад ва SAR аз 0,08 мВт/г зиёд набошад.

Дар нуқтаи ихтиёрӣ пайдошавии майдони электромагнитӣ аз ҳисоби ду манбаъ ба амал меояд, ки инҳо стансияи базавӣ - BS ва стансия ё телефони мобилӣ - MS мебошанд.

Зичии сели тавоноӣ дар нуқтаҳои интихобшуда аз ҳисоби фаъолияти телефонҳои мобилӣ чунин муайян карда мешавад:

$$I_{MS} = \sum_{j=1}^{N} \frac{P_{MSj} * G_{MSj}}{4 * \pi * r_j^2}$$

ки дар ин ҷо $P_{MSj}$ – тавоноии антеннаи паҳнкунандаи стансияи мобилии j, $G_{MSj}$ – коэффитсиенти афзоиши антеннаи стансияи мобилии j, $r_j$ – масофа аз стансияи мобилии j то нуқтаи интихобшуда мебошад.

Бузургии зичии тавоноӣ $I_{BS}$, ки бо нурбарории антеннаҳои ҳафт стансияҳои базавӣ алоқаманд аст, бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$I_{BS} = \sum_{j=0}^{6} \frac{P_{BSj} * G_{BSj}}{4 * \pi * R_j^2}$$

ки дар ин ҷо $P_{BSi}$ – тавоноии антеннаи паҳнкунандаи стансияи базавии j, $G_{BSi}$ – коэффитсиенти афзоиши антеннаи стансияи базавии j, $R_j$ – масофа аз стансияи базавии j то нуқтаи интихобшуда мебошад.

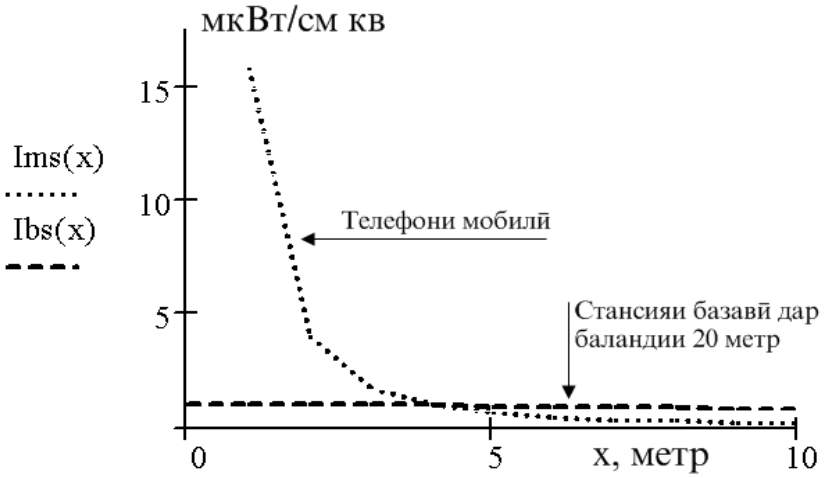
Тавоноии телефонҳои мобилӣ - $P_{max}$ барои стандарти GSM 900 то 2 Вт ва стандарти GSM 1800 то 1 Вт мақаррар карда шудааст.

Масоҳати сатҳи бадани инсон - S ба ҳисоби миёна ба 2 м$^2$ баробар мебошад ва дар асоси ин маълумотҳо бузургии шиддатнокии мавҷи телефони мобилиро ба бадани инсон ҳисоб кунем чунин мешавад:

$$I_{MS} = P_{max}/S = 2 \text{ Вт}/2 \text{ м}^2 = 1\text{Вт/м}^2 = 100 \text{ мкВт/см}^2$$

Ду манбаи ба организми инсон таъсиркунандаи мавҷҳои электромагнитӣ мавҷуд аст, ки ин стансияи базавии дар сота ҷойгирбуда ва телефони мобилии дар дасти истифодабаранда буда мебошад. Тавоноии онҳо нисбат ба якдигар то 50 маротиба фарқ дошта метавонад, аммо масофаи ин манбаъҳо то инсон хеле фарқи бузург дорад ва таъсир, албатта, аз ҳамин масофа бештар вобастагӣ дорад.

Барои нишон додани фарқи таъсири стансияи базавӣ ва телефони мобилӣ ҳисоби вобастагии шиддатнокии онҳоро аз масофа дида мебароем.

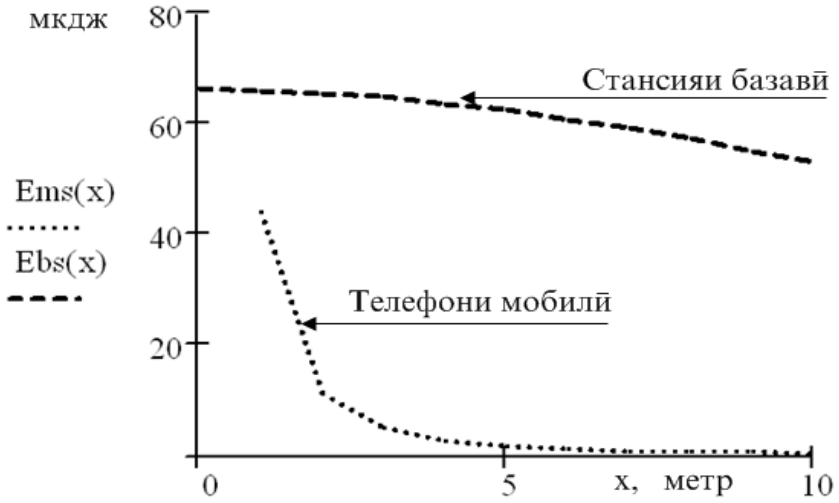



Расми 1. Вобастагии шиддатнокии мавҷи электромагнитии алоқаи мобилӣ аз масофа

Аз расми 1 дида мешавад, ки шиддатнокии майдони электромагнитии ба инсон таъсиркунандаи телефони мобилӣ – Ims дар масофаҳои то 4 метр нисбат ба шиддатнокии стансияи базавии антеннаи он дар баландии 20 метр ҷойгиркардашуда - Ibs ниҳоят баланд мебошад. Танҳо баъди 4 метр таъсири мавҷи стансияи базавӣ нисбат ба телефони мобилӣ зиёд шуда аммо он аз сатҳи иҷозатшуда, даҳҳо маротиба хурд мебошад.

Аз тарафи дигар, стансияи базавӣ аз худаш доимо мавҷ мебарорад, аммо телефони мобилӣ бошад, танҳо дар вақти ба алоқа пайваст шудан аз худ мавҷ мебарорад. Бинобар ин, таъсири умумии стансияи базавиро ба назар нагирифтан мумкин нест. Бояд дар хотир дошт, ки давоми вақти тӯлонӣ ин таъсир зараровар шуда метавонад ва барои ин, мо бояд энергияи умумии аз тарафи организми инсон фурӯбурдаро ҳисоб намоем.

Агар тавоноии манбаи мавҷи электромагнитӣ маълум бошад, он гоҳ миқдори энергияи аз он баромадаро дар давоми вақти ихтиёрӣ ҳисоб кардан мумкин аст. Барои ин, фарз мекунем, ки ба мо тавоноии стансия мобилӣ Pms = 1 Вт ва базавӣ Pbs = 50 Вт дода шудааст. Басомади кории ҳарду манбаи мавҷро баробари 1800 МҲс қабул мекунем. Миқдори энергияи ба бадани инсон ростомадаро барои стансияи базавӣ - Ems ва стансияи мобилӣ - Ebs ишора менамоем. Барои ин, масоҳати сатҳи бадани инсонро ба ҳисоби миёна ба 1 м$^2$ баробар гуфта, қабул менамоем. Инчунин, фарз мекунем, ки дар давоми як шабонарӯз стансияи мобилӣ бефосила, яъне Tbs = 24 соат мавҷ мебарорад, аммо стансияи мобилӣ бошад, танҳо давоми Tms=1 соат, яъне дар як шабонарӯз истифодабаранда танҳо 1 соат бо телефони мобилии худ гуфтугӯ мекунад.

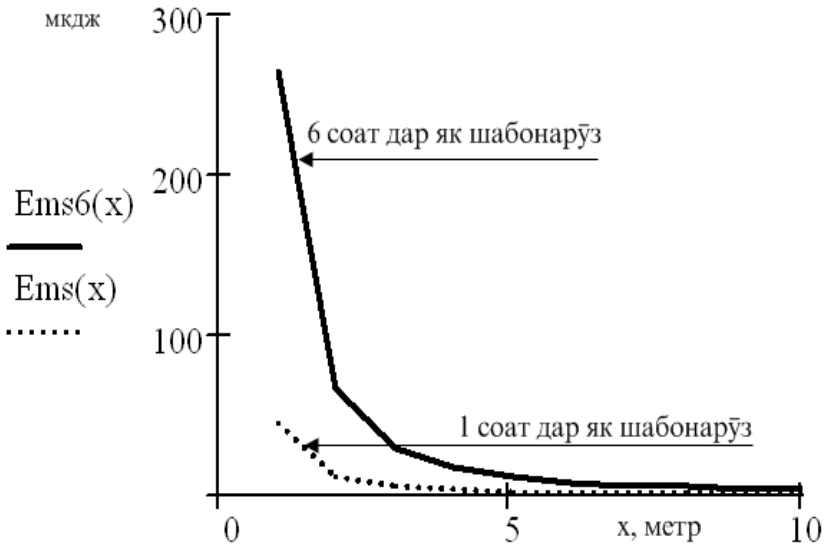



Расми 2. Вобастагии миқдори энергияи ба бадани инсон таъсиркунандаи стансияҳои мобилӣ - Ems ва базавӣ - Ebs вобаста аз масофа - x аз мавқеи ҷойгиршавии онҳо

Аз натиҷаҳои дар расми 2 овардашуда маълум мешавад, ки дар масофаи то 10 метр аз манбаи майдони электромагнитӣ миқдори энергияи ба бадани инсон таъсиркунанда аз стансияи базавӣ нисбат ба стансияи мобилӣ 2 ва зиёда маротиба бештар аст ва инро бояд ба назар гирифт.

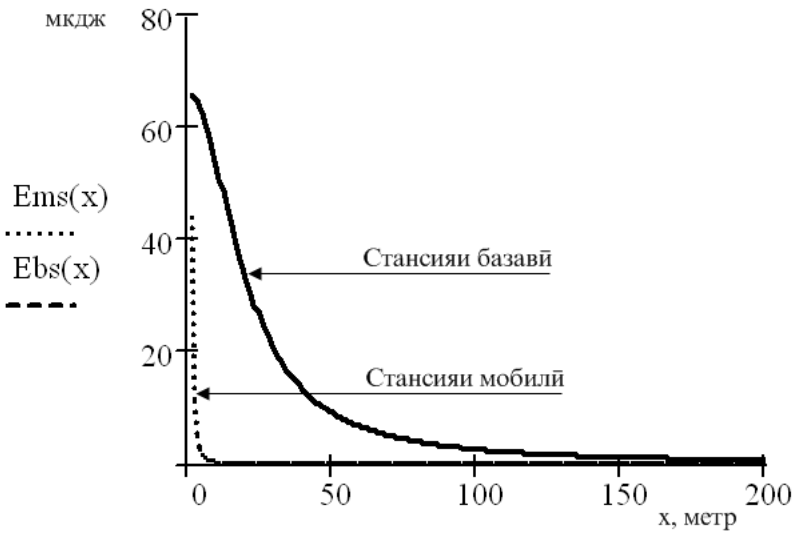
Инчунин, ҳангоми бо телефони мобилӣ вақти тӯлонӣ гап задан, миқдори энергияи ба бадани инсон таъсиркунанда якчанд маротиба зиёд мешавад (расми3).

Аз расми 4 дида мешавад, ки танҳо дар масофаи наздикии 200 метр аз антеннаи стансияи базавӣ сатҳи энергияи ба бадани инсон таъсиркунандаи он ба сатҳи энергияи аз тарафи телефони мобилӣ таъсиркунанда баробар мешавад.




Расми 3. Фарқи энергияи мавҷи таъсиркунанда вобаста аз вақт ва масофа

Инчунин, бояд ҳисоб намоем, ки дар кадом масофа аз стансияи базавӣ сатҳи таъсири шабонарӯзии он паст шуда, ба сатҳи таъсири телефони мобилӣ баробар мешавад. Барои ин, вобастагии дар расми 2 овардашударо барои масофаҳои зиёдтар дида мебароем.



Расми 4. Вобастагии энергияи мавҷи ба бадани инсон таъсиркунанда аз манбаъҳои мухталиф

Дар асоси тадқиқотҳои то имрӯзҳо гузаронидашуда, гуфтан мумкин аст, ки истифодаи телефонҳои мобилӣ фосилаи вақти дароз сабаби таъсири энергияи бештари мавҷҳои электромагнитӣ мегардад ва бинобар ин, тавсия дода мешавад, ки то ҳадди имкон аз алоқаи мобилӣ камтар истифода баранд.

Дар масофаҳои наздик таъсири мавҷҳои электромагнитии телефони мобилӣ нисбат ба стансияҳои базавӣ бештар буда, дар масофаҳои 4 метр онҳо ба ҳамдигар баробар мешаванд. Аз ин сабаб, тавсия дода мешавад, ки дар вақти алоқа то ҳадди имкон телефони мобилиро аз худ дуртар нигоҳ доред ва аз баландгӯяк истифода баред.

Стансияҳои базавӣ аз худ мавҷҳои электромагнитиро дар давоми шабонарӯз бефосила мебароранд ва энергияи ба организм таъсиркунандаи онҳо нисбат ба телефони мобилӣ, ки танҳо дар вақти алоқа мавҷ мебарорад, якчанд маротиба зиёд аст. Бинобар ин, дар наздикии антеннаҳои стансияҳои базавӣ истиқомат кардан хавфи бештар дорад. Аз рӯйи ҳисобҳо ин хавф танҳо дар масофаи 200 метр аз антенна ба хавфи телефони мобилии танҳо як соат дар давоми як шабонарӯз истифодашаванда баробар мешавад.

**АДАБИЁТ**

1. Манойлов В.Е. Электричество и человек / В.Е. Манойлов. - Л.: Издательство: Энергоиздат,1982. - 152 с.
2. Буторина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина. - М.: Логос, 2004. - 520 с.
3. Осипова А.Ю. Медицинские проблемы обеспечения электромагнитной безопасности рабочих мест. Стандарты и качество / А.Ю. Осипова, Ю.Г. Рябов. - 1995. -№8. -С.49-52.
4. Домашняя аптека. – 2001. - №16.
5. Болсун А.И. Физика в экзаменационных ответах и вопросах / А.И. Болсун, Б.К. Галякевич. - М.: Рольф, 1997. - 320 с.
6. Жданов Л.С. Физика / Л.С. Жданов, Г.Л. Жданов. - М.: Наука, 1987. - 512 с.
7. Гичев Ю.П. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека / Ю.П. Гичев, Ю.Ю. Гичев // - Новосибирск, Сер. Экология. Вып. 52. - 1999. - С.91.

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

Отрицательное влияние электромагнитных волн сети мобильной связи подтверждены многочисленными исследованиями в области медицины и биологии.

Поскольку анализ степени влияния затруднено измерениями энергетических параметров электромагнитных волн, создаваемого сетью мобильной связи, в работе приводятся результаты численных расчетов, логически подтверждающих, степень воздействия мобильного телефона и базовой станции при различных условиях.

**Ключевые слова:** мобильная связь, сеть, мобильный телефон, базовая станция, электромагнитные волны, энергетические параметры.

**INFLUENCE OF THE ELECTROMAGNETIC WAVES OF MOBILE COMMUNICATION NETWORK**

The Negative influences of the electromagnetic waves of mobile communication network are confirmed by multiple studies in the field of medicine and biologies.

Since analysis level is dificult by measurements energy parameter electromagnetic waves, created by network mobile communication, results numerical calculation happen to in work, correctly confirming, degree of the influence of the mobile telephone and base station under different condition.

**Key words:** mobile communication, network, mobile telephone, base station, electromagnetic waves, energy parameters.

**Сведения об авторах:** ***Х.А. Тошходжаев*** - д.ф.-м.н., профессор кафедры Э и ВТ, Худжандского государственного университета им. Б.Гафурова. Телефон: **987-01-13-13.** E-mail: **Thakim60@mail.ru**
***Ф.Х. Гафуров*** - инженер электронщик по телекоммуникации 2-й категории, Агроинвестбанк в Согдийской области. Телефон: **927-79-59-69.** E-mail: **farruh_84@mail.ru**

# НАМУНАИ МАСЪАЛАҲО БО ИСТИФОДА АЗ ВОҚЕИЯТИ ТОҶИКИСТОН ВА КОРБУРДИ ОНҲО ДАР ТАЪЛИМИ ФИЗИКА

***А. Абдуманнонов, Ф. Каримова, М. Абдуманнонова***
**Маркази илмии Академияи илмҳои ҶТ дар ш. Хуҷанд,**
**Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи Б.Ғафуров**

Ба шарофати соҳибистиқлолии кишвари маҳбубамон Тоҷикистон барномаи давлатии ислоҳоти соҳаи маориф роҳандозӣ шуд. Зимни амалишавии ин барнома дар радифи як қатор чорабиниҳо, аз қабили компютеркунонии мактабҳо, таъмир ва сохта ба истифода додани биноҳои таълимӣ, таъмини лабораторияҳо бо таҷҳизоти таҷрибавӣ, таҷдиди низоми маблағгузории соҳаи маориф, инчунин, таҳия ва чопи китобу дастурҳои нави таълимӣ роҳандозӣ мешавад. Боиси хушнудист, ки солҳои охир, аз тарафи муаллифони ватанӣ, теъдоди зиёди китобҳои дарсӣ аз фанҳои мухталифи мактабӣ, аз ҷумла аз физика ба забони тоҷикӣ, рӯйи чоп оварда шуданд. Бо вуҷуди ин, дар ин самт ҳанӯз муаммоҳои ҳалношуда зиёданд [1].

Солҳои пешин, китобу дастурҳои таълимӣ аз физика, ки дар Ҷумҳурии Тоҷикистон истифода мешуданд, куллан китобҳои тарҷумавӣ аз забони русӣ буданд [2 - 5]. Ҷиҳати мусбати ин гуна китобҳои дарсӣ он аст, ки сатҳи амалан ҷаҳонии маводи таълимиро таъмин менамуданд. Хонандагони мактабҳои мо аз рӯйи стандарти русиягии таълими физика дониш гирифта метавонистанд. Лекин, китобҳои дарсии физика, ки аз русӣ ба тоҷикӣ тарҷума мешуданд, як камбудии ҷиддие доштанд. Дар китобҳои мазкур факту рақамҳо, номҳои географӣ ба воқеияти Тоҷикистон робитаи зарурӣ надоштанд. Табиист, ки ин китобҳо билкул зимни маълумоти ба собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ (асосан Русия) робитадошта таҳия шуда буданд. Аксари маълумоти воқеӣ, ки дар ин китобҳо оварда мешуданд, аз доираи тасаввуроти хонандаи тоҷик дур ва ношинос буданд. Ин нуқсонҳои дастурҳои таълимӣ дар солҳои истиқлолият бештар назаррас ва ба натиҷаи корҳои таълимӣ таъсири манфӣ мерасонидагӣ шуданд. Бо мақсади ислоҳи ин вазъият барномаи таълимӣ аз нав таҳия ва аз тарафи Вазорати маориф тасдиқ карда шуд [6]. Дар натиҷа зарурати таҳияи китобҳои дарсии физика ба забони тоҷикӣ тибқи барномаи нав ба миён омад.

Мутаассифона, бо сабабҳои субъективӣ дар китобҳои физика, ки ба забони тоҷикӣ чоп шуданд, воқеияти Тоҷикистони соҳибистиқлол ба таври бояду шояд инъикоси худро наёфтааст [7-10]. Ба андешаи мо, ҳангоми дар матни мавзӯи китоби дарсӣ, гузориши саволҳо, матни масъалаҳои физикӣ ва дигар ҷузъҳои таълими фанни

физика истифода бурдани воқеияти Тоҷикистон, объекти омӯзиш ба хонанда “наздик” мешавад ва омӯзиш ҷаззобияти бештар пайдо менамояд. Зеро номи шаҳру деҳот, кӯлу дарёҳо, қаторкӯҳҳою қуллаҳо, нақбу коргоҳҳои истеҳсолӣ, неругоҳҳои барқиву шароитҳои физикӣ-иқлимӣ, олимону шахсиятҳои маъруфи илмии Тоҷикистон оварда мешаванд. Истифодаи факту рақамҳо, номҳои географӣ ва характеристикаҳои физикии онҳо дар раванди таълим дар макотиби кишвар онҳоро воқеан ба гардиш медарорад. Чунин такрору гардиши бефосилаи маълумоти амиқи илмӣ оиди воқеияти Тоҷикистон, дар зеҳни хонандагон ин маълумотро мустаҳкам ҷойгир менамояд. Бо ин васила, аз як тараф, робитаи байнифаннӣ (бо фанҳои география, математика, таърих, экология) амалӣ гардад, аз тарафи дигар, дар заминаи ин воқеият, дар зеҳни хонандаи тоҷик ифтихори ватандориву миллӣ ташаккул меёбад. Минбаъд, чунин маълумоти зимни таҳсил дар мактаб гирифта, дар ташаккулёбии касбии хонандагон, барои муаррифии воқеии параметрҳои кишвари мо, ҳангоми таҳсил дар хориҷи кишвар, ё сафари хориҷии мутахассисони мо барои ҳимояи манфиатҳои иқтисодӣ ва сиёсии Тоҷикистон истифода хоҳанд шуд.

Дар мақолаи мазкур намунаи масъалаҳое пешниҳод шудаанд, ки муаллифон бо истифода аз воқеияти Тоҷикистон таҳия намудаанд. Муаллимон аз маводҳои пешниҳодшудаи дидактикӣ ҳангоми таълими фанни физика истифода бурда метавонанд.

Хонандагон дар синфи ҳафтум оиди ҳодисаҳо ва мафҳумҳои физикӣ маълумоти ибтидоӣ мегиранд. Дар синфи 8 бошад, оид ба ҳодисаҳои ҳароратӣ ва электромагнитӣ маълумоти ибтидоӣ дода мешавад. Тибқи барномаи таълимӣ дар зинаи аввали таълими физика [6] хонандагон оиди зичии модда, ҳаҷми ҷисмҳо, навъҳои қувваҳо, фишор, суръати ҳаракат ва ғайра маълумот мегиранд. Масъалаҳои пешниҳодшуда бо назардошти мустаҳкам намудани донишҳои назарӣ оиди ин мавзӯъҳо таҳия шудаанд ва нисбатан сода мебошанд. Ҷойи баҳс нест, ки ҳангоми ҳалли масъалаҳо ва саволҳои сифатӣ дониши хонандагон мустаҳкам мешавад ва дар онҳо маҳорати дар амал истифода бурдани дониши физикӣ-математикӣ ташаккул меёбад. Муаллимони фанни физика метавонанд аз масъалаҳои дар ин ҷо пешниҳодшуда, ҳангоми дарсҳои назариявӣ, дар дарсҳои ҳалли масъалаҳо, ҳангоми гузаронидани корҳои таълимии беруназсинфӣ истифода баранд. Омӯзгорони эҷодкор метавонанд ҳамин гуна маводҳои дидактикиро бо назардошти маҳалли зисти хонанда таҳия ва истифода намоянд.

**Намунаи ҳалли масъалаҳо бо истифода аз маводи маҳаллӣ:**

**Масъалаи 1.** Ҳаҷми оби кӯли Сарез тақрибан 16 км$^3$-ро ташкил медиҳад. Массаи оби нӯшокии дар кӯли Сарез захирашударо муайян намоед.

Д.ш.а:

$V = 16$ км$^3$ =

$= 16 \cdot 10^9$ м$^3$

$\rho = 1000$ кг/м$^3$

---

$m = ?$

***Ҳал:*** Аз формулаи зичии модда массаро меёбем.

$m = \varrho \cdot V$ ; $m = \varrho \cdot V = 10^3$кг/м$^3 \cdot 16 \cdot 10^9$м$^3 = 16 \cdot 10^{12}$ кг

**Ҷавоб:** $m = 16 \cdot 10^9$ тонна = 16 млрд. тонна.

***Эзоҳ:*** *Кӯли Сарез соли 1911, дар натиҷаи заминларзаи сахт дар ҳудуди ноҳияҳои Мургоб ва Рӯшони вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон, ба вуҷуд омадааст. Масоҳати кӯли Сарез тақрибан 79,4 км$^2$, чуқуриаш аз 200 то 495 м-ро ташкил медиҳад* [12].

**Масъалаи 2.** Барои шудгор кардани замини пахтазор ба махзани (баки) трактор 50 кг сӯзишвории дизелӣ рехтанд. Ҳаҷми сӯзишвориро бо литрҳо ифода кунед? Зичии сӯзишвории дизелиро 800 кг/м$^3$ гиред. 1 л $= 10^{-3}$м$^3$

Д.ш.а:

m =50 кг

$\rho = 800$кг/м$^3$

V=?

***Ҳал:*** $\rho = \frac{m}{V}$

V=$\frac{m}{\rho}$ ; V = $\frac{\mathbf{50\ кг}}{\mathbf{800\ кг/м^3}}$ = 0,0625 м$^3$

V=0,0625 м$^3$=62,5 л

**Ҷавоб:** V=0,0625 м$^3$=62,5 л

**Масъалаи 3.** Мошини сабукрав нақби Шаҳристонро, ки 5212 метр дарозӣ дорад, бо суръати миёнаи 54 км/ст дар чанд вақт мегузарад?

Д.ш.а:

S=5212 м

$\vartheta$ =54 км/ст=
= 15 м/с

$t-?$

***Ҳал:*** $\vartheta = \frac{S}{t}$ t =$\frac{S}{\vartheta}$

t = $\frac{5212\ м}{15\ м/с}$ = 347,46 $с$ = 5,79 *дақ*.

**Ҷавоб:** Мошин дар ин маврид нақби Шаҳристонро дар давоми тақрибан 347 сония = 5,8 дақиқа мегузарад.

***Эзоҳ:*** *Нақби Шаҳристон соли 2013 бо иштироки Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба истифода дода шудааст.*

**Масъалаи 4.** Чанаи массааш 50 кг аз теппаи Рухак ба поён лағжида, дар қитъаи уфуқии роҳ масофаи 22 метрро тай кард. Кори қувваи соишро дар ин қитъа ёбед? Коэффитсиенти соиши чана бо барфро ба 0,02 баробар гирад.

Д.ш.а:

m= 50 кг

s= 22 м

μ= 0,02

A-?

***Ҳал:*** A = -$F_c$·S $F_c$=μ P P= mg

A = μPS = μmgS

A = -0,02· 50 кг· 9,8м/с$^2$·22 м = -220 Ҷ

**Ҷавоб:** A = -220 Ҷ

***Эзоҳ:*** *Рухак - номи суфакӯҳе дар ҷанубу ғарбии ш.Хуҷанд.*

**Масъалаи 5.** Об ба бинои баландошёнаи Кохи матбуоти ш.Хуҷанд бо воситаи насос бароварда мешавад. Агар насос фишори 400 кПа-ро ба вуҷуд оварад, обро ба чӣ қадар баландӣ бароварда метавонад?

P=400кПа=
= 400·10$^3$Па

$\rho = 1000$кг/м$^3$

g = 9,81м/с$^2$

h -?

***Ҳал:*** P = $\rho gh$

h = $\frac{P}{\rho g}$ = $\frac{400\cdot10^3 Па}{\frac{10^3 кг}{м^3}\cdot 9{,}81 м/с^2}$ = 40 м

**Ҷавоб:** h = 40 м

***Эзоҳ:*** *Бинои Кохи матбуоти ш. Хуҷанд соли 2011 бо иштироки Президенти Тоҷикистон Эмомалӣ Раҳмон ифтитоҳ шудааст.*

**Масъалаи 6.** Мошини боркаши массааш 14 т бо суръати 72 км/ст дар роҳи уфуқии Хуҷанд-Исфара ҳаракат мекард. Агар қувваи муқовимат ба ҳаракат 20 кН бошад, мошин пас аз хомӯш кардани муҳаррик то лаҳзаи истодан чӣ қадар роҳро мепаймояд?

Д.ш.а:

$F_c = 20\ 000$ Н

$m = 14\ т = 14\ 000$ кг

$\vartheta = 72 км/ст = 20 м/с$

s-?

***Ҳал:***

Пас аз муҳаррикро хомӯш кардан, энергияи кинетикии мошин (дар асоси қонуни бақои энергия) ба кори қувваи соиш сарф мешавад, яъне $A = F_c \cdot s = \frac{m\vartheta^2}{2}$ мешавад.

Аз ин ҷо:

$2F_c s = m\vartheta^2$ шуда, аз ин ҷо роҳи тайшударо ҳисоб мекунем.

$s = \frac{m\vartheta^2}{2Fc} = \frac{14 \cdot 10^3 кг \cdot (20 м)^2}{2 \cdot 20\ 000\ Н} = 140 м$ **Ҷавоб:** s= 140 м

**Масъалаҳо барои кори мустақилона:**

**Масъалаи 1.** Мошини сабукрав барои тай кардани 100 км масофа 8 литр сӯзишворӣ (бензин) сарф мекунад. Масофаи байни шаҳрҳои Душанбе ва Қӯрғонтеппаро ба 85 км баробар ҳисобида, муайян намоед, ки мошин барои тай кардани ин масофа чанд литр бензин сарф мекунад?

**Масъалаи 2.** Ҳаҷм ва зичии лӯндаи картошкаро муайян кунед. (Мавод ва таҷҳизот: як дона картошка, тарозу, мензурка, об).

**Масъалаи 3.** Бо роҳи таҷриба диаметри миёнаи донаҳои мошро муайян карда, зичии онро ҳисоб кунед (Мавод ва таҷҳизот: 50 грамм мош, хаткашак, қалами нӯгтез, тарозу).

**Масъалаи 4.** Аҳмад дар дарёи Сир шино мекунад. Агар суръати ҷараёни оби дарё ба 0,5 м/с баробар бошад, Аҳмад масофаи 5 км-ро дар чанд вақт мепаймояд?

*Эзоҳ: Дарозии дарёи Сир ба 2212 км баробар буда, дарозтарин дарё дар Осиёи Марказӣ ба ҳисоб меравад* [12].

**Масъалаи 5.** Баландии пояи парчами миллӣ, ки дар пойтахти Тоҷикистон шаҳри Душанбе барафрохта шудааст, ба 165 м баробар аст. Бо мақсади корҳои таъмирӣ ба ин баландӣ қуттии массааш 8 кг-ро баровардаанд. Дар ин ҳангом чӣ қадар кор иҷро мешавад?

**Масъалаи 6.** Насос барои обёрӣ кардани замини пахтазор ҳар сония 200 л обро ба баландии 8 м мебарорад. Ҳисоб кунед, ки насос дар як соат чӣ қадар кор иҷро мекунад?

**Масъалаи 7.** Самолёти турбореактивии (масалан, Боинг-737 ё Ту-154) массааш 50 т бо суръати 300 м/с аз шаҳри Хуҷанд ба шаҳри Душанбе парвоз менамояд. Энергияи кинетикии самолётро ҳангоми парвоз муайян кунед?

**Масъалаи 8.** Баландии шаршараи Искандаркӯл 30 м аст. Агар дар муддати як дақиқа аз ин баландӣ 200 м$^3$ об афтад, шаршара соҳиби чӣ қадар тавоногӣ мешавад?

*Эзоҳ: Искандаркӯл 17 км дуртар аз шоҳроҳи Душанбе –Айнӣ–Хуҷанд дар қаторкӯҳҳои Ҳисор, ноҳияи Айнии вилояти Суғд ҷойгир шудааст. Дар Искандаркӯл тақрибан 173 млн.м$^3$ оби ошомиданӣ захира шудааст* [12,13].

**Масъалаи 9**. Иқтидори лоиҳавии неругоҳи Норак ба 2,7 млн.кВт баробар аст. Агар неругоҳи Норак бо иқтидори пурраш кор кунад, дар муддати 200 шабонарӯз чӣ қадар энергия истеҳсол мешавад.

*Эзоҳ: Неругоҳи барқӣ - обии Норак дар дарёи Вахш сохта шудааст. Дар дарёи Вахш инчунин неругоҳҳои Бойғозӣ, Сангтӯда-1, Сангтӯда-2, Сарбанд, Шаршар ва Марказӣ сохта шудаанд* [11] .

**Масъалаи 10.** Дар қаторкӯҳи Зарафшон кони нуқра дарёфт шудааст, ки аз як тонна маъдани он тақрибан 200 грамм нуқраи холис истеҳсол карда мешавад. Муайян кунед, ки аз 500 тонна маъдан чӣ қадар нуқраи холис истеҳсол кардан мумкин аст? Аз 850 тонна маъдан чӣ?

**Масъалаи 11.** Агар дар таркиби 1 тонна маъдани оҳани қаторкӯҳи Қурама 2,5 кг висмут мавҷуд бошад, 400 тонна маъдани оҳан чӣ қадар висмут дорад? 16000 тоннааш чӣ?

**Масъалаи 12**. Тибқи ҳисобу китоб муайян карда шудааст, ки захираи намаки ошӣ дар кони намаки Хоҷамуъмин 30 миллиард тоннаро ташкил менамояд. Агар одам дар тӯли як сол ба ҳисоби миёна 7 кг намак истеъмол намояд, захираи намаки Хоҷамуъмин барои аҳолии Тоҷикистон барои чанд сол мерасад? Шумораи аҳолии Тоҷикистонро ба 7 млн баробар ҳисобед.

***Эзоҳ:*** *Кони намаки Хоҷамуъмин дар ҷанубу гарбии Тоҷикистон воқеъ аст. Дар назди кони намак коргоҳи истеҳсоли намаки ошии Восеъ амал мекунад* [11].

**Масъалаи 13.** Донишҷӯйи массааш 65 кг тавассути лифт ба ошёнаи шашуми бинои таълимии Донишгоҳи давлатии Хуҷанд мебарояд. Агар лифт бо шитоби 1 м/с$^2$ ҳаракат намояд, вазни донишҷӯ ҳангоми боло баромадан ба чӣ баробар мешавад?

***Эзоҳ:*** *Бинои таълимии Донишгоҳи давлатии Хуҷанд, дар соҳили рости дарёи Сир, дар доманаи кӯҳи Мевагул соли 1986 ба истифода дода шудааст.*

**Масъалаи 14.** Барои пӯшидани боми хонаи баландошёна дар ш. Хоруғ, крани борбардор тахтаи (плитаи) оҳанубетонии массааш 2 тоннаро амудан бо шитоби 0,8 м/с$^2$ боло мебардорад. Тарангии симтаноби ба плита басташударо ёбед.

**Масъалаи 15*.** Дар дарёи Сир, дар ҳудуди шаҳри Хуҷанд, ду заврақ ба истиқболи якдигар шино мекунанд. Заврақи якум ба муқобили ҷоришавӣ ва заврақи дуюм ба самти дарё нисбат ба об мувофиқан бо суръатҳои 1,5 м/с ва 1 м/с шино мекунанд. Суръати ҷоришавии обро 0,75 м/с ҳисобида, суръати заврақҳоро нисбат ба якдигар ва нисбат ба соҳил муайян кунед.

**Масъалаи 16***. Суръати хаттии нуқтаи сатҳи замин дар арзи Хуҷанд ($40^0$) ҳангоми гардиши шабонарӯзии Замин ба чӣ баробар аст?

**Масълаи 17.** Барои пухтани оши палов 0,01м$^3$ ҳезум сарф шуд. Гармии хоси сӯхти ҳезумро ба $10^7$ Ҷ/кг ва зичии онро ба 700 кг/м$^3$ баробар ҳисобида, муайян кунед, ки барои пухтани палови тоҷикӣ чӣ қадар энергия сарф шудааст?

**Масъалаи 18.** Андозаи синфхонаатонро чен карда, ҳисоб кунед, ки барои аз 10 то 25 $^0$С гарм кардани ҳавои он чӣ миқдор гармӣ лозим аст? Зичии ҳаворо ба ρ=1,29 кг/м$^3$ ва гармиғунҷоиши хосси онро ба с=1000 Ҷ/(кг·$^0$С) баробар ҳисобед.

**Масъалаи 19.** Шиновар бо самти ҷоришавии оби дарёи Сир бо суръати 1,5м/с нисбат ба об шино менамояд. Суръати ҷоришавии оби дарёро 0,5 м/с ҳисобида, суръати шиноварро нисбат ба соҳил муайян кунед.

**Масъалаи 20.** Шиновар ҳангоми гузаштан аз дарёи Аму нисбат ба самти ҷоришавии дарё амудан шино мекунад. Суръати шиноварро нисбат ба об 1,5м/с ва суръати ҷоришавии дарёро 1 м/с ҳисобида, суръати шиноварро нисбат ба соҳил муайян кунед.

*Эзоҳ: Дарёи Аму аз қаторкӯҳҳои Ҳимолой сар шуда, кишварҳои Афғонистон, Тоҷикистон ва Туркманистонро убур намуда, ба баҳри Арал мерезад. Дарозии дарёи Аму тақрибан ба 1414 км баробар мебошад* [11, 12].

**Масъалаи 21.** Чор нафар **с**айёҳон бо воситаи лифт ба ошёнаи шашуми меҳмонхонаи «Тоҷикистон» дар муддати 15 с баромаданд. Баландии ҳар ошёнаро 3,5 м ва массаи умумии сайёҳонро 320 кг ҳисобида, тавоноии лифтро муайян кунед.

**АДАБИЁТ**

1. Абдуманнонов А. Муаммоҳои таълими физика дар мактабҳои Тоҷикистон ва роҳҳои ҳалли он / А. Абдуманнонов // Маводҳои конфронси илмӣ-назариявии «Муаммоҳои мубрами таҷдиди мундариҷаи маълумоти касбии омӯзгорони оянда». –Хуҷанд: Меъроҷ, 2013. -С.271-278.

2. Перишкин А.В. Китоби дарсӣ барои синфи 7. /А.В. Перишкин, Н. А. Родина. -Душанбе: Маориф, 1992. -176 с.
3. Кикоин И.К. Китоби дарсӣ барои синфи 9. / И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. -Душанбе: Маориф, 1990. -256 с.
4. Мякишев Г.Я. Китоби дарсӣ барои синфи 10. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховсев. -Душанбе: Маориф, 1993. -272 с.
5. Мякишев Г.Я. Китоби дарсӣ барои синфи 11. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховсев. -Душанбе: Маориф, 1990. -352 с.
6. Барномаи таълимӣ аз физика. Барои синфҳои 7-11-и мактабҳои таҳсилоти умумӣ. –Душанбе, 2004. -46 с.
7. Маҷидов Ҳ. Китоби дарсӣ барои синфи 7-уми мактабҳои таҳсилоти умумӣ / Ҳ. Маҷидов, С. Зубайдов. – Душанбе, 2008. -282 с.
8. Умаров У.С. Китоби дарсӣ барои синфи 8-уми мактабҳои таҳсилоти умумӣ / У.С. Умаров, Ҷ. Исупов, М. Икромов, Ф. Нуралиев. -Душанбе: Алиф, 2009. -238 с.
9. Маҷидов Ҳ. Физика. Китоби дарсӣ барои синфи 9 / Ҳ. Маҷидов, О. Нозимов. –Саратов, 2006. -270 с.
10. Раҳимов Б. Физика. Китоби дарсӣ барои синфи 10 / Б. Раҳимов, Т. Шукуров, П. Рачабов. – Душанбе, 2006. -270 с.
11. Муҳаббатов Х.М. Географияи Тоҷикистон / Х.М. Муҳаббатов, М.Р. Раҳимов. –Душанбе, 2011. -310 с.
12. Мирзоев Ф. Кӯлҳо ва дарёҳои бузургтарини Тоҷикистон / Ф. Мирзоев // Газетаи «Ҷумҳурият» №112. 17-августи 2013. -С.3-4.
13. Хоҷаева А. Роҷеъ ба Искандаркӯл / А. Хоҷаева, Ҳ. Ҳоҷибоев. –Хуҷанд, 2013. -14 с.

## ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАЛЬНОСТИ ТАДЖИКИСТАНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

В работе на основе анализа учебних пособий по физике для средных школ выпущенные в последные годы показано, что в них явно недостаточно использовано реальности Таджикистана, как в тексте отдельных параграфов, так и в вопросах и задачах. Предложено примеры задач по физике составленные с использованием реальности независимого Таджикистана. Для составления задач авторы использовали названий, городов, рек, озёр, гидроэлектростанций и тд. Показано, что в случае «активного оборота» подобных научно-технических информаций о республики Таджикистана (а это возможно в процессе обучения), лучше осуществляется взаимосвязь школьных предметов (физика, математика, география, история), и это способствует улучшению воспитание самосознания и гордости за свою родину молодого поколения.

**Кючевые слова:** задачи по физике, использование реальности Таджикистана, обучение физике, взаимосвязь школьных предметов.

## PROBLEMS OF USING THE REALITY OF TAJIKISTAN IN PHYSICS AND USING THEM DURING THE LESSONS

In this paper, based on analysis of physics textbooks for secondary schools published in recent years shows that in these textbook the reality of Tajikistan is not used enough, as in the text of certain paragraphs, as well as in questions and problems. Examples of problems in physics made using the reality of independent Tajikistan are offered in this report. In order to put the task of physics, the authors used the names of cities, rivers, lakes, hydroelectric power stations and so on. It is shown that if to use "active turnover" like scientific and technical information about Republic of Tajikistan (and it is possible in the learning process), it will be possible to inhance interconnection of school subjects (physics, mathematics, geography, history), and it helps bring up in young generation love and pride toward their native land.

**Key words:** problems in physics, the use of reality in Tajikistan, teaching physics, the interconnection of school subjects.

**Сведения об авторах:** ***А. Абдуманнонов*** **–** доктор физико-математических наук, профессор, председатель Худжандского научного Центра АН РТ. E-mail: **abduali53@mail.ru.** Телефон**: 95-185-02-06**
***Ф. Каримова*** **–** старщий преподаватель кафедры общей физики и твердого тела Худжандского государственного университета им. Б.Гафурова. Телефон**: 926-00-66-07**
***М. Абдуманнонова*** **–** преподаватель кафедры обшей физики и твердого тела Худжандского государственного университета им. Б.Гафурова

# ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕПИТА НА ОСНОВЕ ЯГОД БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ

***П.И. Гунькова, А.Л. Ишевский, А.В.Ключарева, Ф.Э. Сатторов***
**Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,**
**Региональная общественная организация «Молодежное общество студентов Таджикистана в Санкт-Петербурге»**

Безалкогольные напитки неизменно пользуются большим спросом у посетителей кафе и других предприятий общественного питания, поэтому имеет смысл расширять их ассортимент. Перспективным направлением в расширении ассортимента безалкогольных напитков для предприятий общепита является создание функциональных напитков [13,14,15]. Авторы работы разработали напитки на основе ягод бузины черной с разным составом. Плодам бузины черной еще в средние века приписывали необыкновенные целебные силы. Ягоды издавна и по сей день применяются в народной медицине в качестве лекарства против рака, увеличения щитовидной железы, успокаивающего и слабительного средства, а также для очищения крови и при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Бузина укрепляет иммунитет, прекрасно помогает от кашля, обладает бактерицидными свойствами в отношении золотистого стафилококка и кишечных палочек. Это великолепное профилактическое средство в период вспышек респираторных вирусных заболеваний и в экологически неблагополучных районах. Лечебные свойства ягод бузины черной обусловлены содержанием биологически активных веществ: алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ, эфирных масел, органических кислот, витаминов групп А, С, В, пантотеновой кислоты, бета - каротина, минеральных солей и др. Ягоды содержат самбуцин – красящее вещество темно-красного цвета, благодаря которому напитки имеют стойкий очень привлекательный цвет [1,4,13].

Цель настоящей работы состояла в определении физико-химических, органолептических и санитарно-микробиологических показателей качества ранее разработанных нами функциональных безалкогольных напитков для предприятий общественного питания на основе ягод бузины черной.

При изготовлении напитков специальная микрофлора не использовалась. Параллельно исследовали три варианта напитка. В составе 1л первого варианта напитка концентрат сока из ягод бузины черной в количестве 7г, сахар-песок - 75г, вода питьевая подготовленная - 16г, лимонная кислота –15г. Второй вариант напитка состоит из концентрата сока из ягод бузины черной в количестве 7г, воды питьевой - 29г, подсластителя Fruitup Classic - 62г и лимонной кислоты в количестве 2г. Третий вариант напитка отличается от второго варианта видом подсластителя. Подсластитель Fruitup Premium пригоден людям, больным сахарным диабетом. Третий вариант напитка имеет следующее количественное соотношение компонентов: концентрат сока из ягод бузины черной - 7г, вода питьевая подготовленная - 29г, подсластитель Fruitup Premium - 62г, лимонная кислота - 2г. Все варианты вырабатываются способом холодного купажирования, путем смешивания компонентов в определенной последовательности и фильтрации до прозрачного состояния. Это позволяет в течение длительного времени сохранить активность биологически активных веществ, содержащихся в ягодах бузины черной [3, 7, 11].

В полученных напитках контролировали кислотность, содержание сухих веществ и аскорбиновой кислоты, прозрачность, наличие посторонних включений, вкус, аромат, цвет, стойкость, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных

микроорганизмов (КМАФАнМ), титр бактерий группы кишечных палочек (БГКП), число дрожжей, плесневых грибов и бактерий рода Leuconostoc.

В работе кислотность напитков определяли путем титрования с использованием индикатора фенолфталеина, содержание сухих веществ - с применением универсального сахариметра, массовую долю аскорбиновой кислоты контролировали путем экстрагирования витамина С и титрования в кислой среде 2,6-дихлорфенолиндофенолом, восстанавливающимся за счет эквивалентного окисления витамина С. Вкус, аромат, цвет и другие органолептические показатели оценивала по семи бальной шкале дегустационная комиссия, в которую входили преподаватели и студенты (всего 7 человек). Стойкость напитков определяли визуально по времени, в течение которого напитки оставались прозрачными при хранении их в затемненном состоянии при температуре 20±2ºС. КМАФАнМ определяли методом глубинного посева 1 $см^3$ напитка на среду МПА, посевы культивировали при температуре 30±1ºС в течение 72 часов после чего подсчитывали общее число выросших колоний. Для контроля БГКП (коли-форм) десятикратные разведения напитка в стерильном физиологическом растворе (от нулевого до третьего) засевали в среду Кесслер, из пробирок с забродившей средой (помутнение, наличие газа в поплавках) делали посевы на чашки Петри со средой Эндо; посевы культивировали в термостате при температуре 37ºС в течение 18 - 24 часов. Из колоний, типичных для БГКП (красных с металлическим блеском и розовых) готовили мазки и окрашивали их по Граму. Количество дрожжей и плесеней определяли путем посева 1 $см^3$ первого и второго десятикратного разведения напитка на среду СА с последующим культивированием посевов в термостате при температуре 30±1ºС в течение 72 часов и подсчетом общего числа выросших колоний. Присутствие бактерий рода Leuconostoc определяли путем посева 1 $см^3$ напитка на дрожжевую среду. Посевы культивировали при 30 ºС в течение 48 часов. При обнаружении роста бактерий, делали препарат на предметном стекле и окрашивали его по методике Бури для определения наличия капсул. Из каждой пробы параллельно выполняли три анализа [5, 8, 9, 10, 12]. Образцы напитков хранили при температуре 6 ± 2 ºС в течение 7 суток. Показатель «прозрачность» контролировали визуально каждый день. Санитарно-микробиологические показатели контролировали сразу после выработки, а также на третий, пятый и седьмой дни хранения.

Физико-химические показатели качества полученных напитков представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Физико-химические показатели напитков на основе ягод бузины черной**

| Показатель качества | Вариант напитка* | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Кислотность, $см^3$ 1HNaOH | 4,4 | 4,0 | 3,8 |
| Содержание сухих веществ, % | 9,5 | 14,5 | 15,5 |
| Содержание витамина С, мг% | 48 | 48 | 48 |
| Наличие посторонних включений | Отсутствуют | Отсутствуют | Отсутствуют |
| Прозрачность | Прозрачный | Прозрачный | Прозрачный |

*Состав вариантов напитков 1,2 и 3 приведен выше.

Санитарно-микробиологические показатели качества напитков на основе ягод бузины черной сразу после выработки, на третий, пятый и седьмой день хранения не изменялись и представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Санитарно-микробиологические показатели качества напитков на основе ягод бузины черной**

| Напиток* | КМАФАнМ, КОЕ/см$^3$ | Титр БГКП (колиформ), см$^3$ | Наличие бактерий рода Leuconostoc | Дрожжи, КОЕ/см$^3$ | Плесени, КОЕ/см$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Вариант1 | 12 | Более 333 | Отсутствуют | 3 | Отсутствуют |
| Вариант2 | 4 | Более 333 | Отсутствуют | Отсутствуют | Отсутствуют |
| Вариант3 | 2 | Более 333 | Отсутствуют | Отсутствуют | Отсутствуют |

*Состав вариантов напитков 1,2 и 3 приведен выше.

Органолептические показатели выработанных напитков представлены на рис.1.

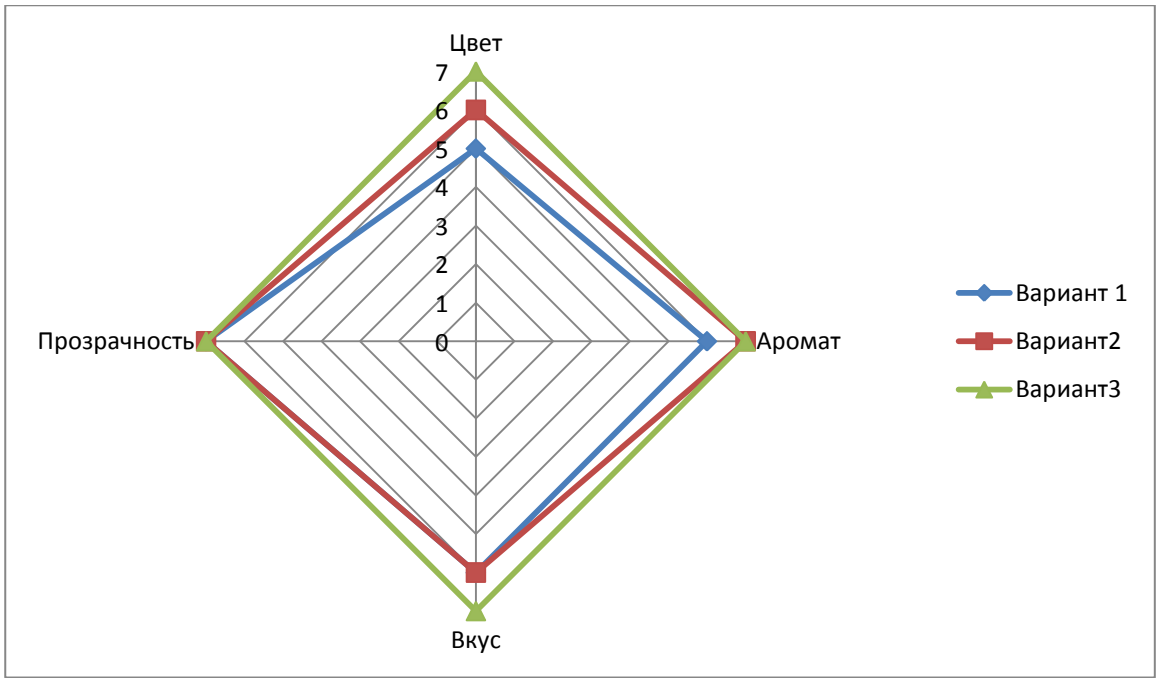



Рис.1. Органолептические показатели напитков по результатам работы дегустационной комиссии

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что все приготовленные варианты безалкогольного напитка на основе ягод бузины черной имеют насыщенный приятный ягодный вкус и аромат, красивый природный цвет, соответствуют требованиям действующей нормативно-технической документации на безалкогольные напитки. Напиток для диабетиков, содержащий подсластитель FruitupPremium, имеет наиболее высокие, по сравнению с другими вариантами, органолептические показатели. Все показатели качества напитков остаются неизменными в течение семи дней и более [2, 6,11].

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Гаммерман А.Ф. Лекарственные растения /А.Ф. Гаммерман, Г.Н. Кадаев, А.А. Яценко-Хмелевский. -М.: Высшая школа, 1990. – 544 с.
2. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Сан ПиН 2.3.2.1078. – М.: Госкомэпиднадзор РФ, 2002.
3. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. - М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. -416 с.
4. Заостровская Е.Ю. Лекарственные растения / Е.Ю. Заостровская. – М.: Эксмо, 2012. – 272 с.
5. Инструкция санитарно-микробиологического контроля пивоваренного и безалкогольного производств № 10.04.06.140.87. – М.: ВАСХНИЛ, 1988.
6. Ишевский А.Л. Экспресс-оценка сроков хранения пищевых продуктов / А.Л. Ишевский, С.С. Доморацкий, И.В. Гришина // Мясные технологии. – 2011. - №2. - С.28-30.

7. Ишевский А.Л. Математическое моделирование пищевых рецептур / А.Л. Ишевский, А.А. Цветков // Мясные технологии. – 2010. - №8. - С.55 – 57.
8. Красникова Л.В., Гунькова П.И. , Жилинская Н.Т. Микробиология: Практикум. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 109 с.
9. Мудрецова-Висс К.А. Микробиология, санитария и гигиена: учебник / К.А. Мудрецова-Висс, В.П. Дедюхина. -М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2010. -400 с.
10. Сбойчаков В.Б. Санитарная микробиология / В.Б. Сбойчаков. -М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. -192 с.
11. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству безалкогольной продукции. – М.: Пищепромиздат, 2000. -280 с.
12. Химико-технологический контроль пиво-безалкогольного производства / Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова, К.А. Калунянц [и др.]. – М.: Пищевая промышленность, 1988. – 272 с.
13. Tournay B. Juices and juice drinks / B.Tournay, L.Sedlak, P.Tappenden. // Soft Drinks International J. – September 2010. -P. 28-30.
14. [Электронный ресурс]. http://edaplus.info/produce/elder.html
15. [Электронный ресурс]. htpp://www.drink-line.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕПИТА НА ОСНОВЕ ЯГОД БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ

Разработка функциональных безалкогольных напитков на основе лекарственных растений является перспективным направлением в расширении ассортимента напитков для предприятий общественного питания. Ягоды бузины черной используются в народной медицине в качестве лекарства против рака, увеличения щитовидной железы, успокаивающего и слабительного средства, а также для очищения крови, повышения иммунитета и при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Бузина укрепляет иммунитет, помогает от кашля, обладает бактерицидными свойствами в отношении золотистого стафилококка и кишечных палочек. Это великолепное профилактическое средство в период вспышек респираторных вирусных заболеваний и в экологически неблагополучных районах. Лечебные свойства ягод бузины черной обусловлены содержанием биологически активных веществ: алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ, эфирных масел, органических кислот, витаминов групп А, С, В, пантотеновой кислоты, бета - каротина, минеральных солей и др.[14, 15]. В работе определены физико-химические, санитарно-микробиологические и органолептические показатели качества разработанных ранее напитков на основе ягод бузины черной. Результаты исследования показывают целесообразность производства данных напитков для предприятий общепита.

**Ключевые слова:** функциональные безалкогольные напитки, ягоды бузины черной, качественные показатели напитков.

## THE RESEARCH OF THE QUALITATIVE MEASURES OF FUNCTIONAL NON-ALCOHOLIC DRINKS BASED ON THE BOURTREE FOR PUBLIC CATERING ENTERPRISES

The development of functional non-alcoholic drinks based on herbs has good prospects in non-alcoholic industry for public catering enterprises. The bourtree is used in folk medicine as the drug against cancer, enlarged thyroid gland; it has sedative and depletive function, pures the blood. The bourtree raises the immunity, helps against cough, and has bactericidal action against aurococcus and colibacillus. The beverage is the optimal drink during flu and in unfortunate regions of our country. The bourtree consists of alkaloids, glycosides, tannin, essential oils, organic acids, vitamins A, C, B, pantothenic acid, beta-carotene, mineral salts, etc. In this research we define physicochemical, microbiological and organoleptic measures in drinks based on the bourtree. The results clearly demonstrate the benefits of production of this kind of drink for public catering enterprises.

**Key words:** functional non-alcoholic drinks, the bourtree, qualitative measures of drinks.

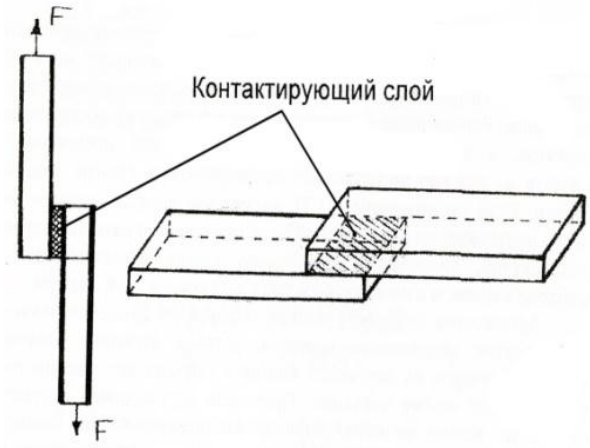
**Сведения об авторах:** ***Гунькова П.И.*** **–** кандидат технических наук; доцент кафедры химии и молекулярной биологии факультета пищевых биотехнологий и инженерии; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.
Телефон**: (8 812) 315-23-81.**
E-mail: **polinagunkova@mail.ru**
***Ишевский Александр Леонидович*** – доктор технических наук; профессор кафедры мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом факультета пищевых биотехнологий и инженерии; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Телефон: **(8 812) 315-23-81.** E-mail: **ishev.53@mail.ru**
***Ключарева Анна Вячеславовна*** - магистрант кафедры мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом факультета пищевых биотехнологий и инженерии; Санкт-Петербургский национальный

исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Телефон: **(8 812) 315-23-81.** E-mail: **kluchareva.anna@yandex.ru**
***Сатторов Фаррух Эътиборович*** - Инженер - программист отдела информационных технологий Комитета по тарифам администрации Санкт-Петербурга, Председатель региональной общественной организации "Молодежное общество студентов Таджикистана в Санкт-Петербурге", кандидат технических наук. Телефон: **+79500154343.** E-mail: **most.spb2011@gmail.com**

# ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АДГЕЗИВА НА ПРОЧНОСТЬ АДГЕЗИОННЫХ КОНТАКТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

***А.А. Абдуманонов, З.Н. Юсупов***
**Худжандский научный Центр Академии наук Республики Таджикистан**

Технологичность организации адгезионных контактов, а также появление новых эффективных адгезивов являются основной причиной достаточно широкого распространения адгезионных контактов для создания конструкций различного назначения (производство обуви, спортивного инвентаря, кожгалантереи, приборостроения, машиностроении, авиация, космической техники, медицинской техники и материалов, судостроения, спецодежды и т.д.). Ясно, что надёжность и работоспособность конструкций с адгезионными соединениями, кроме механических характеристик контактирующих материалов, во многом зависит от прочности и долговечности адгезионного контакта.




Работа всякой конструкции и машин сопряжена с действиями механической нагрузки, температуры, влажности, радиации, вибрации и др. эксплуатационных и внешних факторов. В реальных условиях, как правило, эти факторы действуют совместно или в некоторых случаях поочередно и циклически. Повышение работоспособности и увеличение срока службы конструкций и машин, очевидно, зависит от прочности АК и способности контакта противостоять деструктивным действиям внешних и эксплуатационных факторов.

Адгезионные контакты кожа-кожа, искусственная кожа-кожа, кожа-металл, кожа-резина, резина-металл и другие находят широкое применение в создании элементов конструкций в машиностроении, обувной промышленности, спортиндустрии и в медицине. Эти конструкции чаще всего работают под действием дестабилизационных факторов, таких, как гамма- и солнечная радиация. Анализ литературы показывает, что вопросы, связанные с действием указанных факторов на прочность и долговечность адгезионных контактов, в том числе АК кожа - кожа, кожа - искусственная кожа под действием солнечной радиации остаются не изученными [1-2]. Не изученной остаётся работоспособность разных адгезив в реализации адгезионной прочности под действием солнечной радиации.

В связи с этим в данной работе ставилась задача исследовать роль адгезива в реализации прочности адгезионных контактов под действием солнечной радиации. В эксперименте исследовалось влияние солнечной радиации на прочность адгезионных контактов натуральная кожа – исскуственная кожа с адгезивами «десмокол» и «наирит».

Экспозиция образцов под действием солнечной радиации проводилась на высоте 350 м над уровнем моря (г.Худжанд). Методика приготовления образцов и определения адгезионной прочности приведена в [3]. Образцы разместили на поверхности специальной деревянной панели и поместили под солнечными лучами, так, чтобы лучи солнца в полдень падали перпендикулярно на поверхность образца (субстрата). Максимальная температура в середине дня в месте расположения образцов составляла 45-50 $^0$C (май-июнь 2014, ХНЦ, г. Худжанд). Влажность воздуха во время экспозиции образцов под солнечными лучами не контролировалась.

На рис.1 показан вид образца для определения адгезионный прочности на сдвиг. Прочность образцов определили в условиях постоянства скорости возрастания нагрузки. Измерили адгезионную прочность образцов, которые находились под действием солнечной радиации разное время. Время экспозиции составляло от 0 до 300 часов.

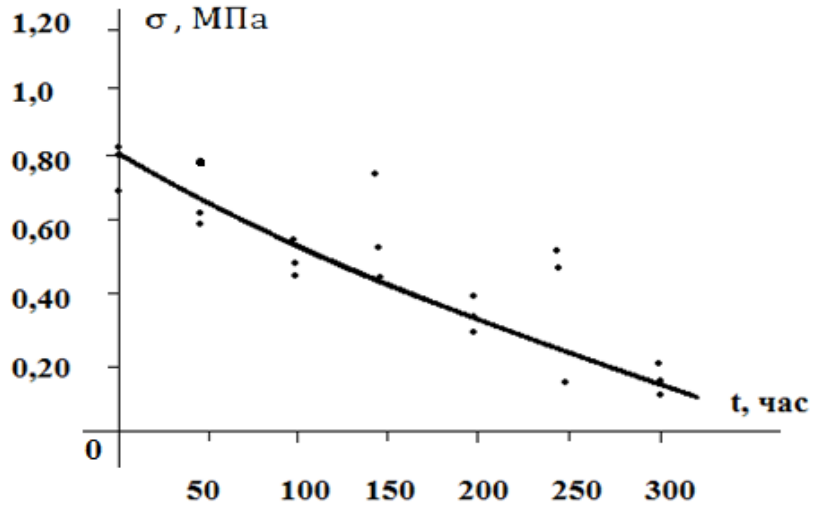



Рис. 2. Зависимость прочности адгезионного контакта натуральная кожа – **десмокол** – исскуственная кожа от времени экспозиции под действием солнечной радиации на высоте 350 м над уровнем моря.

На рисунке 2 приведены схема зависимости адгезионной прочности «натуральная кожа-десмокол-искусственная кожа» от времени экспозиции под солнечными лучами в естественных условиях. Можно видеть, что прочность адгезионного контакта «натуральная кожа – *десмокол* – исскуственная кожа», с возрастанием времени экспозиции под солнечной радиации падает. Так, если в исходном состоянии средняя прочность таких образцов составляет примерно 0,80 МПа, то после 300 часов выдержки под действием солнечной радиации средняя прочность контакта почти монотонно снижается до 0,23 МПа. Потеря прочности при этом составляет примерно 71%.

Теперь рассмотрим, как влияет время выдержки под солнечной радиацией на прочность контакта «натуральная кожа – *наирит* – исскуственная кожа». Эти результаты приведены на рис.3. Можно видеть, что, во-первых, прочность контакта с адгезивом наирит в исходном состояние несколько больше по сравнению с прочностью с адгезивом десмокола, и, составляет примерно 0,93 МПа. Во-вторых, потерь прочности контактов с адгезивом наирит с увеличением время экспозиции солнечной радиации, меньше потерь прочности контактов с адгезивом десмокола. Так, после 300 часов выдержки образцов под действием солнечной радиации средняя прочность контактов с адгезивом наирит снизилась до 0,58 МПа. Потери прочности при этом, по сравнению с исходным состоянием, составляют примерно 37%.

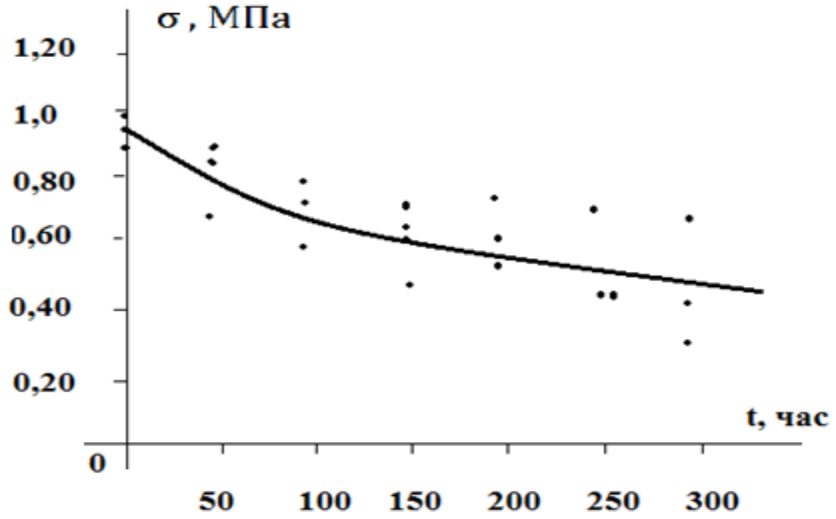



Рис.3. Зависимость прочности адгезионного контакта «натуральная кожа – **наирит** – исскуственная кожа» от времени экспозиции под действием солнечной радиации на высоте 350 м над уровнем моря.

Анализируя приведенные результаты можно сделать следующие выводы:

1. Действие солнечной радиации непременно приводит к снижению прочности адгезионных контактов с адгезивами десмокол и наирит.

2. Сравнение зависимости прочности образцов АК с адгезивами десмокол и наирит от времени экспозиции под действием солнечной радиации показывает, что контакты с адгезивом наирит более устойчивы к деструктивным действиям солнечной радиации, по сравнению с адгезивом десмокола.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Рэнби Б. Фотодеструкция, фотоокисления, фотостабилизация полимеров / Б. Рэнби, Я. Рабек. - М.: Мир, 1988. -675 с.
2. Бобоев Т.Б. Фотомеханическое разрушение полимеров / Т.Б. Бобоев. - Душанбе: Матбуот, 2000. -241 с.
3. Влияние влажности и термоциклов на прочность адгезионных контактов / А. Абдуманонов, З.Н. Юсупов [и др.] // Уч. записки ХГУ. - 2003. -№6. -С.3-8.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АДГЕЗИВА НА ПРОЧНОСТЬ АДГЕЗИОННЫХ КОНТАКТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ**

В работе исследовалось влияние адгезивов на прочность адгезионного контакта под действием солнечной радиации. Сравнению подвергались адгезионная прочность контактов натуральная кожа - искусственная кожа с адгезивами десмокол и наирит. Показано, что возрастание времени экспозиции под действием солнечной радиации в обоих случаях приводит к потере прочности адгезионных контактов. Установлено, что адгезионные контакты, содержащие адгезиво наирита более устойчивы к деструктивным действиям солнечной радиации по сравнению контактами с адгезивом десмокола.

**Ключевые слова:** адгезионные контакты, адгезив, адгезионная прочность, фотодеструкция, солнечная радиация.

**INVESTIGATION OF THE ROLE OF THE ADHESIVE STRENGTH OF ADHESIVE CONTACTS UNDER THE INFLUENCE OF SOLAR RADIATION**

We investigated the role of the adhesive strength of the adhesive contact under the action of solar radiation. Compared exposed adhesive strength contacts leather - artificial leather adhesives desmokol and nairit. The increase in the exposure time under the influence of solar radiation in both cases leads to a loss of strength of the adhesive contact. It was found that the adhesive contacts created with adhesive nairit more resistant to the destructive action of solar radiation as compared with the adhesive contacts desmokola.

**Key words:** adhesive contacts, adhesive, adhesive strength, photo destruction, solar radiation.

**Сведения об авторах:** ***А. Абдуманонов*** - доктор физ.-мат. наук, профессор, директор Худжандского научного центра АН Республики Таджикистан. Телефон: **951-85 02 06.** E-mail: **abuali53@mail.ru**

***З.Н. Юсупов*** - старший научный сотрудник Худжандского научного центра АН Республики Таджикистан. Телефон: **918-58-04-78.** E-mail: **zarif1972@mail.ru**

# ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ НА ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН КУКУРУЗЫ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

***Т.А. Хочаев, Н.У. Муллоев, Б.И. Махсудов***
**Таджикский национальный университет**

Существует широкий ассортимент азотных удобрений, применяемых в земледелии, способы получения которых предложены и реализованы в промышленности: карбамид, кальциевая селитра, аммиачная селитра с фосфатной добавкой и др.[1] Известны азотосодержащие удобрения с регулятором роста растений (пакробутразол, флурпримидол, мефлюидид). Недостатком известного способа является то, что указанные регуляторы задерживают рост растений.

В работе [2] изучено влияние нейтронного облучения на процесс прорастания и всхожесть семян пшеницы. Было показано, что при малых дозах нейтронного облучения происходит стимуляция энергии прорастания и всхожести семян пшеницы. Это соответствует эффекту «малых доз» в твердотельных электронных приборах[3]

В данной работе изучен механизм влияния нейтронного облучения на процесс прорастания и всхожесть семян кукурузы методом ИК спектроскопии. ИК -спектры исследуемых объектов были сняты на инфракрасном спектрофотометре IRAffinity-1 с Фурье - преобразованием. Измерения спектров исследованных образцов проводились в твёрдом кристаллическом состоянии в виде таблеток с KBr [4].

На рис.1 представлены ИК-спектры поглощения семян кукурузы при различных дозах нейтронного облучения в области волновых чисел от 4000 - 2200см$^{-1}$. В исходном соединении (спектр 1) наблюдается широкая интенсивная полоса поглощения с максимумом при 3425 см$^{-1}$, обусловленная валентными колебаниями группы $N-H$, участвующими в водородной связи $\nu_{NHacc}$ [5]. При нейтронном облучении семян кукурузы наблюдается изменение частоты и интенсивности колебаний группы $N-H$ ассоциированных молекул $\nu_{NHacc}$(таблица 1). При дозе облучения $1.73*10^{9}\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$ (спектр 3) происходит максимальное смещение частоты колебаний $\nu_{NHacc}$ в низкочастотную область спектра (12 см$^{-1}$), проявляется при 3413 см$^{-1}$. При дальнейшем увеличении дозы облучения частоты колебаний $\nu_{NHacc}$ сдвигаются в высокочастотную область спектра на 7 см$^{-1}$ и проявляются при 3432 см$^{-1}$(спектр 4). Также изменяются полосы поглощения в области 2850 - 2970см$^{-1}$, обусловленные валентными колебаниями С-Н-связи метиленовых групп.

Полученные результаты показывают, что облучение тепловыми нейтронами семян кукурузы приводит к изменению её спектроскопических параметров.

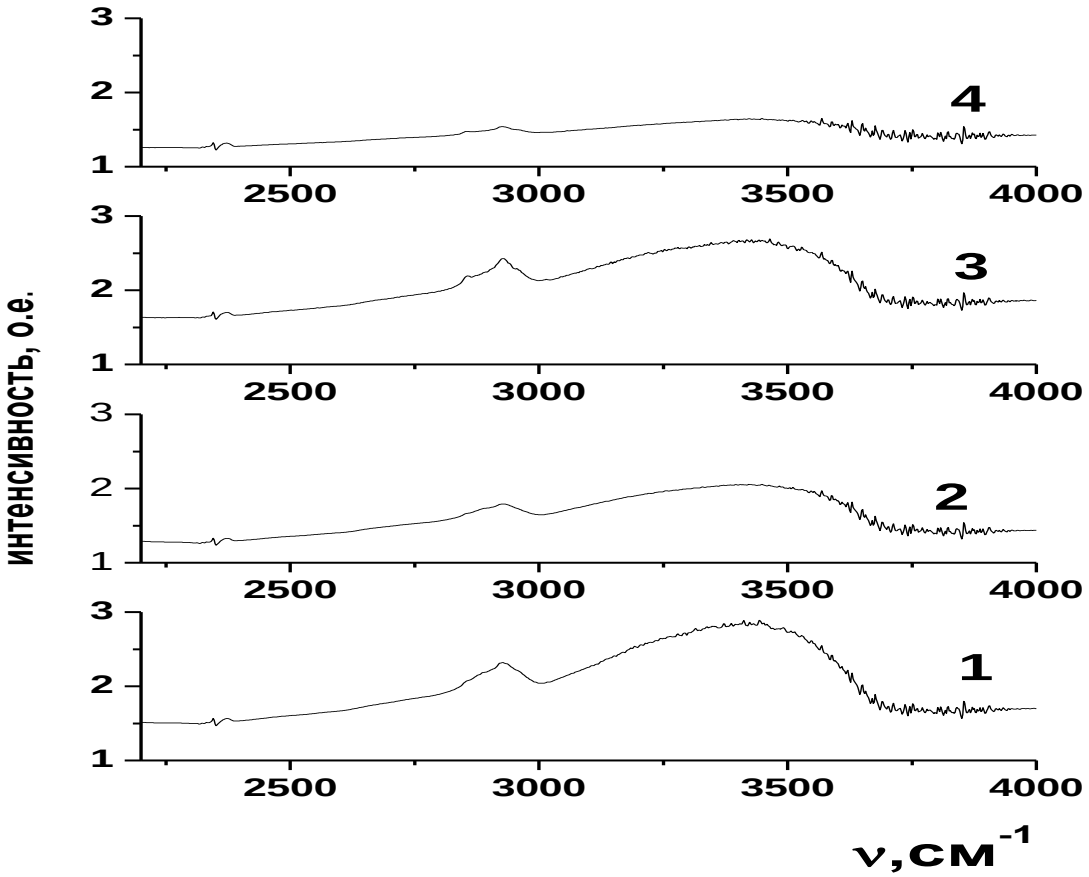



Рис.1. ИК-спектры поглощения семян кукурузы при различных дозах нейтронного облучения в области волновых чисел от 4000 - 2200см$^{-1}$: 1– 0; 2 – $8.64\cdot10^{8}\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$; 3 – $1.73\cdot10^{9}\ \frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$; 4 – $2.6\cdot10^{9}$

$\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$.

Облучение тепловыми нейтронами также влияет на частоту в области деформационных и кольцевых колебаний.

У всех исследованных образцов в области 1800-500 см$^{-1}$ (рис.2) было обнаружено много полос различной формы и интенсивности. В таблице 1. приведены частоты некоторых наблюдаемых полос поглощения исследованных образцов. Видно, что некоторые из полос являются наиболее чувствительными к облучению тепловыми нейтронами. При этом изменяется электронное строение данной группы, что должно влиять на динамические параметры колеблющейся группы[6].

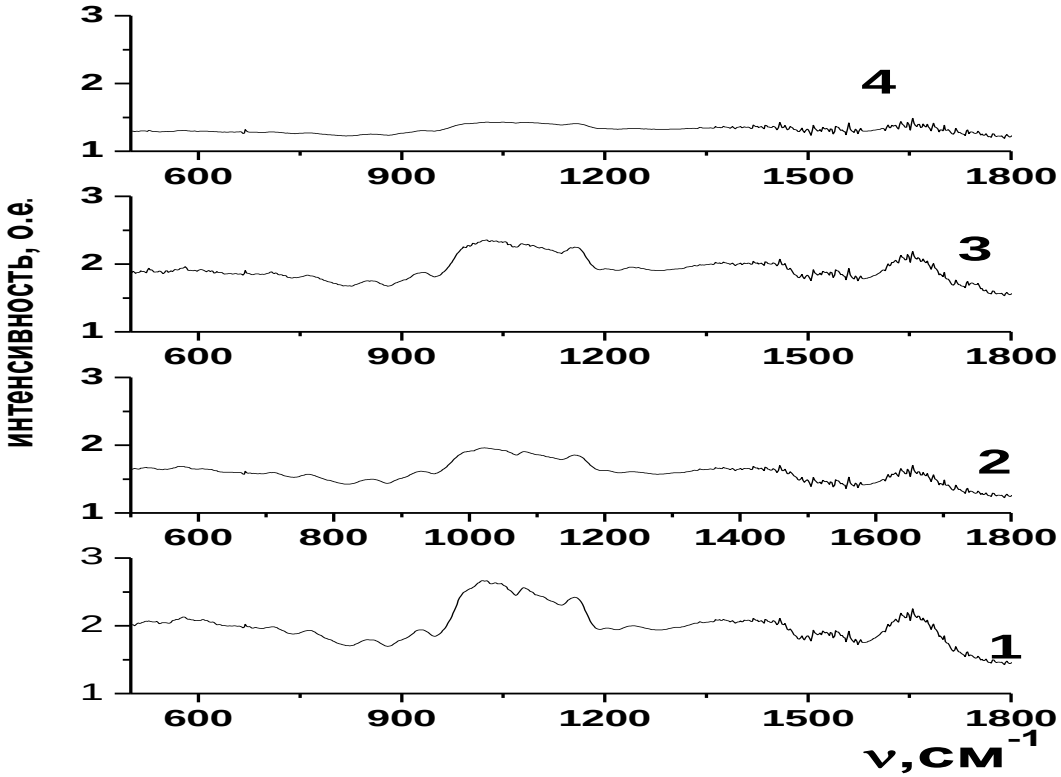



Рис.2. ИК-спектры поглощения семян кукурузы при различных дозах нейтронного облучения в области волновых чисел от 1800 - 500см$^{-1}$: 1– 0; 2 – $8.64\cdot10^{8}\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$; 3 – $1.73\cdot10^{9}\ \frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$; 4 – $2.6\cdot10^{9}$ $\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$.

Одной из возможных причин изменения спектроскопических параметров полос поглощения исследованных образцов может быть изменение массы ядра атомов колеблющейся группы.

Известно, что одними из распространенных видов ядерных реакций под действием нейтронов являются реакции радиационного захвата нейтронов типа $(n,\gamma)$:

$$(A,Z)+n\rightarrow(A+1,Z)+\gamma, \qquad (1)$$

Эти реакции с большой вероятностью идут под действием тепловых нейтронов [7].

**Таблица 1. Параметры некоторых полос поглощения исследованных образцов семян кукурузы и их соотношение**

| 0 | $8.64\cdot10^{8}\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$ | $\frac{1.73\cdot10^{9}}{\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}}$ | $2.6\cdot10^{9}\frac{нейтрон}{см^2\cdot\Omega}$. | Соотношение |
|---|---|---|---|---|
| 3425 | 3426 | 3413 | 3432 | $\nu_{NH\,acc}$ |
| 2970сл пл. | | 2960сл пл. | 2957оч. сл. пл. | $\nu_{CH}$ |
| 2925 | 2925 | 2925 | 2925 инт. | $\nu_{CH}$ |
| 2850оч. сл пл. | 2852 сл. пл. | 2852ср.ин. | 2852 сил. Ин. | $\nu_{CH}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1664 | 1650 | 1650 | 1650 | $\nu(c=0)$ |
| 1432 | 1425 | 1436 | 1444 | $\delta CH$ , $\delta NH$ |
| 1155 | 1155 | 1155 | 1155 | $\delta CH$ |
| 1082 | 1085 | 1081 | 1080 | $\delta CH$ |
| 1047 | 1041оч.сл. пл. в 1024 | 1050 | 1050 оч.сл.пл | $\delta CH$ |
| 1024 | 1024 | 1024оч.сл. | | $\delta CH$ |
| 997пл. | 987 | 998 | 990сл.пл. | $\delta CH$ |
| 930 | 930 | 930сл.пл. | 928 | $\delta CH + \nu_к$ |
| 875 оч.сл | 885 мр.ин. | 864 | 856 | $\gamma CH_{непл.}$ |

Для нашего случая одним из возможных видов $(n,\gamma)$ –реакция является реакции типа

$$_7N^{14}+n \rightarrow {}_7N^{15}+\gamma, \qquad (2)$$

в результате которой появляется стабильный изотоп азота $_7N^{15}$.

Согласно [5], другим возможным каналом ядерной реакции является реакция

$$_7N^{14}+ n \rightarrow {}_6C^{14}+ {}_1p^1, \qquad (3)$$

также идущая под действием тепловых нейтронов ($_1p^1$-протон).

По- видимому, при определенной дозе облучения за счет реакции (2) $_7N^{14}$ преобразуется в $_7N^{15}$, в результате чего массы ядер атомов колеблющейся группы увеличиваются и соответственно происходит понижение частоты колебаний группы. Дальнейшее увеличение дозы облучения приводит к реакции типа (3) и увеличению концентрации атомов $_6C^{14}$, что приводит к уменьшению энергии прорастания семян. Таким образом, при определенной дозе облучения семян тепловыми нейтронами преобладает реакция (2), с которой связано увеличение энергии прорастания семян растений. Отсюда следует, что увеличение концентрации атомов изотопа $_7N^{15}$ (распространенность в природе 0,36%) приводит к улучшению всхожести и урожайности растений (таблица 2).

Таким образом, на основе полученных результатов можно утверждать, что при предварительном облучении тепловыми нейтронами азотных удобрений увеличивается концентрация изотопа $_7N^{15}$, что приводит к повышению урожайности зерновых и технических культур на фоне умеренного азотного питания на(15-20%). Данный метод, благодаря простоте и дешевизне (с учетом использования изотопных источников нейтронов), с успехом может применяться для повышения эффективности азотных удобрений.

**Таблица 2.**

| Кукурузы | $\frac{нейтрон}{см^2 \cdot \Omega}$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | $8{,}64 \cdot 10^8$ | $1{,}73 \cdot 10^9$ | $2{,}6 \cdot 10^9$ |
| Изменение всхожести к контролю (%) | 0 | 2,8 | 4,7 | -7 |
| Изменение появления всходов к контролю (%) | 0 | 14,6 | 16,7 | -21 |

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Турчин Ф.М. Азотное питание растения и применение азотных удобрений / Ф.М. Турчин. Издательство «Колос», 1972. -338с.
2. Ходжаев Т.А. Влияние нейтронного облучения на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы / Т.А. Ходжаев // Молодой ученый. – 2014. -№3. -С. 48-51.

3. Махсудов Б.И. Влияние гамма-излучения на излучательные характеристики лазерных гетероструктур / Б.И. Махсудов // Квантовая электроника. 2012. -Т.42. - №8. -С. 745-746.
4. Прикладная инфракрасная спектроскопия / Под ред. Кенделла Д. -М: Мир, 1970. -376 с.
5. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул / Л. Беллами. – М.: Мир, 1971. - 318 с.
6. Нарзиев Б.Н. Протонодорные свойство гетероциклических соединений паралельного ряда по данным ИК-спектроскопии / Б.Н. Нарзиев, Н. Муллоев // Журнал структурной химии. – 1999. -т.40. - №3. -С.585-589.
7. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика / К.Н. Мухин. -М.: Атомиздат, 1974. -584 с.

**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ НА ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН КУКУРУЗЫ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ**

Изучены процесс прорастания и всхожесть семян кукурузы под влиянием тепловых нейтронов методом ИК- спектроскопии. Показано, что облучение тепловыми нейтронами семян кукурузы приводит к изменению её спектроскопических параметров. Одним из возможных причин изменения спектроскопических параметров полос поглощения исследованных образцов может быть изменение массы ядера атомов колеблющейся группы за счет реакции радиационного захвата нейтронов.

**Ключевые слова**: нейтронное облучение, прорастание, ИК-спектр, радиационный захват, азотные удобрения.

**THE STUDY OF THE MECHANISM OF THE EFFECT OF THERMAL NEUTRONS IN THE PROCESS OF GERMINATION AND GERMINATION OF CORN SEEDS BY IR - SPECTROSCOPY**

We study the process of germination and germination of corn seeds under the influence of thermal neutrons by IR spectroscopy. It was shown that irradiation with thermal neutrons of seeds of maize leads to a change in its spectroscopic parameters. One of the possible reasons for the change of the spectroscopic parameters of the absorption bands of the samples can be life changing weight of the core group of atoms vibrating due to neutron capture reactions.

**Key words:** neutron irradiation, germination, IR- spectra, Radiation zahvat, nitrogen fertilizers.

**Сведения об авторах**: ***Т.А. Ходжаев*** - кандидат физико–математических наук, доцент кафедры физической электроники Таджикского национального университета. Телефон: **900-52-63-52.**
E-mail: **toir.khodzhaiev.62@mail.ru**
***Н.У. Муллоев*** – кандидат физико–математических наук, доцент кафедры оптики и спектроскопии Таджикского национального университета. Телефон: **931-00-33-62**
***Б.И. Махсудов*** - кандидат физико–математических наук, заведующий кафедрой ядерной физики Таджикского национального университета. Телефон: **902-74-33-83**

# ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА Zn5Al

***Дж.Г. Шарипов, З. Низомов, Р.Х. Саидов***
**Таджикский национальный университет**

Измерения теплоемкости и ее температурного хода играют большую роль в исследованиях твердых тел и сплавов. За последние годы интерес исследователей к цинк - алюминиевым сплавам возрос, что привело к широкому применению за рубежом в различных отраслях промышленности [1]. К сожалению, в общедоступной технической литературе и в Интернете нам не удалось найти сведений о теплоёмкости цинковых сплавов. Поэтому экспериментальное исследование температурной зависимости удельной теплоемкости сплавов было проведено нами методом охлаждения.

Сплавы для исследования были получены в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ в интервале температур 750-850 $^0$С. Сплавы отливали в графитовой изложнице, диаметром 8 и длиной 140 мм. Нерабочую поверхность образцов изолировали смолой, состоящей из смеси канифоли и парафина, в соотношении 50:50 (%). Рабочую торцевую часть образцов зачищали наждачной бумагой, полировали, обезжиривали, травили в 10 %-ном растворе NaOH и тщательно промывали спиртом. Алюминий взяли марки А-7, а цинк марки чда.

Экспериментальное исследование температурной зависимости удельной теплоемкости сплава Zn5Al было проведено нами методом охлаждения[2]. Исследование показало, что зависимость температуры образца от времени охлаждения подчиняется следующей формулой:

$$T=T_0 + (T_1 - T_0)\, e^{-\tau/\tau_1} + (T_2 - T_0) e^{-\tau/\tau_2} \quad (1)$$

С погрешностью, не превышающей $\pm 1$ %, эти зависимости описываются формулой (1). Вся обработка результатов измерений проводилась с помощью программы MS Excel. Графики строились с помощью программ SigmaPlot. Как правило, удалось подобрать такую зависимость, что погрешность аппроксимации не превышала 1%.

Дифференцируя (3), получим скорость охлаждения:

$$\frac{dT}{d\tau} = -\left(\frac{T_1 - T_0}{\tau_1} e^{-\tau/\tau_1} + \frac{T_2 - T_0}{\tau_2} e^{-\tau/\tau_2}\right), \quad (2)$$

где $\tau_1$ и $\tau_2$ – времени релаксационного охлаждения для первого и второго релаксационных процессов.

По формуле (2) вычислили темп охлаждения для каждого образца. На рис. 1 приведен график зависимости температуры сплава Zn5Al от времени охлаждения.

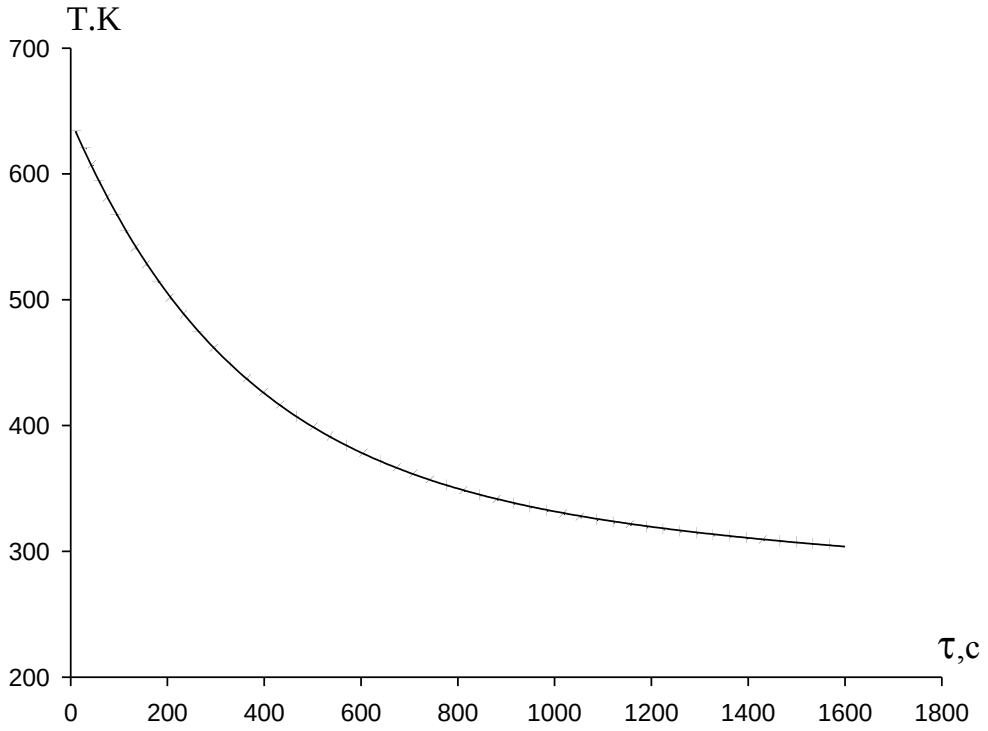



Рис. 1 Зависимость температуры сплава Zn5Al от времени охлаждения.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов в формулах (1) и (2) для исследованных чистых металлов (Al (А7) и Zn) и сплава Zn5Al.

**Таблица 1. Значения коэффициентов в уравнениях (1) и (2) ($T_1$-$T_0$, $\tau_1$, $T_2$-$T_0$, $\tau_2$, $(T_1 - T_0)/\tau_1$, $(T_2 - T_0)/\tau_2$) для исследованных металлов и сплавов**

| Сплав | $T_1 - T_0$, K | $\tau_1$, с | $T_2 - T_0$, K | $\tau_2$, с | $(T_1 - T_0)/\tau_1$, K/с | $(T_2 - T_0)/\tau_2$, K/с | $T_0$, K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Al (А7) | 523,3 | 417 | 90,7 | 110 | 1,25 | 0,82 | 292,6 |
| Zn | 198,1 | 769,2 | 142,6 | 333 | 0,26 | 0,43 | 292,5 |
| Zn5Al | 318,8 | 555,6 | 47,0 | 82 | 0,57 | 0,57 | 299,3 |

Определяемая из эксперимента величина $C_p$ включает в себя не только энергию колебаний решетки $C_v$ (по Дебаю), но также энергию термического возбуждения коллективизированных электронов $C_э$, энергию термического расширения $\Delta C$, энергию образования вакансий $C_в$ при высокой температуре и дополнительную энергию из-за ангармоничности колебаний решетки $C_{анг}$. Таким образом: $C_p = C_v + C_э + C_в + C_{анг}$.

Если тип связи и кристаллическое строение соединения или промежуточной фазы переменного состава не сильно отличаются от таковых для компонентов, то их теплоемкость может быть найдена по правилу Неймана - Коппа, согласно которому молярная теплоемкость соединения (промежуточной фазы, твердого раствора) равна сумме теплоемкостей компонентов: $C_p = x_1C_1 + x_2C_2$, где $x_1$ и $x_2$-массовые доли компонентов.

Используя значения теплоемкости алюминия и цинка [3,4] температурную зависимость удельной теплоемкости сплава Zn5Al вычислили по правилу Неймана-Коппа. Получили следующий зависимость:

$$C_P = 344{,}1600 + 0{,}398T - 0{,}0007T^2 + 7{,}652\ 10^{-7}\ T^3.$$

На рис. 2 приведена температурная зависимость теплоемкости сплава Zn5Al.

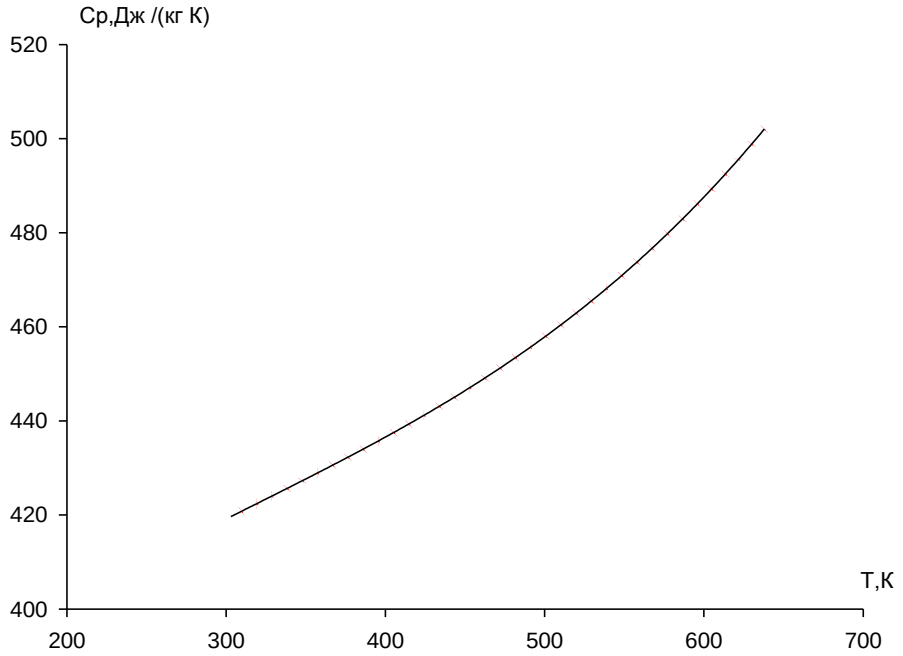



Рис. 2 Температурная зависимость теплоемкости сплава Zn5Al

Как видно из рисунка с повышением температуры, удельная теплоемкость растет. Выявлено, что второй процесс протекает намного быстрее, чем первый.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Кечин В.А. Цинковые сплавы / В.А. Кечин, Е.Я. Люблинский. -М.: Металлургия, 1986. - 247 с.
2. Измерение удельной теплоемкости твердых тел методом охлаждения / З. Низомов, Б. Гулов, Р.Х. Саидов, [и др.] // Вестник национального университета. –Душанбе, 2010. -№ 1.
3. Термодинамические свойства индивидуальных веществ. Спр. изд-ва / Л.В. Гурвич, И.В. Вейц, Медведев [и др.]; под ред. В.П. Глушко. Т.1. Кн. 1. -М.: Наука, 1978. -496 с.
4. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах / В.Е. Зиновьев. -М.: Металлургия, 1989. -384 с.


**ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА Zn5Al**


В настоящей работе приведены результаты измерения температуры сплава Zn5Al от времени охлаждения. Выявлено, что процесс охлаждения имеет два времени релаксации.



**Ключевые слова**: охлаждения, временная зависимость.

**TEMPERATURE DEPENDENCE OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE ALLOY ZN5AL**

This paper presents the results of measurements of the temperature of the alloy Zn5Al cooling time. It was revealed that the cooling process has two relaxation time.

**Key words:** cooling time dependence.

**Сведения об авторах:** ***Дж.Г. Шарипов*** - соискатель кафедры общей физики Таджикского национального университета. E-mail: **jurabek sh@mail.ru.** Телефон: **935-22-00-76**
***З. Низомов*** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Таджикского национального университета. E-mail: **nizomov@mail.ru.** Телефон: **909-00-31-40**
***Р.Х. Саидов*** - кандидат технических наук, докторант кафедры общей физики Таджикского национального университета

# АССОЦИАЦИЯ МОЛЕКУЛ И СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

***Н. Махкамбаева, Дж. Махкамбаев, М. Нуруллоев, З. Исломов***
**Таджикский национальный университет**

Определенную информацию о межмолекулярном взаимодействии и строении растворов можно получить, исследуя концентрационную зависимость их физико-химических свойств (плотности, вязкости, показателя преломления, избыточные термодинамические величины и др.) в дополнение к прямым спектроскопическим методам. Такой подход к изучению ММВ в растворах приобретает особое значение в том случае, когда спектроскопическое исследование этих вопросов затруднено (для отдельных систем) по ряду причин (наложение собственных полос поглощения компонентов смеси, отсутствие соответствующей аппаратуры, химическое воздействие вещества на материалы кюветы и т.п.).

С этой целью нами была исследована зависимость от концентрации плотности d и избыточного объема $V_{изб}$ четырех растворов пиридина (в $CC1_4$, воде, металоне и хлороформе) и водных и спиртовых растворов тетрагидрофурана (по литературным данным, см. ниже). Плотность растворов и чистых веществ измерялась при 20°C пикнометрическим способом. Избыточный объем рассчитан нами по формуле

$$V_{изб} = \frac{M_1 x_1 + M_2 x_2}{d_{1,2}} - \left(\frac{M_1}{d_1} X_1 + \frac{M_2}{d_2} X_2\right)$$

где $M_1$,$X_1$,$d_1$ и $M_2$, $X_2$, $d_2$ - молекулярный вес, мольная доля и плотность пиридина (ТГФ) и растворителя соответственно, $d_{1,2}$ - плотность раствора. Полученные данные для пиридина представлены на рис. 1.

Характер концентрационной зависимости плотности изменяется при переходе от одной системы к другой. В случае водного и спиртового растворов наблюдается значительное отклонение от линейности, тогда как в $CC1_4$ и в $CHCl_3$ плотность изменяется почти линейно. Уже сам этот факт говорит о том, что здесь четко проявляется структура растворителя, размеры молекул и их способность к образованию межмолекулярных ассоциатов. Вода и спирты, молекулы которых очень активны в ММВ, являются сильно ассоциированными жидкостями со специфической структурой. Плотность водных растворов проходит через максимум при концентрациях 0,15-0,35 мол доли пиридина, а в спиртовых растворах - при средних концентрациях. Эти максимумы обусловлены, по-видимому, образованием наибольшего количества смешанных ассоциатов, а также особенностями структуры воды и спирта. При этих условиях в растворах создается плотнейшая «упаковка» разнородных молекул.

Что касается структуры растворов пиридина в $CCl_4$ и $CHCl_3$, то исходя из концентрационной зависимости плотности, можно, на первый взгляд, предполагать, что в этих системах специфические ММВ (Н-связи) отсутствуют.

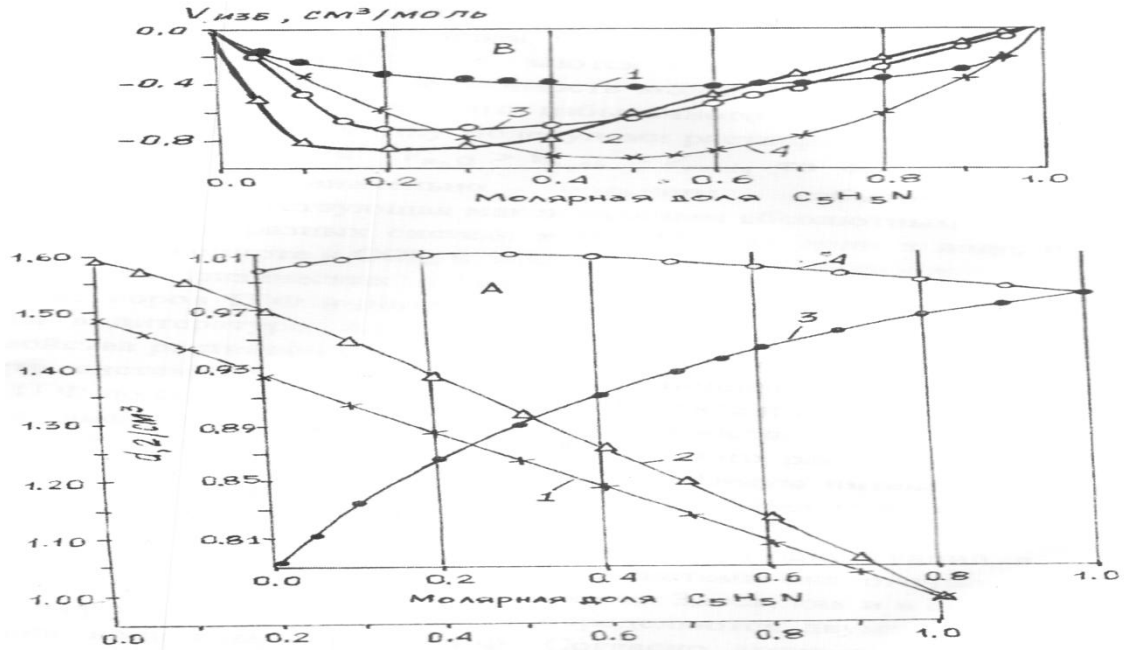



Рис.1. Концентрационная зависимость плотности (А) и избыточного объема (В) растворов пиридина: 1 - в хлороформе, 2 - в $CCl_4$, 3 - метиловом спирте, 4- в воде. Т=20°С

Это предположение справедливо для растворов $CCl_4$. Однако этого нельзя утверждать относительно системы пиридин-хлороформ, так как обе компоненты являются активными в процессах ММВ и могут образовать водородные связи, которые не проявляются в концентрационном ходе плотности смеси. Это связано с тем, что структура раствора при всех концентрациях мало отличается от структуры чистых пиридина и хлороформа, которые являются неассоциированными жидкостями.

Все вышеприведенные рассуждения относительно структуры растворов и наличия взаимодействия между их компонентами подтверждаются данными по избыточному объёму исследованных растворов пиридина, за исключением его смеси с $CCl_4$, для которой получаются большие значения $V_{изб}$. На рис.1 Б показана концентрационная зависимость молярного объема растворов. Уже сам факт наличия отрицательного избыточного объема свидетельствует о наличии взаимодействия между молекулами раствора. Из рисунка видно, что $V_{изб}$ имеет такой порядок: $V_{H_2O} > V_{MeOH} > V_{CHCl_3}$, то есть водные растворы характеризуются сравнительно большим избыточным объемом. Концентрация, соответствующая максимальным абсолютным значениям $V_{изб}$, также различна для разных систем: x=0,4-0,6 мол доли в воде, 0,2-0,4 мол доли в метиловом спирте и $CCl_4$, 0,5-0,8 мол доли в хлороформе.

Что касается физических, в частности термодинамических, свойств и строения растворов ТГФ и диоксана в воде и других растворителях, то они приведены в литературе. Анализ этих данных показывает, что и в этом случае свойства растворов с межмолекулярной Н-связью сильно отличаются от свойств систем без Н-связи. Наиболее полные сведения о свойствах систем в ТГФ-вода содержатся в работе М.Ф. Вукса и его сотрудников[1].

Наряду с анализом термодинамических свойств, здесь приводятся и результаты измерений интенсивности изотропного рассеяния света в этой системе при 293 и 333 К.

Наблюдено, что максимум интенсивности имеет место при 25 мол % ТГФ, которая объясняется увеличением уровня флуктуации концентрации.

Проведенный в [1] анализ термодинамических флуктуаций в системе ТГФ-вода [2-4] показал, что поведение этой системы аналогично поведению смесей вода-диоксан и вода некоторые спирты. Здесь, как и в случае спирто-водных растворов, функции смещения определяются двумя факторами: Н-связями типа вода-вода и вода-ТГФ. Согласно авторам,[1] добавление диоксана к воде стабилизирует структуру воды, особенно в растворах, содержащих 1-6 мол % диоксана. О наличии флуктуации концентрации в системе вода-диоксан свидетельствуют также результаты исследования интенсивности светорассеяния. Максимум флуктуации и соответственно максимум интенсивности, наблюдался в интервале X=0,45-0,6 мол доли диоксана, что связывается с наличием дополнительных флуктуаций, сильно развитых в этой системе.

Вернемся ещё к системе ТГФ-вода. Согласно данным, концентрационная зависимость теплоты смещения несимметрична: положительна при малых ТГФ и отрицательна в растворах с его большим содержанием. Это взаимодействие молекул ТГФ с водой проявляется также в уменьшении функции энтропии. Она отрицательна при малых и положительна при больших концентрациях ТГФ [3]. Минимум избыточного парциального мольного объёма также смещен в сторону малых концентраций ТГФ. Результаты измерений плотности, вязкости, показателя преломления растворов при 298 К приведены в работах [4-7]. Концентрационная зависимость этих величин [4], а также избыточного объема [3] растворов ТГФ показана на рис.2.

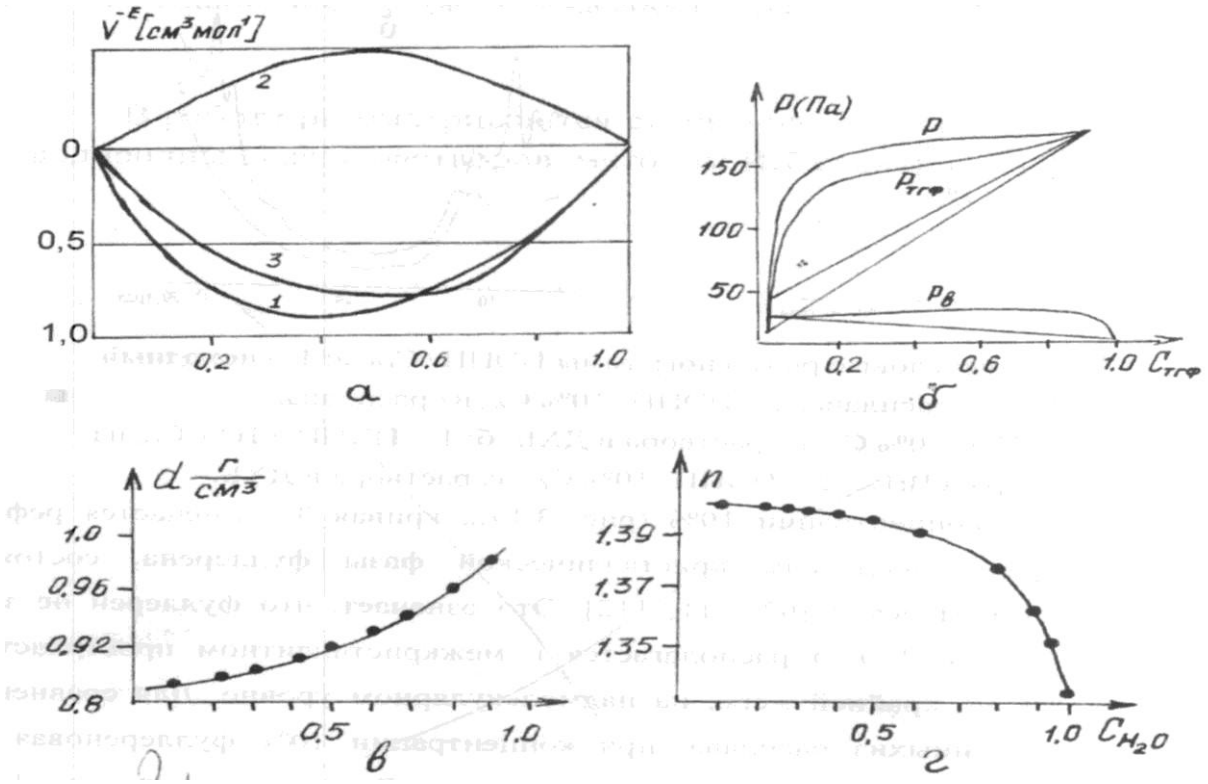



Рис.2. Избыточный молярный объем (а: 1 - вода-ТГФ, 2 - ТГФ-циклогексан, 3 - метиловый спирт - диэтиловый эфир), равновесие жидкость - пар (б), плотность (в) и показатель преломления (г) системы воды – тетрагидрофуран при t=25°C.

Вязкость смеси при 284 К измерялась в [8], где наблюдаются ступеньки в области от 2 до 35 мол % ТГФ на концентрационной зависимости величины r.

Следует также отметить, что концентрационная зависимость плотности, вязкости и диэлектрической проницаемости использовалась авторами для изучения ММВ в системе

ТГФ-Диэтилентликоль (ДЭГ). Здесь наблюдены значительные отклонения от аддитивности плотности и молярного объема. Определены энергии активации вязкого течения и рассчитаны энергии связи. Так, для взаимодействий типа ДЭГ-ДЭГ, ТГФ-ТГФ и ТГФ-ДЭГ получено соответственно 34,3; 7,4 и 15 кДж/моль. Эти данные, однако, подлежат спектроскопической проверке.

Таким образом, вышеприведенные значения макроскопических свойств растворов пиридина, ТГФ, диоксана и других, а также других нерассмотренных в этом параграфе веществ и зависимости их от концентрации в водных и спиртовых растворах дают возможность получить лишь косвенные сведения о ММВ. Наиболее полные и достоверные сведения о механизме ММВ в жидкостях и в жидких смесях, о строении, составе и энергетике образуемых в них Н-комплексов могут быть получены с помощью методов колебательной спектроскопии.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Кулакова Э.П. Термодинамика и рассеяние света в системе ТГФ-вода / Э.П. Кулакова, М.Ф. Вукс, Л.В. Шурунова // «Молекулярная физика и биофизика водных систем». Выпуск 5-Л. -ЛГУ, 1983. -С.43-50.
2. Белоусов В.П., Макарова Н.Л. Термодинамические свойства систем этиловый спирт-вода и диоксан-вода / Белоусов В.П., Макарова Н.Л. // «Молекулярная физика и биофизика водных систем». Выпуск 1.-Л. ЛГУ, 1973 с.41-48.
3. АГМН. Untersuchungen uber das verhulten organischer mischphase. //Helvetica chem Acta-1970. V.53, №3.p.465-473.
4. Signer R., АГМН., Dacniker H., Untersuchungen uber das verhulten organischer mischphase. //Helvetica chem Acta-1959, V-52, №8.p.2348-2351


**АССОЦИАЦИЯ МОЛЕКУЛ И СВОЙСТВА РАСТВОРОВ**


В работе рассматриваются структура растворов и образование водородной связи растворов методом ИК-спектроскопия.



**Ключевые слова:** метод ИК-спектроскопия, структура растворов, образование водородной связи, ассоциация молекул, свойство растворов.


**THE ASSOCIATION OF MOLECULES AND PROPERTIES OF SOLUTIONS**


The paper examines the structure of solutions and hydrogen bond solutions methods of IR-spectroscopy.



**Key words:** IR spectroscopy, structure of solutions, the formation of hydrogen bonds, Association of molecules, a property of solutions.



**Сведения об авторах:** ***Н. Махкамбаева*** **–** старший лаборант кафедры «Методика преподавания физики» Таджикского национального университета. Телефон: **234-20-46**

***Дж. Махкамбаев*** **–** старший научный сотрудник Научно – исследовательского института Таджикского национального университета. Телефон: **915-98-01-50**

***М. Нуруллоев*** **–** профессор кафедры оптики Таджикского национального университета

***З. Исломов*** **–** заведующий кафедрой оптики Таджикского национального университета


## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se, Te$)


***С.К. Каримов, К. Кабутов, Р.Я. Акрамова***
**Кулябский государственный университет им. А.Рудаки,**
**Физико-технический институт им. С.Умарова АН РТ**


Как известно, одним из интенсивно развивающихся направлений физики твердого тела, в особенности физики полупроводников, является поиск и исследование новых термоэлектрических материалов, демонстрирующих уникальные электрофизические, термоэлектрические, термодинамические, оптические и др. свойства. Использование таких термоэлектрических материалов в высокотехнологических отраслях науки и

техники, промышленности и электроники позволяет создать приборы нового класса и поколения. Эти материалы могут обладать более высокими электрофизическими характеристиками, по сравнению с существующими. К таким перспективным полупроводниковым материалам относится класс узкозонных полупроводников, с инвертированной закрашенной зоной (щелью). В этой области наиболее перспективными и подходящими соединениями с точки зрения практического применения являются соединения типа $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se,Te$).

Однако в литературе нет полной информации о возможностях применения в различных областях науки и техники и данного соединения, несмотря на то, что изучение этих соединений, начато ещё в 1960 годах многими исследователями [1].

Целью настоящей статьи является изучение кристаллов соединений $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se,Te$) и исследование некоторых термодинамических, термофизических свойств данных соединений. По предварительным данным, данное соединение имеет сравнительно высокую термоэлектрическую эффективность, которая может быть использована в качестве положительной ветви термометров. Расчет отдельных частей, составляющих общую теплопроводность, показал, что уже при относительно низких температурах вклад биполярного переноса тепла (энергии) соединений $Bi_2B^{VI}{}_3$ значителен, а при высокой температуре он становится доминирующим. Это означает, что в области высоких температур проявляются другие механизмы переноса тепла (энергии), прежде всего – лучистый механизм. Теплопроводность соединений $Bi_2Se_3$ при высокой температуре близка к теплопроводности соединения $Bi_2Te_3$. Наши результаты показали, что подобное сходство наблюдается и в температурных зависимостях коэффициентов электропроводности - $\sigma$ и термо-э.д.с.- $\alpha$ при высоких температурах. Это, по-видимому, свидетельствует о схожести механизмов переноса заряда и тепла в соединениях $Bi_2Se_3$ и $Bi_2Te_3$ при высоких температурах.

Для выяснения специфики полупроводниковых свойств, при низких и высоких температурах, а также с целью установления общих закономерностей изменения свойств при низких и высоких температурах и оценки степени эффективности материала при высокой температуре, представляет интерес исследование соединений $Bi_2B^{VI}{}_3$ в широком интервале температур.

Коэффициент теплопроводности соединений $Bi_2B^{VI}{}_3$ измеряли в стационарном режиме методом коаксиальных цилиндров [1-5] до температуры, близкой температуре плавления. Цилиндры были изготовлены из спектрально чистого графита.

На рисунке и таблице представлена температурная зависимость коэффициентов теплопроводности и термоэлектрической эффективности соединения $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{vi} - Se,Te$), соответственно.

$$\chi \cdot 10^{-2}, \frac{\text{Вт}}{(\text{см} \cdot \text{К})}$$

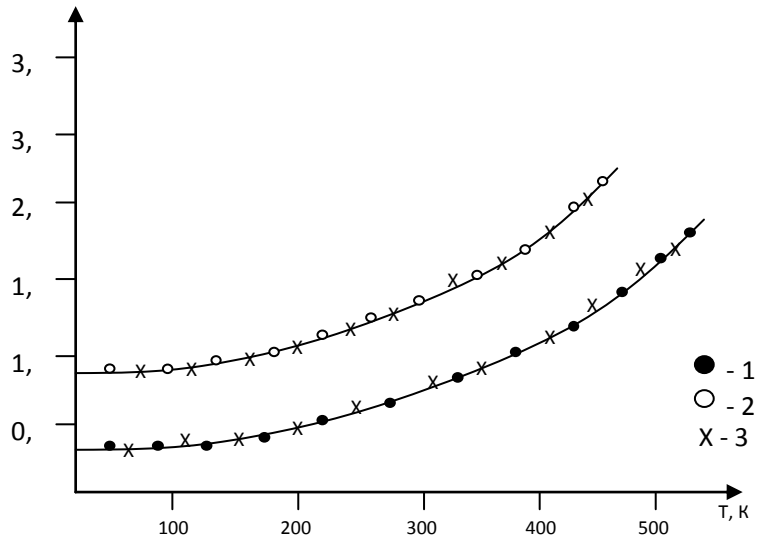



Рис. 1. Температурная зависимость коэффициентов теплопроводности $Bi_2Se_3$-(1) и $Bi_2Te_3$-(2), теоретические расчеты- (3).

Эти соединения имеют высокую термоэлектрическую эффективность (см.табл.), и поэтому они могут представлять определённые интерес как материал для термоэлементов.

**Температурная зависимость коэффициента термоэлектрической эффективности соединения** $Bi_2B^{VI}_3$ $(B^{VI} - Se,Te)$.

| $Bi_2Se_3$ | | $Bi_2Te_3$ | |
|---|---|---|---|
| T,K | $Z \cdot 10^3$, $K^{-1}$ | T,K | $Z \cdot 10^3$, $K^{-1}$ |
| 100 | 0.18 | 100 | 0.14 |
| 150 | 0.2 | 150 | 0.19 |
| 200 | 0.24 | 200 | 0.21 |
| 250 | 0.31 | 250 | 0.24 |
| 300 | 0.33 | 300 | 0.28 |
| 350 | 0.41 | 350 | 0.30 |
| 400 | 0.45 | 400 | 0.32 |
| 450 | 0.51 | 450 | 0.38 |
| 500 | 0.5 | 500 | 0.41 |

**В Ы В О Д Ы.** Одним из интенсивно развивающихся направлений физики твердого тела, в особенности физики полупроводников, является поиск и исследование новых термоэлектрических материалов.

Целью настоящей статьи является изучение кристаллов соединений $Bi_2B^{VI}_3$ $(B^{VI} - Se,Te)$ и исследование некоторых термодинамических, термоэлектрических свойств данных соединений.

В области высоких температур проявляются другие механизмы переноса тепла (энергии), прежде всего – лучистый механизм. Теплопроводность соединений $Bi_2Se_3$ при высокой температуре близка к теплопроводности соединения $Bi_2Te_3$.

Полученные результаты показали, что подобное сходство наблюдается и в температурных зависимостях коэффициентов электропроводности $\sigma$ и термо-э.д.с.- $\alpha$ и это свидетельствует о схожести механизмов переноса заряда и тепла в соединениях $Bi_2Se_3$ и $Bi_2Te_3$ при высоких температурах.

Эти соединения имеют высокую термоэлектрическую эффективность и могут представлять определённый интерес как материал для термоэлементов.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Мавлонова М. Теплопроводность и термическая добротность твердых и жидких полупроводников $In_2Se_3$, In Se, $T\ell_2Se_3$, с $T\ell_2Se$. Деп. в ВИНИТИ / М. Мавлонова, С.К. Каримов. – 1974. -№ 2641-74. - 8с.
2. Регель А.Р. Исследование по электронной проводимости жидкостей. докт. диссерт / А.Р. Регель. -Л.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе АН СССР, 1956.
3. Федоров В.И. Исследование теплопроводности жидких полупроводников сложного состава / В.И. Федоров // Труды МЭИ. – 1965. -т.63. -С.193-201.
4. Исследование теплопроводности теллуридов сурьмы и висмута в жидкой фазе / В.Н. Вакулович, В.И. Федоров, А.С. Охотин [и др.]. – Изв. АН СССР. Неорганич. Материалы. – 1966. -т.2. -№5. -С.844-849.
5. Осипова В.А., Федоров В.И. Экспериментальное определение коэффициента теплопроводности жидких полупроводников / В.А. Осипова, В.И. Федоров // Теплофизика высоких температур. – 1965. -т.3. -№ 2. -С.226-233.


## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se,Te$)


Получены кристаллы соединений $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se,Te$). Установлено, что при высоких температурах теплопроводность соединений $Bi_2Se_3$ и $Bi_2Te_3$ имеют близкое значение. В области высоких температур обнаружен лучистый механизм теплопроводности.



**Ключевые слова: синтез,** соединение, полупроводниковые кристаллы, теплопроводность, термоэлектрическое свойства.


## HEAT CONDUCTIVITY AND THERMOELECTRIC EFFICIENCY CONNECTIONS $Bi_2B^{VI}{}_3$ ($B^{VI} - Se,Te$)


In the field of high temperatures it is shown other mechanisms of transfer of heat (energy), before the all-radiant mechanism. Heat conductivity of connections $Bi_2Se_3$ at high temperature it is close to heat conductivity of connection. $Bi_2Te_3$.

Half-scientific results showed that similar similarity is observed and in temperature dependences of coefficients of conductivity σ and thermo-e.d.s. – *a* at high temperatures and it testifies to similarity of mechanisms of transfer of a charge and heat in connections $Bi_2Se_3$ and $Bi_2Te_3$ at high temperatures.



**Key words:** connections, полупроводниковые кристаллы, теплопроводность, термоэлектрические свойства.



**Сведения об авторах:** ***С.К. Каримов*** - доктор химических наук, профессор, академик инженерной Академии РТ. Телефон: **(+992) 918-14-42-42**

***К. Кабутов*** - кандидат технических наук. Физико-технический институт им. С. Умарова АН РТ. Телефон: **(+992) 918-73-74-37**

***Р.Я. Акрамова*** - соискатель кафедры общей физики Кулябского государственного университета им. А.Рудаки. Телефон: **(+992) 900-49-40-39**

## Х И М И Я - Б И О Л О Г И Я

# КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Fe(III)/Fe(II) - ТИОСЕМИКАРБАЗИД - $H_2SO_4$

***С.М. Сафармамадов, Т.Б. Бобокалонов***
**Таджикский национальный университет**

Координационные соединения Fe(II) и Fe (III) оказались биологически активными и широко используются в медицинской практике. Комплексные соединения железа (II) с никотинамидом применяют при постгеморагической анемии и железодефицитных анемиях различного происхождения [1]. Комплекс двухвалентного железа с аскорбиновой кислотой используют при гипохромной анемии. Водный раствор комплексного соединения трехвалентного железа с сорбитом назначают при гипохромной железодифицитной анемии различной этиологии. Комплекс железа (III) с амидом никотиновой кислоты «Ферамид» используют для лечения железодефицитной анемии, а смесь «Ферамида» и «Коамида» - для лечения гипохромной анемии.

Тиосемикарбазид и его производные обладают нейротропной активностью и находят применение в медицинсков практике. Однако эти соединения обладают достаточной токсичностью, что ограничивает их применение [2]. В научной литературе имеется много сведений о перспективности комплексообразования с ионами металлов как способа понижения токсичности и расширения спектра действия лекарственных средств. Авторами [3] синтезираваны высокоспиновые соединения Fe(II) с тиосемикарбазидом (Hthsc) типа $FeX_2(Hthsc)_2 \cdot nH_2O$ и семикарбазидом (Hsc) типа $FeX_2 \cdot (Hsc)_2$ и изучены их гамма-резонансные спектры. Изомерные сдвиги соответствуют октаэдрическим комплексам. В работе [4] синтезированы и исследованы координационные соединения железа (II) с некоторыми бидентатными тиосемикарбазонами. Методами магнетохимии и ГР спектроскопии установлено, что все эти соединения високоспиновые. В научной литературе сведения о количественных характеристиках процесса комплексообразования Fe(III) с тиосемикарбазидом отсутствуют.

Целью настоящей работы явилось изучение процесса комплексообразования в системе Fe(III)/Fe(II) - тиосемикарбазид - $H_2SO_4$ потенциометрическом методом.

**Экспериментальная часть.** В качестве исходных солей для создания окислительно-восстановительной системы использовали сульфаты $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ и $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, которые перекристаллизовывали из воды [5]. Содержание железа (III) и железа (II) в растворе определяли по методике, описанной в [6]. Тиосемикарбазид имел марку х.ч. Для потенциометрического титрования использовали гальванический элемент с переносом. В качестве индикаторного электрода использовали систему Fe(III)/Fe(II), а в качестве электрода сравнения - хлорсеребрянный электрод. Процесс комплексообразования исследовали при pH=1. Измерение потенциала системы при потенциометрическом титровании проводили с помощью цифрового pH-метра марки pH-150МП. Потенциометрическое титрование при каждой температуре проводили четыре раза. Равновесное значение потенциала на индикаторном электроде устанавливалось в течение 5-7 минут. Температуру в ячейке поддерживали постоянной при помощи водяного термостата ($\pm 0{,}5^0$C).

Равновесную концентрацию иона железа (III) определяли по уравнению [7]:

$$\lg[Fe^{+3}] = \lg C_{Fe^{+3}} - \frac{\Delta E}{1{,}985 \cdot 10^{-4} \cdot T}$$

где: $[Fe^{3+}]$ – равновесная концентрация ионов железа в каждой точке титрования;

$\Delta E = E_1 - E_2$; $E_1$ – начальный потенциал системы; $E_2$ – потенциал системы в каждой точке титрования;

$C_{Fe}^{3+}$- концентрация железа (III) в каждой точке титрования с учетом разбавления.

Равновесную концентрацию тиосемикарбазида рассчитывали по уравнению, предложенному Леденом [7]:

$$[L] = C_L - n(C_{Fe^{+3}} - [Fe^{+3}])$$

где: $C_L$- концентрация тиосемикарбазида в каждой точке титрования с учетом разбавления;

n - координационное число железа (III);

$C_{Fe}^{3+}$- концентрация железа (III) в каждой точке титрования с учетом разбавления;

$[Fe^{3+}]$ - равновесная концентрация ионов железа в каждой точке титрования.

Функцию $F^0$ рассчитывали по уравнению [7]:

$$F_0 = \frac{C_{Fe^{+3}} - [Fe^{+3}]}{[Fe^{+3}] \cdot [L]}$$

Все расчёты по определению и уточнению констант устойчивости, а также мольных долей, образующихся в растворе комплексных частиц, проводили на компьютере Пентиум-4 с использованием программ Excel.

**Результаты их обсуждение.** В таблице 1 представлены данные потенциометрического титрования системы Fe(III)/Fe(II) тиосемикарбазидом в кислой среде при 298К. С увеличением концентрации тиосемикарбазида в растворе потенциал индикаторного электрода уменьшается, что свидетельствует об уменьшении концентрации Fe (III) в растворе вследствие комплексообразоования между Fe(III) и тиосемикарбазидом.

**Таблица 1. Данные по определению равновесной концентрации ионов железа (III), тиосемикарбазида, функции Леденa (lgφ) и функции $F^0$ при 298 К; $C_L = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л; $C_{Fe}^{3+} = 1 \cdot 10^{-4}$моль/л**

| E, мВ | ΔE, мВ | $[Fe^{3+}] \cdot 10^{-6}$ моль/л | $[L] \cdot 10^{-4}$ моль/л | Lgφ | $F^0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 499,45 | | | | | |
| 438,70 | 60,75 | 9,1261 | 0,2738 | 1,0268 | 352044,1490 |
| 434,30 | 65,15 | 7,6526 | 0,7127 | 1,1012 | 163126,9863 |
| 433,00 | 66,45 | 7,2400 | 1,1787 | 1,1232 | 104186,0689 |
| 427,60 | 71,85 | 5,8117 | 2,0791 | 1,2145 | 74008,1123 |
| 423,50 | 75,95 | 4,9078 | 2,9774 | 1,2838 | 61201,7743 |
| 419,20 | 80,25 | 4,1127 | 3,8617 | 1,3565 | 56255,8676 |
| 418,10 | 81,35 | 3,9038 | 4,7467 | 1,3751 | 47860,9100 |
| 412,00 | 87,45 | 3,0366 | 6,0272 | 1,4782 | 48238,6191 |
| 410,50 | 88,95 | 2,8257 | 7,2920 | 1,5035 | 42351,0628 |
| 405,00 | 94,45 | 2,2408 | 8,9168 | 1,5965 | 43168,9380 |
| 402,10 | 97,35 | 1,9668 | 10,4938 | 1,6455 | 41178,3951 |
| 397,60 | 101,85 | 1,6157 | 12,3889 | 1,7216 | 41710,5304 |
| 392,66 | 106,79 | 1,3053 | 14,2058 | 1,8051 | 44236,6058 |
| 388,00 | 111,45 | 1,0665 | 15,9504 | 1,8838 | 47357,8483 |
| 386,60 | 112,85 | 0,9898 | 17,6297 | 1,9075 | 45277,9990 |
| 380,80 | 118,65 | 0,7594 | 20,7920 | 2,0055 | 48236,1599 |
| 377,90 | 121,55 | 0,6532 | 23,7233 | 2,0546 | 47377,8891 |
| 374,30 | 125,15 | 0,5475 | 26,4450 | 2,1154 | 48951,2860 |
| 371,00 | 128,45 | 0,4649 | 28,9795 | 2,1712 | 50839,6312 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 368,50 | 130,95 | 0,4077 | 31,3456 | 2,2135 | 51837,9896 |
| 362,20 | 137,25 | 0,2991 | 35,6340 | 2,3199 | 58348,7687 |
| 359,20 | 140,25 | 0,2505 | 39,4193 | 2,3707 | 59309,9201 |
| 354,00 | 145,45 | 0,1932 | 42,7836 | 2,4586 | 66957,0645 |
| 350,50 | 148,95 | 0,1597 | 45,7943 | 2,5177 | 71716,1551 |
| 348,40 | 151,05 | 0,1398 | 48,5042 | 2,5532 | 73493,6010 |
| 343,80 | 155,65 | 0,1087 | 52,0963 | 2,6310 | 81879,8379 |
| 341,50 | 157,95 | 0,0930 | 55,2202 | 2,6698 | 84498,8333 |
| 339,20 | 160,25 | 0,0782 | 58,8023 | 2,7087 | 86798,2944 |
| 334,40 | 165,05 | 0,0601 | 61,8537 | 2,7899 | 99499,6069 |
| 333,10 | 166,35 | 0,0523 | 65,0863 | 2,8118 | 99473,2191 |
| 330,00 | 169,45 | 0,0427 | 67,8138 | 2,8642 | 107734,3994 |
| 327,00 | 172,45 | 0,0352 | 70,1460 | 2,9149 | 117069,8288 |
| 325,10 | 174,35 | 0,0305 | 72,1631 | 2,9471 | 122542,5023 |
| 323,00 | 176,45 | 0,0263 | 73,9248 | 2,9826 | 129821,5808 |

Максимальное число координированных молекул тиосемикарбазида, присоединённых к иону $Fe^{3+}$, определяли по тангенсу угла наклона зависимости ΔE = f(-lg[L]) (рис.1) при избытке тиосемикарбазида в растворе, как рекомендуется в [8];

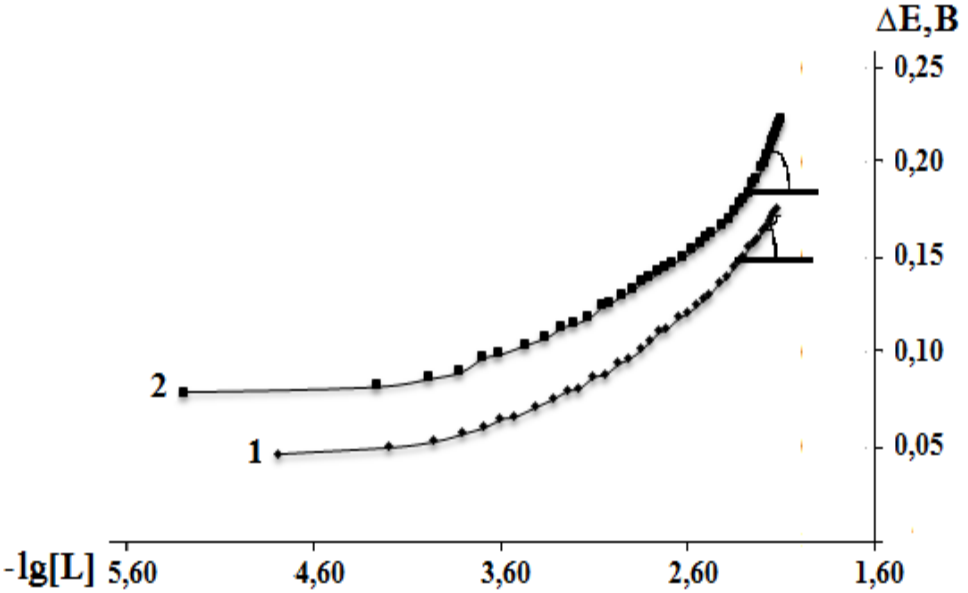



Рис.1. Зависимость ΔE от –lg[L] для тиосемикарбазидных комплексов железа (III) при 298K (1) и 308K (2).

Зависимости ΔE от -lg[L] при 298K и 308 K (рис. 1) при избытке тиосемикарбазида дают значение углового коэффициента 0,177 В/моль·л$^{-1}$ и 0,184 В/моль·л$^{-1}$, что соответствует присоединению трёх молекул тиосемикарбазида к Fe(III). Форма кривых (рис. 1) указывает на ступенчатое комплексообразование между Fe(III) и тиосемикарбазидом. На кривых зависимости ΔE от –lg[L] найдены прямолинейные участки, соответствующие образованиям комплексных частиц состава $[FeL]^{3+}$; $[FeL_2]^{3+}$ и $[FeL_3]^{3+}$.

Для определения общих констант устойчивости комплексов железа (III) с тиосемикарбазидом по данным потенциометрического титрования использовали методику, предложенную Фридманом, основные положение которой изложены в работе [9]. Для определения общих констант устойчивости по методике Фридмана строилась зависимость функции Ледена (lgφ) от логарифма равновесной концентрации тиосемикарбазида (рис.2.). К экспериментальным кривым lgφ от -lg[L] приводились

касательные с тангенсом угла наклона, равным предполагаемому числу координированных молекул тиосемикарбазида. Касательные продолжались до пересечения с осью ординат, что давало возможность определить общие константы устойчивости образующихся комплексов.

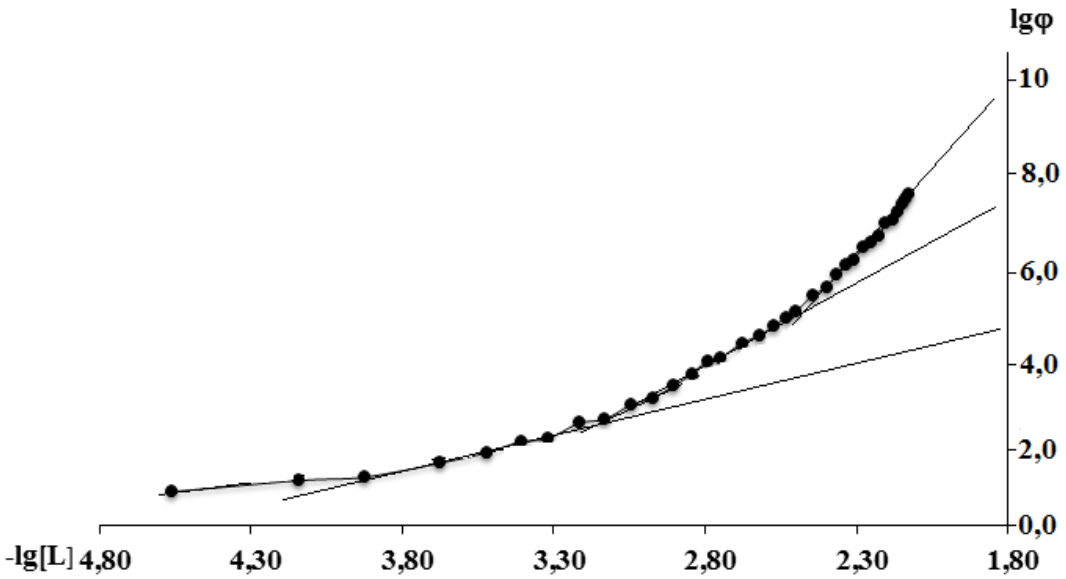



Рис. 2. Зависимость lg φ от –lg [L] для определение общих констант устойчивости комплексов в системе $Fe^{3+}$–тиосемикарбазид– $H_2SO_4$ при 298 К.

Определенные методом Фридмана величины общих констант устойчивости комплексов Fe(III) с тиосемикарбазидом при 288 и 308К были следующими (табл.2.)

**Таблица 2. Значение общих констант устойчивости тиосемикарбазидных комплексов железа (III), определенных методом Фридмана при 288 и 308К**

| **Т. К** | **lg $\beta_1$ ($[FeL]^{3+}$)** | **lg $\beta_2$ ($[FeL_2]^{3+}$)** | **lg $\beta_3$($[FeL_3]^{3+}$)** |
|---|---|---|---|
| 298 | 4,74±0.10 | 7,34±0.22 | 9,52±0.32 |
| 308 | 5.18±0.04 | 7,66±0.03 | 9,86±0.05 |

Из данных таблицы видно, что с увеличением температуры наблюдается возрастание общих констант устойчивости комплексов железа (III). Этот экспериментальный факт свидетельствует о положительном влиянии температуры на устойчивость образующихся комплексов. С целью контроля правильности полученных значений констант устойчивости проведено сопоставление величин $\Delta E_{теор.}$, рассчитанных по уравнению

$$\Delta E_{теор} = 2{,}3RT/Flg\ (1+ \beta_1[L]+ \beta_2[L]^2+ \beta_3[L]^3),$$

с экспериментальными данными $\Delta E_{эксп.}$. В качестве примера на рис.3. представлена зависимость ΔE от -lg[L] для тиосемикарбазидных комплексов железа (III) при 298К. Как видно из рис. 3 расчитанные и экспериментально найденные величины ΔE дают удовлетворительное совпадение.

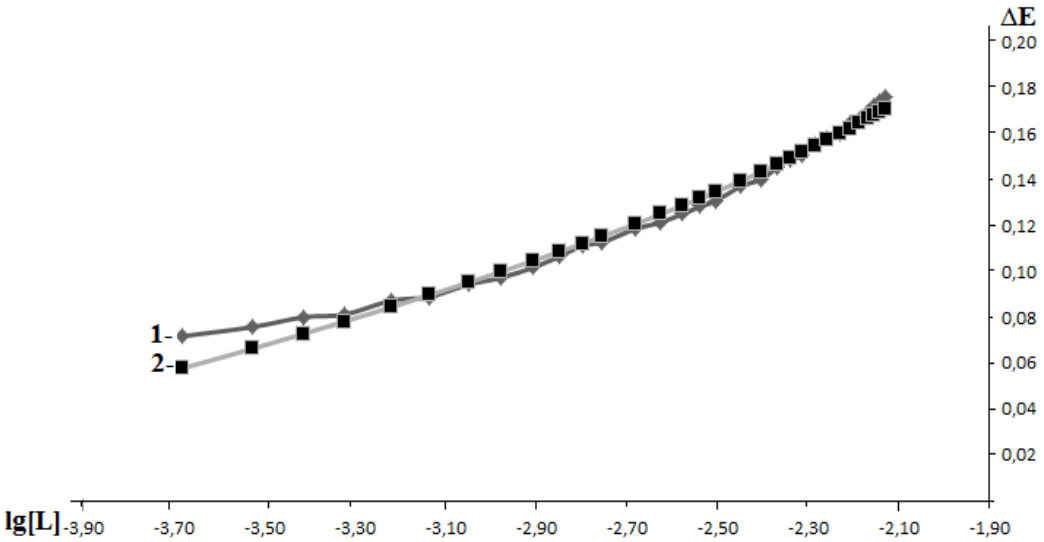



Рис.3 Зависимость ΔE от -lg[L] для тиосемикарбазидных комплексов железа (III): 1-$\Delta E_{эксп}$; 2-$\Delta E_{теор}$

С целью определения области доминирования всех комплексных форм, образующихся в системе железа (III) –тиосемикарбазид- $H_2SO_4$, были построены диаграммы их распределения при 298 и 308К.

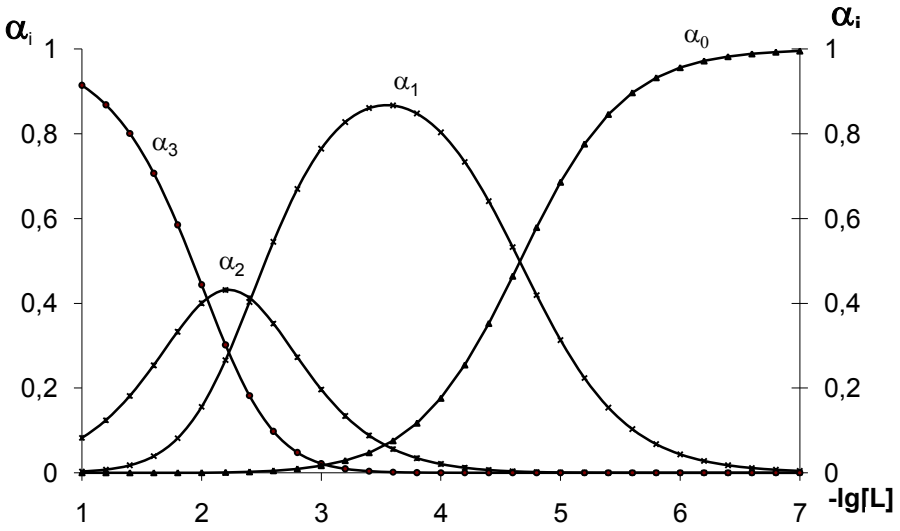



Рис.5. Кривые распределения тиосемикарбазидных комплексов $Fe^{3+}$ при 298К, где $\alpha_0$-$Fe^{3+}$, $\alpha_1$-$[FeL]^{3+}$; $\alpha_2$-$[FeL_2]^{3+}$; $\alpha_3$-$[FeL_3]^{3+}$.

В качестве примера на рис 5 приведена диаграмма распределения всех комплексных частиц, образующихся в системе Fe(III) – тиосемикарбазид - $H_2SO_4$ при 298К. Анализ диаграмм распределения показал, что в системе Fe (III) - тиосемикарбазид - $H_2SO_4$ при малых концентрациях тиосемикарбазида доминирует монозамещённый комплекс. С увеличением концентрации тиосемикарбазида наблюдается переход монозамещённого комплекса в двух- и постепенно в трёхзамещённый комплекс.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Машковский М.Д. Лекарственные средства. ч.2 / М.Д.Машковский. -М.: Медицина, 1977. -560 с.
2. Химия и медицина. Тиосемикарбазоны / под редакции Т.Н. Першина. -М.:Медгиз, 1954. – 626 с.
3. Исследование координационых соединений железа (II) с тиосемикарбазиом методом ядерного гамма-резонанса / [А.В. Аблов, Н.В. Гэрбэлэу, В.И. Гольданский и др.]// Журн. нерган. Химии. - 1971. -т. 16. - вып.1. – 184 с.

4. Координационные соединения железа (II) с тиосемикарбазонами / [Н.В. Гэбэлэу, К.И. Турта, Фан Туи и др.]// Журн. нерган. Химии. - 1977. -т. 22. -вып.6. – 1592 с.
5. Карякин Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, И.И. Ангелов. - М., 1974. - 209 с.
6. Коростелев П.П. Химическая анализ в металлургия / П.П. Коростелев. - М.: Металлургия, 1988. - 384с.
7. Хартли Ф. Равновесия в растворах / Ф. Хартли, К. Бергес, Р. Олкок. - М.: Мир, 1983. - 365 с.
8. Новаковский М.С. Лабораторные работы по химии комплексных соединений / М.С. Новаковский. - Харьковский университет, 1972. - 217 с.
9. Фридман Я.Д. Изучение равновесий в растворах гетерогенных комплексных соединений металлов / Я.Д. Фридман, Дж.С. Сарбаев, Р.И. Сорочан // Журн. неорган. Химии. – 1960. -т.5. -вып.4. -С.790-804.

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Fe(III)/Fe(II)-ТИОСЕМИКАРБАЗИД-$H_2SO_4$**

Методом потенциометрического титрования исследован процесс комплексообразования в системе Fe(III)/Fe(II) – тиосемикарбазид - $H_2SO_4$. Установлено, что в изученной системе реакция комплексообразования протекает между Fe(III) и тиосемикарбазидом с образованием трёх комплексных частиц. Рассчитаны общие константы устойчивости образующихся комплексов. Показано, что с возрастанием температуры устойчивость комплексов увеличивается. Влияние стерического фактора на процесс комплексообразования установлено уменьшением константы устойчивости двухзамещённого комплекса в четыре раза по отношению с монозамещённому.

**Ключевые слова:** окислительно - восстановительная система Fe(III)/Fe(II) - тиосемикарбазид - комплексообразование - константы образования.

**COMPLEX IN Fe(III)/Fe(II) - TIOSEMIKARBAZID - $H_2SO_4$**

Potentiometric titration method is studied in the complexation of Fe(III)/Fe(II) –tiosemikarbazid - $H_2SO_4$. It was found that the studied system complexation reaction occurs between the Fe (III) and thiosemicarbazide to form a complex of three particles. Designed overall stability constants of the complexes formed. It is shown that with increasing temperature stability of the complexes increases. Influence of steric factors on the process of chelation found a decrease in the stability constants of the complex dvuhzameschënnogo four times in relation to monozameschënnomu.

**Key words**: redox system Fe(III)/Fe(II) - thiosemicarbazide - complexation constant education.

**Сведения об авторах:** ***С.М. Сафармамадов*** - доктор химических наук, профессор, проректор по науке Таджикского национального университета. Телефон: **(+992) 919-02-35-73.** E-mail: **sash65@mail.ru**
***Т.Б. Бобокалонов*** - аспирант кафедры аналитической химии Таджикского национального университета. Телефон: **(+992) 93-600-28-05.** E-mail: **tojiddin_8989@mail.ru**

# ПРОЦЕСС КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ РТУТИ (II) С 1-ФЕНИЛ-2,3-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛИН-5-ТИОНОМ В СРЕДЕ 0,5 МОЛЬ/Л $HNO_3$ ПРИ 273К

***А.А. Аминджанов, Дж.О. Шоалифов, Н.С. Бекназарова***
**Научно-исследовательский институт Таджикского национального университета**

Потенциометрическим методом изучен процесс комплексо- образования ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0,5 моль/л $HNO_3$ при температуре 273К. Определен состав и вычислены ступенчатые константы устойчивости комплексов. Установлена закономерность в изменении ступенчатых констант устойчивости при повышении температуры и увеличения количества присоединённых молекул 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тиона.

Авторами [1] изучено взаимодействие ионов $Hg^{2+}$ с этилендиамин − $N,N^I$-дималоновой (ЭДДМК), этилендиамин- $N,N^I$-диянтарной (ЭДДЯК) и этилендиамин- $N,N^I$-глутаровой (ЭДДГК) кислотами в водных растворах. Показано, что устойчивость комплексов ртути (II) изменяется в ряду ЭДДМК> ЭДДЯК>ЭДДГК. Многие органические соединения, содержащие в своем составе сульфгидрильную или тионную группу с ионами ртути (II) образуют координационные соединения, которые нашли широкое практическое применение в аналитической химии. Среди серосодержащих органических соединений, которые обладают способностью вступать в реакции комплексообразования с ионами

металлов, важное место занимают производные пиразола, являющиеся аналитическими реагентами на халькофильные элементы. В таких производных пиразола, как тиопирин, дитиопирилметан, алкильные производные дитиопирилметана содержится более мягкий атом серы, который заменён на жесткий атом кислорода имеющейся в антипирине, диантипирилметане и его алкилпроизводных. Соединения этого класса являются слабыми основаниями, содержат одну или две тионные группы и образуют устойчивые комплексы с ионами различных металлов в кислых средах [2].

В литературе сведения о процессах комплексообразования ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0.5моль/л $HNO_3$ при тем -пературе 273К отсутствуют.

Целью настоящей работы явилось исследование процесса комплексообразования в системе Hg(II) –1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион – 0.5моль/л $HNO_3$ при 273 К.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.** В качестве исходных реагентов использовали $Hg(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$ (марки х.ч.) и 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион, который синтезировали действием хлорокиси фосфора на антипирин согласно методике [3]. Использованная в работе азотная кислота имела марку ч.д.а. Потенциометрическое титрование проводили с использованием компаратора напряжения Р-3003. Для определения равновесной концентрации лиганда использовали окислительно-восстановительную систему, состоящую из 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тиона и его окисленной формы. Вычислив значение равновесной концентрации 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион в каждой точке титрования, находили величину $\bar{n}$. Величины ступенчатых констант образований оценивали при полуцелых значениях функции образования.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.** В табл. 1 представлены экспериментальные данные по определению функции образования 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионных комплексов ртути (II) в среде 0.5моль/л $HNO_3$ при 273К.

**Таблица 1. Определение функции образования 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионных комплексов ртути (II) в среде 0.5моль/л $HNO_3$ при 273К**

| ΔE | $C_L \cdot 10^3$ | $C_{Hg} \cdot 10^3$ | lg[L] | $\bar{n}$ |
|---|---|---|---|---|
| 82,0 | 8.184 | 2.180 | 3.412 | 3.58 |
| 90,0 | 8.028 | 2.365 | 3.564 | 3.28 |
| 97,0 | 7.878 | 2.546 | 3.698 | 3.02 |
| 104,0 | 7.733 | 2.719 | 3.831 | 2.79 |
| 112,0 | 7.593 | 2.887 | 3.982 | 2.59 |
| 119,0 | 7.459 | 3.048 | 4.115 | 2.42 |
| 126,0 | 7.329 | 3.204 | 4.248 | 2.27 |
| 129,0 | 7.203 | 3.355 | 4.307 | 2.13 |
| 139,0 | 7.082 | 3.500 | 4.496 | 2.01 |
| 147,0 | 6.965 | 3.641 | 4.647 | 1.91 |
| 155,0 | 6.778 | 3.865 | 4.800 | 1.75 |
| 165,0 | 6.601 | 4.078 | 4.991 | 1.62 |
| 172,0 | 6.433 | 4.280 | 5.126 | 1.50 |
| 181,0 | 6.273 | 4.472 | 5.297 | 1.40 |
| 187,0 | 6.121 | 4.654 | 5.413 | 1.31 |
| 195,0 | 5.976 | 4.828 | 5.566 | 1.24 |
| 203,0 | 5.838 | 4.994 | 5.719 | 1.17 |
| 211,0 | 5.706 | 5.152 | 5.871 | 1.11 |
| 220,0 | 5.580 | 5.303 | 6.042 | 1.05 |
| 224,0 | 5.343 | 5.587 | 6.125 | 0.96 |
| 232,0 | 5.126 | 5.847 | 6.282 | 0.88 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 243,0 | 4.926 | 6.087 | 6.494 | 0.81 |
| 252,0 | 4.741 | 3.098 | 6.668 | 0.75 |
| 262,0 | 4.570 | 6.515 | 6.861 | 0.70 |
| 272,0 | 4.410 | 6707 | 7.053 | 0.66 |
| 282,0 | 4.261 | 6.886 | 7.245 | 0.62 |
| 290,0 | 3.992 | 7.209 | 7.407 | 0.55 |
| 298,0 | 3.754 | 7.494 | 7.568 | 0.50 |
| 302,0 | 3.543 | 7.747 | 7.654 | 0.46 |
| 304,0 | 3.355 | 7.973 | 7.703 | 0.42 |

Построенная по данным табл.1 кривая образования комплексов ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионном в среде 0.5моль/л $HNO_3$ при 273К представлена на рис. 1.

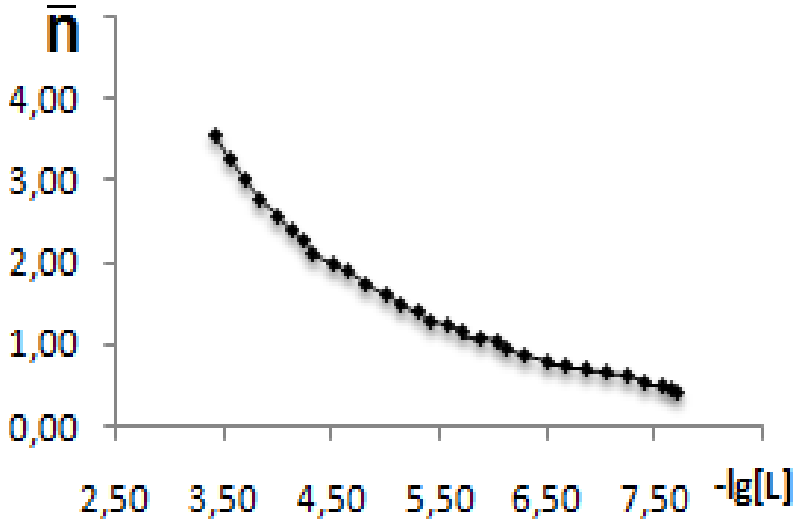



Рис.1. Кривая образования комплексов ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0,5моль/л $HNO_3$ при 273К

Из кривой образования видно, что при температуре 273К в системе $Hg(NO_3)_2$ –1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион – 0.5моль/л$HNO_3$ при 273 К последовательно образуются четыре комплексные форы. Оценённые методом Бьеррума [4] значения ступенчатых констант образования 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионных комплексов ртути (II) в среде 0.5 моль/л $HNO_3$ при 273К оказались следующими: $pK_1$=7.57($K_1$=3,72·$10^7$); $pK_2$ =5,12($K_2$=1,32·$10^5$); $pK_3$ =4,10($K_3$=1,26·$10^4$); $pK_4$=3,45($K_4$=2,69·$10^3$). Полученные экспериментальные значения $pK_i$ были уточнены методом сходимости Бьеррума [5]. После уточнения этим методом величины $pK_i^*$оказались следующими:
$pK_1^*$=7.56±0.01($K_1^*$=3,63·$10^7$);$pK_2^*$=5,08±0.067($K^*_2$=1,20·$10^5$); $pK_3^*$=4,03±0.03 ($K^*_3$=1,10·$10^4$); $pK_4^*$=3,66±0.01 ($K^*_4$=4,57·$10^3$).

Оцененные из кривой образования величины $pK_i$ в результате их уточнения указанным методом изменяются незначительно, что, вероятно, связано со значительным различием в значениях ступенчатых констант устойчивости. Первая константа устойчивости ($K_1^*$) в 302,5 раз превосходит вторую константу устойчивости ($K_2^*$). Величина $K_1^*$ по сравнению с величиной $K_3^*$ имеет в 10,91 раз большее значение. Третья константа устойчивости $K_3^*$ является устойчивее, чем $K_4^*$ в 2,41раз.

Уточненные величины констант устойчивости были использованы для расчета

кривых распределений всех комплексных форм, образующихся в системе $Hg(NO_3)_2$–1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион – 0.5 моль/л $HNO_3$ при 273 К (рис.2), что позволило определить области доминирования той или иной комплексной частицы (таблица 2).

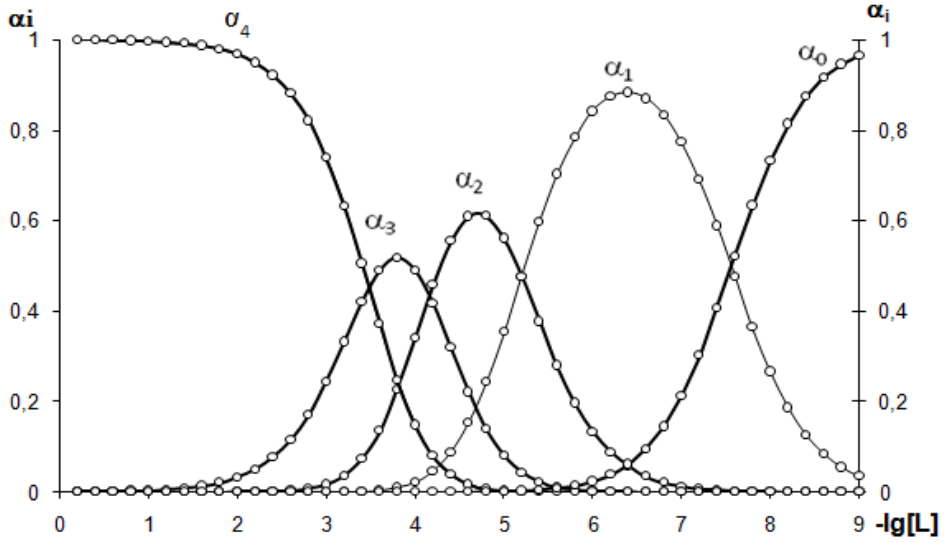



Рис.2. Кривые распределения нитратных комплексов ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0,5моль/л $HNO_3$ при 273К, где $\alpha_0$-$[Hg(H_2O)_4](NO_3)_2$, $\alpha_1$-$[HgL(H_2O)_3]^{2+}$, $\alpha_2$-$[HgL_2(H_2O)_2]^{2+}$ $\alpha_3$-$[HgL_3(H_2O)]^{2+}$,$\alpha_4$-$[HgL_4]^{2+}$

**Таблица 2. Максимумы выхода комплексных форм ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0.1 моль/л $HNO_3$ при 273К**

| Состав соединения | $\alpha_i^{max}$ | –lg[L] |
|---|---|---|
| $[HgL(H_2O)_3]^{2+}$ | 0.88 | 6.4 |
| $[HgL_2(H_2O)_2]^{2+}$ | 0.61 | 4.8 |
| $HgL_3(H_2O)]^{2+}$ | 0.52 | 3.8 |

Из данных таблицы 2 видно, что с увеличением числа координированных молекул 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тиона $\alpha_i^{max}$ смещается в сторону больших значений равновесной концентрации лиганда и с наибольшим выходом в растворе образуется монозамещенный комплекс ртути (II).

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Горелов И.П. Потенциометрическое исследование комплексообразования ртути (II) с некоторыми комплексо-нами / И.П. Горелов, А.П. Самсонов, В.А. Бабич // Журн. неорган. химии. - 1972. -Т. XVII. - Вып.8. -С. 2096-3000.
2. Щербакова Л.В. Применение серосодержащих производных пиразола в аналитической химии / Л.В. Щербакова, В.К. Чеботарев // Изв. Алтайского государственного университета. - 2003. -№3.
3. Долгорев А.В. Тиопирин и дитиопирилметан – новые аналитические реагенты. Синтез и свойства. Применение производных пиразолона в аналитической химии / А.В. Долгорев, Я.Г. Лысак, Ю.Ф. Зибарова // Межвуз. сб. науч. тр. -Пермь, 1977.
4. Бьеррум Я. Образование амминов металлов в водном растворе / Я. Бьеррум. -М.: Ин.лит.ра, 1961. -303 с.
5. Хартли Ф. Бёргес К. Олкок Р. Равновесие в растворах / Ф. Хартли, К. Бёргес, Р. Олкок. -М.: Мир, 1983. - 360 с


**ПРОЦЕСС КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ РТУТИ (II) С 1-ФЕНИЛ-2,3-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛИН-5-ТИОНОМ В СРЕДЕ 0,5 МОЛЬ/Л $HNO_3$ ПРИ 273К**


Потенциометрическим методом изучен процесс комплексо- образования ртути (II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 0,5 моль/л $HNO_3$ при температуре 273К. Определен состав и вычислены ступенчатые константы устойчивости комплексов. Установлена закономерность в изменении ступенчатых констант устойчивости при повышении температуры и увеличения количества присоединённых молекул 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тиона.

**Ключевые слова**: ртути (II), 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион, константы устойчивости.

**COMPLEXATION PROCESS MERCURY (II) 1-PHENYL-2,3-DIMETILPIRAZOLIN-5-THIONE ENVIRONMENT 0.5 MOL / L HNO3 AT 273 K**

Potentiometric method used to study the complex formation of mercury (II) with 1-phenyl-2,3-dimetilpirazolin-5-thione in a medium of 0.5 mol / L of HNO3 at a temperature of 273K. The composition and calculated stepwise stability constants of complexes. The regularities in the change stepwise stability constants with increasing temperature and increasing the number of attached molecules of 1-phenyl-2,3-dimetilpirazolin-5-thione.

**Key word:** mercury (II), 1-phenyl-2,3-dimetilpirazolin-5-thione, stability constants.

**Сведения об авторах:** ***А.А. Аминджанов*** - член-корр. АН РТ, доктор химических наук, профессор, заведующий отделом «Химический синтез природных материалов» Научно-исследовательского института Таджикского национального университета,. Телефон: **(+992-37) 224-50-05.** E-mail: **azimjon51@mail.ru**
***Дж.О. Шоалифов*** - аспирант Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. Телефон: **(+992) 938-85-80-88.** E-mail: **jasur.shoalifov@mail.ru**
***Н.С. Бекназарова*** – к.х.н., доцент кафедры неорганической химии Таджикского национального университета. Телелефон: **(+992) 935-47-66-44.** E-mail: **nazira64@inbox.ru**

# ИССЛЕДОВАНИЕ СООСАЖДЕНИЯ МОЛИБДЕНА (VI) ГИДРОКСИДОМ ЖЕЛЕЗА (III) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛИБДЕНА (VI), КИСЛОТНОСТИ И СОЛЕВОГО ФОНА

***С.Ф. Шодиева, А.Д. Хусейнов***
**Таджикский национальный университет**

Сорбция микроколичеств молибдена гидроксидом железа (III) из водных растворов связана с состоянием молибдена в водных растворах, в частности, гиролизом и возможной полимеризацией элемента. На гидролиз ионов молибдена оказывают влияние такие факторы, как pH среды [1], с возрастанием которого степень гидролиза растёт; присутствие комплексообразующих реагентов; природа солевых фонов и другие условия. Данное исследование посвящено изучению сорбции молибдена в зависимости от указанных факторов: pH среды, концентрации молибдена, природы солевых фонов - с целью нахождения оптимальных условий концентрирования молибдена на носителе ГО железа (III) .

Методика эксперимента в основном была такой же, как и ранее [2]. Распределение молибдена между осадком гидроксида железа (III) и раствором контролировалось фотометрическим роданидным методом [3]. Измерение pH среды проводили на pH метре ЛПУ – 01 с использованием стеклянного электрода. Осаждение носителя ГО железа (III) проводилось едким калием. Осадок отделялся от раствора центрифугированием при ускорении до 5000g. Общий объем раствора 20мл, количество носителя - 0,1 мг-ат железа (III). Эксперименты выполнялись при комнатной температуре. При высоких концентрациях щелочи в растворе (pH>13) концентрация ионов $OH^-$ определялась расчётным методом. Рабочий раствор молибдена (VI) готовили растворением трихокиси молибдена$MoO_3$ марки «ХЧ» в растворе щелочи NaOH марки “ЧДА» и доводили бидистиллятом до нужного объема.

Результаты и их обсуждение.

Как известно, ионы молибдена(VI) в зависимости от pH и его концентрации могут образовывать несколько форм, степень сорбируемости которых неодинакова, что сказывается на их распределении между фазами.

Изучена сорбция от $4\cdot10^{-3}$ до $4\cdot10^{-5}$моль $MoO_4^{2-}$ из раствора 1M $NaClO_4$ в зависимости от pH среды. Как следует из данных, по химии водных растворов молибдена(VI) [4], при меньшей щелочности в разбавленных растворах присутствуют в

основном ионы $HMoO_4^-$ и $MoO_4^{2-}$. При наличии больших концентраций молибдена(VI) и в кислых средах возможно образование полимерных форм [5], и эти формы существенно влияют на сорбцию молибдена(VI) ГО железа(III).

Как видно из рис.1(кривые 1,2,3), сорбция молибдена(VI) ГО Fe(III) в зависимости от pH и его концентрации из раствора 1M $NaClO_4$ является полной в области pH 3,5-6,5. При возрастании pH величина сорбции постепенно уменьшается и при достижении значений pH 10 совсем прекращается. В тех областях, где наблюдается максимальная сорбция, молибден(VI) находится в протонированной форме $HMoO_4^-$, а при наличии больших концентраций могут появляться полимерные формы, имеющие в своем составе гидроксильные группы, способствующие сорбции молибдена(VI) ГО Fe(III).

При увеличении концентрации молибдена, от $4\cdot10^{-4}$ до $4\cdot10^{-3}$ моль, при прочих равных условиях, сорбционные кривые смещаются в более кислую область pH среды, однако во всех случаях максимальная сорбция (99,9%) наблюдается в области pH 3,5-5,5. В этих условиях pH начала сорбции также одинакова, pH 50%-ой сорбции одинакова для каждой концентраци и сдвигается в кислую область на 0,6 единиц pH; pH полной сорбции также сдвинута в кислую область. Как было отмечено, при увеличении концентрации молибдена возможность появления полимерных форм возрастает и сдвигает сорбцию в кислую область pH среды.

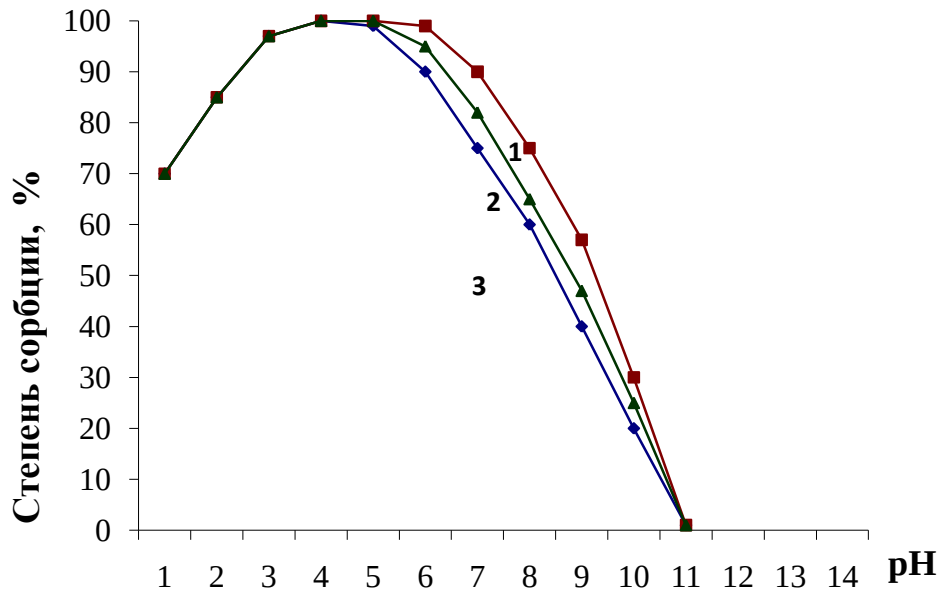



Рис.1. Сорбция $MoO_4^{2-}$ в 1M $NaClO_4$ ГО Fe(III) в зависимости от pH и концентрации молибдена (VI):
1.- - при $[MoO_4^{2-}] = 4\cdot10^{-5}$моль;
2.- - при $[MoO_4^{2-}] = 4\cdot10^{-4}$моль
3.- - при $[MoO_4^{2-}] = 4\cdot10^{-3}$моль

В случае сорбции малых количеств молибдена(VI) область максимальной сорбции находится в широком интервале pH (pH 3,5 -7), что объясняется возможностью протонизации молибдат – ионов в этих областях pH, способствующих его сорбции в этих пределах pH.

Сорбция $4\cdot10^{-4}$ моль $MoO_4^{2-}$ ГО Fe(III) в зависимости от природы солевых фонов показывает, что общий ход сорбционных кривых мало зависит от природы солевых фонов и эти кривые имеют одинаковый характер (рис.2).

Сорбция начинается в кислых средах, максимальная сорбция наблюдается в области pH 4-6,5, при возрастании pH постепенно уменьшается, а в щелочных средах не наблюдается. Присутствие в растворе гидроксиламина также мало влияет на сорбцию

молибдена(VI). На рис.2. представлена сорбция $MoO_4^{2-}$ из 0,2 М$NH_2OH{\cdot}HCl$ (кривая1.), 0,2 М $(NH_4)_2CO_3$ и из раствора 0,2 М $H_2O_2$ (кривые 2,3). Как известно, гидроксиламин является восстановителем, перекись водорода -окислителем, а карбонат аммония - сильногидролизирующим и комплексообразующим регентом. Несмотря на такое разнообразие свойств использованных солевых фонов, сорбционные кривые молибдена(VI) из этих растворов мало отличаются друг от друга. Сорбционные кривые из растворов 0,2М солянокислого гидроксиламина и 0,2М карбоната аммония ничем не отличаются друг от друга. Сорбция молибдена(VI) из 0,2М$H_2O_2$ в щелочной среде несколько выше, чем сорбция из других солевых фонов (кривая3.).

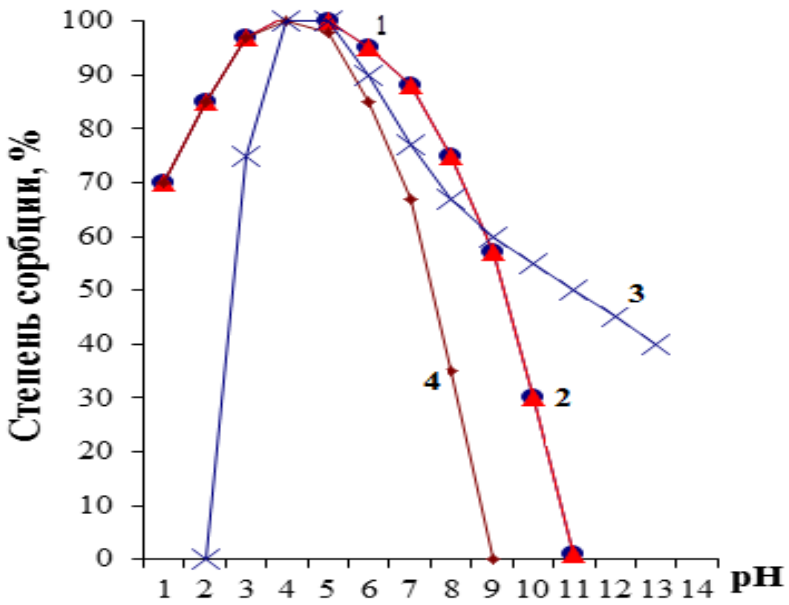



Рис.2. Сорбция $4{\cdot}10^{-4}$ моль $MoO_4^{2-}$ ГО Fe(III) в зависимости от природы солевых фонов:
1-● из раствора 0,2М $NH_2OH{\cdot}HCl$
2-▲из раствора 0,2М $(NH_4)_2CO_3$
3- × - из раствора 0,2М $H_2O_2$
4-◆из раствора 1М KCl

Сорбция $4{\cdot}10^{-4}$ моль $MoO_4^{2-}$ ГО Fe(III) из 1М KCl начинается в кислой области pH, максимальная - в области pH 3,5 – 6 и далее, с возрастанием значений pH, уменьшается и при pH>9 совсем прекращается (рис.2.кр.4).

С целью характеристики сорбционной способности полимолибдата $Mo_7O_{24}^{6-}$ в специальных экспериментах была изучена сорбция молибдена(VI) ГО Fe(III) из раствора полимолибдата аммония

$(NH_4)_6$ $[Mo_7O_{24}]{\cdot}$ $2H_2O$, с концентрацией $4{\cdot}$ $10^{-2}$моль при расчете по Mo(IV).

Результаты экспериментов показали, что сорбция молибдена в полиформе по величине несколько меньше, чем в моноформе. В слабокислой среде величина сорбции полиформы и моноформы совпадают. Это свидетельствует о том, что в кислых областях pH среды обе формы протонированы и одинаково сорбируются поверхностью носителя.

Выводы

1. Исследована сорбция молибдена в виде $MoO_4^{2-}$ - аниона гидроксидом железа (III) в зависимости от pH среды (гидролиз), концентрации молибдена и природы солевых фонов и показано, что сорбция молибдена наблюдается в областях pH 3,5 – 6,5 и мало зависит от природы солевых фонов.

2. Установлено, что сорбция молибдена (VI) обусловлена его протонированной формой - ионами $HMoO_4^-$, образующимися в результате кислотного гидролиза.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Новиков А.И. Сб. Соосаждение с гидратированными окислами / А.И. Новиков. - Душанбе, 1972. -ч.1.
2. Шодиева С.Ф. Сорбция элементов подгруппы хрома неорганическими сорбентами в условиях гидролиза и комплексообразования: автореф. дисс … канд. хим. наук / С.Ф. Шодиева. – Душанбе, 2006. - 24 с.
3. Марченко З. Фотометрическое определение элементов / З. Марченко. -М: Мир, 1971. -501 с.
4. Морачевский Ю.В. О составе ионов, образуемых шестивалентным молибденом в растворах / Ю.В. Морачевский, Л.И. Лебедева // Журн.неорган. химии. - 1960. -Т5. -Вып.10. – С.2238-2241.
5. Воробьев С.П. Изучение полимеризации молибдена(VI) в кислых растворах / С.П. Воробьев, И.П. Давыдов, И.В. Шилин // Журн.неорган. химии. - 1967. -Т12. -Вып.10. – С.2665-2676.


**ИССЛЕДОВАНИЕ СООСАЖДЕНИЯ МОЛИБДЕНА (VI) ГИДРОКСИДОМ ЖЕЛЕЗА (III) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛИБДЕНА (VI), КИСЛОТНОСТИ И СОЛЕВОГО ФОНА**


В статье приведены исследования сорбции молибдена (VI) с гидроксидом железа (III). Установлено, что молибден (VI) с гидроксидом железа (III) сорбируется при комнатной температуре в протонированной форме $HMoO_4^-$.



**Ключевые слова:** гидроксид железа (III), молибден (VI), сорбция, соосаждение, полиформы, моноформы, солевой фон и pH-среды.


**STUDY COPRECIPITATION MOLYBDENUM (VI) HYDROXIDE, IRON (III) DEPENDING ON THE CONCENTRATION OF MOLYBDENUM (VI), PH AND SALT BACKGROUND**


The article gives sorption studies molybdenum (VI) with iron hydroxide (III). It is found that molybdenum (VI) with a hydroxide of iron (III) adsorbed at room temperature in the protonated form HMoO4-.



**Key words:** iron hydroxide (III), Mo (VI), adsorption, coprecipitation, polyform monoform, background salt and pH environment.



**Сведения об авторах:** ***С.Ф. Шодиева*** **–** кандидат химических наук, доцент, заведующая кафедрой аналитической химии Таджикского национального университета. Телефон**: (+992) 938-07-37-01**
***А.Д. Хусейнов*** **-** кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной химии Таджикского национального университета. Телефон: **(+992) 909-12-15-80**


## СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА ХЛОПЧАТНИКА НА ОСНОВЕ МОНОЭФИРОВ ГЛИЦЕРНИНА

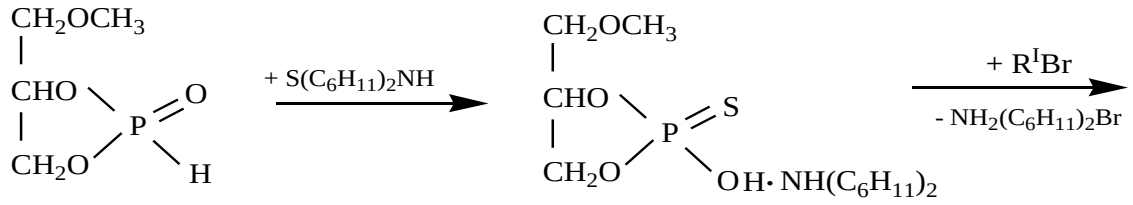

***С.Г. Ашуров, О.К. Хабибуллоева***
**Таджикский национальный университет**


Фосфорорганические препараты нашли широкое применение в народном хозяйстве. Особо важную роль они играют в сельском хозяйстве. Многие производные фосфиновых, фосфоновых и фосфорных кислот применяются в сельском хозяйстве как инсектициды [1,2], гербициды [3], дефолианты, рост-регулирующие средства [4] и т.д.

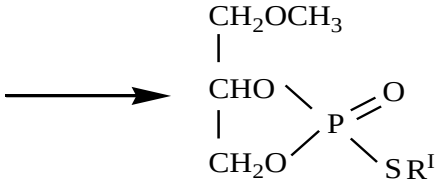
Наименее изученными среди соединений фосфора являются циклические производные.

В настоящей работе нами синтезированы циклические тиолфосфаты на основе моноэфиров глицерина и изучена их способность влиять на всхожесть семян хлопчатника.

Синтез тиолфосфатов осуществлялись по схеме:




**(1)**




**(2)**

**$R^1$ = $CH_3$ ,$C_2H_5$.**

Исходные вещества получили на основе моноэфиров глицерина по методике, приведенной в[5].

Дициклогексиламмониевые солитионфосфорные кислоты (1) получены нами по методике М.И. Кабачника и Т.И. Мастрюковой [6] одновременным действием серы и дигексиламина на кислый фосфит. Реакция проходила при температурах 25-40$^0$С, в качестве растворителя был использован абсолютный бензол.

На основе полученных солей (1) действием избытка галогеналкилов были выделены 4-метоксиметил-2-оксо-2-тиоалкил-1,3,2-диоксафосфоланы(2), которые представляют собой слегка желтоватые жидкости с неприятным специфическим запахом. Идентификация полученных тиолфосфатов(2) проводилась элементным анализом, расчётом $MR_D$и снятием ИК-спектров.

Характеристика полученных соединений приведена в таблице 1.

В ИК-спектрах изученных образцов, наряду с характерной полосой поглощения Р-О-С группировки фосфоланового цикла в области 920-950см$^{-1}$ наблюдалась интенсивная полоса поглощения в области 1270см $^{-1}$, характерная для Р=О группы и чёткая полоса поглощения в области 550 см $^{-1}$, характерная для Р=Sгруппы.

Один из полученных тиолфосфатов препарат -1, (4- метоксиметил- 2-оксо-2-тиометил-1,3,2-диоксафосфопан) был испытан в качестве регулятора всхожести семян хлопчатника. Для изучения действия препарата -1 на прорастание семян хлопчатника были выбраны семена тонковолокнистого хлопчатника «Регар -34» .

Опыт проводился согласно ГОСТА:[8] проращивание семян в фаянсовых ванночках длиной =26см, шириной= 13см, высотой =4см.

В качестве ложа использовался песок (промытый, прокаленный и просеянный с диаметром песчинок от 0,5 до 1мм). Влажность песка поддерживалась на уровне 50% от полной влагоёмкости.

В итоге были испытаны следующие концентрации препарата 0,2%, 0,02%, 0,002.

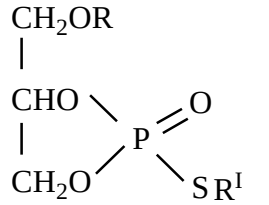
Контрольные семена замачивались водой, а сравнительные -0,002% янтарной кислотой, которая является известным стимулятором роста растений.

Семена проращивали в трёхкратной повторности – (по 100 штук в ванночке) при постоянной температуре, равной 25$^0$ С.

Результаты наблюдений представлены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что во всех случаях испытуемый препарат-1 вызывает повышение всхожести и прирост растения в длину. Таким образом, в результате проделанной работы можно сделать вывод, что полученные на основе моноэфиров глицерина 4-алкоксиметил-2-оксо-2-тиоалкил-1,3,2-

диоксафосфоланы могут быть использованы как стимуляторы прорастания семян хлопчатника.

**Таблица 1. Характеристика синтезированных 4-алкоксиметил-2-оксо- 2-тиоалкил-1,3,2-диоксафосфоналов.**




| R | $R^1$ | $T^0$ C / М.М.РТ.С Т | Выход, % | $n_D^{20}$ | $d_4^{20}$ | найдено | | | | вычислена | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $MR_D$ | С,% | Н,% | Р,% | $MR_D$ | С,% | Н,% | Р,% |
| $CH_3$ | $CH_3$ | 128 / 2 | 54,8 | 1,4542 | 1,2049 | 44,52 | 30,41 | 5,44 | 15,38 | 44,11 | 30,30 | 5,56 | 15,66 |
| $C_2H_5$ | $CH_3$ | 133-135 / $5.10^{-2}$ | 51,7 | 1,4885 | 1,2011 | 47,91 | 34,01 | 6,19 | 14,91 | 48,54 | 33,86 | 6,18 | 14,61 |
| $C_2H_5$ | $C_2H_5$ | 140-143 / $4.10^{-2}$ | 49,4 | 1,4848 | 1,2071 | 53,25 | 37,01 | 7,03 | 13,63 | 53,17 | 37,16 | 6,68 | 13,69 |

**Таблица 2. Влияние 4-метоксиметил -2- окса-2-тиометил-1,3,2-диоксафосфолана (препарат1) на прорастание семян и прирост хлопчатника (ср. данные из 100 измерений в каждой повторности через 5 дн. после посева)**

| Концентрация регулятора роста растений, % | Всхожесть, % | | | | Длина корней, мм | | | | Длина ростков, мм. | | | | Вес одного растения,г | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | повторность | | | Среднее | повторность | | | Среднее | повторность | | | Среднее | повторность | | | Среднее |
| | I | II | III | | I | II | III | | I | II | III | | I | II | III | |
| Янтарная кислота 0,02 | 78 | 75 | 82 | 78 | 45 | 29 | 30 | 35 | 42 | 31 | 30 | 34 | 0.44 | 0.31 | 0.42 | 0.39 |
| Препарат | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,2 | 87 | 85 | 89 | 87 | 44 | 47 | 40 | 44 | 41 | 43 | 40 | 41 | 0.49 | 0.48 | 0.50 | 0.49 |
| 0,02 | 91 | 95 | 92 | 93 | 51 | 69 | 60 | 60 | 45 | 43 | 40 | 48 | 0.51 | 0.54 | 0.46 | 0.56 |
| 0,002 | 95 | 100 | 96 | 97 | 56 | 48 | 63 | 56 | 47 | 45 | 44 | 45 | 0.53 | 0.50 | 0.52 | 0.52 |
| Контроль вода | 61 | 73 | 71 | 68 | 39 | 30 | 32 | 34 | 38 | 30 | 32 | 33 | 0.41 | 0.32 | 0.35 | 0.36 |

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Высокомолекулярные соединения / В.И. Никитина, М.Н. Измайлова, А.М. Курзова [и др.]. – 1964. -6,2145.
2. Химия и применение фосфорорганических соединений // Тр.III конференции, Наука. -М., 1972. -369.
3. Пурдела Д. Химия органических соединений фосфора / Д. Пурдела, Р. Вылчану // Химия. -М., 1972.
4. Мельников Н.И., Крафт В.А., ЖОХ, 30, 1918, 1960.
5. OswaldA.A., Conand T., Chem J. 37, 1498, 1959.
6. Кабачник М.И., Мастрюкова Т.А., ЖОХ, 25, 1924,1955.
7. ГОСТ 21820 1-76 Семена хлопчатника, метод определения всхожести.


**СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА ХЛОПЧАТНИКА НА ОСНОВЕ МОНОЭФИРОВ ГЛИЦЕРНИНА**

В настоящей работе авторами синтезированы циклические тиолфосфаты на основе моноэфиров глицерина и изучена их способность влиять на всхожесть семян хлопчатника.

Результаты наблюдений показали, что во всех случаях испытуемый препарат-1 вызывает повышение всхожести и прирост растения в длину. Таким образом, в результате проделанной работы можно сделать вывод, что полученные на основе моноэфиров глицерина 4-алкоксиметил-2-оксо-2-тиоалкил-1,3,2-диоксафосфоланы могут быть использованы как стимуляторы прорастания семян хлопчатника.

**Ключевые слова:** циклические тиолфосфаты, моноэфиры глицерина, результаты, наблюдения, стимуляторы прорастания семян хлопчатника.

**STIMULATORS OF COTTON ON THE BASIS OF GLYCEROL MONOESTERS**

In this paper, the author's synthesized cyclic tiolfosfaty based on monoesters of glycerol and examined their ability to influence the germination of cotton seed.

The results showed that in all cases the test drug -1 causes an increase in the germination and growth of plants in length. Thus as a result of this work we can say that derived from glycerol monoesters of 4- alkoxymethyl - 2- oxo -2- thioethyl - 1,3,2 - dioxophosfolany life can be used as stimulators of cotton seed germination.

**Key words:** cyclic tionfosfaty, monoether of glycerol, results, observations, and stimulators of germination of cotton seeds.

**Сведения об авторах:** ***С.Г. Ашуров*** - кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры органической химии Таджикского национального университета. Телефон: **951-12-13-42**
***О.К. Хабибулаева*** - кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии Таджикского национального университета. Телефон: **919-36-22-59**

# ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНОЙ ФРАКЦИИ ПРОПОЛИСА

***С.К. Умаров, М.К. Курбонов, Н. Ганиев, А. Дустов***
**ГУ "Институт гастроэнтералогии" МЗ и социальной защиты населения",**
**Инновационный центр биологии и медицины АН Республики Таджикистан**

Прополис – продукт пчёл и растений – представляет естественную совокупность биологически активных соединений растительного и животного происхождения. Установлено, что пчёлы собирают с почек растений биологически активные смолистые выделения и, обрабатывая их, вносят биологически активные секреты своих желез [1-3]. В результате создаётся уникальный естественный продукт [4,5]. В Республике Таджикистан производство прополиса в широких масштабах не организовано. Однако пчеловоды частного сектора получают этот ценный апипродукт, и его можно встретить на внутреннем рынке. Серьёзных научных исследований химического состава, структуры, свойств, качества прополиса, получаемого на территории Таджикистана, ранее не проводилось, поэтому работа в данном направлении является актуальной.

**Целью** настоящей работы явилось выделение биологически активных соединений из прополиса-сырья, заготовленного из разных регионов Республики Таджикистан, а также изучение физико-химических показателей водных фракций стой целью, чтобы на основании этих результатов составлять нормативно-технические требования к показателям прополиса - сырья.

**Материалы и методы исследования.** Материалом для исследования послужили образцы прополиса-сырца, заготовленные в течение 2010-2012гг. из различных пасек, расположенных на территории административных районов Таджикистана: Вандж, Тавильдара, Горная Матча и Нурек. Всего проанализировано 65 образцов. На основании работ, проведённых в Институте гастроэнтерологии по физико-химическим и фармакологическим исследованиям прополиса-сырья в 1980-1990гг. и 2010-2012гг. были составлены нормативно-технические требования к прополису-сырью, собранному в Таджикистане.

Водный раствор извлекли из измельчённого прополиса-сырца, растворенного дистиллированной водой в соотношении 1:10 (с обратным охлаждением) на кипящей водяной бане в течение 1 ч. После охлаждения экстракт фильтровали через бумажный

фильтр, в результате был получен прозрачный раствор жёлто-оранжевого цвета горьковатого вкуса с приятным запахом букета лесных и луговых трав. Прополисную воду получали извлечением водой активных веществ из остатков прополиса после спиртовой вытяжки 96% этиловым спиртом. Сухие экстракты прополиса получали удалением воды из растворов на роторном вакуумном испарителе при вакууме 200мм рт. ст. и температуре бани 40-50$^0$С. Определяли константы: количество деценовых кислот (компонент пчелиного происхождения), показатели окисляемости, йодное и кислотное число и др. Густые водные экстракты прополиса имели разную консистенцию, зависящую от температуры их получения – от густой массы темно-коричневого цвета до кристаллической. Наиболее выраженными компонентами пчелиного происхождения в прополисе, его водных фракциях, маточном молочке и др. являются деценовые кислоты, в том числе 10-окси-2-деценовая кислота, которая продуцируется мандибулярными железами пчёл [1]. Исследования, выполненные в Институте гастроэнтерологии МЗ и СЗН РТ и Центре инновационной биологии и медицины АН РТ, показали, что количество свободных жирных кислот, в том числе деценовых, отличается, в зависимости от происхождения продукта и условий получения экстракта. Содержание свободных кислых соединений было значительно выше в водном экстракте, чем в спиртовом, эфирном, ацетоновом, если их выделяли при температуре 40$^0$С (табл.1).

**Результаты исследования.** Нами было установлено, что прополис, собранный в различных регионах Таджикистана, хорошо растворяется в водно-щелочном растворе, в разной степени в органических растворителях (40-75%); вода извлекает от 4 до 11% активных веществ (табл.1).

**Таблица 1. Массовая доля деценовых кислот в прополисе и его водных фракциях**

| **Продукт** | **Условия получения, $^0$С** | **Массовая доля деценовых кислот, %** |
|---|---|---|
| Прополис–сырец | | 6.5-12.2 |
| Сухой экстракт водногораствора прополиса | 90-95 | 23.4-27.9 |
| Сухой экстракт прополиснойводы | 90-95 | 11.3-16.5 |
| Сухой спиртовый экстракт прополиса | 20-25 | 12.6-13.1 |

Результаты исследования физико-химических свойств водных растворов прополиса, собранных в разных регионах Таджикистана, представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Физико-химических свойств водных растворов прополиса, собранных в регионах Таджикистана**

| **Показатели** | **Регионы Таджикистана** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Ванч** | **Тавильдара** | **Горно-Матчинский** | **Нурек** |
| Сухой остаток из водного раствора, % | 1.30±0.08 | 2.35±0.18 | 4.25±0.31 | 2.35±0.15 |
| Сумма флавоноидов в % от СЭВ водногораствора | 1.42±0.21 | 2.21±0.31 | 2.50±0.24 | 2.21±0.18 |
| Окисляемость, в сек. | 13.2±1.42 | 15.3±1.60 | 15.7±1.53 | 15.3±1.38 |
| Воск % из СЭВ остатка водного раствора | 26±2.05 | 22±1.95 | 24±2.05 | 22±2.45 |

Высокое содержание флавоноидных соединений в испытанных образцах указывает на высокую биологическую активность прополиса, собранного в различных регионах Таджикистана, так как флавоноиды определяют антибактериальные и фармакотерапевтические свойства прополиса. Прополисная вода по содержанию ненасыщенных соединений соответствует водному раствору прополиса (показатель

окисляемости составляет соответственно 16-18сек. Водный экстракт и водные растворы содержат в сравнении со спиртовыми больше биологически активных ненасыщенных соединений (йодное число 73.6-121) и показывают высокую окисляемость (показатель окисляемости – мгновенно), что характеризует высокие антиокидантные свойства водной фракции. Водный раствор прополиса термостабилен и устойчив к холоду в течение нескольких месяцев[2]. В связи с этим водный раствор прополиса рекомендуем хранить при температуре $+20^0$Св течение 5 мес. Значительно более устойчивы сухие остатки водных экстрактов. Рекомендуемый срок хранения прополиса-сырца составляет более 10лет.

Водные растворы и экстракты прополиса обладают многообразными биологическими свойствами и широкой сферой использования.

Исследованиями установлено [2], что водные фракции прополиса имеют более широкий спектр действия по сравнению со спиртовыми, проявляя при этом антимикробную активность на грамположительные и грамотрицательные бактерии, грибы (кандида и др.), вирусы (герпеса, гриппа, гепатита).

Таким образом, водные растворы и экстракты прополиса характеризуются высоким содержанием биологически активных соединений. Биологическими свойствами обладает каждый компонент, но фармакологическое действие проявляется в их природной совокупности, естественно, водные растворы могут быть рекомендованы для использования в качестве биологически активной добавки к пище.

На основаниирезультатов наших исследованийизучение химического состава водной фракции прополиса, можно сделать следующи вывод: содержание фенольных соединений-35-45%; содержание флавонолов-55-65%; показатели окисляемости (восстановительная способность) - не более 18.0 сек; выход суммы биологических активных веществ в спиртовом растворе - не менее 30%; количество эфирных масел - не мене 2%.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Orosi-Pal L. Versucheuberdierolleder Mandibulardrusender Bienen Leipzig Bienenzeitung / L. Orosi-Pal. - 1958. -v.72. -№2. -P.35-37.
2. Кивалкина В.П. Прополис, его антимикробные и лечебные свойства: дисс… д.б.н. / В.П. Кивалкина. - Казань, 1964.
3. Вахонина Т.В. Пчелиная аптека / Т.В. Вахонина. - СПБ.: Лениздат, 1995. - 240 с.
4. Некоторые физико-химические и антимикробные свойства прополиса и экстрактов / Т.В. Вахонина, Л.Г. Бреева [и др. ]// XXXII Международный конгресс по пчеловодству. – 1960. -С.211-217.
5. ГОСТ 28886-90 Утверждён и введён в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 29.12.90 № 3747. [Электронный ресурс]. (www.ГОСТ 28886-90).


**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНОЙ ФРАКЦИИ ПРОПОЛИСА**


В работе описаны физико-химические свойства водных фракций образцов прополиса – сырья изразличныхрайонов Таджикистана. Было определено процентное содержание суммы экстрактивных веществ, сухой остаток, сумма флавоноидов воска и их окисляемость. Установлено, что водные растворы прополиса характеризуются высоким содержанием биологически активных соединений. Полученные данные позволяют судить о качестве прополиса – сырья для использования в медицине.



**Ключевые слова:** прополис, водный раствор, флавоноиды.


**THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER FRACTION OF PROPOLIS**


This work carried out physic-chemical studies the aqueousfractiontesting of samples of propolis-raw materials from four regions of Tajikistan. Were determined percentage of the amount of extractives dry residue (CMEA), the amount of flavonoids, waxes, refractive indices and their oxidation. I has been established thatqueous extracts of propolis and a high content of the biologically active compounds. The obtaineddatawill judges the quality of propolis – a raw material for use in medicine.



**Key words**: propolis, water solution, flavonoids.

**Сведения об авторах:** ***С.К. Умаров*** - м.н.с. ГУ "Институт гастроэнтералогии" МЗ и социальной защиты населения РТ. Телефон: **918-96-96-16**
***К.М. Курбонов*** - к.х.н., с.н.с. ГУ "Институт гастроэнтералогии" МЗ и социальной защиты населения РТ. Телефон: **988-72-97-53.** E-mail: **safarali-Umarov@rambler.ru**
***А. Дустов*** - д.м.н., ГУ «Институт гастроэнтерологии» МЗ и социальной защиты населения РТ.
E-mail: **samad-dustov @gmail.com**
***Н. Ганиев*** - аспирант Инновационного центра биологии и медицины АН Республики Таджикистан.
Телефон: **(+992 37) 918-56-92-14; 224-34-11**

# КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА (I) С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 288-318К

***Х.Г. Мудинов, С.М. Сафармамадов***
**Таджикский национальный университет**

Соединения серебра(I) и коллоидное серебро благодаря уникальным антимикробным свойствам применяются при создании покрытий на диагностических приборах и протезах, вводимых внутрь организма [1,2]. В последние годы проводятся интенсивные исследования для выявления антимикробной активности комплексов Ag(I) с аминокислотами [3,4], тетразолами [5], имидазолами [6,7], салициловой [8], тиосалициловой [9], 2-меркаптоникотиновой [10,11] и тиояблочной [12] кислотами, сульфаниламидами [13,14] и другими органическими лигандами [15,16]. Перспективность комплексообразования с ионами Ag(I) как способа расширения спектра действия известных лекарственных средств, в частности сульфаниламидов и производных пирокатехина отмечена в работах [2,17]. Для создания эффективных лекарственных средств широкого спектра действия в комбинированной терапии смешанных инфекций, могут быть перспективными комплексы Ag(I) с производными 1,2,4-триазола, так как этот класс органических соединений проявляет антимикробные свойства.

Целью настоящей работы явилось исследование комплексообразования серебра(I) с 1,2,4-триазолом, определения термодинамических характеристик, мольных долей образующихся комплексов, а также установления влияния температуры на устойчивость комплексов.

**Экспериментальная часть.** Нитрат серебра получали по методике, описанной в [18]. 1,2,4-триазол синтезировали согласно[19]. Для проведения потенциометрического титрования использовали гальванический элемент с переносом, где в качестве индикаторного электрода использовали пластинку из серебра, электродом сравнения служил хлорсеребряный. Начальная концентрация нитрата серебра равнялась $1\cdot10^{-4}$ моль/л, а 1,2,4-триазола $2\cdot10^{-2}$ моль/л. Процесс комплексообразования исследовали в водном растворе с ионной силой 0.25моль/л, создаваемой $NaNO_3$ при 288-318К. Концентрация $NaNO_3$ равная 0,25моль/л поддерживает ионную силу практически постоянной на протяжении всей реакции независимо от уменьшения концентрации свободного металла, лиганда и образующихся комплексов. Потенциал системы при потенциометрическом титровании измеряли с помощью компаратора напряжения Р-3003. При каждой температуре потенциометрическое титрования проводили три-четыре раза. Равновесное значение потенциала на индикаторном электроде устанавливалось в течение 7-10 минут. Температуру в ячейке поддерживали постоянной при помощи водяного термостата. Равновесную концентрацию иона серебра определяли по уравнению [20]

$$\lg[Ag^+] = \lg C_{Ag^+} - \frac{\Delta E}{1{,}985\cdot10^{-4}\cdot T}$$

где: $[Ag^+]$ – равновесная концентрация ионов серебра в каждой точке титрования; $\Delta E = E_1 - E_2$; $E_1$ –начальный потенциал системы; $E_2$ – потенциал системы в каждой точке титрования; $C_{Ag^+}$ - концентрация серебра в каждой точке титрования с учётом разбавления. Равновесную концентрацию 1,2,4-триазола определяли по уравнению[20]

$$[L] = C_L - n(C_{Ag^+} - [Ag])$$

где: $C_L$- концентрация 1,2,4-триазола в каждой точке титрования с учётом разбавления; n-количество присоединенных молекул 1,2,4-триазола к иону серебра. Функцию $F_0$ рассчитаны по уравнениям [20]:

$$F_0 = \frac{C_{Ag^+} - [Ag^+]}{[Ag^+] \cdot [L]}$$

**Результаты и их обсуждение.** Проведённые исследования показали, что добавление 1,2,4-триазола к раствору серебра(I) при температуре 298К приводит к уменьшению потенциала индикаторного электрода на 144мВ (табл.1.). Такая же тенденция наблюдается при исследовании комплексообразования серебра(I) с 1,2,4-триазолом и при других температурах. Для определения количества частиц, образующихся при действии серебра(I) с 1,2,4-триазолом нами был использован метод, предложенный Яцимирским, основные положении которой изложены в работе [21]. На рис.1 представлена зависимость ΔE от -lg[L] для 1,2,4-триазольных комплексов серебра(I) при температурах 288-318К. Формы кривых, представленных на рис.1. свидетельствуют в пользу ступенчатого комплексообразования между серебром(I) и 1,2,4-триазолом.

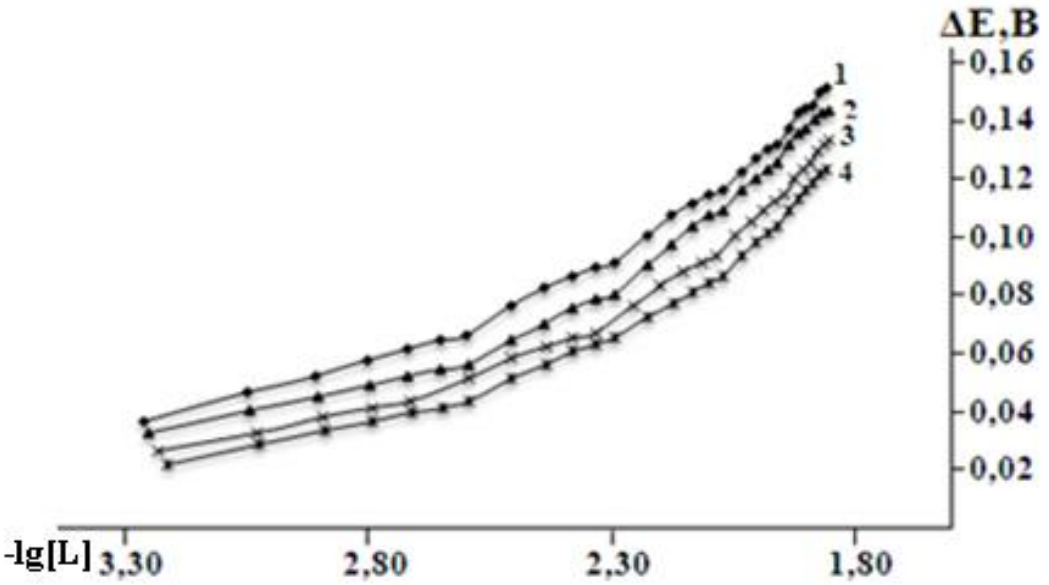



Рис.1. Зависимость ΔE от – lg[L] для 1,2,4-триазольных комплексов серебра (I) при ионной силе раствора 0,25моль/л: 1-288К, 2-298К, 3-308К и 4-318К

Угол наклона зависимости ΔE от - lg[L] в интервале температур 288-318К при избытке 1,2,4-триазола изменяется от 0,169 до 0,178В·моль/л, что соответствует максимально присоединению трёх молекул 1,2,4-триазола к иону серебра [21]. В связи с тем, что в системе серебро(I)-1,2,4-триазол-$H_2O$ протекает ступенчатое комплексообразование, общие константы устойчивости образующихся комплексов определяли нелинейным методом наименьших квадратов с использованием программы MS Excel-2010 [22]

**Таблица 1. Данные по определению равновесной концентрации серебра (I), 1,2,4-триазола и функции $F_0$ при 298К; $C_L=2\cdot10^{-2}$моль/л; $C_{Ag^+}=1\cdot10^{-4}$моль/л**

| ΔE,B | $C_L\cdot10^{-3}$ | $[Ag]\cdot10^{-5}$ | $[L]\cdot10^{-3}$ | $F_0$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 3 | 5 |
| 0,033 | 0,76923 | 2,66169 | 0,56062 | 4660,042 |
| 0,041 | 1,13208 | 1,91275 | 0,90644 | 4338,013 |
| 0,046 | 1,48148 | 1,54534 | 1,25006 | 3993,182 |
| 0,050 | 1,81818 | 1,29849 | 1,58441 | 3787,588 |
| 0,053 | 2,14286 | 1,13476 | 1,90904 | 3597,721 |
| 0,055 | 2,45614 | 1,03136 | 2,22392 | 3374,736 |
| 0,057 | 2,75862 | 0,93767 | 2,52813 | 3240,999 |
| 0,065 | 3,33333 | 0,66390 | 3,10325 | 3722,571 |
| 0,071 | 3,87097 | 0,50867 | 3,64429 | 4075,926 |
| 0,076 | 4,37500 | 0,40563 | 4,15279 | 4396,992 |
| 0,079 | 4,84848 | 0,34999 | 4,63171 | 4457,360 |
| 0,081 | 5,29412 | 0,31426 | 5,08295 | 4406,380 |
| 0,091 | 6,11111 | 0,20111 | 5,90881 | 5674,642 |
| 0,098 | 6,84211 | 0,14508 | 6,64909 | 6669,260 |
| 0,104 | 7,50000 | 0,10912 | 7,31577 | 7691,912 |
| 0,108 | 8,09524 | 0,08894 | 7,91933 | 8323,968 |
| 0,110 | 8,63636 | 0,07854 | 8,46826 | 8424,117 |
| 0,117 | 9,36170 | 0,05599 | 9,20380 | 10212,309 |
| 0,121 | 10,00000 | 0,04504 | 9,85135 | 11165,407 |
| 0,124 | 10,56604 | 0,03781 | 10,42566 | 11868,930 |
| 0,126 | 11,07143 | 0,03310 | 10,93849 | 12235,652 |
| 0,132 | 11,66667 | 0,02446 | 11,542406 | 14668,430 |
| 0,136 | 12,18750 | 0,01962 | 12,07090 | 16402,988 |
| 0,138 | 12,64706 | 0,01709 | 12,53727 | 17077,736 |
| 0,141 | 13,15068 | 0,01416 | 13,04837 | 18450,608 |
| 0,143 | 13,58974 | 0,01226 | 13,49395 | 19291,647 |
| 0,144 | 13,97590 | 0,01108 | 13,88587 | 19494,065 |

В табл.2 представлены величины общих констант устойчивости, найденные нелинейным методом наименьших квадратов.

**Таблица 2. Значения общих констант устойчивости 1,2,4-триазольных комплексов Ag(I), рассчитанные нелинейнным методом наименьших квадратов при 288-318К. I=0,25моль/л**

| T,K | $lg\beta_1$ ($[AgL]^+$) | $lg\beta_2$ ($[AgL_2]^+$) | $lg\beta_3$ ($[AgL_3]^+$) |
|---|---|---|---|
| 288 | 3.60±0.09 | 5.62±0,095 | 7.86±0,13 |
| 298 | 3.43±0,12 | 5.44±0,046 | 7.63±0,14 |
| 308 | 3.26±0,08 | 5.24±0,064 | 7.40±0,046 |
| 318 | 3.15±0,07 | 5.12±0.12 | 7.15±0,16 |

С целью контроля правильности полученных значений проведено сопоставление величин $\Delta E_{рассч.}$, рассчитанных по уравнению

$$\Delta E_{рассч} = 2{,}3RT/Flg\,(1+ \beta_1[L]+ \beta_2[L]^2+ \beta_3[L]^3),$$

с экспериментальными данными $\Delta E_{эксп.}$, которое дало удовлетворительное совпадение (рис.2.)

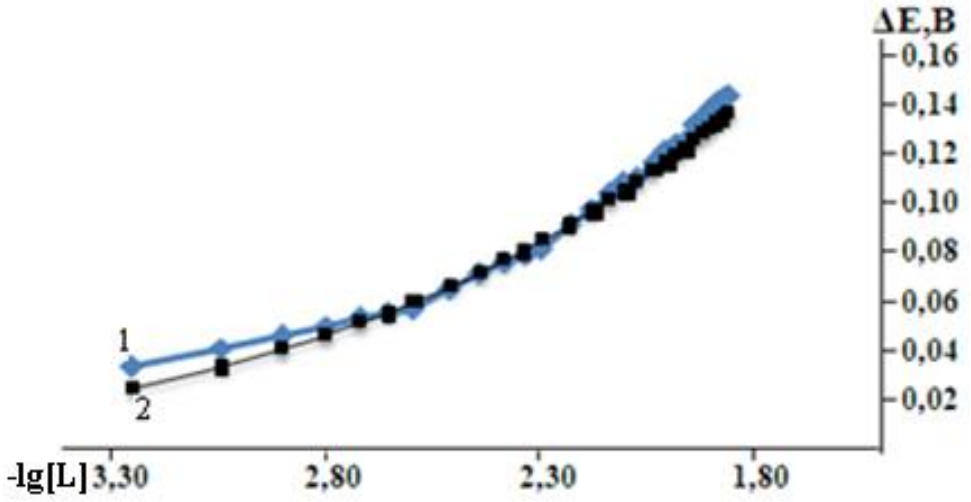



Рис.2. Зависимость ΔE от – lg[L] для 1,2,4-триазольных комплексов серебра(I): 1-$\Delta E_{эксп}$; 2-$\Delta E_{рассч}$.

Сравнение процесса комплексообразования Ag(I) с 1,2,4-триазолом и имидазолом [23], показало, что в системе Ag(I)- имидазол образуются две комплексные формы, а в системе Ag(I)-1,2,4-триазол три. Общая константа устойчивости $lg\beta_2$ для имидазольного комплекса оказалась равной 6,93 лог.ед, а для триазольного комплекса 5.44 лог.ед. Сопоставление наших данных с данными работы [24], в котором был изучен процесс комплексообразования Ag(I) с имидазолинтион-2 показало, что в этой системе образуются три комплексные частицы. При этом логарифм общей константы устойчивости $lg\beta_3$ для имидазолинтионных комплексов серебра(I) равен 13,47 лог.ед.

Пространственные затруднения в процессе комплексообразования при приближении второго лиганда могут быть оценены отношением ступенчатых констант устойчивости $k_1$:$k_2$ (устойчивость первой комплексной частицы в 26 раз больше, чем второй). При возрастании температуры ступенчатые константы 1,2,4-триазольных комплексов Ag(I) уменьшается, что свидетельствует в пользу экзотермичности процесса комплексообразования.

С использованием графического метода температурного коэффициента были рассчитаны величины ΔH, ΔS реакций образования комплексов серебра(I) с 1,2,4-триазолом (табл.4)[25]. Величину ΔG определяли по уравнению ΔG=ΔH-TΔS.

**Таблица 3. Значения термодинамических функций процесса образования 1,2,4-триазольных комплексов серебра(I)**

| Реаксия образования комплексов | ΔH,кДж/моль | ΔG,кДж/моль | ΔS,Дж/(моль·К) |
|---|---|---|---|
| $Ag^+ + L = [AgL]^+$ | -26±5,1 | -19±0,68 | -24±0,99 |
| $[AgL]^+ + L = [AgL_2]^+$ | -29±5,4 | -31±0,26 | 4,0±1,21 |
| $[AgL_2]^+ + L = [AgL_3]^+$ | -41±6,2 | -43±0,80 | 7,0±1,06 |

Отрицательные значения ΔS свидетельствует в пользу уменьшения количества частиц в процессе комплексообразования. Величина ΔG для всех реакций отрицательна и с увеличением количества координированных молекул лиганда становится более отрицательной.

С целью определения области доминирования той или иной комплексной формы в системе $AgNO_3$-1,2,4-триазол-$H_2O$ строили кривые распределения при температурах 288-318К. На рис.3 в качестве примера приведены диаграммы распределения всех комплексных частиц в системе серебро(I) – 1,2,4-триазол-$H_2O$ при 298К.

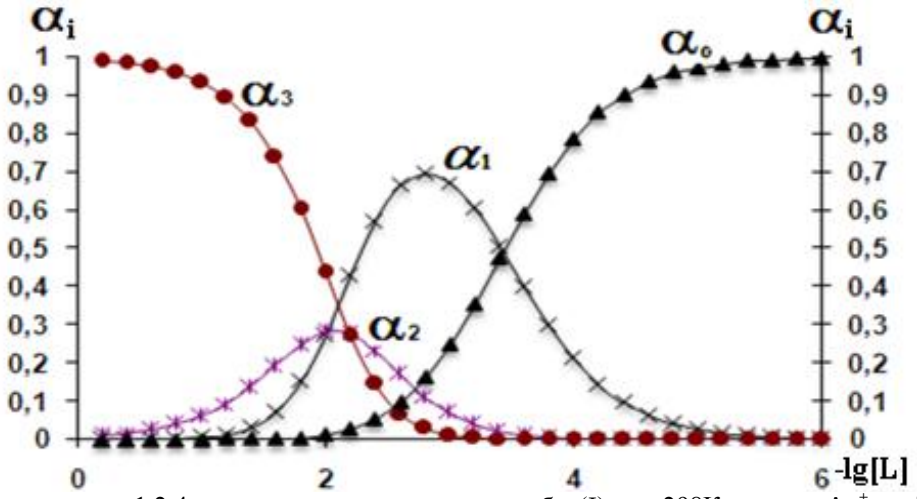


Рис.3. Кривые распределения 1,2,4-триазольных комплексов серебра(I) при 298К, где: $\alpha_0$- $Ag^+$; $\alpha_1$-$[AgL]^+$; $\alpha_2$-$[AgL_2]^+$; $\alpha_3$-$[AgL_3]^+$.

Анализ диаграмм распределения показывает, что в системе серебро(I) – 1,2,4-триазол-$H_2O$ при малых концентрациях 1,2,4-триазола в растворе доминирует монозамещённый комплекс. С увеличением концентрации органического лиганда наблюдается переход монозамещённого комплекса в двух и постепенно в трёхзамещённый комплекс. С возрастанием температуры выход всех комплексных форм уменьшается. Полученные данные о распределении комплексных частиц в зависимости от концентрации органического лиганда использованы нами при синтезе комплексов Ag(I) с 1,2,4-триазолом.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Bosetti M., Massè A., Tobin E. etal.//Biomaterials. 2002. Vol. 23. №3. P. 887.
2. Lansdown A. B.G. Silver in Health Care: Antimicrobial Effects and Safetyin Use. Cambridge, 2010.
3. Казаченко А. С., Леглер Е. В., Перьянова О. В. и др. // Хим.-фарм. журн. 2000. Т. 34. №5. С. 34.
4. Nomiya K., Yokoyama H.//J. Chem. Soc., Dalton Trans. 2002. P. 2483.
5. Nomiya K., Noguchi R., Oda M. // Inorg. Chim. Acta. 2000. Vol. 298. P. 24.
6. Abuskhuna S., Briody J., McCann M. et al. // Polyhedron. 2004. Vol. 23. P. 1249.
7. Nomiya K., Tsuda K., Sudoh T. et al. // J. Inorg. Biochem. 1997. Vol. 68. P. 39.
8. Coyle B., Kinsella P., McCann M.et al.//J. Inorg. Biochem.2004.Vol.98.P. 1361.
9.Nomiya K., Tsuda K., Kasuga N. C. // J. Inorg. Biochem.. 1995. Vol. 58. P. 255.
10. Nomiya K., Noguchi R., Shigeta T.et al.//Bull. Chem. Soc.Jpn.2000.Vol. 73. P. 1143.
11. Nomiya K., Tsuda K., Kasuga N.C. // J. Chem. Soc., Dalton Trans. 2000. P. 2091.
12. Nomiya K., Kondoh Y., Nagano H. et al. // Polyhedron. 1995. Vol. 14. P. 1359.
13. Машковский М. Д. Лекарственные средства: в2 т. М., 2001. Т. 2.
14. Sadler P.J.//Adv. Inorg. Chem. 1991. Vol. 36. P. 1.
15. Melaiye A., Hindi K. M., Durmus S. et al.//J. Med.Chem.2004. Vol. 47. P. 973.
16. Nomiya K., Takahashi S., Noguchi R.//J. Chem. Soc., Dalton Trans. 2000. P. 4369.
17. Н.В. Логинова // Вестник БГУ. Сер.2. 2012. -№3.С 3-15.
18. Карякин Ю.В. – Чистые химические вещества. – М.,1974, 209 с.
19. Синтез органических препаратов.-М.: Мир, 1964 ,С.145.
20. Хартли Ф. Равновесия в растворах / Ф. Хартли, К. Бергес, Р. Олкок. –М.: 1983-360с.
21. Новаковский М.С.Лабораторные работы по химии комплексных соединений. Харьковский университет. 1972. 233с.
22. Интернет ресурсы. Е.И.Капустин. Решение некоторых классов математических задач в программе Excel. Невинномысской химический колледж, г. Невинномысск (exponenta.ru/educat/systemat/Kapustin/014.asp
23. Г.В. Буду, А.П. Тхоряк, Комплексообразование серебра с некоторыми гетероциклическими аминами в водно-этанольных растворах, Журн. неорган. химии., 1980, Т. 25, вып.4. –С .1006–1008.
24. Ю.И. Усатенко, Е.А. Климкович, А.В. Чеботарева. Укр.хим.1964. вып.27, 979 с.
25. Практикум по физической химии, под редакцией засл. Деятеля науки и техники РСФСР, С.В.Горбачева Москва, Высшая школа. 1974. 495с

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА (I) С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 288-318К**

Методом потенциометрического титрования исследован процесс комплексообразование серебра(I) с 1,2,4-триазолом в интервале температур 288-318К и ионной силе 0,25 моль/л. Установлено, что в изученном интервале температур серебро(I) с 1,2,4-триазолом образует три комплексные частицы. Для образующихся комплексных частиц нелинейным методом наименьших квадратов рассчитаны общие константы устойчивости. Показано, что с возрастанием температуры общие константы устойчивости уменьшаются. Рассчитаны термодинамические характеристики реакций образования комплексов и их мольные доли.

**Ключевые слова:** серебро -1,2,4-триазол, комплексообразование – константа устойчивости.

**COMPLEXATION OF SILVER (I) WITH 1,2,4-TRIAZOLE IN THE TEMPERATURE RANGE 288-318K**

The method of potentiometric titration is studied the complexation of silver (I) with 1,2,4-triazole in the temperature range 288-318K, and ionic strength of 0.25 mol / l. It is found that in the temperature range studied silver (I) with 1,2,4-triazole forms three complex particles. To form complex particles nonlinear least squares method calculated the overall stability constants. It is shown that an increase in overall stability constants of the temperature decrease. The thermodynamic characteristics of complex formation reactions and their mole fractions.

**Key words:** silver 1,2,4-triazole, complexation - stability constant.

**Сведения об авторах:** ***Х.Г. Мудинов*** – аспирант кафедры прикладной химии Таджикского национального университета. Телефон: **918-40-99-93**. E-mail: **xairiddin-8887@mail.ru**
***С.М. Сафармамадов*** - доктор химических наук, профессор, проректор по науке Таджикского национального университета. Телефон: **919-02-35-73**. E-mail: **sash65@mail.ru**

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКАТЕЛЬНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА И КРИОЛИТА ИЗ КАОЛИНОВЫХ СИАЛЛИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДЫ И ОТХОДОВ ШЛАМОВЫХ ПОЛЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

***Н. Шерматов, Х.Р. Курбонова, А.Х. Сафиев, Дж.Р. Рузиев***
**Таджикский национальный университет**

Алюминиевая промышленность с каждым годом ощущает всё большую потребность в высококачественном бокситовом сырье, запасы которого ограничены. В то же время мировые запасы низкокачественного алюминиевого сырья - высококремнистых бокситов, каолиновых глин, лейцитов, алунитов, сланцев, нефелинов и др. руд очень велики, однако эффективная технология их переработки отсутствует[1-3].

Спекательный способ получения глинозема и криолита из каолиновых сиаллитов месторождения Зидды и отходов шламовых полей алюминиевого производства является экономически и экологически целесообразным.

Нами, используя экспериментальные данные месторождения Зидды, выведены уравнения связи степени извлечения глинозема из каолиновых сиаллитов, шлама, газоочистки алюминиевого производства, сульфатсодержащих осадков, температуры выщелачивания, продолжительности процесса концентрации щелочи.

Рассмотрим уравнение множественной регрессии вида

$$y=a_0 + a_1x_1 +a_2x_2 + \ldots +a_nx_n \quad , \qquad (1)$$

где $y$ – зависимая переменная, $x_1,x_2, \ldots, x_n$ – независимые переменные, $a_0,a_1,\ldots,a_n$ – являются коэффициентами уравнения. Уравнение (1) используется для описания зависимости процессов ($y$) от ряда факторов $x_1,x_2, \ldots, x_n$ [4].

Для вычисления коэффициентов $a_0$ ,$a_1$, ...,$a_n$ используется метод наименьших квадратов (имеются и другие методы), т.е. решается задача минимизации функции многих переменных:

$$F(a_0, a_1, \ldots, a_n) = \sum_{i=1}^{n} (a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \ldots + a_nx_n - y_i)^2 \rightarrow min.$$

Вычисляя производные функции $F$ по $a_i$ ($i=\overline{0,n}$), приравнивая их к нулю и выполняя некоторые математические операции, получим следующую систему (2):

$$\left.\begin{aligned} &a_0N + a_1\sum x_1 + a_2\sum x_2 + \ldots + a_n\sum x_n = \sum y, \\ &a_0\sum x_1 + a_1\sum x_1^2 + a_2\sum x_1x_2 + \ldots + a_n\sum x_1x_n = \sum x_1y, \\ &a_0\sum x_2 + a_1\sum x_1x_2 + a_2\sum x_2^2 + \ldots + a_n\sum x_2x_n = \sum x_2y, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &a_0\sum x_n + a_1\sum x_1x_n + a_2\sum x_2x_n + \ldots + a_n\sum x_n^2 = \sum x_ny. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Имеем $n$+1 уравнений с $n$+1 неизвестными $a_0$,$a_1$, …, $a_n$. Решая систему (2) с помощью, например, метода Гаусса, находим значение $a_0$,$a_1$, …, $a_n$.

В табл.1 приведены опытные данные зависимости степени извлечения глинозема (α,%) из каолиновых сиаллитов ($x_1$, $m_{каол.сиал.}$), шлама газоочистки алюминиевого производства ($x_2$, $m_{шлам.\ газооч.}$) и сульфатсодержащих осадок ($x_3$, $m_{суль.осадок}$).

**Таблица 1. Зависимость степени извлечения глинозема от соотношения шихты (при оптимальном режиме спекание шихты)**

| № | Соотношение компонентов | | | Степень извлечения глинозема, $\alpha$ |
|---|---|---|---|---|
| | Каолиновых сиаллитов, $m_{каол.сиал.}$ | Шлам газоочистки алюминиевого производства, $m_{шлам.\ газооч.}$ | Сульфатсодержащих осадков $m_{суль.осадок}$ | |
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | y |
| 1 | 2,6 | 5,0 | 2,0 | 57,3 |
| 2 | 2,8 | 5,0 | 2,0 | 75,9 |
| 3 | *3,0* | 5,0 | 2,0 | 81,9% |
| 4 | 3,2 | 5,0 | 2,0 | 72,6 |
| 5 | 3,4 | 5,0 | 2,0 | 45,2 |
| 6 | *3,0* | 4,4 | 2,0 | 33,7 |
| 7 | 3,0 | 4,6 | 2,0 | 62,9 |
| 8 | 3,0 | *4,8* | 2,0 | 76,8 |
| 9 | 3,0 | 5,2 | 2,0 | 44,9 |
| 10 | 3,0 | 5,0 | 1,6 | 57,2 |
| 11 | 3,0 | 5,0 | 1,8 | 74,5 |
| 12 | 3,0 | 5,0 | 2,2 | 78,7 |
| 13 | 3,0 | 5,0 | 2,4 | 72,1 |
| 14 | 3,0 | 5,0 | 2,6 | 61,8 |

Для составления уравнения системы (2) производим дополнительные расчеты, используя данные табл.1:

$\sum x_1 = 42;\ \sum x_2 = 69;\ \sum x_3 = 28{,}6;\ \sum y = 895{,}5;$

$\sum x_1^2 = 126{,}4;\ \sum x_2^2 = 340{,}6;\ \sum x_3^2 = 59{,}18;\ \sum x_1x_2 = 207;$

$\sum x_1x_3 = 85{,}8;\ \sum x_2x_3 = 141;\ \sum x_1y = 2681;\ \sum x_2y = 4425{,}74;$

$\sum x_3y = 1834{,}88.$

Имеем:

$$\left.\begin{aligned} 14a_0 + 42a_1 + 69a_2 + 28{,}6a_3 &= 895{,}5, \\ 42a_0 + 126{,}4a_1 + 207a_2 + 85{,}8a_3 &= 2681, \\ 69a_0 + 207a_1 + 340{,}6a_2 + 141a_3 &= 4425{,}74, \\ 28{,}6a_0 + 85{,}8a_1 + 141a_2 + 59{,}18a_3 &= 1834{,}88. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Решая систему (3) методом обратной матрицы, находим коэффициенты $a_0$, $a_1$, $a_2$ и $a_3$: $a_0 = -18{,}4573$; $a_1 = -13{,}75$; $a_2 = 22{,}60194$; $a_3 = 6{,}009359$.

Таким образом, уравнение связи выражается в виде

$$\alpha = -18{,}4573 - 13{,}75\, x_1 + 22{,}60194 x_2 + 6{,}009359 x_3. \quad (4)$$

В табл.2 приведены данные зависимости степени извлечения глинозема (α,%) от температуры выщелачивания ($x_1$, $^0$C) и продолжительности процесса ($x_2$, мин.). Аналогичным образом выведено уравнение вида

$$\alpha = -6{,}2991 + 0{,}537359 x_1 + 0{,}300001 x_2. \quad (5)$$

**Таблица 2. Зависимость степень извлечения глинозема от температуры и продолжительности процесса (при оптимальном спеки)**

| № | Температура выщелачивания | Продолжительности процесса | Степень извлечения глинозема, $\alpha$ |
|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $x_2$ | y |
| 1 | 30 | 120 | 36,1 |
| 2 | 40 | 120 | 48,6 |
| 3 | 60 | 120 | 80,3 |
| 4 | 80 | 120 | 81,5 |
| 5 | *95* | 120 | 82,4% |
| 6 | 95 | 60 | 59,7 |
| 7 | 95 | 90 | 68,9 |
| 8 | 95 | *120* | 79,1 |
| 9 | 95 | 150 | 80,8 |

Нами также установлена связь степени извлечения глинозема (α,%) от концентрации щелочи ($x_1$, г/л) и соотношения твердой к жидкому ($x_2$, Т:Ж) (опытные данные приведены в табл.3) вида

$$\alpha = 16{,}24136 + 0{,}665833 x_1 + 48{,}1305 x_2. \quad (6)$$

**Таблица 3. Зависимость степени извлечения глинозема от концентрации щелочи и соотношения твердой к жидкому (при оптимальном режиме выщелачивания)**

| № | Концентрации щелочи, г/л | Соотношение твердой к жидкому | Степень извлечения глинозема, $\alpha$ |
|---|---|---|---|
| | $x_2$ | $x_2$ | y |
| 1 | 40 | 1:4 | 17,8 |
| 2 | 60 | 1:4 | 54,8 |
| 3 | 80 | 1:4 | 73,1 |
| 4 | *100* | 1:4 | 82,1% |
| 5 | *120* | 1:4 | 81,9 |
| 6 | 100 | 1:3 | 53,2 |
| 7 | 100 | 1:4 | 72,6 |
| 8 | 100 | *1:6* | 74,9 |
| 9 | 100 | 1:7 | 65,3 |

Для нахождения процентного отклонения вычисленных значений от экспериментальных данных, воспользуемся выражением

$$(\alpha_{выч.} - \alpha_э) \cdot \frac{100\%}{\alpha_э}$$

**Таблица 4. К примеру, в табл.4. приведены эти расчеты для уравнения (5)**

| № п/п | $x_1$ | $x_2$ | $\alpha_э$ | $\alpha_{выч.}$ | процентное отклонение |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30 | 120 | 36,1 | 45,82 | +26,92 |
| 2 | 40 | 120 | 48,6 | 51,2 | +5,35 |
| 3 | 60 | 120 | 80,3 | 61,94 | -22,53 |
| 4 | 80 | 120 | 81,5 | 72,69 | -10,81 |
| 5 | 95 | 120 | 82,4 | 80,75 | -2,0 |
| 6 | 95 | 60 | 59,7 | 62,75 | +5,11 |
| 7 | 95 | 90 | 68,9 | 71,75 | +4,14 |
| 8 | 95 | 120 | 79,1 | 80,75 | +2,08 |
| 9 | 95 | 150 | 80,8 | 89,75 | +11,08 |

Среднее процентное отклонение ($C_{по}$) равно

$$C_{по} = \frac{1}{9}(26{,}92 + 5{,}35 + |-22{,}53| + |-10{,}81| + |-2{,}0| + 5{,}11 + 4{,}14 + 2{,}08 + 11{,}08) = \frac{1}{9} \cdot 90{,}02 = 10\%.$$

Используя экспериментальные данные совместного получения глинозема и криолита из каолиновых сиаллитов месторождения Зидды и отходов шламовых полей алюминиевого производства, выведены уравнения связи степени извлечения полезных компонентов из технологических параметров спеканий шихты.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Сафиев Х.С. Физико-химические основы комплексной переработки низкокачественного алюминийсодержащего сырья: дис… д-ра хим. наук / Х.С. Сафиев. - Душанбе, 1997.
2. Физико-химические и технологические основы получения криолит-глинозёмного концентрата из местных сырьевых материалов и отходов алюминиевого производства / У.М. Мирсаидов, Х.С. Сафиев, Б.С. Азизов [и др.]// Изв. АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических и геологических наук. –Душанбе, 2001. -№1. –С.133-141.
3. Кинетика процесса спекания производства криолит-глинозёмной смеси из отходов ТадАЗа и местного минерального сырья / Х.С. Сафиев, Б.С. Азизов, Д.Р. Рузиев [и др.]// Международная научно-практическая конференция «Производство. Технология. Экология»: Сб. трудов. -М., 2000. –С.764-766.
4. Амонуллоев А. Омори математикї (Математическая статистика) / А. Амонуллоев, Н. Шерматов. - Душанбе: Сино, 2014. -624 с.


**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКАТЕЛЬНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА И КРИОЛИТА ИЗ КАОЛИНОВЫХ СИАЛЛИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДЫ И ОТХОДОВ ШЛАМОВЫХ ПОЛЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**


В данной работе изучена связь между степенью извлечения глинозема из ряда факторов, таких как температура выщелачивания, продолжительность процесса и др. Пользуясь методом наименьших квадратов, выведены ряд уравнений связи между искомым показателем (α) и рассматриваемыми факторами.



**Ключевые слова:** шлам газоочистки, сульфатсодержащий осадок, спекание, каолиновый сиаллит, криолит, метод наименьших квадратов, обратная матрица, регрессия.


**MATHEMATICAL MODELING SPEKATELNYE METHOD OF PRODUCING ALUMINA AND CRYOLITE FROM KAOLIN DEPOSITS OF SILLITO SIDDY FIELDS AND WASTE SLUDGE FROM ALUMINUM PRODUCTION**


This paper examines the relationship between the degree of extraction of alumina from a number of factors, such as temperature of leaching, the duration of the process, etc. Using the method of least squares, derived a number of equations of the connection between the required rate (α) and the considered factors.



**Key words:** sludge of gas cleaning, sulphate as precipitate, sintering, sialic kaolin, cryolite, least squares method, the inverse matrix, regression.



**Сведения об авторах:** ***Н. Шерматов*** – доктор технических наук, профессор кафедры вычислительной математики и механики Таджикского национального университета. E-mail: **n.shermatov@mail.ru**

***Х.Р. Курбонова*** - старшая лаборантка кафедры прикладной химии Таджикского национального

университета. Телефон**: 917-01-36-32**
***А.Х. Сафиев*** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник НИИ Таджикского национального университета. Телефон: **(+992 37) 224-26-00, 935-05-42-15**
***Дж.Р. Рузиев*** – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной химии Таджикского национального университета. Телефон: **951-35-32-81**

# КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЗОЛОТА(III) С 1-ФУРФУРИЛИДЕНАМИНО-1,3,4-ТРИАЗОЛОМ

***С.М. Сафармамадов, Д.А. Мубораккадамов, К.С. Мабаткадамова***
**Научно - исследовательский институт Таджикского национального университета**

Производные 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазола и их комплексы с переходными металлами нашли широкое применение в медицинской практике, промышленности и технике. Среди них найдены вещества, обладающие высокой антибактериальной активностью (фуразоал, фуракрилин, 1-(2-фурфурилиденамино)-1,3,4-триазол, 1-(5-метил-2-фурфурилиденамино)-1,3,4-триазол, а так же комплексы 1-(5-нитро-2-фурфурилиденамино)-1,3,4-триазола с Cu (II), Co (II) и Pt(II))[1]. Координационные соединения рения (V) с 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазолом существенно ускоряют процесс термообработки ряда связующих фенолформальдегидного и эпоксифенольного типов и рекомендованы в качестве ускорителя процесса отверждения полимерных материалов [2]. Вместе с тем процесс комплексообразования золота (III) с производными 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазолом остаётся неизученным.

Целью настоящей работы явилось исследование процесса комплексообразования Au(III) с 1-фурфурилиденамино-1,3,4-триазолом, определение состава образующихся комплексов и их констант устойчивости.

**Экспериментальная часть.** Раствор $H[AuCl_4]$ готовили растворением золота (99,99%) в царской водке, по методике, описанной в [3]. Золото в составе $H[AuCl_4]$ определяли весовым методом, хлорид ион-методом Мора. 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазол синтезировали согласно[4]. Начальная концентрация $C_{Au^{3+}}$ была равна $1{,}77\cdot10^{-6}$моль/л, концентрация 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола - $1\cdot10^{-3}$моль/л. Для исследования коомплексообразования использовали гальванический элемент без переноса. В качестве индикаторного электрода применяли золотой электрод. Электродом сравнения служил хлорсеребрянный электрод. Процесс комплексообразования исследовали в водном растворе с ионной силой 0,1 моль/л, создаваемой $NaNO_3$. Потенциал системы при потенциометрическом титровании измеряли с помощью $_{P}$H-метра марки $_{P}$H-150МИ. Равновесное значение потенциала на индикаторном электроде устанавливалось в течение 10-15 мин. Температуру в ячейке поддерживали постоянной при помощи водяного термостата ($\pm0{,}5^0$C). Потенциометрическое титрование проводили 3-4 раза. Равновесную концентрацию иона золота определяли по уравнению [5]:

$$\lg[Au^{3+}] = \lg C_{Au^{3+}} - \frac{\Delta E}{1{,}985\cdot10^{-4}\cdot T/n}$$

где: $[Au^{3+}]$ – равновесная концентрация ионов золота в каждой точке титрования; $\Delta E = E_1 - E_2$; $E_1$ –начальный потенциал системы; $E_2$ – потенциал системы в каждой точке титрования; $C_{Au^{3+}}$– концентрация золота в каждой точке титрования с учетом разбавления; n – число электронов, участвующих в электродном процессе. Равновесную концентрацию 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола рассчитывали по уравнению[5]:

$$[L] = C_L - n(C_{Au^{3+}} - [Au^{3+}]),$$

где: $C_L$ - концентрация 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола в каждой точке титрования с учетом разбавления; n–среднее число лигандов, присоединённых ионом золота(III); $C_{Au^{3+}}$– концентрация золота в каждой точке титрования с учетом разбавления; $[Au^{3+}]$ –

равновесная концентрация ионов золота в каждой точке титрования. Функцию $F^0$ рассчитывали по уравнению[5]:

$$F^0 = \frac{C_{Au^{3+}} - [Au^{3+}]}{[L] \cdot [Au^{3+}]},$$

**Результаты и их обсуждение.** Для определения количества частиц, образующихся при действии золота (III) с 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом нами был использован графический метод, предложенный Яцимирским, основные положения которого изложены в работе [6]. На рисунке 1 представлена зависимость ΔE от $-\lg C_L$ при 308К, характер которой свидетельствует о ступенчатом комплексообразовании между ионом золота(III) и 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом. Угол наклона зависимости ΔE от –lg[L] при избытке 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола в растворе равняется 0,061 В·л·моль$^{-1}$, что свидетельствует о присоединении трех молекул 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола к иону золота (III).

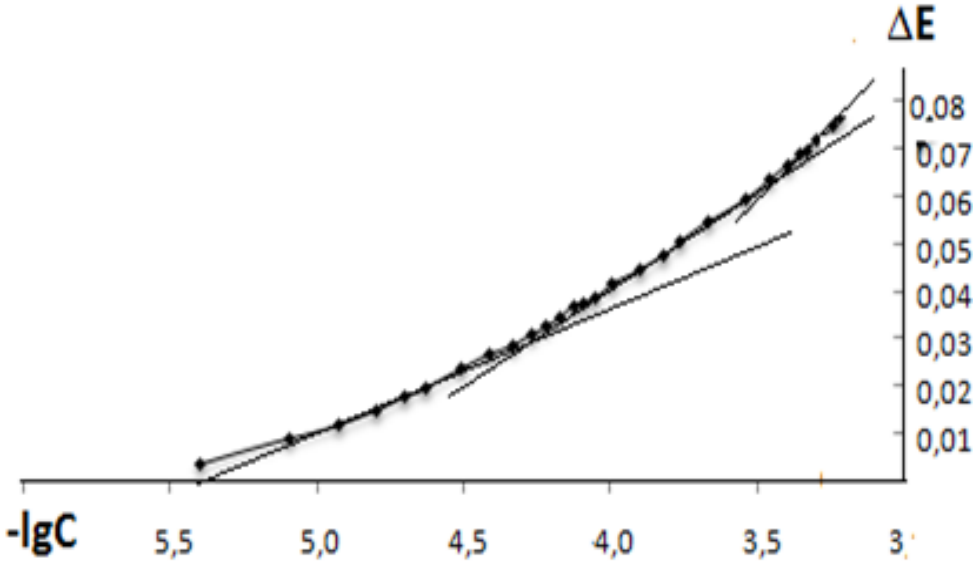



Рис.1. Зависимость ΔE от $-\lg C_L$ для 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолных комплексов золота (III) при 308 К. I= 0.1моль/л.

На кривой зависимости ΔE от $-\lg C_L$ найдены углы наклона, равные 0,022, 0,042 и 0,061 В·л·моль$^{-1}$, соответствующие последовательному образованию трех комплексных частиц состава $[AuL]^{3+}$; $[AuL_2]^{3+}$ и $[AuL_3]^{3+}$. Для определения общих констант устойчивости комплексов золота (III) с 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом по данным потенциометрического титрования использовали методику, предложенную Фридманом, и нелинейный метод наименьших квадратов, основные положения которых изложены в работах [7,8]. В табл. 1 в качестве примера представлены данные по определению равновесной концентрации ионов золота (III), 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола, функция Ледена (lgφ) и функция $\bar{Г}^0$ при 308 К.

**Таблица 1. Данные по определению равновесной концентрации ионов золота (III), 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола при 308 К; $C_L$=1·10$^{-3}$ моль/л; $C_{Au}^{3+}$=1,77·10$^{-6}$ моль/л**

| ΔE | lg[Au] | lg[L] | lgφ | $F^0$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4,00 | -5,94 | -5,68 | 0,19 | 275071,327 |
| 9,00 | -6,19 | -5,33 | 0,43 | 382705,654 |
| 15,00 | -6,49 | -4,93 | 0,73 | 383819,580 |
| 18,00 | -6,64 | -4,82 | 0,87 | 436202,087 |
| 20,00 | -6,73 | -4,72 | 0,97 | 451934,088 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 24,00 | -6,93 | -4,58 | 1,17 | 530158,303 |
| 27,00 | -7,08 | -4,47 | 1,31 | 591542,701 |
| 29,00 | -7,18 | -4,38 | 1,41 | 614380,130 |
| 31,00 | -7,29 | -4,31 | 1,51 | 659229,408 |
| 33,00 | -7,39 | -4,25 | 1,61 | 723773,731 |
| 35,00 | -7,49 | -4,20 | 1,71 | 808309,339 |
| 37,00 | -7,59 | -4,15 | 1,80 | 914711,356 |
| 38,00 | -7,64 | -4,11 | 1,85 | 933246,438 |
| 39,00 | -7,69 | -4,08 | 1,90 | 960881,458 |
| 42,00 | -7,85 | -4,01 | 2,05 | 1166037,701 |
| 45,00 | -8,00 | -3,91 | 2,19 | 1296990,222 |
| 48,00 | -8,16 | -3,83 | 2,34 | 1521308,490 |
| 51,00 | -8,32 | -3,77 | 2,49 | 1847003,219 |
| 55,00 | -8,54 | -3,67 | 2,68 | 2321364,422 |
| 60,00 | -8,83 | -3,54 | 2,93 | 3033254,486 |
| 64,00 | -9,06 | -3,46 | 3,12 | 3922898,811 |
| 67,00 | -9,24 | -3,40 | 3,27 | 4787798,164 |
| 69,00 | -9,37 | -3,36 | 3,37 | 5398570,150 |
| 70,00 | -9,44 | -3,33 | 3,42 | 5696213,713 |
| 72,00 | -9,57 | -3,30 | 3,51 | 6641583,962 |
| 73,00 | -9,64 | -3,27 | 3,56 | 7006985,011 |
| 75,00 | -9,78 | -3,24 | 3,66 | 8149292,237 |
| 77,00 | -9,91 | -3,22 | 3,76 | 9627893,786 |
| 78,00 | -10,00 | -3,19 | 3,81 | 10277484,514 |

Для определения общих констант устойчивости по методике Фридмана строилась зависимость функции Ледена (lgφ) от логарифма равновесной концентрации 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола (рис.2.). К экспериментальным кривым lgφ от -lg[L] приводились касательные с тангенсом угла наклона, равные предполагаемому числу координированных молекул 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола. Касательные продолжались до пересечения с осью ординат, что давало возможность определить общие константы устойчивости образующихся комплексов.

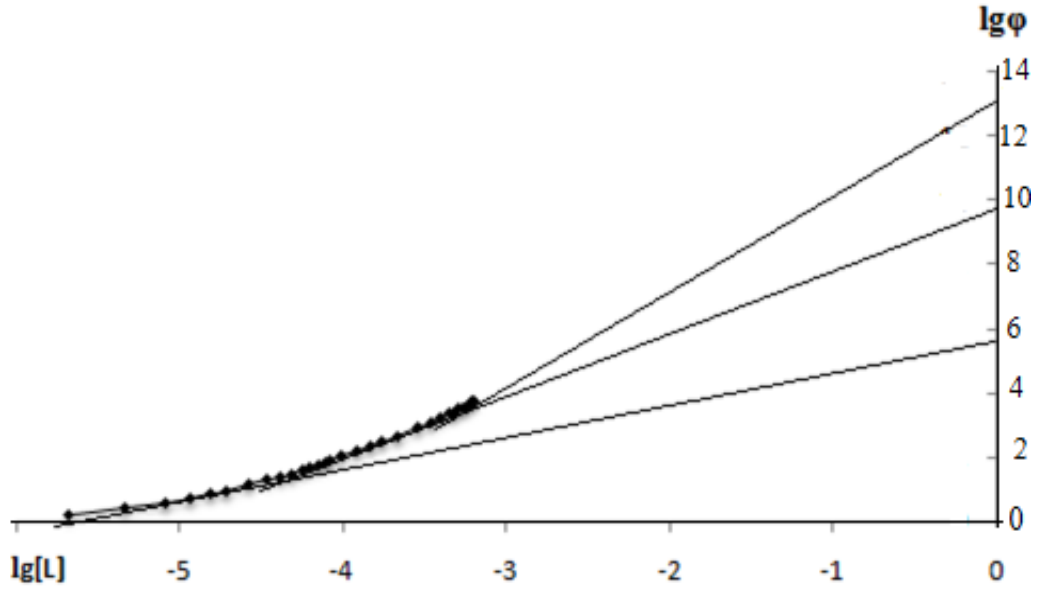



Рис. 2. Зависимость lg φ от –lg [L] для определения общих констант $\beta_1$; $\beta_2$; и $\beta_3$, в системе $Au^{3+}$–1-фурфурилденамино-1,3,4-триазол–$H_2O$ при 308 К. I= 0,1моль/л.

Определенные методом Фридмана величины общих констант устойчивости для $[AuL]^{3+}$, $[AuL_2]^{3+}$ и $[AuL_3]^{3+}$ при температуре 308К были следующими: lg $\beta_1$=5,72±0,07, lg $\beta_2$=9,77±0,03 и lg $\beta_3$=13,28±0,09. Обработка данных потенциометрического титрования с использованием нелинейного метода наименьших квадратов дала следующие значения общих констант устойчивости: lg $\beta_1$= 5,56±0,03; lg $\beta_2$= 9,72±0,03 и lg $\beta_3$= 13,26± 0,05. Полученные двумя независимыми методами величины констант устойчивости дают удовлетворительное совпадение. Для дальнейших расчётов нами были использованы усредненные значения общих констант устойчивости.

Проведение исследования показали, что возрастание молекул 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола во внутренней сфере комплекса приводит к уменьшению констант устойчивости, о чём свидетельствуют ступенчатые константы устойчивости комплексов ($K_1=4,89\cdot10^5$; $K_2=1,38\cdot10^4$; $K_3=2,95\cdot10^3$). Влияние стерического фактора не устойчивость комплексов определяется разностью устойчивости моно- и двухзамещеного комплекса.

Сравнение процесса комплексообразования Au(III) 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом при 308К и 298К [9] показало, что при обоих температурах образуются три комплексные формы. Однако с возрастание температуры устойчивость комплексов уменьшается. Если при 298К величина $K_1=7,94\cdot10^5$, $K_2=1,54\cdot10^4$, $K_3=5,12\cdot10^3$, то при 308К они составляют $K_1=4,89\cdot10^5$, $K_2=1,38\cdot10^4$, $K_3=2,95\cdot10^3$ соответственно.

С целью контроля правильности полученных значений констант устойчивости проведено сопоставление величин $\Delta E_{теор.}$, рассчитанных по уравнению

$$\Delta E_{теор} = 2,3RT/nF \lg (1+ \beta_1[L]+ \beta_2[L]^2+ \beta_3[L]^3),$$

с экспериментальными данными ($\Delta E_{эксп}$) рис.3. Как видно из рис.3, расчетные и экспериментально найденные величины ΔE дают удовлетворительное совпадение.

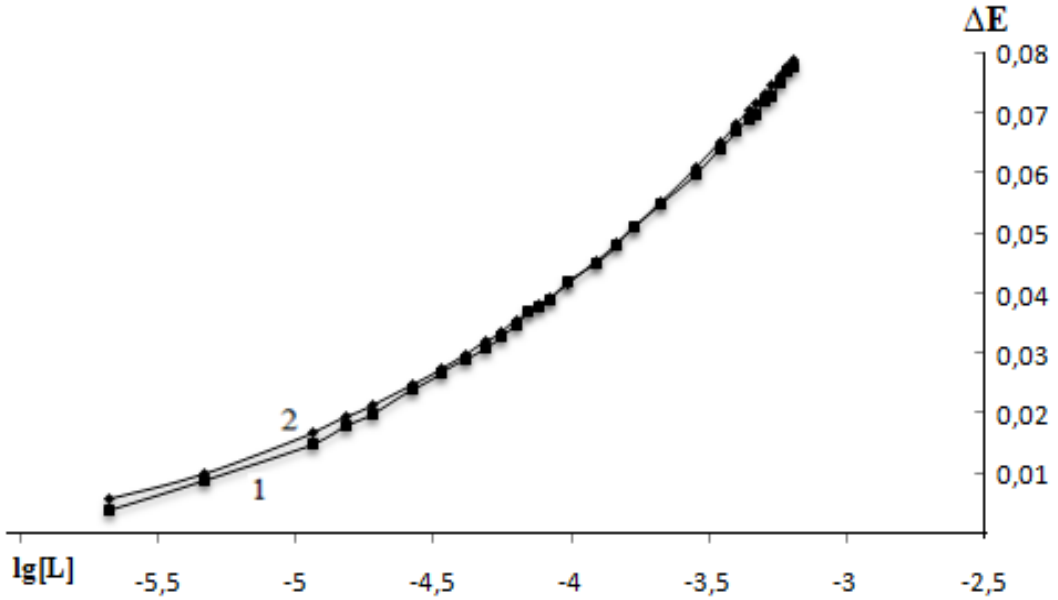



Рис.3 Зависимость ΔE от -lg[L] для 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолных комплексов золота (III): 1-$\Delta E_{эксп}$; 2-$\Delta E_{теор}$

Усредненные значения общих констант устойчивости комплексов золота (III) с 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом были нами использованы для расчета кривых распределений всех комплексных форм (рис.4), образующихся в системе золота(III)-1-фурфурилденамино-1,3,4-триазол-$H_2O$, при температуре 308К, что позволило определить области доминирования той или иной комплексной частицы.

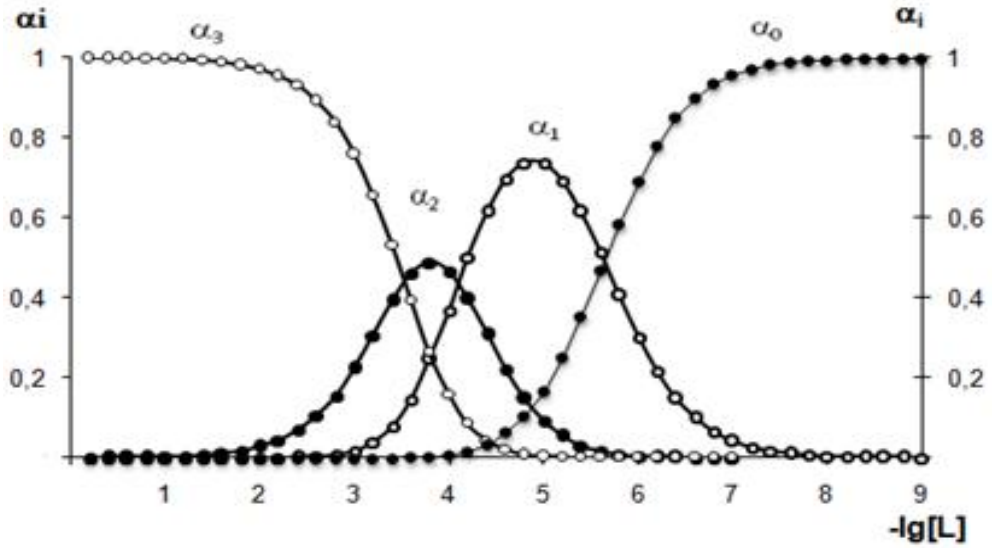



Рис.4. Кривые распределения 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолных комплексов Au (III) при 308К, где $\alpha_0$-$[Au]^{3+}$, $\alpha_1$-$[AuL]^{3+}$; $\alpha_2$-$[AuL_2]^{3+}$; $\alpha_3$-$[AuL_3]^{3+}$

Анализ диаграмм распределения показывает, что при взаимодействии золота (III) с 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолом в пределах концентрации 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазола, равной $1{,}0\cdot10^{-8}$-$1{,}0\cdot10^{-4}$моль/л, в основном образуется и накапливается монозамещённый комплекс. С увеличением концентрации органического лиганда наблюдается переход монозамещённого комплекса в двух- и постепенно в трёхзамещённый комплекс.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Бородулин В.Б. Биохимические основы антибактериального действия комплексов переходных металлов: автореферат дис…док.мед.наук / В.Б. Бородулин. -Саратов, 1996. – 42 с.
2. Синтез комплексного соединения рения (V) с 1-фурфурилиден-амино-1,2,4-триазолом и исследования его влияния на свойства процесса отвержения связующих фенольного и эпоксидного типов / Н.А. Вербицкая, А.А. Аминджанов, Т.М. Бондаревская [и др.]// Координационные соединения и аспекты их применения. -Душанбе, 1991. – Ч. 2. – С. 99–102.
3. Карякин Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, И.И. Ангелов. – М., 1974. - 209 с.
4. Пономарев А.А. Синтезы и реакции фурановых веществ / А.А. Пономарев. Изд. Саратовского университета. 1960. -243 с.
5. Хартли Ф. Равновесия в растворах / Ф. Хартли, К. Бергес, Р. Олкок. – М.: Мир, 365 с.
6. Новаковский М.С. Лабораторные работы по химии комплексных соединений / М.С. Новаковский. – Харьковский университет, 1972. -217 с.
7. Фридман Я.Д. Изучение равновесий в растворах гетерогенных комплексных соединений металлов / Я.Д. Фридман, Дж.С. Сарбаев, Р.И. Сорочан // Журн. неорган. Химии. - 1960. -т.5. -вып.4. -С.790-804.
8. Интернет ресурсы. Е.И. Капустин. Решение некоторых классов математических задач в программе Excel. Невинномысский химический колледж, г. Невинномыск (exponenta.ru/educat/systemat/Kapustin/ 014.asp).
9. Материалы Республиканской научно теоретической конференции профессорского – преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию Мир Сайида Али Хамадони», «Году семьи» и программе «Вода для жизни» на 2005-2015 годы. –Душанбе: Сино, 2015. -575 с.


**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЗОЛОТА(III) С 1-ФУРФУРИЛИДЕНАМИНО-1,3,4-ТРИАЗОЛА ПРИ 308 К**


Методом потенциометрического титрования изучен процесс комплексообразования в системе золото(III)-1-фурфурилденамино-1,3,4-триазол-$H_2O$ при температуре 308К. Показано, что в этой системе образуются три комплексные частицы состава $[AuL]^{3+}$;$[AuL_2]^{3+}$ и $[AuL_3]^{3+}$. Оценены значения общих констант устойчивости 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазолных комплексов Au(III) и установлено, что с возрастанием температуры устойчивость комплексов уменьшается.



**Ключевые слова:** золото(III), 1-фурфурилденамино-1,3,4-триазол, комплексообразование, константа устойчивости.

**COMPLEX GOLD (III) WITH 1-FURFURILIDENAMINO-1,3,4-TRIAZOLE AT 308 K**

By potentiometric titration studied the complexation process in the gold (III) -1-furfurildenamino-1,3,4-triazol-$H_2O$ at 308K. It is shown that this system formed three complex particle compositions $[AuL]^{3+}$; $[AuL_2]^{3+}$ and $[AuL_3]^{3+}$. Estimated value of the overall stability constants of the 1-furfurildenamino -1,3,4-triazolnyh complexes Au (III) and found that with the increase in temperature stability of the complexes decreases.

**Key words:** Gold (III), 1-furfurildenamino-1,3,4-triazole, complexation stability constants.

**Сведения об авторах:** ***С.М. Сафармамадов*** – доктор химических наук, профессор, проректор по науке Таджикского национального университета. Телефон: **91-902-35-73. E-mail:** sash65@mail.ru
***Д.А. Мубораккадамов*** - аспирант химического факультета Таджикского национального университета. Телефон: **900-04-33-40.** E-mail: **m.i.davron@mail.ru**
***К.С. Мабаткадамова*** - кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии химического факультета Таджикского национального университета. Телефон: **935-43-65-03.** E-mail: **kimyo84@mail.ru**

# ДРЕВОВИДНЫЕ ЛИАНЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

***Г.Н. Эргашева, Р.С. Назиров***
**Таджикский национальный университет,**
**Государственное учреждение «Боги парчами милли» Исполнительного аппарата Президента Республики ТаджикистанТ**

В процессе развития городов с увеличением промышленного производства и транспортной сети Республики Таджикистан возникла проблема загрязнения окружающей среды. В настоящее время наряду с необходимостью уменьшения вредных выбросов большое значение придается изысканию путей нейтрализации токсических веществ, накапливающихся в атмосфере, почве, воде. В этом направлении, прежде всего, необходимо использовать растительность, так как наряду с хорошо известными функциями: водорегулирующей, почвозащитной, климатической и другими – растения являются своеобразным «зеленым фильтром» [1]. Они аккумулируют и детоксицируют самые различные ингредиенты промышленных и транспортных выбросов. Получить наибольший эффект в улучшении окружающей среды можно путем подбора наиболее устойчивых видов растений, относящихся к различным жизненным формам (деревья, кустарники, лианы и т.д.). Различные виды растений проявляют разную устойчивость к отдельным компонентам выбросов [2, 3, 4], в зависимости от характера (постоянно, периодически, эпизодически), степени загрязнения, а также характеризуются неодинаковой пыле- и газоочистной способностью.

В связи с вышеизложенным, обращаем внимание на одну из наиболее перспективных жизненных форм растений – лианы. Это связано с тем, что лианы являются самыми неприхотливыми растениями, обладая высокой эффективностью, как самые ценные древесные породы. Занимая в 2-3 раза меньшую площадь, чем деревья и кустарники, лианы дают зеленую массу листьев в несколько раз больше, чем другие жизненные формы. На небольшом участке площадью 0,5 $м^2$ можно вырастить лиану, достигающую и превышающую по высоте и объему листьев среднее лиственное дерево. Как показали исследования, ежегодный прирост побегов, может достигать от 2 до 4 м и более, что превышает прирост у деревьев и кустарников в 5-10 раз.

Основными компонентами загрязнения атмосферного воздуха городов и поселков республики являются газообразные вещества и аэрозоли. В состав газообразных веществ входят – газы и пары, а в состав аэрозолей – твердые и жидкие. Как правило, промышленные предприятия и транспорт выбрасывают в атмосферу смесь газов, паров и

твердых частиц, в состав которых входят вещества, участвующие или образующиеся в процессе производства.

Наиболее распространенными газами, загрязняющими воздух, являются: сернистый и серный ангидрид, соединения фтора, хлора, окислы азота, сероводород, аммиак, непредельные углеводороды, окись углерода и др.

Твердые частицы, поступающие в атмосферу, чаще всего состоят из несгоревших частиц угля, золы, сульфатов, сульфитов и сульфидов, металлов (железа, меди, цинка, свинца), соединений кальция, натрия, фосфора и др.

В состав жидких аэрозолей входят пары кислот, фенолы.

В целом все перечисленные ингредиенты в той или иной степени оказывают негативное влияние на состояние нашей окружающей среды. В связи с этим назрела необходимость определить роль растений в оздоровлении природной среды. Для этого разрабатываются и внедряются не только технические, но и биологические средства защиты воздушного бассейна. В настоящее время существует практика оздоровления среды путем создания минимальных санитарно-защитных зон с зелеными насаждениями. Но эти мини зоны не всегда себя оправдывают, так как играют роль только улавливания пыли и растения, произрастающие на них, чаще всего не соответствуют ассортименту видов устойчивых к загрязнению. Следовательно, эти зоны очень быстро теряют декоративность и погибают. Решить эту задачу можно путем увеличения процента озеленения территории и расчета норм предельно допустимой концентрации (ПДК), исходя из общего количества вредных соединений, попадающих в окружающую среду и способности растений к их обезвреживанию [5]. По данным В.П.Тарабрина [6] один гектар древесных насаждений в возрасте 20-30 лет способен за вегетационный период задержать до 18000 кг промышленной пыли и поглотить листьями до 500-700 кг сернистого газа.

**Краткая характеристика древовидных лиан по эколого-биологическим свойствам**

***Актинидии*** – предпочитают полутенистые места обитания и им необходима относительно высокая влагообеспеченность. Поэтому их лучше всего выращивать на затененных участках, но с выходом верхушки на более освещенную территорию, что позволит нормально развиваться цветкам и плодам актинидии. Но эти лианы не переносят заболоченности и застоя воды. В таких условиях они чахнут и гибнут. Если необходимое количество воды отсутствует, актинидии приостанавливаются в росте, листья их грубеют, покрываются пятнами и свертываются [7]. При временном недостатке влаги в почве листья теряют тургор, становятся вялыми и повисают.

Учитывая, что все актинидии являются ценными плодово-ягодными культурами, можно создавать плантации по выращиванию этой лианы [8].

***Виноград.*** Все виды винограда светолюбивы и долговечны. Поэтому все они могут быть использованы для декорирования стен зданий, садово-парковых сооружений: беседок, трельяжей, пергол, колонн, арок, а также балконов. Расположение листьев в виде чешуйчатой мозаики, позволяет создать тенистый полог. Делает их незаменимыми при устройстве беседок и веранд.

***Девичий виноград*** очень зимостоек, теневынослив, малотребователен к плодородию почв, но на плодородных, рыхлых и хорошо дренированных почвах отличается быстрым ростом и пышностью листвы. Долговечен, устойчив к болезням и насекомым вредителям, а также является дымо- и газоустойчивым.

***Глициния или вистария*** требовательна к условиям освещения, особенно в период цветения. Цветение и плодоношение начинается с 3-5 лет. Растение выносит полутень. Но лучше растет на хорошо освещенных местах. Выдерживает морозы до $-20^{o}$С. Отличается высокой устойчивостью к газу и дыму.

***Жимолость***. Одно из названий этого растения в переводе с немецкого означает «чем дальше, тем любимее» или символ многолетней любви [9]. Почти все виды жимолости светолюбивы, малотребовательны к почве, достаточно зимостойки, а также устойчивы против вредителей и болезней [10, 11]. Кроме этого они являются дымо- и газоустойчивыми.

***Кампсис или текома*** светолюбивая и теплолюбивая лиана. Выдерживает непродолжительные морозы до – 25 $^{o}$С. Лучше развивается на плодородных умеренно влажных почвах. Возможно развитие в полутени, но лучше цветет на хорошо освещаемых местах. Растет очень быстро.

***Клематис или ломонос***. Название рода произошло от греческого слова «клема» - усик. Так назвал некоторые вьющиеся растения древнегреческий ученый Диоскорид [9] .

Клематисы хорошо приспосабливаются к разным почвенно-климатическим условиям и хорошо переносят как заморозки, так и жару [12].

***Плющи*** очень теневыносливы, влаголюбивы и тенелюбивы. К почве малотребовательны. Являются дымо- и газоустойчивыми растениями.

В связи с вышеизложенным различаются растения и по рациональным приемам использования. Исходя, главным образом, из показателей их линейного роста, мы использовали четыре группы: I – лианы для вертикального озеленения высоких объектов (здания, стены, ограды и т.д.) – *Celastrus,* виды *Vitis, Parthenocissus* и др.); II – лианы для вертикального озеленения крупных сооружений садово-парковой архитектуры (беседки, зеленые коридоры, навесы, перголы, трельяжи, арки, павильоны отдыха и т.д.) – виды *рода Actinidia, Celastrus, Lonicera Ampelopsis* и др.); III – лианы для озеленения малых архитектурных форм (решетки, пирамиды и т.д.) – виды рода *Clematis* и т.д.; IV – лианы для солитерных посадок – *Celastrus, Hedera* и др.

**Основные способы выращивания и размножения**. Для того, чтобы эффект внедрения был относительно высоким, необходимо освоить и преподнести основные приемы выращивания лиан в новых условиях обитания. При этом каждый вид требует к себе особого внимания и имеет определенную технику выращивания. По незначительным признакам, можно сказать, в каких условиях растет растение и, что ему в данный момент необходимо, т.е. или подкормка или мульчирование или дополнительное опрыскивание и обильный полив, или наоборот. Все эти нюансы имеет смысл преподнести специалистам по озеленению городов, так как лианы служат великолепным материалом для украшения и создания санитарно-гигиенического комфорта нашей среды обитания.

Актинидии кроме семенного размножения еще можно размножать вегетативно, т.е. черенками, порослью, отводками и делением куста. Естественные отводки образуются у актинидий при соприкосновении побегов с влажной почвой. В культуре актинидию выращивают методом зимнего, весеннего и летнего черенкования.

Как уже отмечалось выше, все виды винограда девичьего размножаются семенами, зелеными и одревесневшими черенками. Всхожесть семян составляет 75-85%. При размножении одревесневшими черенками в открытом грунте и зелеными в тепличных условиях без обработки стимуляторами роста составляет 90-95% укоренения. Семенные растения в первые два года несколько отстают в росте, но позднее выравниваются.

Кампсис размножается, как и предыдущие виды.

Вистерия, как и предыдущие виды, размножается семенами, черенками.

Плющи размножаются семенами, зелеными и одревесневшими черенками.

**Агротехника**

***Полив растений.*** Полив должен обеспечить оптимальную влажность почвы на всей глубине залегания корней. В зависимости от физико-химических свойств почвы и погодно-климатических условий сроки и интенсивность поливов будут различными и устанавливаются отдельно в каждом конкретном случае.

В частности, в год посадки и в ближайшие годы лианы требуют более частого полива, так как водоудерживающая способность полностью не прижившихся растений снижается, и они менее экономно расходуют воду. В сухую и жаркую погоду молодые посадки следует поливать через каждые 5-6 дней и даже чаще (2-3 дня).

Лианы старых посадок следует начинать поливать после того, как листья распустились и достигли характерной для каждого вида величины. Более ранние поливы способствуют развитию листьев мезофитной структуры с более выраженной газопоглотительной способностью и вследствие этого больше повреждаются. Полив необходимо производить в ранние утренние и вечерние часы. Ориентировочная норма полива от 30 до 50 л воды на один экземпляр.

Важное значение, в повышении устойчивости растений к действию промышленных выбросов имеет орошение их методом дождевания, которое кроме регуляции водообмена способствует смыванию токсических веществ с поверхности листьев и выщелачиванию их из растительных тканей. Однако при дождевании следует обязательно учитывать экологическую обстановку. А именно, не рекомендуется проводить его во время выбросов в атмосферу фитотоксических газов высокой концентрации. В местах постоянно высоких концентраций сернистого, а также других кислых газов дождевание лучше не использовать. Напротив, там, где в силу особенностей технологического процесса в воздухе имеются пары кислот, дождевание способствует смыванию их с листьев растений и предотвращает повреждения.

***Удобрение.*** Удобрение лиан надо проводить в первую очередь на участках, с которых по декоративным соображениям убирается листва и элементы питания, поглощенные из почвы листьями, выбывают из биологического круговорота веществ. При использовании удобрений следует ориентироваться на следующие ежегодные нормы: перегной – 2-4 кг, торф – 2-3 кг, минеральные удобрения (сульфат аммония – 0,12; суперфосфат – 0,12; сернокислый калий – 0,06; известь – 0,1).

***Санитарные рубки.*** Большое внимание в общем объеме работ по уходу за зелеными насаждениями в промышленных районах следует уделять обрезке усохших частей растения, уборке погибших или сильно поврежденных растений и посадке на их место новых. Эти работы должны проводиться систематически, чтобы не произошло гибели всего насаждения одновременно. Постепенная замена сильно ослабевших и поврежденных растений (3-6 балла по шкале повреждений) дает возможность наиболее эффективно использовать насаждения, как для оздоровления окружающей среды, так и в других целях (защитная, декоративная и т.п. функции).

**Уход за древовидными лианами в условиях г. Душанбе.** На постоянное место девичий виноград высаживают осенью второго года или весной третьего. Размер посадочной ямы 50 х 50 х 60 см, расстояние между растениями 1 м.

Все виды винограда, как и предыдущий вид, наиболее эффективно размножать черенками и на 2-3-ий год получается готовый саженец, который можно с успехом использовать в декорировании парков и садов.

Вистерия легко переносит пересадку и подрезание, следовательно, всегда можно провести формирование кроны. Кроме этого цветки образуются на прошлогодних побегах и на более старой древесине или на коротких побегах текущего года. Поэтому для получения цветочных образований необходимо ежегодно после цветения сильно обрезать прошлогодние побеги (длина должна быть не более 30 см).

Жимолость относится к рано-вегетирующим растениям, ее лучше всего высаживать на постоянное место ранней осенью. Для посадки используют 2-3 летние саженцы. Посадочная яма должна быть 60 х 60 см и глубиной 50 см, расстояние между растениями 1.5 м.

Для посадки клематисов выбирают места, защищенные от ветра. Посадку производят весной на третий год жизни. Посадочные ямы готовят размером 60 х 60 х 60 см. На дне ямы устраивают дренаж 10-15 см. расстояние между растениями 1-2 м.

Цветки у клематисов образуются на побегах текущего года. Следовательно, в осенний период верхнюю часть отцветших побегов можно безболезненно удалить, что будет способствовать появлению новых сильных побегов весной и эстетический вид участка не будет портиться в зимний период.

На постоянное место плющи высаживают в двухлетнем возрасте в ямы размером 50х50х60 см. Обрезку неряшливых, отвисающих побегов проводят желательно в марте месяце.

Для всех изученных видов лиан разработаны и предложены оптимальные способы вегетативного размножения, что позволяет в течение короткого времени получить большое количество посадочного материала широкого ассортимента для декоративного садоводства и озеленения, в том числе урбанизированных территорий с промышленным и транспортным загрязнением.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Вопросы фитоиндикации и мониторинга с помощью древесных растений / И.А. Добровольский, Н.В. Гаевая [и др.] // Мониторинг исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование. – Днепропетровск, 1988. –С. 62-68.
2. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
3. Трубина М.Р. Устойчивость растений к техногенному загрязнению. Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития / М.Р. Трубина // Тез.докл.респ.конф., посвящ. 25-летию Донецк.бот.сада АН УССР. – Киев, 1990. –С. 151.
4. Кондратьев А.М. Особенности сортовой технологии выращивания жимолости: диссер...канд.наук / А.М. Кондратьев. -Мичуринск, 2008. – 143 с.
5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Э. Вайнерт [и др.]. – М.: Мир, 1988. – 360 с.
6. Тарабрин В.П. Устойчивость растений к промышленному загрязнению окружающей среды. - В кн.: Промышленная ботаника / В.П. Тарабрин. – Киев: Наукова думка, 1980. –С. 52-108.
7. Курагодникова Г.А. Комплексная хозяйственно-биологическая оценка сортов актинидии в ЦЧР: диссер.канд.с/х наук / Г.А. Курагодникова. -Мичуринск, 2009. – 144 с.
8. Айба Л.Я. Научное обоснование технологии производства плодов актинидии китайской (киви) в Абхазии: диссер....докт.с/х наук / Л.Я. Айба. -Сухуми, 2005. – 293 с.
9. Осипова Н.В. Лианы – удивительные растения / Н.В. Осипова. – М.: Вече, 2005.– 60 с.
10. Грин Ш. Сад без воды / Ш. Грин. – М.: Ниола-Пресс, 2008. – 64 с.
11. Кондратьев А.М. Особенности сортовой технологии выращивания жимолости: диссер...канд.наук / А.М. Кондратьев. -Мичуринск, 2008. – 143 с.
12. Эргашева Г.Н. Приспособление листопадных и вечнозеленых лиан к условиям городской среды (г.Душанбе) / Г.Н. Эргашева, К.Н. Нимаджанова // Доклады ТАСХН. - 2012. - №1(31). –С.44-49.


**ДРЕВОВИДНЫЕ ЛИАНЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**


В статье раскрываются основные вопросы по использованию древовидных лиан в зеленом строительстве на основе краткой характеристики и приемов агротехники выращивания, для всех изученных видов лиан разработаны и предложены оптимальные способы вегетативного размножения.



**Ключевые слова:** древовидные лианы, размножение, агротехника, глициния, клематис, плющ, текома.


**OUTLINE VINES AND THEIR USE IN GREEN BUILDING**


The article describes the main issues on the use of tree vines in green building, based on a brief description of methods of farming and cultivation, for all the species of vines developed and offered the best ways of vegetative propagation.



**Key words:** tree creepers, breeding, agricultural machinery, wisteria, clematis, ivy, tecoma.



**Сведения об авторах:** ***Г.Н. Эргашева*** – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники Таджикского национального университета. E-mail: **gala2867@mail.ru.** Телефон: **918-41-70-88**

***Р.С. Назиров*** – директор Государственного учреждения «Боги парчами милли» Исполнительного аппарата Президента РТ. E-mail: **nazirov75@mail.ru**

# МЕТАБОЛИЗМ АМИНОКИСЛОТ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ НИТРАТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ

***А.И. Каримов***
**Таджикский национальный университет**

Следует заметить, что большинство пестицидов и минеральных удобрений, особенно хлорорганических и азотосодержащих соединений, применяемые в сельском хозяйстве и в быту, отличаются своей стойкостью независимо от воздействия различных факторов внешней среды. В связи с этим имеет место накопление пестицидов и нитратов в продуктах питания, с которыми они попадают в организм человека. Остаточные их количества, сохраняющиеся в овощах, фруктах могут поглощаться либо непосредственно человеком, либо животными, мясо или молоко которых идет в пищу. В силу сложившихся этих причин изучение негативного влияния химических препаратов приобретает особое значение, так как во многих странах мира отмечается неуклонный рост частоты острых и хронических заболеваний печени и других органов.

Одним из наиболее распространенных минеральных удобрений являются азотосодержащие химические соединения, главным составляющим компонентом которых являются нитратные соединения [1].

Нитраты оказывают существенное влияние на обмен натрия, калия и воды в желудочно-кишечном тракте, который одним из первых повреждается при нитратной интоксикации. Нитриты, являясь сильными окислителями, всасываются в кровь и под воздействием фермента нитратредуктазы восстанавливаются до нитритов, которые взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нем 2-х - валентное железо в 3-х - валентное. В результате образуется вещество метгемоглобин, который уже не способен переносить кислород. Поэтому нарушается нормальное дыхание клеток и тканей организма (*тканевая гипоксия), в результате чего накапливается молочная кислота, холестерин и резко падает количество белка [2,3,4].

В связи с вышеизложенным изучение различных физиолого-биохимических показателей, отражающих многие стороны метаболических процессов, позволит выявить не только отрицательное влияние минеральных удобрений на функциональное состояние органов и тканей, но и вносит значительный вклад для предотвращения их действия на организм человека и животных.

**Материалы и методы исследования.** Опыты проведены на 60 белых крысятах, в возрасте 1, 2, 3 и 4 месяцев, содержавшихся в одинаковых условиях на обычном пищевом рационе, I–группа (контрольная), II, III и IV –группы (опытные), получавшие соответственно в дозе 50, 100 и 200 мг/кг интрагастрально нитрат аммония ($NH_4 NO_3$).

Свободные аминокислоты тканей печени и сыворотки крови определяли количественным методом, электрофореза с последующей выходящей хроматографией.

В гомогенатах количество белков, активность ферментов определяли по разработанным микрохимическим методам в модификации И.Д. Мансуровой (1964). Результаты исследований подвергнуты статистической обработке по методике Н.А. Плохинского (1970) и Е.К. Меркурьевой (1983) с использованием программы Excel компьютера.

**Результаты исследований.** С целью выявления возрастной чувствительности к действию нитрата аммония была изучена токсичность высоко - средне- и малотоксичных соединений на белых крысах разных возрастных групп, как при однократном, так и при многократном воздействии. Установлено, что в ряде случаев чувствительность молодых животных к воздействию токсического агента выше, чем у взрослых особей.

Исследование содержания аминокислот показало, что внутрижелудочное в ведение нитрата аммония снижает их концентрацию в печени подопытных крыс. Через 30 дней после нитратной интоксикации в дозе 50 мг/кг незначительно уменьшается количество триптофана на 7,7%, в то время как тирозина на 50%.

Увеличение дозы нитратов до 200 мг/кг приводит к уменьшению содержания обоих аминокислот в печени (рис.1,2).

**Содержание триптофана в тканях печени (мг%)**

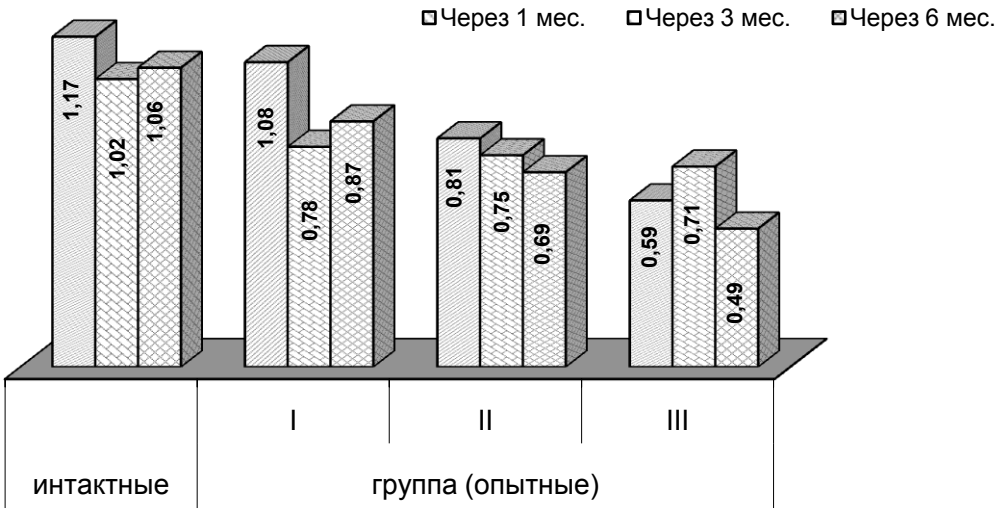



рис.1.

**Содержание тирозина в тканях печени (мг%)**

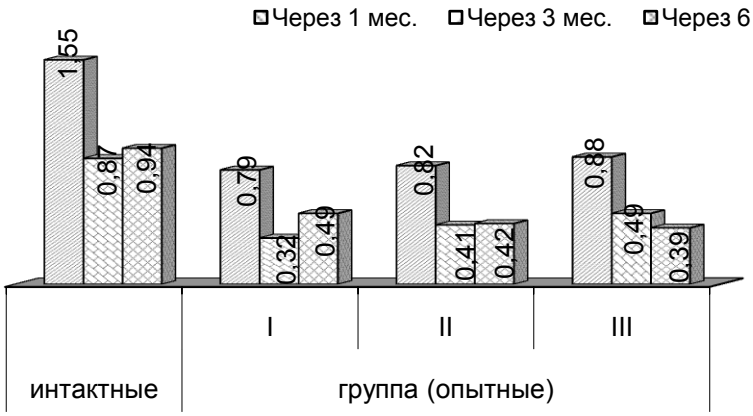



рис.2. Примечание: опытные группы- I- 50 мг/кг; II -100 мг/кг; III- 200 мг/кг

Содержание триптофана в печени было достоверно ниже при 30-ти дневной и 6-ти месячной интоксикации в случаях введения 200мг нитрата, в сравнении с дачей 50 мг ($P < 0,01$ и 0,001).

Что же касается количества тирозина, то особой закономерности изменения его от дозы не отмечено.

Наиболее низкое его содержание имело место при 3-х месячной интоксикации при введении животным 50 мг химиката и при 6-ти месячной интоксикации при введении 200 мг нитрата.

Исследование содержание аминокислот тирозина и триптофана показало наличие различного характера их изменения при введении крысам различных доз нитрата (табл.1).

Так, если концентрация тирозина в сыворотке крови повышалась, то уровень триптофана, напротив, достоверно увеличивался только при шестимесячном воздействии нитрата.

Итак, наше исследование показало, что хроническое воздействие нитрата приводит к уменьшению тканевых белков, уменьшению концентрации альбуминов и триптофана, увеличению содержания β-глобулинов и тирозина в сыворотке крови.

**Таблица 1. Содержание триптофана и тирозина в сыворотке крови и тканях печени при хроническом воздействии нитрата (мг %)**

| Группа животных | n | Тирозин в сыворотке крови | Триптофан в сыворотке крови | Триптофан в гомогенате печени |
|---|---|---|---|---|
| контрольные | 6 | 0,16±0,02 | 29,40±0,45 | 2,16±0,18 |
| Опытные 1мес. | 6 | 0,36±0,06** | 23,38±1,39*** | 1,77±0,12 |
| Опытные 3мес. | 4 | 0,86±0,12* | 28,03±1,72** | 2,49±0,22** |
| Опытные 6 мес. | 4 | 0,60±0,13* | 24,70±1,10* | 2,18±0,35* |

Примечание; (* P <0,01; *** P <0,001; ** P <0,05) рассчитано по отношению к контролю

Длительное хроническое введение нитрата в зависимости от срока воздействия препарата оказывал различное влияние на щелочнию фосфатазу (ЩФ) сыворотки крови и ткани печени крыс. Так, после месячного внутрижелудочного введения нитрата в дозе 50 и 200 мг наблюдалось достоверное увеличение в печени и сыворотки крови ЩФ, в сыворотке крови контрольных животных.

Трехмесячное воздействие нитрата вызывало подобно при одномесячном введении препарата, увеличение активности ЩФ в печени и сыворотке крови (табл.2).

Шестимесячное внутрижелудочное введение нитрата привело к значительному угнетению активности ЩФ в печени.

**Таблица 2. Активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови и ткани печени при хроническом его воздействии**

| Группа животных | n | Активность щелочной фосфатазы | |
|---|---|---|---|
| | | в сыворотке крови (нмоль/л) | в гомогенате печени (мкль/г) |
| Контрольные | 5 | 492,0±38,9 | 8,31±0,76 |
| Опытные 1 мес. | 5 | 2335 ±147 | 23,2±14,9 1,49*** |
| Опытные 3мес. | 6 | 542±27,8 | 16,4±1,77*** |
| Опытные 6 мес. | 4 | 834±94,5* | - |

Примечание; (* P <0,01; *** P <0,001) рассчитано по отношению к контролю

Так, если у контрольных животных содержание ЩФ в гомогенате печени составляло 8,31 мкль/г, то у опытных через месяц после интоксикации она была на 14,9 мкль/г (179,2%,P<0,0001) выше, чем у первых. Однако по истечению 3-х мес. начинается резкое снижение этого показателя и достигает величины 16,4 мкль/г или уменьшился на 6,8 мкль/г (41,5%, P<0,001) и после 6-ти мес. интоксикации происходит значительное его угнетение. В сыворотке крови нитрат существенно увеличивал активность ЩФ (табл.2). Через 1 мес. интоксикации у животных опытной группы его содержание резко повышалось почти в 5 раз по сравнению с показателями контрольной группы. После 3-х мес. интоксикации уровень ЩФ снижается почти до контрольной и достигает 542 мкль/г. Однако, начиная с 6-мес. периода величина данного показателя повышается и находится на уровне 834 мкль/г или на 53,9% выше, чем в 3-х мес. период опыта.

**Заключение.** Полученные данные убедительно показали, что нитраты серьезно поражают паренхиму печени и при длительном их введении происходит угнетение белково-образовательной функции печени, что выражалось в количественном и качественном изменении синтезируемого белка в ткани органа и крови.

Изучение активности ферментов при хроническом воздействие нитрата показало, что одно- и трехмесячное внутрижелудочное введение его увеличивало активность ЩФ в сыворотке крови и ткани печени. Шестимесячное же влияние нитрата способствовало, напротив, к снижению активности ЩФ в ткани печени и повышению их в сыворотке крови.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Иргашев Т.А. Влияние нитратов на организм человека и животных / А.И. Каримов, Т.А. Иргашев. Обзор. –Душанбе: Нодир, 2009. - 58 с.
2. Устоев М.Б. Изменение активности ферментов сыворотки крови и ткани печени крыс в онтогенезе и при хроническом воздействии нитратов / М.Б. Устоев, А.И. Каримов. // Науч. тр. II съезда физиологов стран СНГ. –Кишинэу, 2008. - С. 262.
3. Burlacu A. Severity of oxidative stress generates different mechanisms of endothelial cell death / A. Burlacu, V. Jinga, A.V. Gafencu et al. // II Cell. Tissue Res. - 2001. –Vol. 306. -P. 409-416.
4. Каримов А.И. Влияние нитратов на гематологические показатели / А.И. Каримов // Вестн. Тадж. нац. ун-та. –Естеств. науки. –Душанбе, 2005. - № 3. - С.147-150.


**МЕТАБОЛИЗМ АМИНОКИСЛОТ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ НИТРАТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ**


В статье представлены результаты исследований метаболизма аминокислот, триптофана, тирозина фермента щелочной фосфатазы в тканях печени и сыворотки крови белых крыс при нитратной интоксикации разных доз. Установлено, что нитратная интоксикация поражают паренхиму печени и при длительном их введении происходит угнетение белково-образовательной функции печени, что выражалось в количественном и качественном изменении синтезируемых аминокислот, а также влияет на активность ферментов щелочной фосфатазы в ткани органа и крови.



**Ключевые слова:** интоксикация, нитраты, метаболизм, печень, аминокислоты.


**METABOLISM OF AMINO ACIDS AND ACTIVITY OF ENZYME ALKALINE *PHOSPHATASE* AT *NITRTE* INTOXICATIONS OF ANIMALS**


In article results of researches of a metabolism of amino acids, tryptophan, tripozine enzyme alkaline phosphatase in fabrics of a liver and whey of blood of white rats at nitrite are presented an intoxication of different doses. It is established that nitrite an intoxication amaze *parenchyma* a liver and at their long introduction there is an oppression of belkovo-educational function of a liver that was expressed in quantitative and qualitative change of synthesized amino acids, and also influences activity of enzymes alkaline phosphatase in a body and blood fabric.



**Key words:** an intoxication, nitrates, a metabolism, a liver, amino acids.



**Сведения об авторе:** ***А.И. Каримов*** **–** кандидат биологических наук, доцент, биологический факультет Таджикского национального университета. E-mail: **karimov.akobir@inbox.ru.** Телефон: **919-41-64-72**


## КСЕРОФИЛЬНЫЕ КУСТАРНИКИ БАССЕЙНА РЕКИ ИСКАНДЕР ЭФЕДРАРИИ


***А. Давлатов, С. Давлатова***
**Таджикский национальный университет**


Эфедра в бассейне р. Искандер представлен двумя видами – Ephedra equisetina и E. gerardiana. Первый из них имеет очень широкое распространение, встречается в пределах широкой вертикальной полосы от 1700 до 3000м. Она в поясе ксерофитных кустарников и караарчовников формирует обширные, нередко чистые заросли. Что касается эфедры Жерара, то она имеет незначительное распространение и самостоятельного фитоценотического значения не имеет. Эфедра хвощевидная часто встречается в смешанных зарослях из курчавки – Atraphaxis pyrifolia, вишни бородаавчатой - Cerasus

verrucosa, таволгой - Spiraea hypericifolia, жимолости - Lonicera nummulariifolia и видов иргая - Cotoneaster oliganthus, C. suavis, C. seravschanicus. В этих зарослях эфедра выступает в качестве доминанты или является сопутствующей. Эта эфедра очень часто встречается и в саур – и карарчовниках, приурочиваясь к опушкам или межкронным открытым пространствам.

Чистые эфедрарии обычно приурочены к пологим, сильно каменистым сухим южным склонам с эродированными почвами. Нередко сплошные и почти чистые заросли встречаются и на каменистых сухих поймах рек, на пустынных ровных участках речных террас. Здесь сопутствующих кустарников очень мало и они встречаются единично. К их числу относятся Atraphaxis pyrifolia, Cerasus verrucosa и Berberis integerrima. Характерными травянистыми растениями этих эфедрариев являются эфемеры и эфемероиды: Bromus oxyodon, Veronica biloba, Carex pachystylis, Poa bulbosa, Anisantha tectorum, Galium Decaisnei, Callipeltis cucullaris, Filago spathulata, Ziziphora tenuior, Roemeria refracta, Tragopogon conduplicatus, Bupleurum exaltatum и др. В нижней полосе распространения эфедрариев характерна сильная мозаичность травяного покрова, которая значительно сглаживается в верхних пределах.

В силу неоднородности почвенно – грунтовых условий и широкой полосы вертикального распределения эфедры, она формирует разнообразные фитоценозы в пределах опустыненного и полусаванного рядов ассоциаций. Нами выявлены и описаны четыре группы ассоциаций, множество ассоциаций и микроассоциаций. Ниже приводим краткую характеристику четырех групп ассоциаций, являющихся наиболее распространенными и характерными.

**Полынные эфедрарии** обычны для нижней части бассейна в пределах 1750-2200м над у. м. Они приурочены к каменистым открытым сухим склонам и каменистым полянам. Эфедра здесь невысокая, всего 60-90см. Общая полнота зарослей 0,3. Однако на небольших участках она формирует чистые заросли полнотой до 0,6-0,7, между которыми имеются довольно широкие открытые пространства с единичными кустами эфедры и других кустарников. К эфедре примешиваются Rosa Ecae, Cerasus verrucosa, Atraphaxis pyrifolia и некоторые другие. Травостой сильно разрежен, его покрытие едва достигает 20-30% и неустойчив по флористическому составу. Однако при доминировании полыни персидской (Artemisia persica) обычными являются эфемеры и эфемероиды Poa bulbosa, Carex pachystylis, Anisantha tectorum, Veronica biloba, Ceratocephalus orthoceras, Bromus oxyodon, Bunium chaerophylloides и др. Кроме этих растений, рассеяно встречаются Stipa Lipskyi, Polygonum paranychioides, Linaria Popovii, Helichrysum Mussae, Eremostachys speciosa, Artemisia tenuisecta, A. sogdiana, Carex stenophylloides, Tragopogon turkestanicum, Erigeron sogdianum, Ferula kuhistanica, Polygonum polycnemoides, Cousinia microcarpa, Eremopoa persica, Medicago sativa, Chenopodium botrys, Glaucium elegans, Gypsophila floribunda, Euphorbia Szovitsii и др.

**Осоковые эфедрарии** нами описаны в урочище Газа, в низовьях ущелий Соминг, Машхеват, Арг, в правобережье р. Искандер, в окрестностях к-ка Канчоч и др. Сомкнутость зарослей обычно 0,2-0,3. Однако и здесь имеются небольшие труднопроходимые заросли эфедры. Обычное покрытие травостоя 25-30%, реже оно доходит до 55-60%. Преобладающими являются эфемеры и эфемероиды – Koelpinia linearis, Ziziphora tenuior, Filago pyramidata, Papaver pavoninum, Eremopoa persica, Alyssum desertorum, Veronica biloba, Ceratocephalus orthoceras, Carex pachystylis, Poa bulbosa. Нередко встречаются Carex turkestanica, C. stenophylloides, C. Regeliana, Gentiana olivieri, Potentilla orientalis, P. songorica, Cousinia microcarpa, Bupleurum exaltatum, Galium verum, Astragalus nobilis, A. testiculatus, Scutellaria glabrata, Thymus seravschanicus, Ziziphora pamiroalaica, Colchicum luteum, Eremostachys serawschanica, Achillea millefolium, Korshinskya Olgae, Artemisia persica, Pedicularis dubia, Verbascum songoricum, Medicago

sativa, Roemeria refracta, Trigonella Popovii, Scutellaria Iskanderi, Chesneya ternata, Oxytropis tachtensis, Ferula prangifolia, Polygonum oviculare, Medicago lupulina, Megacarpaea gigantea, Bunium chaerophylloides, Lindelofia macrostyla, Hypericum scabrum, Koelpinia linearis, Alyssum campestre, Polygonum polycnemoides, Scorsonera acanthoclada и др. Помимо эфедры здесь отмечены Rosa Ecae, R. Fedtschenkoana, Lonicera simulatrix, L. zaravschanica, Cerasus verrucosa, Cotoneaster subacutus, C. oliganthus, C. zeravschanicus, Atraphaxis pyrifolia, Clematis songorica. Однако они встречаются единично или встречаются небольшими группами. Там и сям разбросаны отдельные изуродованные от порубок кусты или деревца арчи зеравшанской. В период нашей работы в этом бассейне производилась массовая заготовка побегов эфедры.

Наиболее распространенными являются зизифоро – осоковые, полынно – осоковые, подмаренниково-осоковые, шлемниково-осоковые и мятликово - (Poa bulboda) осоковые ассоциации.

**Феруловые эфедрарии** распространены на склонах южной и западной ориентаций в пределах 2000–2800м. В нижней полосе они занимают обширные площади. Нами такие эфедрарии описаны в ущельях Газа, Арг, Соминг, в ущелье р. Искандер и в окрестностях к-ка Саритаг. Почвы под ними сильно деградированы в результате интенсивной пастьбы скота. Как эфедра, так и встречающиеся здесь другие виды кустарников, поедаются скотом, почему все они уродливы и низкорослы. Высота эфедры в большинстве случаев не превышает 30-60см и лишь изредка в защищенных облаками скалах и на отвесных стенах, куда даже козы не забираются, встречаются кусты, достигающие до 1,5м. В травостое встречается много сорных растений. Общее его покрытие не превышает 70%. Сомкнутость эфедры в пределах 0,2-0,3. К ней единичными экземплярами примешиваются Lonicera nummulariifolia, L. simulatrix, Colutea persica, Atraphaxis pyrifolia, Cerasus verrucosa. В верхней полосе встречаются единичные экземпляры арчи полушаровидной, а в нижней - арчи зеравшанской. В травостое помимо господствующих Ferula kuhistanica, F. kokanica и F. prangifolia обильно встречаются эфемеры и эфемероиды: Anisantha tectorum, Arabidopsis pumila, Papaver Litvinovii, Roemeria refracta, Nevskiella gracilima, Callipeltis cucullaris, Poa bulbosa, Ceratocephalus orthoceras, Veronica biloba, Allium Komarovii, Filago arvensis, Eremopoa persica и др. Помимо перечисленных эфемеров и эфемероидов значительное участие в травостое принимают плохо поедаемые или непоедаемые Potentilla orientalis, Cicer spinosum, Filago arvensis, Scutellaria glabrata, Astragalus lasiosemius, Chesneya ternate и др. На отдельных участках данной группы ассоциаций встречаются Galium turkestanicum, G. aparine, Lappula consanguinea, Cousinia microcarpa, Lagochilus seravschanicus, Polygonum aviculare, Trichodesma incana, Haplophyllum perforatum, Stipa caucasica, Chenopodium botrys, Dianthus darvasicus, Hypericum scabrum, Astragalus Skorniakovii, A. nuciferus, Gypsophila cephalotes, Vicia kokanica, Centaurea squarrosa, Glaucium elegans, Artemisia persica, Rheum Maximoviczii, Pseudosedum longidentatum, Gnaphalium supinum, Eremostachys speciosa и др. Эти эфедрарии представлены многочисленными ассоциациями, наиболее характерными из которых являются разнотравно-камолевые из Ferula kuhistanica, F. kokanica и F. prangifolia.

**Югановые эфедрарии** встречаются на высоте 2400-2600м, т.е. в средней полосе саурарчовников. Будучи вторичными, возникшими на месте истребленных арчовников, они сами подвергались уничтожению в полосе карааарчовников и в нижней части полосы саураарчовников вследствие неумеренной пастьбы и сенокошения. Эфедра здесь низкорослая 30-60 см, ее заросли разреженные, полнота их едва достигают 0,2-03. К эфедре обычно примешиваются Lonicera simulatrix, Berberis integerrima, Cotoneaster seravschanicus и Cerasus verrucosa. Там и сям встречаются низкорослые и корявые деревца арчи зеравшанской и полушаровидной. В травостое доминирует юган- Prangos pabularia. Флористический состав по экологии весьма разнороден, но всюду преобладает эфемеры и

эфемероиды. Немало также заносных растений. Довольно обильны Alyssum marginatum, A. campestre, Veronica biloba, Dianthus darvasicus, Euphorbia sogdiana, Poa bulbosa, Carex pachystylis, Piptatherum laterale, Cousinia microcarpa, C. radians, Medicago sativa, Filago arvensis, Ziziphora tenuior, Vicia kokanica, Bromus oxyodon, Scabiosa songorica, Bunium Capusii, Artemisia persica, Hypericum scabrum, Callipeltis cucullaris, Galium spurium, Astragalus tadshikorum, Hedysarum flavescens и некоторые другие.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Афанасев К.С. Растительность Туркестанского хребта / К.С. Афанасев. – М-Л.: Изд. АН ССР, 1956.
2. Гончаров Н.Ф. Районны флоры Таджикистана, флора Таджикистана / Н.Ф. Гончаров. –Т.V., АН ССР. –М-Л., 1937.
3. Давлатов А. Розарии бассейна реки Искандер / А. Давлатов // Вестник ТНУ. –Душанбе: Сино, 2015. - С.194-198.
4. Закиров К.З. Флора и растительность бассейна реки Зеравшан / К.З. Закиров. – Ташкент, 1951.
5. Закиров К.З. Флора бассейна реки Зеравшан / К.З. Закиров. – Ташкент, 1962.
6. Флора Таджикистана. ТТ I-X.- 1957-1991.

**КСЕРОФИЛЬНЫЕ КУСТАРНИКИ БАССЕЙНА РЕКИ ИСКАНДЕР - ЭФЕДРАРИИ**

Эфедра в бассейне р. Искандер представлен двумя видами – Ephedra equisetina и E. gerardiana. Она в поясе ксерофитных кустарников и карааарчовников формирует обширные, нередко чистые заросли. Чистые эфедрарии обычно приурочены к пологим, сильно каменистым сухим южным склонам с эродированными почвами. Нередко сплошные и почти чистые заросли встречаются и на каменистых сухих поймах рек, на пустынных ровных участках речных террас. Здесь сопутствующих кустарников очень мало и они встречаются единично. В нижней полосе распространения эфедрариев характерна сильная мозаичность травяного покрова, которая значительно сглаживается в верхних пределах.

**Ключевые слова:** эфедра, эфедра Жерара, эфедра хвощевидная, фитоценотическое значение, заросли, доминанта, межкронные открытые пространства.

**XEROPHILOUS SHRUBS OF THE BASIN OF THE RIVER ISKANDER – PEDRALI**

Ephedra in the basin of the Iskander is represented by two species: Ephedra equisetina, and E. gerardiana. It is in the belt of xerophytic bushes and careerconnect forms extensive, often pure thickets. Pure pedrali usually confined to gently sloping, very stony dry southern slopes with eroded soils. Often solid and almost pure thickets are found on rocky dry river floodplains, desert flat areas of river terraces. Here are related bushes are very few and they occur sporadically. In the bottom bar of pedrarias distribution characterized by a strong mosaic of grass cover, which greatly smoothed in the upper limits.

**Key words:** ephedra, ephedra Gerard, ephedra Josefina, phytocoenotic value, thickets, dominant, microne open spaces.

**Сведения об авторах:** ***А. Давлатов*** – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии Таджикского национального университетат. Телефон: **918-48-69-00**
***С. Давлатова*** – соискатель Таджикского национального университетат. Телефон: **918-42-40-75**

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ И МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ ЧАЙОТА *SECHIUM EDULE L.–CHAYOTE* (*МЕКСИКАНСКИЙ ОГУРЕЦ)*

***Т.Д. Хафизов***
**Таджикский аграрный университет им Ш. Шотемура**

Местом произрастания чайоты (Sechium edule. L.) считаются районы Мексики, Центральной Америки, которые характеризуются тропическими климатическими условиями. Это культурное растение, которое ещё древние индейские племена ацтеков, майя и другие употребляли в пищу. Исторической родиной чайота является Латинская Америка, откуда растение взяло своё название «chayota», что в переводе с ацтекского языка обозначает «тыква, покрытая шипами». Представители ацтекской языковой группы, групп индейских языков в Мексике и Сальвадоре, одна из основных составляющих групп

юто-ацтекской языковой семьи. Территорией, которую занимают представители этой самой крупной языковой семьи, являются западные земли США и Мексики, где в центральной части западной Америки проживают юто-ацтекские народы, это территории Большого Бассейна, часть северо-запада Калифорнии, Техаса. Местом обитания другой части этих народов (южная группа) является Мексика. Впервые описал культуру чайота (chayote) Франсиско Эрнандес, который посетил Мексику в 1550 году, и оставался там до 1560 года (Kuk, O.F. 1901), но плоды чайота еще не были завезены в южную часть континента, что произошло позже, после того, как в Мексике объявились испанцы (Newstrom L.E., 1986, 1991).

Имеющиеся лингвистические данные указывают на наличие различных названий видов растений чайота в разных частях Латинской Америки. Это явно свидетельствует о том, что первоначально произрастание видов было сосредоточено в Мексике и Центральной Америке. Во многих случаях эти же имена (особенно ацтекского происхождения, "chayote"), лишь с незначительными изменениями, встречаются в других частях мира, куда это растение было завезено. Изображения растений были отмечены на керамических украшениях, которые обнаружили в Мексике и Центральной Америке, где ясно вырисовываются растения chayote - Пересом А.Е., (1947) и Ньюстромом Л.И. (1991).

Исследовательские работы, по выявлению происхождения чайота, проводились в различные периоды, разными учеными и институтами (Cruz-León, A.1968; Bukasov 1981; Engels, JMM 1983; Maffioli 1983; Cruz-León, A. и Querol 1985; Newstrom L.E. 1985, 1986; Lira, R. 1995 a). Все авторы согласны с тем, что широкое разнообразие культивируемых chayote приходятся на южную часть Мексики, Гватемалы и Коста-Рики, на высоте 500-1500 м.

В первых ботанических описаниях растения упоминаются под названием Sechium, что подтверждает тот факт, что Sechium edule являлся видом, который, несомненно, был одомашнен в культурной среде Мезо Америки, конкретно в регионе между южной частью Мексики и Гватемалой. Такого же мнения придерживается Мак. Он отмечает, что анализ записей соответствует выводам о том, что широкая вариация S.edule находится между южной частью Мексики и Гватемалы. Географическое распределение диких родственников Sechium edule по Америке, также свидетельствует о Мезо происхождении этой культуры.

По крайней мере, в Мексике, чайота (chayote) был культивирован до времен Колумба, что находит подтверждение в лингвистической литературе. Общие названия родины происхождения сосредоточены в основном в Мексике и Центральной Америке.

Из диких родственников, приближенных к Sechium edule известны Sechium Compositum и Sechium Hintonii, которые распространены по всей территории районов Мексики и Гватемалы. К сожалению, из-за отсутствия агрономической оценки, эти виды не используются в генетических программах по улучшению сортов, в связи с поисками источников, имеющих устойчивость к многим заболеваниям.

Растение чайота – относится к одному из очень древних тропических растений, из семейства тыквенных. Плод его по внешнему виду имеет форму зеленой груши, листья же напоминают листья огурца. В опубликованной первой монографии о тыквенных (Cogniaux 1881), (Cogniaux, A. 1881. Cucurbitacées. стр. 325-951 in Monographiae Phanerogamarum. (A. De Candolle and C. De Candolle, ends.). G. Masson, Paris.), растение Sechium описывается, как моноспецифическая культура, и только самая последняя классификация Cucurbitaceae, сделанная CH.Jeffrey (1990), определила его место. Так род Sechium был отнесен к растению chayote, где обозначен как Sechium edule. Этот вид первоначально был обнаружен П. Брауном (1756), который называет растения, выращенные на Ямайке. В тот же период Chayote был завезен в Европу, откуда получил распространение и достиг Африки, Азии и Австралии, а его появление в США относится к

концу девятнадцатого века. В 1763 году его классифицировали одновременно как Sicyos edulis (по Jacquin) и как Chocho гриб (по Adanson). Позже, Jacquin (1788) изменил свою классификацию на Chocho гриб и отнес его к роду Chayota. Несколько лет спустя, Шварц (1800) первым предложил сочетание, которое известно до сих пор Sechium edule. В течение последнего столетия, еще три вида были описаны, как принадлежащие к Sechium. Они не всегда соответствуют таксономическим показателям этого рода, однако, сейчас они стоят в синониме с другими видами.

Данные Т.Г. Фирманюка и др. (2009г) указывают, что в Россию чайота впервые завезли в 1904г. В городе Сухуми, в акклиматизационном саду были поставлены опыты, где попытки вырастить его в условиях побережья Черного моря Кавказа оказались успешными. Однако, во время войны растения были утеряны. Второй раз чайота стал возделываться в России в 50-е годы XX века, однако продолжительный период времени не получал столь большого распространения. Лишь в 80-е годы, спустя 30 лет овощеводы стали интересоваться данной культурой. Так растения чайота получили вторую жизнь и признание и стали выращиваться на побережье Черного моря и в Краснодарском крае. Следует отметить, что в Туапсе чайота возделывали в промышленных масштабах. Растения сажались между рядами деревьев в садах, плоды реализовывали в магазинах. Известно, что растение широко культивировали во многих странах с субтропическими и тропическими климатическими условиями, в том числе и в некоторых умеренно-теплых областях, где климат благоприятствует его продуктивности.

У автора Н.Глебова (2011), также есть отметки о том, что в России чайота не редкое растение, его выращивают уже около 70 лет. Он отмечает, что в 30-е годы 20 века, чайота был индуцирован и широко выращивался в Грузии на побережье Черного моря.

Э. Феофилов (2010), также отмечает, что культура чайота, которая была утрачена в годы войны (ВОВ), позже вновь стала выращиваться и пользоваться большим спросом.

Как сообщает Л. Ньюстром (1989), основным экспортером чайота считается республика Коста-Рика. Народ Мексики считает плоды чайота диетическим продуктом и незаменимым для тех, кто соблюдает диеты. Так как растение относится к влаголюбивым, то произрастает в нежарком и влажном климате, в горных районах Мексики. Чайота занимает одно из первых мест среди других овощей, которые особо нуждаются в усиленном поливе.

Следует отметить, что культура чайота имеет широкий спектр для хозяйственного пользования.

Чайота был завезен в республику Таджикистан в 1985 году сотрудниками бывшего Института физиологии и биофизики растений Академия наук Республики Таджикистана д.б.н., Махмадбековым С., и д.б.н. профессором Гуловым С.М. для испытания в научных целях. Таким образом, чайота имеет большое значение для народного хозяйства, можно отметить эффективность ее возделывание в условиях Таджикистана.

Весьма актуальным также является разработка наилучших способов его выращивания и внедрение чайота в сельскохозяйственное производство Таджикистана, что представляет научно-практический интерес. Вместе с тем следует отметить, что в Таджикистане растение чайота остаётся практически мало изученным.

В Таджикском аграрном университете совместно с институтом ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан успешно проводились опыты по изучению ряда агротехнических приёмов (фенологическое наблюдение, продолжительность фазы развития, сроки посадки, густота стояния растений, влияние норм минеральных удобрений на рост развитие и продуктивность, также изучен ряд физиологических параметров с точки зрения чистой продуктивности фотосинтеза ЧПФ, ФП, интенсивности транспирации, водоудерживающей способности листьев, сырой, сухой биомассы различных органов чайота в процессе фазы развития и хранения плодов).

Поэтому изучение биологии развития, репродуктивных процессов и продуктивности растений чайота, выращиваемых в почвенно-климатических условиях Таджикистана, является актуальным для сельского - хозяйства Республики Таджикистана.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Ипатьев А.Н. Овощные растения земного шара / А.Н. Ипатьев. -Минск, 1966. -С.80.
2. Приступа А.А. Основные сырьевые растения и их использование / А.А. Приступа. -Л., 1973.
3. Фирманюк Т.Г. Мексиканский огурец (чайота) Наука и жизнь 9 / Т.Г. Фирманюк. – 1999. -С.43.
4. Каримов Х.Х. Выращивание чайота в условиях Таджикистана / Х.Х. Каримов, Р.С. Орифова, С.М. Гулов. –Душанбе, 2004. -С. 23.
5. Кононков Т.Ф. Новые овощные растения / Т.Ф. Кононков, М.С. Бунин, С.Н. Кононкова. -М.: Россельхозизат, 1985. -С.16-24.
6. Kuk O.F. Chayote: ATropical vegetable. The Department USA Agrik/ O.F. Kuk. -Given. The Boat. The Oxen. - 1901. –P.18:1-31.
7. Newstrom L. The Studies called on in Origin and evolution Chayote, Sechium Edule (Jacq.) South-west (Pumpkin). The Candidate's thesis / L. Newstrom. –Berkeley: University Californium, 1986. -149 p.
8. Newstrom L. Proof of the origin Chayote Sechium Edule (pumpkin) / L. Newstrom // Ekon. The Boat. - 1991. -№45. –P.410-428.


**ПРОИСХОЖДЕНИЕ И МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ ЧАЙОТА *SECHIUM EDULE L.– CHAYOTE (*МЕКСИКАНСКИЙ ОГУРЕЦ*)***


Изучение биологии развития, репродуктивных процессов и продуктивности растений чайота, выращиваемых в почвенно-климатических условиях Таджикистана, является актуальным для сельского - хозяйства Республики Таджикистана. Весьма актуальным также является разработка наилучших способов его выращивания и внедрение чайота в сельскохозяйственное производство Таджикистана, что представляет научно-практический интерес. Вместе с тем следует отметить, что в Таджикистане растение чайота остаётся практически мало изученным.



**Ключевые слова:** чайота - мексиканский огурец, внедрение чайота, продуктивность растений чайота, репродуктивные процессы, разработка наилучших способов выращивания, сельскохозяйственное производство Таджикистана.


**THE ORIGIN AND LOCUS OF THE PLANTS OF L. CHAYOTE SECHIUM EDULE–CHAYOTE (MEXICAN CUCUMBER)**


The study of developmental biology, reproductive processes and plant productivity of chayote grown in soil-climatic conditions of Tajikistan, is relevant to the rural economy of the Republic of Tajikistan. Very relevant also is the development of better methods of cultivation and the introduction of chayote in agricultural production of Tajikistan, which is of scientific and practical interest. However, it should be noted that in Tajikistan the plant chayote almost remains poorly understood.



**Key words:** chayote - Mexican cucumber, the introduction of chayote, plant productivity chayote, reproductive processes, development of better methods of cultivation, agricultural production of Tajikistan.



**Сведения об авторе:** ***Т.Д. Хафизов*** – старший преподаватель кафедры физиологии растений и биотехнологии Таджикского аграрного университета им Ш. Шотемура. Телефон: **951-15-29-30**


## БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ


***А. С. Алимуродов***
**Таджикский национальный университет**


Поиск и отбор высокоурожайных и высококачественных растений среди сельскохозяйственных культурах, и в частности зерновых культур, пшеницы, как главной хлебной культуры, имеет огромное значение. При этом качество зерна в большой степени зависит от содержания белка в нем и уровня сбалансированности по важным аминокислотам, с одной стороны, с другой - от соотношении содержания крахмала к содержанию белка в зерне соответствующих сортов и линии пшеницы (Кузнецова и др.

1979, Созинов 1976, Фадеева и др. 1980, Бободжанов и др. 1983, Абрамова 1985, Кириченко и др. 1986, Нигмонов 1998, Щапова1990, Самигуллина и др. 2007).

**Цель исследования.** Цель данной работы изучить биохимические признаки константных линий пшеницы, определить изменчивость этих признаков и установить доверительный интервал для каждого из этих отобранных линий. Также, сравнить некоторые важные биохимические показатели зерна отобранных линий пшеницы с другими зерновыми культурами, тритикале и ржи.

**Материал и методика исследования**. В период с 1989 г. нами проведены исследования, направленные на получение гибридных форм злаков на межвидовой основе. На первом этапе работы была осуществлена гибридизация между представителями T. aestivum, T. durum и T. Persicum. Конкретно для этих целей использовались сорта Сетте-Церрос-66, Шамъ и персидских пшениц – к-19719, к-27352.

На втором этапе селекционной работы вновь созданные формы промежуточных гибридов были скрещены обратно с одним из родителей.

По комплексу хозяйственно ценных признаков именно по накоплению зерновой массы лучшими являются формы мягкой и промежуточной морфотипов. Они обладают высокой зерновой продуктивностью, устойчивостью к полеганию и грибным патогенам. Константные линии, о которых пойдет речь ниже, были выделены на втором этапе работы методом индивидуального отбора, характеризуется в большинстве случаев гексаплоидными, и частично тетраплоидными морфотипами.

Исследование по изучению качества зерна проводилось сравнительно с стандартными сортами ржи Вахшская-116 и Вахшская-128, а также с сортом тритикале Немига - 2.

Полевые опыты проводились на полях возле биологического факультета ТНУ. Биохимические анализы проводили в лаборатории Государственной комиссии по сортоиспытанию сельско-хозяйственных культур, на компьютере Diode Array 7200 Operation Manual фирмы Perten Instruments по одним и тем же химическим показателям: белку, клетчатке, жиру, золе, влажности, БЭВ и лизину.

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по Б.А. Доспехову «Методика полевого опыта», 1979г.

**Экспериментальная часть и обсуждение.** Как показывают полученные результаты исследования (табл. 1), у изученных линий пшеницы если масса 1000 зерен варьирует от 31,2 (линии № 7) до 49 (линии № 11), то содержание крахмала и белка в их зерне соответственно от 70,8 (линии № 13) до 75,4% (линии № 18) и 9,4 (линии № 11) до 13,9% (линии № 9).

При этом тест - показатель «отношение крахмала к содержанию белка» колеблется от 5,14 (линии № 9) до 7,91 (линии № 11), а содержание белка (мг) в массе одного зерна путем пересчета составляло от 3,70 (линии № 24) до 5,75 мг (линии № 13). Кроме того, выявлено, что по высокой массе 1000 зерен особо выделялись линии №11(49,0г), №20(47,5г) и линии №8(46,2г), а по содержанию крахмала в зерне – линии №18(75,4%), №24(75,1%) и №6(74,9%). По содержанию белка в зерне среди изученных линий наиболее высокобелковыми являются линии № 9(13,9%), №13(13,5%) и № 7 (13,2%). А по содержанию (мг) белка в массе одного зерна наиболее положительно отличились линии пшеницы № 13(5,75мг), № 28(5,47мг) и № 9(5,43мг).

Следует отметить, что вышеуказанные линии, отличившиеся по отдельным изученным показателям, могут быть использованы как доноры хозяйственно – ценных признаков в целенаправленной селекционной программе по созданию высокоурожайных и высокобелковых сортов пшеницы.

Биометрический анализ (табл. 2) изученных показателей показал, что их среднее значение, если по массе 1000 зерен составляет 41,1г, содержанию крахмала в зерне –

73,3%, то содержание белка составляет 11,1%, содержание белка (мг) в массе одного зерна 4,55, то отношение содержания крахмала к содержанию белка, при этом равняется к коэффициенту 4,55. Доверительный интервал рассчитанных при $t_{05}$ для изученных показателей выглядел следующим образом: масса 1000 зерен 39,3÷42,9г; содержание крахмала в зерне 72,8÷73,7%; содержание белка в зерне 10,6÷11,5%, отношение содержания крахмала к содержанию белка в зерне 6,37÷6,95 и содержание белка в массе одного зерна 4,33÷4,77мг. По изученным показателям, если наименьший коэффициент вариации наблюдается по показателю содержания крахмала в зерне (всего 1,6%), то наибольшая величина коэффициента вариации по содержанию белка в массе одного зерна (12,9). Остальные изученные показатели – масса 1000 зерен (11,3%), содержание белка в зерне (10,4%) и отношение содержания крахмала к содержанию белка в зерне (11,0%) имели близкий по значению коэффициент вариации.

**Таблица 1. Важные биохимические показатели константных линий пшеницы**

| № линии | Масса одного зерна, мг | № линии | Содержа-ние крах-мала в зерне, % | № линии | Содержа-ние белка в зерне, % | № линии | Отноше-ние крах-мала к белку | № линии | Содержа-ние белка в одной зерне, мг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 31,2 | 13 | 70,8 | 11 | 9,4 | 9 | 5,14 | 24 | 3,70 |
| 4 | 32,5 | 19 | 71,3 | 20 | 9,7 | 13 | 5,24 | 27 | 3,79 |
| 19 | 32,8 | 4 | 71,5 | 27 | 9,8 | 7 | 5,42 | 22 | 3,82 |
| 14 | 36,0 | 9 | 71,5 | 24 | 10,0 | 19 | 5,84 | 14 | 3,82 |
| 24 | 37,0 | 7 | 71,6 | 22 | 10,1 | 4 | 5,86 | 4 | 3,96 |
| 22 | 37,8 | 23 | 72,1 | 17 | 10,3 | 10 | 5,90 | 18 | 3,98 |
| 30 | 38,1 | 28 | 72,4 | 18 | 10,3 | 21 | 6,05 | 19 | 4,00 |
| 18 | 38,7 | 10 | 72,6 | 5 | 10,4 | 28 | 6,08 | 30 | 4,00 |
| 27 | 38,7 | 16 | 72,8 | 12 | 10,4 | 26 | 6,41 | 7 | 4,12 |
| 25 | 38, 8 | 12 | 72,9 | 6 | 10,5 | 16 | 6,56 | 25 | 4,23 |
| 15 | 38,9 | 26 | 73,1 | 30 | 10,5 | 8 | 6,61 | 15 | 4,24 |
| 9 | 39,1 | 21 | 73,2 | 14 | 10,6 | 29 | 6,61 | 17 | 4,34 |
| 23 | 40,6 | 3 | 73,3 | 3 | 10,6 | 23 | 6,67 | 23 | 4,38 |
| 29 | 41,7 | 30 | 73,3 | 23 | 10,8 | 15 | 6,79 | 3 | 4,45 |
| 3 | 42,0 | 8 | 73,4 | 15 | 10,9 | 25 | 6,80 | 11 | 4,61 |
| 17 | 42,1 | 14 | 73,5 | 25 | 10,9 | 3 | 6,91 | 20 | 4,61 |
| 10 | 42,5 | 22 | 73,8 | 8 | 11,1 | 14 | 6,93 | 6 | 4,66 |
| 13 | 42,6 | 20 | 73,9 | 16 | 11,1 | 30 | 6,98 | 29 | 4,67 |
| 6 | 44,4 | 5 | 74,0 | 29 | 11,2 | 12 | 7,01 | 5 | 4,67 |
| 21 | 44,7 | 15 | 74,0 | 26 | 11,4 | 5 | 7,11 | 12 | 4,73 |
| 5 | 44,9 | 29 | 74,0 | 28 | 11,9 | 6 | 7,13 | 16 | 4,98 |
| 16 | 44,9 | 25 | 74,1 | 21 | 12,1 | 17 | 7,20 | 8 | 5,13 |
| 12 | 45,5 | 17 | 74,2 | 4 | 12,2 | 22 | 7,31 | 26 | 5,19 |
| 26 | 45,5 | 27 | 74,3 | 19 | 12,2 | 18 | 7,32 | 10 | 5,23 |
| 28 | 46,0 | 11 | 74,4 | 10 | 12,3 | 24 | 7,51 | 21 | 5,41 |
| 8 | 46,2 | 6 | 74,9 | 7 | 13,2 | 27 | 7,58 | 9 | 5,43 |
| 20 | 47,5 | 24 | 75,1 | 13 | 13,5 | 20 | 7,62 | 28 | 5,47 |

При сравнительном анализе полученных результатов (табл. 3) в массе одного зерна, по важным биохимическим показателям качества зерна у различных злаковых культур (сортов ржи, тритикале и по средним данным за 28 линий пшеницы) обнаружено, что изученные линии пшеницы по этим показателям превосходили сорта ржи и тритикале.

**Таблица 2. Сравнительное сопоставление результатов биометрического анализа изученных биохимических показателей у константных линий пшеницы**

| Изучение показателей | Биометрические показатели | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | x | S | S | υ, % | Sx | Sx, % | $t_{05}$± | Доверительный интервал при $t_{05}$ |
| Масса одного зерна, мг | 41,1 | 21,51 | 4,64 | 11,3 | 0,88 | 2,1 | 1,8 | 39,3÷42,9 |
| Содержание крахмала в зерне, % | 73,3 | 1,318 | 1,15 | 1,6 | 0,22 | 0,29 | 0,45 | 72,8÷73,7 |
| Содержание белка в зерне, % | 11,1 | 1,334 | 1,15 | 10,4 | 0,22 | 1,97 | 0,45 | 10,6÷11,5 |
| Отношение крахмала к белку | 6,66 | 0,539 | 0, 734 | 11,0 | 0,14 | 2,08 | 0,29 | 6,37÷6,95 |
| Содержание белка в одной зерне, мг | 4,55 | 0,347 | 0,589 | 12,9 | 0,11 | 2,45 | 0,22 | 4,33÷4,77 |

**Таблица 3. Сравнительная характеристика некоторых важных биохимических показателей зерна у ржи тритикале и пшеницы (среднее значение 28 линий)**

| Изученные сортообразцы | Масса одного зерна, мг | Содержание крахмала в зерне, % | Содержание белка в зерне, % | Отношение содержаний крахмала к содержанию белков в зерне | Содержание белка в массе одного зерна, мг |
|---|---|---|---|---|---|
| Рожь Вахшская - 116 | 29,8 | 71,0 | 12,7 | 5,6 | 3,8 |
| Рожь Вахшская - 128 | 22,6 | 68,3 | 14,6 | 4,8 | 3,3 |
| Тритикале: Немига - 2 | 33,5 | 71,9 | 11,6 | 6,2 | 3,9 |
| Линии - 36 | 27,1 | 67,0 | 16,9 | 4,0 | 4,6 |
| Бадахшан | 29,5 | 71,3 | 11,7 | 6,1 | 3,4 |
| Пшеница, средний показатель 28 линий | 41,1 | 73,3 | 11,1 | 6,7 | 4,5 |

Исключение составляет показатель содержания белка в зерне (%), содержание белка в зерне линии пшеницы было в среднем меньше (11,1%) и находилось на уровне тритикале сортов Немига – 2 (11,6%) и Бадахшан (11,7%). В целом наибольшее содержание белка в зерне было обнаружено у линии 36(16,9%) и ржи Вахшской – 128(14,6%).

При этом, наименьшее отношение содержания крахмала к содержанию белка наблюдается у линии – 36(4,0) и ржи Вахшская – 128(4,8). Наибольшее значение данного показателя отмечено у изученных сортов пшеницы (6,7) и тритикале Немига – 2(6,2). Также уместно отметить, что чем больше значении данного показателя у соответствующих сортов тем они считаются высококрахмальными или, наоборот, чем меньше это значение, тем сорт считается высокобелковым. Кроме того, следует отметить, что по массе одного зерна (мг) изученные линии пшеницы (в совокупности 28 линий) намного превосходимы других изученных сортов (в среднем масса одного зерна у них составляла 41,1 мг) – ржи и тритикале. При этом наибольшее содержание белка в массе одного зерна обнаружено у тритикале линии 36(4,6 мг) и сортов пшеницы (4,5 мг).

Таким образом, полученные результаты показали, что изученные линии пшеницы (28 линии) по массе 1000 зерен и по ряду показателей различаются. Степень изменчивости этих показателей по данным коэффициентам вариации варьируют от 1,6 (по содержание крахмала) до 12,9% (по содержанию белка в массе одного зерна). При этом позитивно

выделялись линии №9, №11 и №13, которые по нескольким показателям превосходили другие изученные линии. Они в качестве ценных генотипов могут вовлечены в селекционный процесс или возделываться в сельскохозяйственном производстве Таджикистана как перспективные линии.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Абрамова З.В. Генетика программированного обучения / З.В. Абрамова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287с.
2. О потенциальной продуктивности новых линий пшеницы и тритикале / В.А. Бободжанов, Е.Л. Козлова, М. Баротова [и др.] // Докл. АН ТаджССР. – 1983. – 26. -№8. –С. 528-531.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Кириченко Ф.Г. Селекция озимой мягкой пшеницы на повышенную белковость зерна / Ф.Г. Кириченко, Н.А. Литвиненко, В.Г. Адамовская // Вестн. с.-х. науки. – 1986. - №6. – С. 72-79 .
5. Кузнецова Н.Е. Биохимическая характеристика белков зерна тритикале / Н.Е. Кузнецова, Б.П. Плешков // Прикл. Биохимия и микробиология. – 1979. – 15. -№2. – С. 165–172.
6. Нигмонов М. Физиология и биохимия культ. Растений изменчивость уровня активности ингибиторных белков в зерне гибридов тритикале ($F_2$) в зависимости от генотипа родительских форм / М. Нигмонов. -1998. -Т. 30. -№4.
7. Самигуллина Н.С. Практикум по генетике: учебное пособие для студ. вузов / Н.С. Самигуллина, Б.И. Кирина. –Мичуринск, 2007. –С. 21-59.
8. Созинов А.А. Урожай и качество зерна / А.А. Созинов. –М.: Знание, 1976. -№4. -63с.
9. Фадеева Т.С. Сравнительная генетика растений / Т.С Фадеева, С.П. Соснихина, Н.М. Иркаева. –Л: Изд-во Ленинградского университета, 1980. -250с.
10. Щапова А.И. Генетика хозяйственно-ценных признаков высших растений / А.И. Щапова, Л.Д. Колосова. -Новосибирск, 1990. -255 с.


**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ**


Полученные результаты показали, что изученные линии пшеницы (28 линий) по массе 1000 зерен и по ряду биохимических показателей различаются. Степень изменчивости этих показателей по данным коэффициентам вариации варьируют в широких пределах. При этом позитивно выделялись линии № 9, № 11 и № 13, которые по нескольким показателям превосходили другие изученные линий. Они в качестве ценных генотипов могут быть вовлечены в селекционный процесс или возделываться в сельскохозяйственном производстве Таджикистана как перспективные линии.



**Ключевые слова:** константа, линия, тест, коэффициент вариации, масса1000 зерен, белок, крахмал, внутривидовая изменчивость.


**BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF PERSPECTIVE LINES OF WHEET**


Results on biochemical evaluation of a perspective lines of wheet under irrigated Tajikistan conditions are presented here in order to single out samples with an improved quality of grain as an initial material for breeding purposes. The following samples proved to be the best ones: lines № 9, 11, 13. All of them combining proper qualities of grain with high productivity.



**Key words:** constant, Line, test, coefficient values of correlation, mass of 1000seeds, protein polysacharides, intraspecific variability.



**Сведение об авторе:** ***А.С. Алимуродов*** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биохимии Таджикского национального университетат. Е – mail: **alimurodov. abduzohid@mail.ru.** Телефон: **917-83-00-27**


## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПИДОВ В ПИТАНИИ ОВЕЦ


***У.Ш. Джураева***

**Институт животноводства Таджикской академии селскохозяйственных наук**


Липиды - широко распространенные в природе органические вещества, неотъемлемые компоненты живых клеток и жидкостей организма. Наряду с высокой энергетической ценностью (в 1 кг растительного и животного жира в среднем содержится

8500-8700 ккал обменной энергии), жиры являются поставщиком незаменимой линолевой кислоты, а также линоленовой и арахидоновой, которые синтезируются в организме в недостаточном количестве. Важная роль принадлежит жирам в витаминном питании и водном обмене. Они способствуют всасыванию и депонированию жирорастворимых витаминов; при расщеплении 100г жира в организме животных образуется 107г воды (Алиев А.А. и др., 1982).

Результаты опытов на животных указывают на высокую биологическую эффективность жира. Это особое свойство или некалорийное действие добавок жира проявляется на всех видах животных и особенно на молодняке жвачных (Алиев А.А., 1980).

Жиры имеют особое значение в жарком климате, где уровень потребления корма может быть ниже оптимального. Использование жира способствует более быстрому наращиванию массы, и если корм подожжётся в спрессованном виде в таблетках или гранулах на их поверхность можно с помощью набрызгивания нанести дополнительное количество жира, доведя его содержание до 7%. За счет этого можно увеличить содержание клетчатки и более доступных ингредиентов, снижая таким образом стоимость корма без снижения его калорийности и без отрицательных последствий для птицы.

Все это говорит о целесообразности введения в рационы жвачных животных жиров животного и растительного происхождения, получаемых на мясокомбинатах и других предприятиях из непищевого сырья и боенских отходов.

Литературные данные относительно влияния жировых подкормок на потребление корма, переваримость питательных веществ рациона и в целом на ферментацию в рубце весьма противоречивы. В некоторых опытах при скармливании жира наблюдалось снижение потребления грубого корма (Bines et. al., 1978), тогда как в других экспериментах этот эффект отсутствовал (Ostergaart et. al., 1981), тем не менее в этих опытах было отмечено, что повышение жира в рационе коров до 8-13% от сухого вещества рациона ведет к снижению потребления не только грубых кормов, но и концентратов.

Обобщив литературные данные влияния скармливания жира на потребление сухого вещества и энергии Палмсквит, 1987 и Овчаренко, 1990 пришли к заключению, что в целом на переваримость сухого вещества у жвачных животных влияет как уровень липидов в основном рационе, так и состав жировых добавок и степень их воздействия на микроорганизмы рубца, а также уровень и свойства клетчатки в их рационе на овцах гиссарской и тонкорунной породы подобных исследований не проводилось.

Целью наших исследований явилось изучение влияния жировых добавок на состояние азотистого метаболизма гиссарских и тонкорунных овец различного направления продуктивности. Экспериментальная часть работы выполнена в опытно-показательном хозяйстве "Коммунизм" и лабораториях Института животноводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

Проведены две серии физиологических опытов. В первой серии под опытом находилось 6 овец, отобранных по принципу аналогов в возрасте 1,5 лет; из них 3 баранчика гиссарской породы с живой массой 68,0 кг и 3 - киргизской тонкорунной породы с живой массой 45,0 кг. Перед началом опыта овцы были прооперированы по методике Алиева А.А., 1985, с наложением двух канюль - в начале тонкого кишечника, сразу за пилорусом сычуга и у околопочечного изгиба двенадцатиперстной кишки, за желчно-поджелудочным протоком.

Опыт проведен методом латинского квадрата. Продолжительность каждого периода составляла 21 день. Для изучения переваримости корма и усвоения азотистых веществ в конце каждого периода в течение 6 суток проводили балансовый опыт по общепринятой методике.

Экспериментальным животным скармливали рацион, сбалансированный по питательности соответственно нормам ВАСХНИЛ (1985) для данных пород и возраста. Рацион состоял из сена разнотравного, ячменя и хлопковой шелухи и по периодам опыта различали только содержание жира.

В 1 периоде опыта содержание жира в рационе составляло 3% от сухого вещества. Во 2 и 3 периодах за счет включения кормового животного жира его содержание в рационе доводили, соответственно, до 5 и 7% в сухом веществе.

Основной рацион овец, сбалансированный по учитываемым показателям, соответственно содержал 3% жира естественных кормов (1 группа), в рационе 2 и 3 группы содержание жира было увеличено, соответственно, до 5 и 7% за счет кормового животного жира.

Что же касается влияния уровня жира в рационе на эти показатели, следует отметить то, что у обеих пород овец с повышением жира в рационе поток химуса из преджелудков существенно снижается. У тонкорунных овец на 27 и 42%, соответственно, 5 и 7% уровню жира, у гиссарских - соответственно на 28,5 и 36,4%. При этом, у гиссарских овец в целом за сутки поступает за пилорического химуса (в зависимости от рациона) на 65 - 81% больше, чем у тонкорунных овец.

Судя по нашим данным, снижение потока химуса из преджелудков при скармливании овцам кормового животного жира вызвано не ухудшением потребления сухого вещества корма, а обусловлено снижением образования химуса на кг потребленного сухого вещества. По всей видимости, повышение жиров в рационе овец до 5 и 7% существенно снижается потребление воды, выделение слюны и сычужного сока. На снижение скорости прохождения содержимого через желудочно-кишечный тракт указывают и другие исследователи. Было также показано, что секреция желудочных желез находится в непосредственной зависимости от характера пищи.

Суточное потребление сухого вещества овцами гиссарской породы на рационе, содержащем 3 и 5% жира, практически, было одинаковым и только несколько повысилось при увеличении жира в рационе до 7% (1697,2±1,24; 1698,4±1,12 и 1780,0±0,72 г/сут, соответственно). По этим показателям у тонкорунных овец закономерность полностью сохранилась, естественно, при более низких абсолютных величинах (1127,9±2,52; 1138,4±4,00; 1169,6±1,46г/сут., соответственно 1,2 и 3периоду опыта). У гиссарских овец в 3 периоде опыта, по сравнению с 1, количество принятого сухого вещества увеличилось на 82,9г или4,8% ($P< 0,001$), у тонкорунных овец - на 35,7г - 3,7% ($P < 0,01$).

Добавление кормового жира к рациону у животных обеих пород сопровождалось увеличением переваривания сухого вещества в сложном желудке. Во 2 периоде, по сравнению с 1, переваривание сухого вещества в желудке увеличилось на 1,5% у гиссарских овец и на 3,0% у тонкорунных овец, в 3 периоде, соответственно, на 4,5 и 5,0%.

Во все периоды опыта у тонкорунных овец переваримость сухого вещества в желудке было на 2% больше, чем у гиссарских аналогов. По нашему мнению, это связано с тем, что кормовой жир способствует улучшению желудочного пищеварения, особенно, когда его количество в рационе достигает 7%.

**Таблица 1. Динамика фракций азота в химусе тонкорунной породы овец**

| Показатели | Периоды опыта | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Объем за пилорического химуса, л | 13,43±0,57 | 10,57±0,43 | 9,07±0,39 |
| Содержаний фракций азота: | | | |
| общего, г | 20,59±0,26 | 22,38±0,17 | 22,90±0,13 |
| белкового, г | 15,20±0,39 | 18,01±0,22 | 19,08±0,10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| % от общего | 73,8 | 80,5 | 83,3 |
| остаточного, г | 5,39±0,18 | 4,37±0,13 | 3,82±0,21 |
| % от общего | 26,2 | 19,5 | 16,6 |
| Отношение белкового азота к небелковому | 2,82 | 4,12 | 4,99 |
| Объем химуса околопочечного изгиба 12 - перстной кишки, л | 13,77±0,44 | 11,30±0,27 | 9,19±0,12 |
| Содержаний фракций азота: | | | |
| общего, г | 22,90±0,12 | 25,74±0,10 | 26,44±0,15 |
| белкового, г | 17,11±0,17 | 21,18±0,32 | 22,29±0,20 |
| % от общего | 74,7 | 82,3 | 84,3 |
| остаточного, г | 5,79±0,09 | 4,56±0,05 | 4,15±0,07 |
| % от общего | 25,3 | 17,7 | 15,7 |
| Отношение белкового азота к небелковому | 2,95 | 4,65 | 5,36 |

Особо выраженным было положительное влияние скармливаемого жира на всасывание азотистых веществ в кишечнике, причем, по этому показателю обнаружены породные различия. Если у тонкорунных овец коэффициент всасывания поступившего в кишечник азота резко возрастает как во 2, так и в 3 периоде, соответственно, на 15,1 и 19,1 абсолютных процента, то у гиссарских овец резкое повышение только во 2 периоде (с 5% уровнем жира в рационе) на 9,9 абсолютных процента, при дальнейшем увеличении жира до 7% всасывание было ниже 2 периоде(98,79 - 3 период

**Таблица 2. Динамика фракций азота в химусе гиссарской породы овец**

| Показатели | Периоды опыта | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Объем за пилорического химуса, л | 22,40±0,63 | 17,45±0,52 | 16,44±0,49 |
| Содержаний фракций азота: | | | |
| общего, г | 29,40±0,18 | 31,85±0,15 | 31,75±0,12 |
| белкового, г | 22,10±0,55 | 26,46±0,47 | 25,90±0,30 |
| % от общего | 75,2 | 83,1 | 81,6 |
| остаточного, г | 7,30±0,22 | 5,39±0,17 | 5,85±0,14 |
| % от общего | 24,8 | 16,9 | 18,4 |
| Отношение белкового азота к небелковому | 3,02 | 4,91 | 4,43 |
| Объем химуса околопочечного изгиба 12 – перстной кишки, л | 23,60±0,36 | 17,70±0,27 | 17,58±0,20 |
| Содержаний фракций азота: | | | |
| общего, г | 32,20±0,18 | 37,93±0,18 | 37,11±0,12 |
| белкового, г | 24,47±0,30 | 31,91±0,22 | 30,62±0,18 |
| % от общего | 76,0 | 84,3 | 82,5 |
| остаточного, г | 7,73±0,09 | 6,02±0,05 | 6,49±0,10 |
| % от общего | 23,9 | 15,7 | 17,6 |
| Отношение белкового азота к небелковому | 3,17 | 5,37 | 4,70 |

против 103,3% - 2 период) и только на 8,0 абсолютных процента выше уровня 1 периода.

Таким образом, влияние жира в рационе на метаболизм азота проявилось на всех участках желудочно-кишечного тракта. Причем, если у тонкорунных овец с возрастанием жира в рационе с 3 до 5 и 7% влияние усиливалось, то у гиссарских курдючных овец оно резко проявилось только при 5% содержании жира в рационе.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Алиев А.А. Обмен веществ в желудке и кишечнике коров на жир депрессирующем рационе / А.А. Алиев, Л.М. Буркова // Животноводство. - 1983. - №11. – С.40-42.

2. Алиев А.А. Новейшие оперативные методы исследования жвачных животных / А.А. Алиев. -М.: Агропромиздат, 1985. – С. 78-102.
3. Овчаренко Э.В. Физиологические основы питания и молокообразования у коров в ранний период лактации в связи с уровнем и качеством энергии и протеина в рационе: автореф. дисс. докт. биол. наук / Э.В. Овчаренко // ВНИИФБиП. - Боровск, 1990. – 46 с.
4. Палмсквит Д.Л. Жиры в питание сельскохозяйственных животных / Д.Л. Палмсквит // Агропромиздат. - 1987. – 406 с.
5. The effect of protected lipids on nutrient intakes, blood and rumen metabolites and milk secretion in dairy early lactation / L.A. Bines [et al.] // Journal of Agricultural Science. - 1978. -№91. -P. 135–150.
6. The effect of Dietary Lipids on Milk Production in Dairy Cows / V. Ostergaard [et al.]. –Copenhagen: Beletning Fra Statens Husdyrbrugs Forsg, 1981. -508.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПИДОВ В ПИТАНИИ ОВЕЦ**

В статье «Эффективность использования липидов в питании овец» приводятся данные о динамике эвакуации химуса. Метаболизм азотистых веществ. Переваримость сухого вещества у гиссарских и тонкорунных овец в зависимости от уровня жира в рационе.

**Ключевые слова:** липиды, канюли, химус, рацион, общий, остаточный и белковый азот, сухое вещество, живая масса.

**THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF LIPIDS IN THE NUTRITION OF SHEEP**

The article presents «He effectiveness of the use of lipids in the diet of sheep» data on the dynamics of the evacuation of chyme. The metabolism of nitrogenous substances. The digestibility of dry matter hissar fine-wool sheep, and depending on the level of fat in the diet.

Key words: lipids, cannula, chyme, diet, total, residual, and protein nitrogen, dry matter, body weight.

**Сведения об авторе:** ***У.Ш. Джураева*** **–** кандидат биологических наук, заведующая лабораторией массовых анализов, доцент Института животноводства Таджикской академии селскохозяйственных наук.
E-mail: **dzhuraeva_59@mail.ru.** Телефон: **918-69-58-58, 938-88-44-28**

# МАТЕРИАЛЫ ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЗМЕЙ (SERPENTES) В СЕВЕРНОМ ТАДЖИКИСТАНЕ

***Ш.Р. Мирзобаходурова, Т. Саттаров***
**Худжандский государственный университет им. Б.Гафурова,**
**Таджикский государственный педагогический университет им. Садриддина Айни**

**Червеобразная слепозмейка – Typhlops vermicularis Mert., 1823.** В Северном Таджикистане известна по двум находкам Т. Саттарова - на северном склоне Туркестанского хребта, в окрестностей посёлка Калининабад Ганчинского района и кишлаке Дальени Боло Уратюбинского района. Ареал слепозмейки в Северном Таджикистане, очевидно, распространяется на предгорья и среднегорья северного склона Туркестанского хребта.

Встречается на поверхности почвы только после весенних ливней или после длительных дождей. Учёт численности на различных участках ареала в Таджикистане показал, что на протяжении от 6 до 20 км встречалось от 2 до 5 особей. В настоящее время на тех же маршрутах можно встретить не более одной особи.

Подземный обитатель, на поверхности земли её заметить трудно. Придерживается лессовых склонов низкогорий и среднегорий. Не избегает участков с относительно густой травянистой растительностью.

Во всех случаях для местообитаний слепозмейки в предгорьях и горах характерно наличие разбросанных обломков скал различных размеров. Её часто наблюдали среди обломков камней и под ними. Встречается и на сухих склонах южной экспозиции с рыхлой почвой, поросшей эфимеровой растительностью. Зимует в собственных норах,

расположенных в незаливаемых водой местах, в норах других мелких животных и под обломками горных пород. Обитает на высотах от 500 до 1500 - 1900 м над уровнем моря.

Просыпаются после зимней спячки в конце апреля - начале мая. Спаривание происходит спустя некоторое время после пробуждения. Откладывают яйца в июне месяце. Яйца удлинённые, на обоих концах закруглённые, покрыты кожистой оболочкой. В яичниках половозрелых самок развивается от 3 до 9 яиц. За лето имеют одну кладку. Питаются различными видами муравьев и их яйцами, куколками и имаго разных видов насекомых. Враги - лисицы и мелкие виды хищных птиц. Численность слепозмейки меняется в зависимости от климатических условий. В годы с поздней весной с продолжительными дождями многие слепозмейки, проснувшись после зимней спячки, гибнут. В последние годы в большом количестве уничтожаются браконьерами, которые незаконно отлавливают змей и продают их в качестве лечебного средства.

**Для** разработки научно-обоснованных мер по охране и воспроизводству слепозмей, нами изучены особенности её биологии и поведения. Проведены экспериментальные работы по выявлению целебных свойств слепозмейки.

**СЕМЕЙСТВО УДАВОВЫЕ: - BOIDAE**

**Восточный удавчик – Eryx tataricus Lichtenstein.** Обитает по долинам рек Сырдарья и Зеравшан. Известен из окрестностей кишлаков Джарбулак, Матчо, в Кайраккуме и на песчаных островах Кайраккумского водохранилища. Т. Саттаров наблюдал восточного удавчика в окрестностях г. Канибадама и в Аштском районе. Мы его встречали в окрестностях г.Уратюбе в июне - августе.

В 1957-1959 годов на различных глинисто- песчаных и лёссовых участках полупустыни Северного Таджикистана на маршруте в 6-12 км и шириной 3-5 м. встречалось от 1 до 5 особей. В 1978 году на глинисто- песчаных буграх в окрестностях станции Мельниково г. Канибадаме за три часа экскурсии обнаружено три особи. В настоящее время удавчик повсюду стал редким и на том же маршруте встречается лишь 1-2 особи, а можно и вообще не встретить. Численность в популяциях удавчика из года в год сокращается.

Чаще всего встречается в песках разнообразного характера. На закреплённых песках, предпочтение отдаёт местам с плотной почвой и на щебнисто-глинистых участках с разреженной растительностью. Селится на песчаных и глинистых грунтах полупустыни с редкой растительностью и в пустынях с твёрдой почвой. Обитает и на лёссовых почвах предгорий и гор. В качестве убежища использует трещины, щели и брошенные норы мелких грызунов. Вертикально распространён от высоты 300-400 до 2000 м над уровнем моря.

Спаривание происходит в мае и от спаривания до появления молодых удавчиков проходит не менее двух месяцев. Удавчик - живородящая змея. В августе встречались новорожденные удавчики с размером туловища 160-190 мм. Пробуждается в конце марта - начале апреля, на зимовку скрывается в октябре - начале ноября. Питается грызунами, ящерицами, мелкими птицами и крупными членистоногими. Молодые удавчики поедают насекомых, в том числе вредителей. Змея неядовитая.

Причины сокращения численности и ареала - это интенсивное освоение земель - мест обитания восточного удавчика и браконьерский отлов змей для реализации их как «целебного средства». К сожалению, местные лекари (табибы) восточного удавчика выдают за слепозмеку, отлавливают его в Северном Таджикистане повсеместно и реализуют везде и открыто. Люди с различными недугами, в самых различных видах принимают змею как лекарственное средство.

В природе восточный удавчик в массе уничтожает мелких грызунов, вредных насекомых и приносит большую пользу.

**СЕМЕЙСТВО АСПИДОВЫЕ - ELAPIDAE**

**Среднеазиатская кобра – Naja oxiana Eichward.** В Северном Таджикистане встречается по южным склонам Кураминского хребта в окрестностях кишлаков Джарбулак и Авзикент. Обитает в равнинной части предгорий, в горы поднимается до высоты 1600 м над уровнем моря. Возможно, былой ареал кобры в Северном Таджикистане был шире. Он преобразован в антропогенный ландшафт.

В 1955-1956 годах на маршруте в 6-18 км встречалось от 3 до 7 особей. В настоящее время в тех же местах на маршруте в 50-60 км можно встретить не более 1 особи.

Живёт в сухих предгорьях, покрытых травянистой растительностью, в туранговых пойменных лесах. В предгорьях и горах придерживается склонов с крупнокаменистым ландшафтом. Реже встречается по оврагам и сухим речным обрывам. В горах обитает среди фисташкового леса, зарослей горького миндаля и по окраинам полей зерновых культур. Убежищами служат нежилые норы грызунов, трещины в лёссовых обрывах, промоинах, пустоты под камнями в горах.

Пробуждаются в марте – апреле, на зимовку уходят в октябре – ноябре. Спаривание происходит в конце апреля – начале мая. Яйца откладывают в июне – июле, не более 8-11. Молодые, с длиной туловища (без хвоста) 35.0- 36.0 мм, появляются в августе – сентябре того же года и первый раз линяют через несколько часов после вылупления. Взрослые особи в течение года линяют трижды – весной, летом и осенью. Молодые особи от взрослых отличаются явно выраженными поперечными тёмными полосами на туловище. Питаются мелкими грызунами, пресмыкающими, земноводными, птицами и их яйцами. Враги – серый варан, реже её ловят хищные птицы – змееяд и стервятник.

**СЕМЕЙСТВО ГАДЮКОВЫЕ – VIPERIDAE**

**Гюрза – Vipera lebetina turanicaCernow.** Встречается по долинам рек Зеравшан и Сырдарья. Во многих местах былого ареала - подножья Туркестанского хребта, окрестности г. Уратюбе, кишл. Урмитан. Мы встретили гюрзу в начале марта в Шахристане сразу после зимней спячки.

Повсеместно в Северном Таджикистане численность гюрзы невысокая.Общая численность гюрзы в Таджикистане также небольшая, что требует проведения серьёзных исследований по численности, состоянию отдельных популяций и, при необходимости, постановки экспериментальных работ по разработке методики искусственного её разведения в целях реакклиматизации.

Гюрза встречается в долинах рек, тугаях всех типов, на высоких обрывах речных террас, местами в валежнике и травянистой растительности. В предгорьях гюрза обитает на сухих глинистых склонах, заросших эфемеровой растительностью, кустарниками и на обрывах дождевых промоин с щелями и трещинами. В горах живёт в завалах обломков и россыпей горных пород различной величины. Часто встречается в горных садах и на развалинах кишлаков, заросших травянистой растительностью, Убежищами служат трещины, щели, нежилые норы грызунов. Зимует в тех же местах, где обитает летом. Для зимовки выбирает нежилые норы грызунов, дупла деревьев, трещины, щели и промоины, расположенные в незатапливаемых частях местообитания. Вертикально встречается от высоты 400 до 2500 м над ур. м.

Весной пробуждается в марте. Спаривание происходит в апреле-мае. Откладывают яйца начиная с конца июля - августе. Кладка состоит из 8-9 яиц. Молодые появляются в конце августа - сентябре того же года. Через три года становятся половозрелыми. За лето линяют 2-3 раза. На зимовку скрываются в октябре. Питаются грызунами, пресмыкающимся, птицами и их птенцами, яйцами птиц, гнездящихся на земле или на невысоких кустарниках. Молодые сначала питаются насекомыми, а позже - мелкими позвоночными животными. Враги - хищные птицы, кобры и вараны. Змея ядовитая, яд используется в фармоцефтической промышленности.

**Степная гадюка – Vipera ursine Bonoparte.** В Таджикистане известна из окрестностей г. Худжанда, где она была добыта в 1870 году А.А. Кушакевичем.

В.П. Дубинин добыл степную гадюку в Киргизии в окрестностях кишлака Джуйлянгар по границе с Таджикистаном, она, очевидно, обитала в окрестностях г. Уратюбе.

Степная гадюка в Узбекистане и Кыргызстане, в Северном Таджикистане занимала степную и полупустынную зоны, расположенные по предгорьям северных склонов Туркестанского и Кураминского хребтов и в предгорьях Моголтау, возможно поднималась до 1500 - 2000 м над ур. м. и обитала на склонах и в долинах, поросших травянистой и кустарниковой растительностью.

Именно места обитания степной гадюки в Северном Таджикистане во второй половине XX-го столетия интенсивно осваивались, что, вероятно и послужило основной причиной сужения ареала, резкого сокращения численности в Северном Таджикистане и, в конечном итоге, почти полного исчезновения вида в нашем регионе.

**Выводы.** Таким образом степная гадюка живет в Северном Таджикистане в окрестностях г. Худжанда, в Киргизии в окрестностях кишлака Джуйлянгар по границе с Таджикистаном, она очевидно, обитает в окрестностях г. Уратюбе.

Обнаружено что слепозмейка встречается в Северном Таджикистане в северных склонах Туркестанского хребта, в окрестностях посёлка Калининабад Ганчинского района и кишлака Дальени Боло Уратюбинского района. Ареал слепозмейки в Северном Таджикистане, очевидно, распространяется на предгорья и среднегорья северного склона Туркестанского хребта.

Восточный удавчик обнаружен в долинах рек Сырдарья и Зеравшан, в окрестностях кишлаков Джарбулак, Матчо, в Кайраккуме и на песчаных островах Кайраккумского водохранилища.

**Нами установлено, что среднеазиатская кобра** в Северном Таджикистане встречается по южным склонам Кураминского хребта в окрестностях кишлаков Джарбулак и Авзикент.

Гюрза встречается по долинам рек Зеравшан и Сырдарья во многих местах былого ареала – в подножьях Туркестанского хребта, окрестностях г. Уратюбе, кишл. Урмитан, и в Шахристане.

Крайне необходимо нами усилить охрану гюрзы, среднеазиатской кобры, восточного удавчика и слепозмейки в Северном Таджикистане. Создание рекомендуемого нами Сырдарьинского государственного комплексного заказника и «Шахристанского государственного комплексного заповедника» позволит взять под охрану и сохранить два места обитания; на востоке Кайраккумского водохранилища - тугайного комплекса на побережье р. Сырдарья и на северном склоне Туркестанского хребта - горного комплекса.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Захидов Т.З. Природа и животный мир Средней Азии / Т.З. Захидов, Р.Н. Мекленбурцев, О.П. Богданов. - Ташкент: Укитувчи, 1971. -т.П. -С.1-323.
2. Саид-Алиев С.А. Пресмыкающиеся. - В кн.: Красная книга Таджикской ССР / С.А. Саид-Алиев, А.И. Симаков. -Душанбе: Дониш, 1988. -С. 63-81.
3. Саид-Алиев С.А. Хазандахо. В кн.: КитобисурхиТочикистон / С.А. Саид-Алиев, А.И. Симаков. - Душанбе: Ирфон, 1997. -С. 60 - 79.
4. Сайд- Алиев С.А. Земноводные и пресмыкающиеся Таджикистана / С.А. Саид-Алиев // Тр. ИЗиП АН ТаджССР. -Душанбе: Дониш, 1979.
5. .Саттаров Т.С. Пресмыкающиеся Северного Таджикистана / Т.С. Саттаров. -Душанбе: Дониш, 1993. -С. 1-276.
6. Яковлева И.Д. Пресмыкающиеся Киргизии / И.Д. Яковлева. -Фрунзе: Изд. АН Кирг.ССР, 1964. -С. 272.; Млекопитающие Киргизии / А.И. Янушевич, Б.М. Айзин, А.К. Кыдыралиев [и др.]. - Фрунзе: Илим, 1972.

**МАТЕРИАЛЫ ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЗМЕЙ (SERPENTES) В СЕВЕРНОМ ТАДЖИКИСТАНЕ**

Нами было изучено распространение некоторых видов змей в Северном Таджикистане, и установлено, что степная гадюка занимает степную и полупустынную зоны, расположенные по предгорьям северных склонов Туркестанского и Кураминского хребтов и в предгорьях Моголтау.

Слепозмейка придерживается лессовых склонов низкогорий и среднегорий, восточный удавчик встречается в песках в местах с плотной почвой и на щебнисто-глинистых участках с разреженной растительностью. Обитает и на лёссовых почвах предгорий и гор.

Гюрза обитает в долинах рек, на высоких обрывах речных террас, местами в валежнике и травянистой растительности. В предгорьях гюрза обитает на сухих глинистых склонах, заросших эфемеровой растительностью, кустарниками и на обрывах дождевых промоин с щелями и трещинами. В горах живёт в завалах обломков и россыпей горных пород различной величины.

**Ключевые слова:** экология, степная и полупустынная зоны, распространение, виды змей в Северном Таджикистане, степная гадюка, слепозмейка, гюрза.

**THE PROCEEDINGS OF THE ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF SOME SPECIES OF SNAKE (SERPENTES) IN NORTH TAJIKISTAN**

We have studied prevalence of the several kinds of snakes in Northern Tajikistan and found that it occupies the steppe and semi-desert areas, located on the foothills of the northern slopes of the Turkestan and Kurama ranges and foothills Mogoltau.

Blindworm adheres loess slopes of high mountains and midlands and the eastern boa found in the sands in places with dense soil and debris-clayey areas with sparse vegetation. It dwells on the loess soils of the foothills and mountains**.**

Viper lives in river valleys of Tugay, high cliffs of river terraces, in places fallen trees and herbaceous vegetation. In the foothills viper inhabits in the dry clay slopes overgrown with ephemeral vegetation, shrubs and cliffs rain gullies with gaps and cracks. In the mountains, living in the rubble and debris alluvial rocks of various sizes.

**Key words:** ecology, steppe and semi-desert zones, distribution, types of snakes in Northern Tajikistan, steppe Viper, clipsmake, Viper.

**Сведение об авторе:** ***Ш.Р. Мирзобаходурова*** **-** заведующая кафедрой зоологии и физиологии человека и животных Худжандского государственного университета им. Б.Гафурова. E-mail: **fara_ 9191 @ mail.ru.** Телефон: **91-910-40-33**

***Т. Саттаров*** **-** д.б.н., профессор, заведующий кафедрой зоологии Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. E-mail: **tohir47@mail.ru**

# ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ И ЗАЛЕГАНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОГО ТАДЖИКИСТАНА

***Ш.И. Ходжаев, Н.М. Асоев, Д.И. Ходжаев, Н.Ш. Иброхимов***
**Институт почвоведения Таджикской академии селскохозяйственных наук**

Орошаемые земли Кулябского региона расположены в междуречье Кызылсу, Яхсу и Пяндж и межгорных впадинах. В административном плане сюда входят Кулябский, Восейский, Хамадони, Пархарский районы. Общая площадь орошаемых земель с ирригационной сетью оценивается более 100 тыс. га. Основным источником орошения являются воды вышеперечисленных рек, а также используются, хотя в незначительном количестве, воды родников и грунтовых из дренажной сети (скважин и дрен).

В геоморфологическом отношении, орошаемые территории подразделяются на следующие подобласти:

1- вторая современная надпойменная терраса рек Ях-су, Кызыл-су и конус выноса реки Пяндж, обладающий естественным дреном;

2- вторая современная надпойменная терраса рек Ях-су и Кызыл-су, обладающая малым естественным дреном;

3- останцы верхнечетвертичные четвертые надпойменные террасы, обладающие естественным дреном;

4- верхнечетвертичная четвертая надпойменная терраса, обладающая естественным дреном.

Первая подобласть сложена суглинистыми отложениями с прослоями песков, супесей и глин, мощностью до 4-х метров, покровных водовмещающими породами. Вторая - состоит из глин с тяжелыми суглинками, с прослоями супесей и песков мощностью до 10 метров. Подстилающие водовмещающие породы - валунно-галечные или галечно-гравийные с прослоями супесей и суглинков. Общая мощность их оценивается не менее 100 м. Условия дренированности этих геоморфологических подобластей обусловлены особенностями состава и строения слагающих пород.

Коэффициент фильтрации (Кф) для покровных пород составляет от 0,2 до 0,8, а для подстилающих – от 20 и 45 м/сутки. При этом уклоны зеркала грунтового потока меняются от 0,007 до 0,008.

Третья геоморфологическая подобласть сложена лессовидными суглинками, мощностью 30-50 м, а четвертая - суглинками, но с прослоями древесно-щебнистого и песчано-гравийного материала, мощностью-150-200 м.

Покровные отложения в орошаемой зоне представлены в основном аллювиальными отложениями верхнечетвертичного и современного возраста. В межгорных впадинах (Дангаринская, Муминабадская) развитие получили пролювиально-аллювиальные отложения и лессовидные суглинки высоких террас.

В аллювиальных отложениях долин выделяют два типа грунтовых вод: с свободным зеркалом и напорные. В верхней части конусов выноса рек Ях-су и Пяндж напорные воды отсутствуют. Здесь в толще галечников формируется единый мощный горизонт подземных вод со свободным зеркалом. Вследствие изменения литологического состава аллювия при движении вниз по конусам выносам, воды приобретают напор. В долине Ях-су напорные воды появляются на широте кишлака Гелот, а в долине Пяндж - к западу от кишлака Акмазар.

Воды со свободным зерклом выходят повсеместно и приурочены к галечникам. Зеркало их располагается в покровных супесчано-суглинистых отложениях. Уровень грунтовых вод (УГВ) наибольший в верхней части конусов выноса (до 50 м). Глубина УГВ на значительной части территории низких террас менее 3 м (табл. 1). На некоторых участках грунтовые воды выходят на дневную поверхность, например, на участках «Кайнаров». Максимальная заглубленность УГВ характерна для высоких надпойменных террас верхнечетвертичного возраста и освоенных адырных участков и залегает на глубине от 30-40 до 80 м и более.

**Таблица 1. Распределение площадей с различной глубиной залегания уровня грунтовых вод, га**

| Глубина УГВ, м | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| До 1,0 | 1,0-1,5 | 1,5-2,0 | 2,0-3,0 | 3,0-5,0 | Глубже 5,0 | Всего |
| 1856 | 6943 | 10380 | 17871 | 12227 | 19381 | 68658 |

На вершинах конусов выноса в отложениях с очень высокой водоотдачей удельные дебиты скважин достигают 50 л/сек, на остальной части территории этот показатель составляет 4-5 л/сек.

Минерализация вод со свободной поверхностью (табл.2) в долинах изменяется в широких пределах- от 0,5 до 30 г/л и более. Однако основные площади заняты пресными водами с минерализацией до 1 г/л. Солоноватые воды (до 3-4 г/л) отмечены в долине р.Кызыл-су к северу от горы Ходжа-Мумин и в устье реки. Соленые и даже рассольные

воды известны в районе развития солончаков. Воды в верхней части конусов выносов относятся к карбонатному типам. Состав их пестрый с преобладанием гидрокарбонатных кальциево-магниевых анионов.

Напорные воды вскрыты на территории низких надпойменных террас в долине Ях-су на глубине 40-50 м. Они распространены на участке от кишлака Гелот на севере до устья реки Бешкапинка на юге и приурочены к галечникам и самоизливают с дебитом 1,5-3,5 л/сек. В направлении вниз по долине дебиты уменьшаются. Минерализация этих вод 0,3-0,8г/л, состав пестрый, тип сульфатный. В связи с резким изменением живого сочетания потока воды и подпором, который создается куполом Ходжа-Мумин, напорные воды разгружаются на поверхность. Отмечены многочисленные родники, выбивающие на поверхность грифонами из днищ небольших углублений и интенсивно газирующих. Отсюда их название-«Кайнары». Дебиты их достигают 5-10 л/сек, а минерализация не превышает 1 г/л.

**Таблица 2. Распределение площадей с различной минерализацией верхнего слоя грунтовых вод, га от площади**

| Минерализация грунтовых вод, г/л | | | |
|---|---|---|---|
| До 1,0 | 1,0-3,0 | >3 | Всего |
| 47014 | 21339 | 330 | 88683 |

Режим УГВ орошаемых и неорошаемых земель различен. На орошаемых землях, удаленных от рек, максимальное положение уровня вод наблюдается с июля по октябрь, минимальное- с декабря по апрель. Годовое изменение УГВ соответствует изменению водоподачи на орошение, амплитуда колебания 0,3-3,5 м. Минерализация уменьшается к концу вегетационных поливов, величина опреснения составляет 0,2-0,8 г/л. Режим УГВ неполивных земель, лежащих вдоль рек Ях-су, Кызыл-су и Пяндж соответствует режиму уровня речных вод- с двумя подъемами - в мае-июне и ноябре-декабре- и с двумя спадами- в августе-сентябре и феврале-марте.

В Кызылсу-Яхсуйской долине северную ее часть занимает Кызылсу-Яхсуйская оросительная система (КЯОС) в границах Кулябского и Восейского районов. Источником орошения являются реки Ях-су и Кызыл-су. В маловодные годы используются дренажные и сбросные воды. В целях покрытия дефицита в оросительной речной воде пробурено свыше 40 скважин с расходом до 50-70 л/сек каждая. Дополнительным источником орошения является Муминабадское водохранилище, воды которого используются в июле-сентябре, когда мелеют реки. Ирригационную сеть составляют около 60 каналов, из них только два оборудованы головными сооружениями инженерного типа. Величина потерь по основным каналам, изменяется от 30-50 до 100-160 л/сек на 1 км длины.

На юге долины располагаются Пархар-Чубекская оросительная система (ПЧОС), относящаяся к группе водообеспеченных. Пропускная способность головного сооружения на р.Пяндж- 54 $м^3$/сек. Магистральный канал без покрытия длиной 17 км проходит в полунасыпных дамбах по галечниковым, грунтам конуса выноса реки.

Слабая естественная дренированность отдельных участков, недостаточное развитие коллекторно-дренажной сети и избыточное ирригационное питание грунтовых вод являются причинами развития заболачивания и засоления почв.

**Таблица 3. Характеристика ирригационных сетей Кулябской группы районов**

| Ороситель ные системы | Площадь земель с оросительной сетью, га | | | Общая протяженность сети, км | | КПД систе мы | Годовой забор воды на орошение, млрд.м$^3$ | Удельн. водоподача , тыс.м$^3$/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | Орошается | Освоенность, % | Внутри хозяйственный | Межхозяйствен- ный | | | |
| ЯКОС | 27687 | 27124 | 98 | - | - | 0,53 | 0,4-0,5 | 10-12 |
| ПЧОС | 40981 | 37200 | 96 | 410 | 102 | 0,60 | 0,5-0,6 | 14-18 |

Засоленные почвы больше всего находятся на территории районов Пархарского, Восейского и Хамадони. Площадь в разной степени засоленных почв составляет 420 га, 235 га и 128 гектаров соответственно. Наиболее опасный вид засоления содовое встречается на территории района Хамадони [1].

Содовое засоление почв в Таджикистане встречается сравнительно редко. Наибольшее распространение оно имеет на правом крыле конуса выноса р. Пяндж и югу от подножия соляного купола Ходжа-Мумин и к северу и северо-западу в долине р. Ях-су. Специфической особенностью содовых (черных) солончаков является наличие соды (1,66-4,93 мг.экв. на 100 г почвы), которая обуславливает высокую щелочность (pH- 10-10,5). Это является своего рода аномалией среди нейтральных засоленных почв Южного Таджикистана. Содовые солончаки развиваются в условиях постоянного воздействия слабо- или среднеминерализованных хлоридно-гидрокарбонатно- натриевых грунтовых вод на верхние слои почвы. Содовое засоление почв и хлоридно- гидрокарбонатно-натриевые почвенно-грунтовые воды в Ходжа- Мумине были отмечены еще до его сельскохозяйственного освоения. [2].

Мелиорация щелочных солончаковых почв является трудоемкой работой и требует много времени и больших капитальных затрат.

Комплекс работ по мелиорации содовых солончаков должен включать, кроме гидротехнических мероприятий, усиление дренажа, увеличение зоны аэрации, промывки, а также и меры по замене обменного натрия в поглощающем комплексе на кальций.

Классическим методом мелиорации почв с относительно большим содержанием поглощенного натрия является гипсование.

Орошаемая хлопководческая зона Кулябской группы районов находится в сероземном почвенно-климатическом поясе, являющимся самым нижним элементом в структуре вертикальной поясности, характерной для юго-восточного Таджикистана. Развитие процесса засоления почвенного покрова в пределах сероземного пояса обусловлено двумя причинами: во-первых, соленосностью осадочных геологических пород, в которых легкорастворимые соли находятся либо в рассеянном состоянии, либо в виде огромных залежей; во- вторых, спецификой климата, отличающегося сильной засушливостью, континентальностью, высоким термическим режимом [3].

Мелиоративное состояние земель Кулябского группа районов в настоящее время находится в удовлетворительном состояние. В последние годы уделяется большое внимание улучшению состояния засоленных и заболоченных земель в регионе. Несмотря на проведение мелиоративных мероприятий, еще имеется много орошаемых земель, требующих пристального внимания.

Главные причины ухудшения засоленных земель - непроведение промывки почвы и планировки земель, некачественная чистка дренажа, в вегетационном периоде

несоблюдение режима орошения поливных культур и системы севооборота сельскохозяйственных культур.

Одной из существенных особенностей почвенного покрова района Хамадони является широкое распространение верховодки, формирующейся при наличии на глубине 1-1,5-2 м тяжелоглинистых и среднеглинистых прослоек, которые снижают коэффициент дренированности. Наличие верховодок определяет особый состав растительности и способствует развитию лугового почвообразовательного процесса. При этом образуются своеобразные луговые почвы в комплексе с содовыми солончаками разной степени засоления.

Содовые солончаки отличаются сильнощелочной реакцией, что является причиной высокой подвижности гумусовых веществ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Годовой отчет ГУ Гидрогеолого-мелиоративной экспедиции при Агентстве по мелиорации и ирригации Республики Таджикистан. -Душанбе, 2014. –С. 4-10.
2. Керзум П.А. Мелиорация содовых солончаков. Научный отчет / П.А. Керзум, С.И. Васильчикова. - Душанбе, 1968. –С.3-5.
3. Кутеминский В.Я. Почвы Таджикистана / В.Я. Кутеминский, Р.С. Леонтьева. –Душанбе: Изд. Ирфон, 1966. –С.83 -87.

**ПРИРОДНО- ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ И ЗАЛЕГАНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОГО ТАДЖИКИСТАНА**

Рассматриваются основные природно-хозяйственные условия почвообразования, засоления и залегания уровня грунтовых вод в зоне орошаемых земель Кулябского региона. Установлены основные причины получения низких урожаев сельскохозяйственных культур - вторичное засоление, близкое залегание уровня грунтовых вод, несвоевременное очищение коллекторно-дренажных сетей до проектных глубин и эрозия почв. Отмечено общее ухудшение мелиоративного состояния земель. Проанализирована минерализация вод со свободной поверхностью и напорных вод. Дается рекомендация по улучшению земель.

**Ключевые слова**: почвообразование, засоление, уровень грунтовых вод, напорные воды, вторичное засоление, минерализация.

**ECOLOGO- ECONOMICAL CONDITION OF SOIL FORMATION, SOIL SALINIZATION AND GROUNDWATER LEVEL OF SOUTH-EASTERN TAJIKISTAN**

The main natural and economic conditions of soil formation, soil salinization and groundwater level of irrigated lands in Kulyab region are considered. The basic reasons for obtaining low crop yields have been established- there are: salinization, close proximity of groundwater level, untimely cleaning of drainage system and soil erosion. A general deterioration of land reclamation is noted.

The salinity of surface water and pressured water were analyzed. The recommendations to improve the land were made.

**Key words:** soil formation, salinity, groundwater level, water pressure, secondary salinization, reclamation.

**Сведения об авторах:** ***Ш.И. Ходжаев*** - старший научный сотрудник Института почвоведения Таджикской академии селскохозяйственных наук. E-mail: **doston_120696@mail.ru.** Телефон**: 917-33-17-54**

***Н.М. Асоев*** - старший научный сотрудник Института почвоведения Таджикской академии селскохозяйственных наук

***Д.И. Ходжаев*** - аспирант Института почвоведения Таджикской академии селскохозяйственных наук

***Н.Ш. Иброхимов*** - зам. директора Института почвоведения Таджикской академии селскохозяйственных наук. E-mail: **tabrez2000@mail.ru**. Телефон: **501-30-44-43**

# ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛУКА (ALLIUMCEPAL.) НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА ПОКОЯ РАСТЕНИЙ

***М.А. Ансори, М.С. Нарзуллоев, А.Э. Эргашев, С.А. Яъкуби***
**Балхский университет, Афганистан,**
**Таджикский государственный педагогический университет им. Садриддина Айни**

Лук является одним из основных и очень важных культур, широко возделываемых в различных регионах мира, требующих выполнения ряда агрономических, технологических мероприятий и определенного экономических затрат. Афганистан, как и другие страны мира, считается одним из центров возделывания культурных растений [1].

Лук относится к семейству луковых (Allium Cepa L.) и является двулетним растением с цилиндрическими по форме листьями и незначительно развитыми побегами, у которого в первый год онтогенеза формируется луковица, а во второй в результате развития главного стебля образуются семена [6]. Плодородная часть лука – луковица - в питательном отношении содержит углеводы, витамин С и минеральные элементы (кальций и калий). С другой стороны, по наличию в луковицах антибиотиков, лук имеет большое значение для организма человека, так как наличие антибиотиков в составе плодородной части лука обеспечивает защиту организма от различных инфекционных заболеваний [7, 10].

Ежегодно основная масса урожая лука теряется в связи с низким генетическим потенциалом используемых видов, неблагоприятными условиями выращивания, несвоевременным сбором урожая, неправильным применением способов высушивания, а также воздействием температуры, влажности атмосферного состава помещений, где хранится собранный урожай. Степень потери урожая лука, также зависит от факторов заболевания растений инфекционными болезнями [5]. Установлено, что различные виды лука отличаются между собой по способам их хранения [12,13]. Снижение температуры в помещених оказывает значительное влияние на сроки хранения урожая лука [2]. Правильный отбор приспособленных видов лука, улучшение условий хранения урожая способствуют значительному увеличению сроков хранения урожая, и снижают степень его потерь [1]. С целью хранения урожая лука используются некоторые химические соединения. Например, перед сбором урожая лука, растения обрабатываются раствором урацила [$C_4H_4N_2O_2$].

Наряду с созреванием луковицы прекращается рост, и растения переходят в период покоя (*Dormancy)*, который наступает под воздействием абсцизовой кислоты, образующийся в листьях с последующим поступлением в луковицы. В результате наблюдается прекращение деления клеток роста сразу после сбора урожая лука. После сбора урожая постепенно снижается влияние ингибиторов роста, который связан с возрастанием действия цитокининов, гиббереллинов и ауксинов. В результате нарушается покой растений и наблюдается потеря в весе луковиц [4]. Выход растений из покоя можно определить по наличию появления новых листьев, которые свидетельствуют о потере луковицами способности к хранению. Дальнейший рост листьев способствует истощению запасных питательных веществ, накопленных в луковицах и потере ими веса [1].

Установлено, что рост и развитие во многом зависят от концентрации цитокининов. Повышение температуры до 25-30$^0$С подавляет действие кинетина, но температура 15$^0$С способствует синтезу цитокининов и приводит к росту луковицы [4].

Если луковицы попадают в благоприятные для роста условия, то есть когда начинается рост корней, то такое состояние приводит к интенсивному росту растений.

В 1998 году Мидмо на основе изучения 10 видов хранившихся при температуре 10$^0$С урожая лука установил, что за время хранения наблюдается 50% роста хранившегося

урожая. Достижение 50% роста луковиц, хранившегося в сухом складе, зависело от продолжительности их хранения, и имело место в пределе 149-310 суток. Рост растений после хранения, где наблюдался выход из покоя 50% хранившихся луковиц при их посеве с использованием вермикулита и характерным для роста при влажности почвы в лабораторных условиях, достиг в течение 8-63 или 49-156 суток.

Брустерн на основе полученных результатов своих исследований установил, что увеличение концентрации цитокининов способствует росту луковиц [4]. Цитокинины синтезируются в корнях и транспортируются на побеги, доходя до точек роста (апикальных меристем) и этим способствуют росту растений после периода покоя.

Земледельцы Афганистана, в частности, Северной его части, испытывают некоторые трудности при сборе и хранении урожая лука. При хранении урожая лука они претерпевают большие экономические затраты в виде потери большей части урожая.

Некоторые трудности связаны с онтогенезом растений лука и выходом его урожая, которые непосредственно зависят от способов хранения урожая, и не могут удовлетворять потребности населения Афганистана в течение года, в связи с отсутствием необходимых условий для хранения урожая лука, когда нет спроса на него, она теряется [1]. Отсутствие необходимых районированных сортов, которые относительно устойчивы к хранению, также создают вышеназванные трудности для производителей. Использование химических веществ, которые, в свою очередь, являются экологически вредными для здоровья, в нынешних условиях в Афганистане не практикуется. Применяются некоторые народные методы продления сроков хранения урожая лука, которые, к сожалению, с научной точки зрения не объяснимы. Таким образом, целью проведенных исследований является определение действия термической обработки (сжигания огнем) луковиц с целью увеличения сроков их хранения.

В качестве объектов исследования были использованы урожаи местных сортов лука, выращенные в условиях Северной части Балхской долины. Луковицы приобрели на базаре. Опыты были проведены трехкратно. Для достижения поставленной цели были использованы 4 варианта опыта: контрольного, когда урожай хранили в обычном собранном после созревания состоянии, и трех опытных вариантах, при которых урожай лука хранили после обработки точек роста его корней, побегов, а также одновременно точек роста корней и побегов луковиц.

В каждом опыте были наугад отобраны по 20 находящихся в периоде покоя луковиц. Для сжигания точек роста корня, точек роста побегов, или одновременно точек роста корня и побегов луковицы было использовано воздействие пламени горящего газа в течение 20 секунд. Луковицы контрольного варианта не подвергались сжиганию. После сжигания точек роста корня, точек роста побегов и одновременно точек роста корня и побегов луковицы были помещены в пластиковые сетки. Вес каждой сетки определили с использованием цифровых весов. Сетки хранились в условиях, где не регулировалась ни температура, ни влажность воздуха в помещении. Температура и влажность воздуха в помещении измеряли обычным термометром и определителем влажности (табл.1).

В течение двух недель после помещения лука в склады наблюдали за изменениями некоторых показателей хранения урожая. Количество вышедших из периода покоя растений лука, а также рост их надземных частей фиксировали в течение каждых двух недель. После потери веса луковицами урожай каждой пластиковой сетки взвешивали на цифровых весах. Измерения проводили в течение 20 недель.

**Таблица 1. Результаты определения средних значений температуры и влажности воздуха в помещении**

| Порядковый номер | Недели | Температура, °С | Влажность, % |
|---|---|---|---|
| 1 | 1-2 | 21 | 37 |
| 2 | 3-4 | 17 | 45 |
| 3 | 5-6 | 15 | 45 |
| 4 | 7-8 | 14 | 52 |
| 5 | 9-10 | 10 | 69 |
| 6 | 11-12 | 4 | 68 |
| 7 | 13-14 | 5 | 72 |
| 8 | 15-16 | 11 | 69 |
| 9 | 17-18 | 3 | 63 |
| 10 | 19-20 | 8 | 67 |

Процент вышедших из покоя луковиц определяли следующей формулой:

$$К\ (\%) = \frac{m}{n} * 100$$

где:

К (в %) –процент вышедших из покоя луковиц;

m –количество вышедших из покоя луковиц;

n –общее количество луковиц.

Процент потери веса луковицами между двумя периодами (до и после хранения) определяли следующим образом:

$R_i=(W_{i-1}-W_i/W_{i-1})=100$

R= процент потери веса луковицами в течение периода i-ам

$W_1$= вес луковиц в конце периода i-ам

$W_{i-1}$ = вес луковиц в конце первого периода

Таким образом, на основе проведенных измерений был получен общий показатель потери веса луковицами.

Обработку полученных результатов проводили с использованием компьютерной программы JMP8. Сравнение средних величин проводили с вероятностью в 5%. Для построения диаграмм и рисунков использовали компьютерную программа **Excel.**

На основе полученных нами результатов установлено, что термическая обработка луковиц оказывает значительное влияние на продолжительность хранения урожая лука. Результаты влияния термической обработки на рост растений в период их покоя определили с вероятностью в 5% (табл. 2).

**Таблица 2. Результаты анализа качества использования опытных вариантов по определению сроков хранения урожая лука (в течение 20 недель)**

| Источники изменений | Степень свободы | Средние величины по определению: | | |
|---|---|---|---|---|
| | | количество проросших луковиц (%) | количество потерянных веса луковиц (гр) | размера роста побегов луковиц после выхода из покоя (мм) |
| Варианты | 3 | 321,60* | 28,04* | $180,65^{ns}$ |
| Ошибки | 8 | 55,33 | 5,61 | 86,49 |

Nsи *-5% (доверительный интервал)

После 20 недель хранения урожая лука наименьшее количество проросших луковиц наблюдалось в опытных вариантах, где были подвергнуты термической обработке точки роста корня и одновременно точки роста корня и побегов луковиц (табл.3.).

Следовательно, аналогичные результаты получены по измерению показателя потери веса луковицами. В целом с течением времени во всех опытных вариантах наблюдается интенсивное прорастание луковиц в период их хранения. Но, как видно из приведенных на рисунке 1 данных, термическая обработка точек роста корня и одновременно точек роста корня и побегов у луковиц привели к сравнительно низкому количеству их прорастания.

**Таблица 3. Сравнение результатов средних значений взаимосвязанных признаков с длительностью хранения урожая лука (в течение 20 недель)**

| Варианты | Степень прорастания луковиц, % | Потеря веса луковицами, % |
|---|---|---|
| Контрольный | 57,8 | 25,4 [b] |
| Обработка точки роста побегов | 48,9[b] | 23,0 [b] |
| Обработка точки роста корня | 33,3[a] | 21,6[a] |
| Обработка точек роста корня и побегов | 29,8 [a] | 20,5[a] |

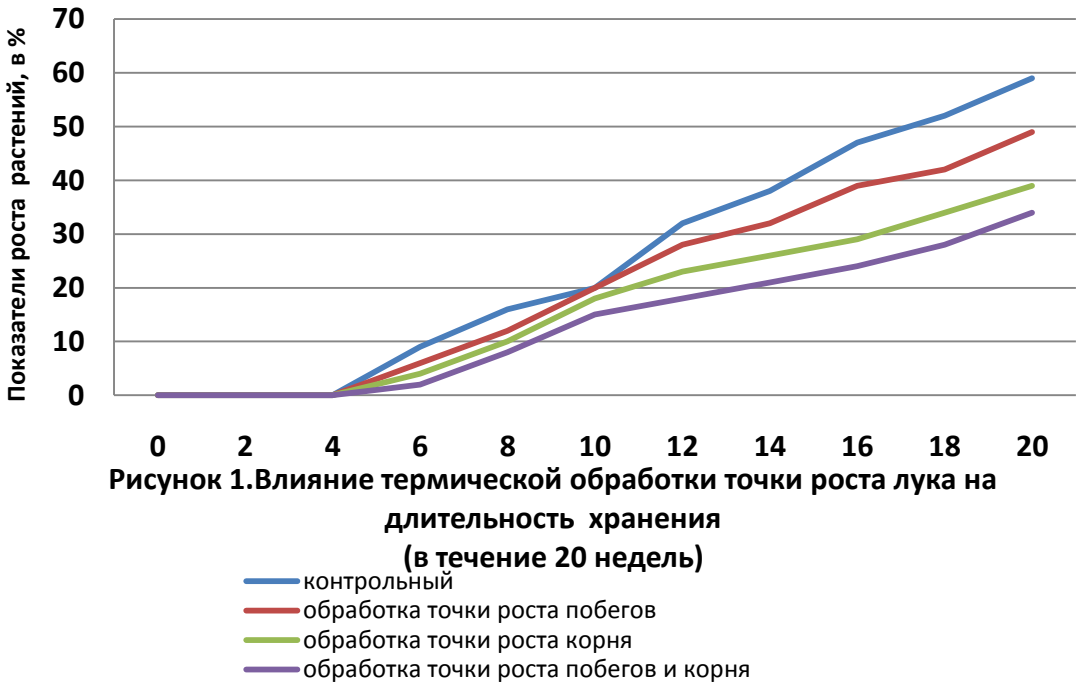



**Рисунок 1.Влияние термической обработки точки роста лука на длительность хранения (в течение 20 недель)**

На основе полученных результатов можно заключить, что термическая обработка точек роста корней и одновременно точек роста корней и побегов приводят к подавлению роста луковиц. Поскольку корень является зоной синтеза цитокининов, то увеличение их концентрации и последующее их передвижение к точкам роста корня способствует росту надземных частей лука [4]. Таким образом, факторы, предотвращающие рост корня и синтез цитокининов, препятствовали дальнейшему росту растений, а, следовательно, способствовали увеличению продолжительности сроков их хранения. Установлено, что низкие или высокие показатели температуры в помещениях, где хранится урожай лука, оказывают отрицательное влияние на синтез цитокининов и способствуют снижению роста луковиц в период их хранения. На основе полученных результатов [12] можно сделать вывод, что повышение влажности воздуха в помещениях во время хранения урожая лука оказывает отрицательное влияние и сокращает продолжительность сроков его хранения. Следовательно, термическая обработка луковиц, в частности, обработка точки роста корня и одновременно точки роста корня и побегов оказывают положительное влияние на сроки хранения урожая лука.

Сравнение полученных средних значений контрольного и опытных вариантов (табл. 2) показывает, что по потере веса луковицами между ними наблюдается положительная корреляция.

Нами также была изучена потеря определенного количества воды луковицами в период их хранения. В наших исследованиях эти показатели фиксированы в виде ломанной, все время возрастающей кривой. Среди опытных вариантов наибольшее влияние на снижение потери веса луковицами обнаружено в вариантах, в которых подвергались термической обработке точки роста их корней и одновременно точки роста их корней и побегов (рис.2).

Таким образом, установлено, что применение способа термической обработки урожая лука положительно влияет на увеличение сроков хранения луковиц и потерю ими веса. Потеря луковицами веса непосредственно связана с количеством и толщиной кожицы использованных видов и сортов лука, а также диаметром точки их роста [5,8]. Предполагается, что термическая обработка точки роста корней и побегов луковиц путем их сжигания на огне приводит к потере их кожицы. В связи с этим, можно предполагать, что для увеличения сроков хранения урожая лука наилучшим способом термической обработки луковиц является воздействие на точки роста корней и побегов горячим металлическим предметом.

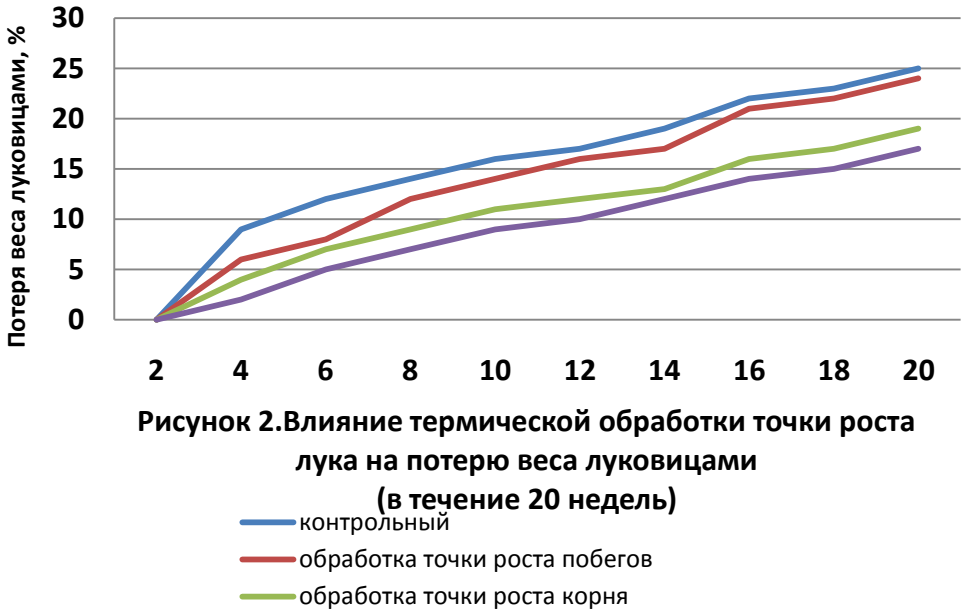



**Рисунок 2.Влияние термической обработки точки роста лука на потерю веса луковицами (в течение 20 недель)**

Лук для населения Афганистана является одним из важных сельскохозяйственным культур, но ежегодно в связи с отсутствием нормальных условий для хранения значительная часть его урожая теряется. В настоящих исследованиях изучено влияние термической обработки точки роста корня и побегов луковицы на сроки хранения урожая лука в течение 20 недель. Установлено, что термическая обработка точки роста корня и одновременно точки роста корня и побегов урожая лука положительно влияет на увеличение сроков его хранения и потерю им веса, что в свою очередь оказывает отрицательное воздействие на степень разрушения кожицы лука. Количество проросших луковиц среди опытных вариантов в сравнении с контрольным было значительно ниже. Также обнаружены значительно низкие показатели в потере веса опытных вариантов в сравнении с контрольным.

Предполагается, что термическая обработка точки роста луковиц приводит к разрушению точки роста корня и способствует синтезу цитокининов в корне, которые в итоге оказывают отрицательное воздействие на процессы роста и развития лука.

Возможно обработка точки роста с использованием горящего пламени газа оказала значительное воздействие на физиологические показатели лука в период хранения его урожая. Поэтому мы в дальнейших своих исследованиях обязательно остановим свое внимание на детальном изучении действия температуры на продолжительность хранения урожая лука.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Яъқубӣ С.А. Баррасии хусусиёти камӣ ва кайфии теъдоде аз арқоми бумии пиёзи Афғонистон: диссертация на соискание академической степени магистра по направлению с / С.А. Яъқубӣ. -100 с.
2. Respiratory parameters of onion bulbs (llium cepa L.) during storage. Effects of ionising radiation and temperature / N. Benkeblia, P. Varoquaux, B. Gouble [et al.]// Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000. -80: -P.1772- 1778.
3. Benkeblia N. Effect of maleic hydrazide on respiratory parameters of stored onion bulbs (Allium cepa L.) / N. Benkeblia // Brazilian Journal of Plant Physiology. - 2004. -№16 (1). –P. 47-52.
4. Brewster J.L. Onions and Garlic. In The physiology of vegetable crops, H.C. Wien. CAB International / J.L. Brewster. Wallingford, UK. - 1997.
5. Brewster J.L. Onions and other vegetable alliums. 2th ed. CAB International / J.L. Brewster. Wallingford, UK. - 2008.
6. DeMason D.A. Morphology and anatomy of Allium. In Onions and allied crops, H.D. Rabinowitch, and J.L. Brewster / D.A. DeMason. CRC Press. Florida. - 1990.
7. Fossen T. Anthocyanins from red onion, Allium cepa L., with novel aglycone / T. Fossen, M.O. Andersen // Phytochemistry. - 2003. -№62. –P. 1217-1220.
8. Gubb I.R. Onion pre- and postharvest consideration / I.R. Gubb, H.S. MacTavish. In Allium crop science: recent advances, H.D. Rabinowitch, L. Currah. CAB International. Wallingford, UK. - 1990.
9. Hanelt P. Taxonomy, evolution and history. In Onions and allied crops, H.D. Rabinowitch, and J.L. Brewster / P. Hanelt. CRC Press. Florida, 1990.
10. Lanzotti V. The analysis of onion and garlic / V. Lanzotti // Journal of Chromatography, 2006. -1112. –P. 3-22.
11. Martinez R.A. Evaluation of local onion lines from northwest Spain / R.A. Martinez, J. Fernandez Paz, J.L. Andres Ares // Spanish Journal of Agricultural Research, 2005. -№3. –P.90-97.
12. Miedema P. Bulb dormancy in onion. I. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting / P. Miedema // Journal of Horticultural Science, 1998. -69. –P.29-39.
13. Rami A.A. Storage potential of bulb onions (Allium cepa L.) under high temperatures / A.A. Rami // Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 1999. -74. –P. 181-186.


**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛУКА (ALLIUMCEPAL) НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА ПОКОЯ РАСТЕНИЙ**


В статье приводятся данные экспериментальных исследований о влиянии термической обработки (сжигания огнем) луковиц местных сортов лука (Allium Cepa L.), выращенных в условиях Северной части Балхской долины (Афганистан) с целью увеличения сроков их хранения.

Показано, что термическая обработка точек роста луковиц приводит к разрушению точек роста корня и способствует синтезу цитокининов в корне, которые в итоге оказывают отрицательное воздействие на процессы роста и развития лука. Предполагается, что обработка точек роста с использованием горящего пламени газа оказала значительное воздействие на физиологические показатели лука в период хранения его урожая.



**Ключевые слова:** лук, луковица, температура, точка роста корня, точка роста побегов, рост и развитие, урожай, срок хранения, потеря веса.


**THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ONION (ALLIUMCEPAL) FOR THE DURATION OF THE REST PERIOD OF PLANTS**


The article presents results of experimental studies on the influence of thermal treatment (incineration under fire) follicles local varieties of onion (Allium CEPA L.) grown in the Northern part of Balaskas valley (Afghanistan) to increase the duration of their storage.

It is shown that heat treatment of the growing point bulbs leads to the destruction of the growing point of the root and promotes the synthesis of cytokinins in the root, which eventually have a negative impact on the growth and development of onions. It is assumed that the processing point of growth, a burning flame of gas has had a significant impact on the physiological parameters of onion during storage of the crop.



**Key words:** onions, dry bulb temperature, the growing point of a root, a growing point of shoots, growth and development, yield, shelf life, weight loss.

**Сведения об авторах:** ***М.А. Ансори*** – аспирант Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. Телефон: **917-18-27-70**
***М.С. Нарзуллоев*** - доцент Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни. Телефон: **929-04-57-50**
***А.Э. Эргашев*** – профессор Таджикского государственного педагогического университета им. С. Айни. Телефон: **988-31-14-08**
***С.А. Яъкуби*** – ассистент Балхского университета, Афганистан

# ИСТИФОДАИ НУРИҲОИ МИКРОБИОЛОГӢ БАҲРИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ ҲОСИЛНОКИИ ХОК ВА ЗИРОАТҲОИ КИШОВАРЗӢ

***Н.Р. Сатторов, С.Ш. Рамазонов, Нафисаи Аликулзода***
**Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ**

Сутуни ҳаво дар як гектар хок то 80 ҳазор тонна азот мебошад. Бо вуҷуди ин, на растаниҳо ва на ҳайвонот наметавонанд ин азотро истеъмол кунанд, чунки растаниҳо азотро аз пайвастагиҳои минералӣ ва ҳайвонот дар шакли пайвастагиҳои органикӣ истифода мебаранд. Фақат микроорганизмҳои гурӯҳи махсус қобилияти ҷалб намудан ва аз онҳо пайвастагиҳои органикии гуногуни азотдор барои ҳуҷайраи худ ҷабида гирифтанро доранд.

Истифодаи микроорганизмҳо ҳамчун нурии микробиологӣ баҳри баланд бардоштани ҳосилнокии хок бениҳоят муҳим мебошад ва дар оянда метавонад, заҳрхимикатҳо ва моддаҳои кимиёие, ки ба сифати маҳсулот таъсири манфӣ мерасонанд, иваз намояд.

**Мавод ва усули таҳқиқот.** Нуриҳои микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсинро мувофиқи дастурамалашон дар заминҳои полизӣ пеш аз кишти маҳсулот ва дар вақти нашъунамо истифода бурда шуд.

Пеш аз истифодаи нуриҳои микробиологӣ онҳо дар шароити озмоишгоҳӣ омӯхта шуданд.

Дар шароити озмоишгоҳӣ қобилияти сабзиши тухмии зироатҳои кишоварзӣ (гандум, картошка ва пахта) омӯхта шуд.

Бо ин мақсад, ҳам хок ва ҳам тухмӣ бо маводи микробиологӣ коркард шуд.

Навъҳои гандуми Наврӯз, N34, Вахдат ва Дӯстиро дар зери таъсири вояҳои гуногун (1;2;3;4;5;6;0кг/т)-и Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин омӯхта шуд. Барои муқоиса намудан маводи кимиёии Витавакс истифода шуд.

Дар шароити озмоишгоҳӣ қобилияти сабзиши тухмакҳои ботаникии картошкаи навъҳои Пикассо ва Кардиналро дар зери таъсири вояҳои гуногун (3;4;5;6,0 кг/т)-и Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин омӯхта шуд. Ҳамчун намунаи назоратӣ тухмакҳои бе коркард истифода шуд.

Таъсири Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин ба қобилияти сабзиши тухмии пахтаи миёнанахи навъи Ирам дар шароити озмоишгоҳӣ нисбати маводи кимиёвии Бронатак омӯхта шуд. Дар таҷриба вояҳои гуногуни Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин аз 1 то 9 кг/тонна истифода шуда, маводи кимиёвии Бронатак бошад, мувофиқи дастурамал истифода бурда шуд.

Таҷрибаро дар се такрор, ки аз ҳафт навъ иборат буд гузаронида шуд.

Маводи Субтилбен, Гуапсин ва Трихофит дар пойгоҳи Маркази захираҳои миллии микроорганизмҳои иллатангези Институти масоили амнияти биологии АИ КТ истеҳсол мешаванд.

Маводи Субтилбен аз штаммҳои маҳалии Bas. Subtilis иборат мебошад. Дар 1 гр мавод 35-70 млрд микроб мебошад. Бештари микробҳо дар шакли спора мебошанд.

Маводи Гуапсин дар асоси микроорганизмҳои Pseudomonas aureofaciens, микроорганизмҳои ризосфера, ки қобилияти зиддимикробӣ ва зиддизанбӯруғӣ

доранд, таҳия шудааст. Мавод ҳам барои ҳосилхезии хок ва ҳам барои муҳофизати решаи растанӣ аз пӯсиш истифода мешавад.

Маводи Трихофит дар асоси занбӯруғи Trichoderma - сапрофити хок таҳия шудаст. Занбӯруғи Trichoderma ҳам маводи фаъоли биологӣ ҳосил мекунад ва ҳам ҳамчун амонификатор барои пусиши боқимондаҳои растанӣ истифода мешавад.

**Натиҷаи таҳқиқот**. Дар шароити озмоишгоҳӣ қобилияти сабзиши тухмии зироатҳои кишоварзӣ (гандум, картошка ва пахта) омӯхта шуд.

Бо ин мақсад ҳам хок ва ҳам тухмӣ бо маводи микробиологӣ коркард шуд.

а) Натиҷаҳои таҳқиқот нишон дод, ки ҳангоми коркард бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин қобилияти сабзиши навъҳои гандуми Наврӯз, N34, Ваҳдат ва Дӯстӣ нисбати намунаи назоратӣ аз 2 то 6% зиёд мебошад.

Ҳангоми омӯзиши инкишоф ва афзоиши нешзании навъҳои гандуми Наврӯз, N34, Ваҳдат ва Дӯстӣ бо маводи Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин коркард шуда, маълум карда шуд, ки дар вояҳо 2-3 кг/т имкон медиҳад, то дар 10-рӯзаи аввал нисбати намунаи назоратӣ ба ҳисоби миёна аз 0,6 то 3,1 см баланд бошанд. Натиҷаҳои тадқиқот нишон медиҳанд, ки тар намудани тухми ғалладонагӣ пеш аз коридан бо маводи Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин қобилияти сабзиши тухмиро тезонида, инкишоф ва афзоиши онро баланд мебардорад.

б) Натиҷаи тадқиқот нишон дод, ки қобилияти сабзиши тухмакҳои картошкаи навъҳои Пикассо ва Кардинал, ки бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин коркард шудааст, аз 28,5 то 45,5% сабзиданд, дар ҳоле ки дар намунаи назоратӣ аз 20 то 25% сабзиш дошт.

в) Таъсири Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин ба қобилияти сабзиши тухмии пахтаи миёнанахи навъи Ирам дар шароити озмоишгоҳӣ нисбати маводи кимиёвии Бронатак омӯхта шуд.

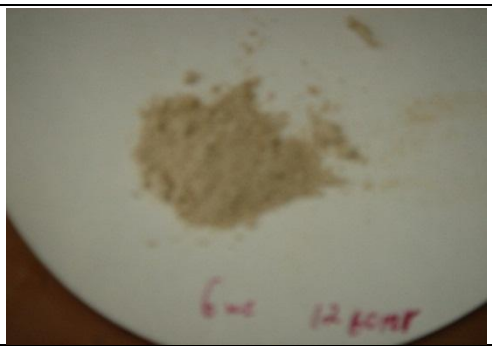
Дар натиҷа маълум карда шуд, ки тухмии пахтаи бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояи 3 кг/тонна коркардшуда бартарӣ нишон дода, нисбати намунаи назоратӣ аз 1 то 5 см баландтар сабзиданд.

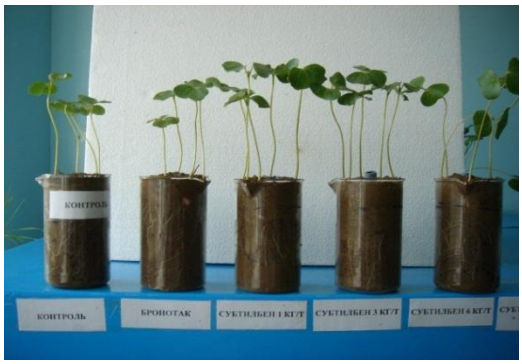
Бояд қайд намуд, ки коркарди тухмии пахта бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояҳои 2 -3 кг/т барои қобилияти сабзиш нисбат ба дигар вариантҳо беҳтар аст.

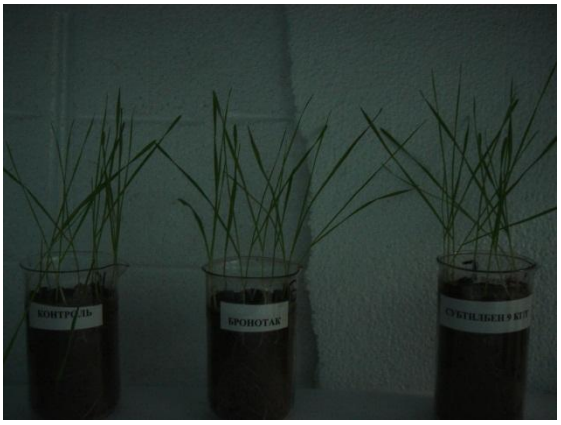
Ҳамчунин, самаранокии пешгирии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин нисбати бемориҳои маъмули зироатҳои кишоварзӣ санҷида шуд. Дар рафти таҷриба ба нашъунамо, ҳосилнокӣ ва сироятёбии растаниҳо аҳамият дода шуд.

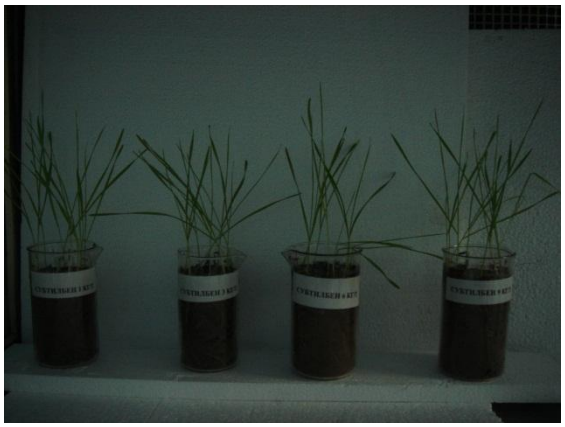
Ҳангоми қайди бемориҳои зироатҳои ғалладонагӣ дар ҳамаи вариантҳо сироятёбӣ ба бемории доғи ҷигарранг то коркарди якум нисбати бемориҳои доғи септариозӣ ва орднок камтар ба назар мерасид. Сироятёбӣ ба бемориҳо дар гурӯҳи назоратӣ аз 16 то 32%-ро ташкил дода, дар гурӯҳи бо витавакс коркард намуда аз 14 то 2%, дар ҳоле ки дар гурӯҳҳои бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин коркард намуда то коркарди 2-юм то 8% ва баъди коркарди 3-юм пурра аз бемориҳо солим гаштанд.

Варианти беҳтарин коркарди тухмӣ бо субтилбен ва коркард ҳангоми нашъунамо мебошад (расми 1).







Расми 1. Таъсири нури микробиологӣ дар ҳосилнокии хок ва нашъунамои зироатҳои кишоварзӣ

Баъди санҷиши озмоишгоҳӣ дар 2 минтақаи таҷрибавӣ, мавод дар шароити истеҳсолӣ санҷида шуд:

а) дар минтақаи деҳаи Ғуриёт 0,08 га заминҳои президентиро ба 3 қисм тақсим намуда, аввал хокро бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояҳои гуногун (1;2;3;4;5;6;0 кг/т) коркард намудем, баъд аз он тухмиро пеш аз коридан коркард намудем ва дар вақти нашъунамо низ, 2 маротиба коркард намудем;

б) дар минтақаи Шоҳамбарӣ дар 0,1 га заминҳои шахсӣ хокро бо Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояҳои гуногун (1;2;3;4;5;6;0 кг/т) коркард намудем, баъд аз он тухмиро пеш аз коридан коркард намудем ва дар вақти нашъунамо низ, 2 маротиба коркард намудем.

Ҳамчунин, барои гирифтани натиҷаи хуб дар минтақаҳои таҷрибавӣ поруи куҳнаи чорво пошида шуд.

**Ҷадвали 1. Миқдори микроорганизмҳо дар минтақаҳои таҷрибавӣ пеш аз коркарди маводи микробиологӣ ва баъди коркард (ҳаз. микроб\г хок)**

| Чуқурӣ, см | Коркарди мавод | | | Пеш аз коркард |
|---|---|---|---|---|
| | Трихофит | Субтилбен | Гуапсин | |
| Бактерия (қайд дар АГП ) | | | | |
| 0-10 | 9122 | 11787 | 9939 | 70,7 |
| 40-50 | 3948 | 3955 | 5200 | 1080 |
| 190-200 | 1604 | 1410 | 3642 | 64,3 |
| Актиномисетҳо | | | | |
| 0-3 | 1802 | 5808 | 1883 | 54 |
| 0-10 | 2212 | 4218 | 2273 | 1090 |
| 40-50 | 731 | 1276 | 3945 | 890 |
| 190-200 | 481 | 314 | 515 | 48,0 |
| 290-300 | 865 | 865 | - | 12,0 |
| Занбӯруғҳо (қайд дар сусло –агар) | | | | |
| 0-10 | 4,6 | 12,0 | 10,0 | - |
| 40-50 | 0,8 | 4,2 | 2,4 | 1,2 |
| 190-200 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 0,4 |

Натиҷаи таҳқиқот нишон дод, ки дар ҳарду минтақаи таҷрибавӣ маводи микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин самараи баланд нишон дода, қобилияти сабзиш, нашъунамои растаниҳо зиёд гашт.

Ҳамин тавр, истифодаи нуриҳои микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин ҳосилнокии заминро то 6-12% баланд бардошт ва миқдори микрофлораи таркибии хокро низ зиёд намуд.

Дар вақти омӯзиш бештар микробҳои аэробӣ ва равғантуршкунанда маълум карда шуд (ҷадвали 2).

**Ҷадвали 2. Миқдори микроорганизмҳо дар 1 г хок**

| Чуқурии,см | Намунаи хок | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Деҳаи Ғуриёт | | Шоҳамбарӣ | | |
| | Дар аввали замин | Дар мобайнии замин | Дар аввали замин | Дар мобайни замин | Дар охири замин |
| Бактерияҳои нитрификатсиякунанда | | | | | |
| 0-10 | 7017 | - | 10000 | 20500 | 55 |
| 40-50 | 4 | - | 1000 | 775 | 10 |
| 190-200 | 0 | - | 0 | 55 | - |
| Бактерияҳои равғантуршкунанда | | | | | |
| 0-3 | 70 | 55 | 1000 | 700 | - |
| 0-10 | 2,5 | 100 | 7000 | 3700 | 550 |
| 40-50 | 0 | 55 | 550 | 1000 | 10 |
| 190-200 | 0 | 2,5 | 0 | 55 | - |

Clostridium pasteurianum

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0-3 | 2,2 | 2,5 | 5,0 | 337 | - |
| 0-10 | 0,8 | 11,0 | 20,0 | 226 | 0 |
| 40-50 | 0 | 0 | 2,5 | 340 | 0 |
| 190-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

Бактерияҳои аэробии селлюлозатуршкунанда

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0-10 | 18665 | 11400 | 3370 | 289000 | 1000 |
| 40-50 | 54 | 512 | 270 | 3550 | 0 |
| 190-200 | 27 | 50 | 50 | 666 | - |

Истифодаи нуриҳои микробиологӣ боис гардид, ки дар заминҳои тачрибавӣ микдори микроорганизмҳои селлюлозатуршкунанда ва равғантуршкунанда зиёд гарданд.

Ҳамин тавр, заминҳои биҳиштосо, табиати бой, боду ҳавои мусоид ва иқлими хуби Тоҷикистон имкон медиҳад, ки тамоми намуди маҳсулоти кишоварзиро парвариш намуда, ҳосили дилхоҳ ба даст орем. Танҳо бо истифодаи оқилонаи замин, технологияи кишт ва саривақт киштгардон намудан, ба ин ҳадаф мерасем. Тачрибаҳои гузаронида нишон медиҳанд, ки заминҳои полезии наздиҳавлигӣ ва заминҳои президентӣ, ки дар солҳои охир баъди шахсӣ шудани бештари замин ба дасти нафарони тасодуфӣ гузашт, дар ин заминҳо бештар зироатҳоро бе маслиҳати олимон ва мутахассисони соҳа кишт мекунанд. Истифодаи нодурусти заҳрхимикатҳо ва нуриҳои кимиёвӣ ба камшавии микрофлораи муқаррарии хок оварда расонид. Инчунин, ҳангоми киштгардони нодуруст аз ҳамон оилаи растанӣ кишт мешуд (масалан, ба ивази картошка помидор кишт мешуд), ки боиси камқувватшавии замин ва зиёд гаштани зараррасонҳо гашт.

Истифодаи нуриҳои микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин ҳосилнокии хокро дар соли аввал то ба 6-12% баланд бардошта, миқдори микрофлораи хокро то ба 2 маротиба зиёд намуд. Маълум карда шуд, ки истифодаи нуриҳои микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояи 3 кг/га маҳсулнокии заминро нисбати дигар вояҳо зиёдтар афзун мекунад. Коркарди тухмии зироатҳо пеш аз коркард ба нуриҳои микробиологии Субтилбен, Трихофит ва Гуапсин дар вояи 3 кг/тонна растаниро аз бемориҳои бактериявӣ ва занбӯруғӣ эмин нигоҳ медорад.

**АДАБИЁТ**


1. Белякова Л.П. Пути повышения плодородия орошаемых почв Южного Таджикистана в условиях хлопково- люцерного севооборота / Л.П. Белякова // Ин-т почвоведения, мелиорации и ирригации. - Душанбе, 1957.
2. Виноградский С.Н. Микробиология почвы / С.Н. Виноградский. -М.: Изд-во АН СССР, 1952.
3. Сатторӣ И. Микробиологияи ветеринарӣ / И. Сатторӣ, Н.Р. Ҳасанов, Н.Р. Сатторов. - Душанбе, 2008. - 182 с.
4. Микрофлора ризоплана и ее значение в патогенезе средневолокнистого хлопчатника / И.Т. Сатторов, М.Х. Султанова, Н.Д. Додов [и др.] // Кишоварз. -Душанбе, 2006.


**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**


В статье приведены данные о применении микробиологических удобрений Субтилбен, Трихофит и Гуапсин с целью повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур. Определено, что применение микробиологических удобрений повышает плодородность почвы, увеличивает продуктивность сельскохозяйственных культур до 10-15%.



**Ключевы слова**: микробиологические удобрения, пробиотик, почва, сельскохозяйственная культура, плодородность, земли.

**THE USE OF MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS TO INCREASE SOIL FERTILITY AND CROP PRODUCTIVITY**

The article presents data on the use of microbiological fertilizers Subtilben, Trihofit and Guapsin to increase soil fertility and crop productivity. It has been determined that the use of microbiological fertilizers increase soil fertility, increased crop productivity to 10-15%.

**Key words:** microbiological fertilizer, probiotic, soil, crops, fertility land.

**Сведения об авторах:** ***Н.Р. Сатторов*** - доктор биологических наук, Таджикский государственный педагогический университет им. Садриддина Айни

***С.Ш. Рамазонов*** – аспирант Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни

***Нафисаи Аликулзода*** – магистрант Таджикского государственного педагогического университета им. Садриддина Айни. Телефон: **919-50-21-98**

# ВЛИЯНИЕ КЛИМАТООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

***А. Абдуллаев, Х.Х. Каримов, Н.А. Маниязова, Ё. Сафаров***

**Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан**

В последние годы все большее внимание исследователей привлекает проблема возможного влияния глобальных изменений климата на жизнедеятельность растений [1-3]. Глобальные изменения климата на нашей планете связаны с увеличением концентрации в атмосфере парниковых газов ($CO_2$, $CH_4$, $O_3$, фреонов) [4].Увеличение в атмосфере концентрации $CO_2$ и $O_3$ может оказывать воздействие на рост, развитие и продуктивность растений [5-7]. В связи с этим чрезвычайно важным является изучение воздействия изменения климатообразующих факторов на сельскохозяйственные культуры. В этом отношении особенно результативным может быть постановка модельных экспериментов по влиянию температуры, концентрации $CO_2$ и $O_3$ в специальных культивационных сооружениях, в которых можно создавать определенный температурный режим и уровень содержания $CO_2$ и $O_3$.

Целью нашей работы является изучение влияния высокой температуры, повышенной концентрации $CO_2$ и $O_3$ на пшеницу в культивационных установках.

В данной статье приводятся результаты изучения воздействия озона, углекислого газа и высокой температуры на содержание крахмала, белка, клетчатки в зерне и урожайность пшеницы.

**Методы исследования.** Объектами исследования служили сорта пшеницы Зафар и Алекс. Сорт Зафар выведен и районирован в Таджикистане. Сорт Алекс европейского происхождения и по результатам государственного испытания включен в список перспективных сортов пшеницы для возделывания в Таджикистане. Опыты проводились на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии растений и генетики Академии наук Республики Таджикистан (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над ур. м. Растения выращивались в специальных теплицах, в которых искусственно создавался разный режим температуры, содержания $CO_2$ и $O_3$. В теплице проводили эксперименты с повышением температуры (вариант 1) на $10^0$-$12^0$С по сравнению с открытой местностью (а разница температур между теплицами и открытой местностью составляла около $5^0$ С). Повышали концентрацию $CO_2$ в теплицах (вариант 2) в среднем в 2 раза (0,078%) по сравнению с естественной концентрацией $CO_2$ на открытой местности, а уровень $O_3$ в теплицах (вариант 3) повышали в среднем в 2 раза (0,13%) по сравнению с естественной концентрацией $O_3$ на открытой местности.

Контролем служили растения, выращенные в теплице (вариант «контроль», где температуру и концентрации газов не повышали).

Измерения концентрации $CO_2$ проводили газоанализатором диоксида углерода «ОПТОГАЗ-500.4С». Подача $CO_2$ в теплицы проводилась из баллонов. Содержание крахмала определяли микрометодом по реакции салициловой кислоты с йодом [8], белка - биуретовым методом [9]. Содержание клетчатки определяли по методу, описанному в работе [10]. Определение продуктивности и структурный анализ колоса проводили по В.А. Кумакову [11].

**Результаты и их обсуждение.** В табл. 1 представлены данные о влиянии температуры, озона и углекислого газа на структуру урожая сортов пшеницы Зафар и Алекс. Из представленных данных следует, что высокая температура, повышение концентрации $CO_2$ и $O_3$ оказывали стрессовое воздействие на растения. Происходило угнетение роста и развития пшеницы. В результате формировался неполноценный колос, с меньшим количеством зёрен и меньшей массой зерна с одного колоса. В пересчете на 1000 зёрен масса их больше в опытах, чем в контроле, так как формируется очень мало зерен крупного размера. Высокая температура приводит к уменьшению массы одного зерна.

**Таблица 1. Влияние повышенной температуры, концентрации озона и углекислого газа на структуру урожая сортов пшеницы Зафар и Алекс**

| Варианты | Сорт Зафар | | | | Сорт Алекс | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Конт-роль | Темпе-ратура | Углекис-лый газ | Озон | Конт-роль | Темпе-ратура | Углекис-лый газ | Озон |
| Длина колоса (см) | 11.20± 0.22 | 9.20± 0.31 | 10.07± 0.42 | 8.90± 0.24 | 10.00± 0.22 | 6.90± 0.14 | 7.91± 0.24 | 7.93± 0.35 |
| Масса колоса (г) | 2.80± 0.13 | 1.10± 0.05 | 1.86± 0.1 | 1.10± 0.12 | 2.0± 0.09 | 0.40± 0.1 | 0.73± 0.05 | 0.63± 0.06 |
| К-во зёрен (шт.) | 59.0± 1.9 | 22.0± 1.7 | 28.0± 1.7 | 16.0± 1.5 | 43.0± 1.3 | 9.0± 1.7 | 10.0± 1.5 | 8.0± 2.1 |
| Масса зёрен (г) | 1.90± 0.08 | 0.67± 0.08 | 1.34± 0.09 | 0.85± 0.1 | 1.4± 0.1 | 0.27± 0.07 | 0.46± 0.06 | 0.30± 0.1 |
| Масса 1000 зёрен (г) | 34.41± 0.8 | 30.00± 0.23 | 47.40± 0.9 | 47.42± 0.8 | 33,21± 0.4 | 29.5± 0.6 | 44.26± 0.5 | 37.4± 0.8 |

В табл. 2 представлены данные по влиянию температуры, озона и углекислого газа на содержание крахмала, клетчатки и белка в зерне пшеницы сортов Зафар и Алекс. Как видно из таблицы, исследуемые факторы существенно повлияли на содержание крахмала в зерне пшеницы. Содержание крахмала в зерне значительно снизилось во всех вариантах опыта - при воздействии высокой температуры, повышенной концентрации углекислого газа и озона. При воздействии экстремальной температуры содержание белка в зерне пшеницы сорта Зафар уменьшилось почти в 2 раза по сравнению с контролем, а высокая концентрация углекислого газа снизила количество белка на 30%. У сорта Алекс, наоборот, при высокой температуре наблюдалось незначительное увеличение содержания белка в зерне пшеницы. Такая же картина наблюдалась и при воздействии озона.

Анализ содержания клетчатки в зерне пшеницы сортов Зафар и Алекс при воздействии изученных факторов показал, что эти условия по-разному

**Таблица 2. Влияние температуры, озона и углекислого газа на содержание крахмала и белка в зерне пшеницы сортов Зафар и Алекс (% от сухой массы)**

| Сорт | Варианты | Крахмал | Белок | Клетчатка | Соотношение содержания | Соотношение содержания |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | крахмала и белка | белка и крахмала |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Зафар | Контроль | 62.0±0.51 | 15.0±0.09 | 7.86±0.11 | 4.1 | 0.24 |
| | Температура | 42.3±0.31 | 7.8±0.08 | 6.73±0.07 | 5.37 | 0.18 |
| | Углекислый газ | 32.5±0.12 | 10.5±0.05 | 5.23±0.05 | 3.09 | 0.32 |
| | Озон | 43.0±0.14 | 11.0±0.04 | 8.45±0.03 | 4.0 | 0.25 |
| Алекс | Контроль | 60.0±0.13 | 10.0±0.06 | 7.35±0.03 | 6.0 | 0.16 |
| | Температура | 40.0±0.20 | 11.0±0.07 | 6.39±0.04 | 3.53 | 0.28 |
| | Углекислый газ | 35.7±0.11 | 9.75±0.05 | 5.05±0.06 | 3.66 | 0.27 |
| | Озон | 41.6±0.12 | 11.3±0.07 | 4.90±0.04 | 3.68 | 0.27 |

оказали влияние на ее содержание. Так, повышенная температура и концентрация углекислого газа снижали количество клетчатки в зерне пшеницы сорта Зафар, а повышенная концентрация озона увеличила ее содержание. У сорта Алекс при воздействии всех этих факторов наблюдалось уменьшение содержания клетчатки в зерне.

Из табл.2 видно, что коэффициент соотношения крахмала к белку был самым высоким у пшеницы сорта Зафар при воздействии температуры. В других вариантах у обоих сортов соотношение крахмала к белку уменьшилось. Соотношение содержания белка к крахмалу было самым высоким при воздействии повышенной концентрации $CO_2$ у сорта Зафар. У сорта Алекс из-за увеличения содержания белка в условиях повышенной температуры, концентрации $CO_2$ и $O_3$ соотношение содержания белка, клетчатки и крахмала заметно возросло по сравнению с контролем. Коэффициент соотношения крахмала к белку также зависит от воздействия исследуемых факторов. Самый высокий показатель был у сорта Зафар (5.37) при воздействии температуры, а у сорта Алекс намного ниже (3.53). Самое низкое соотношение крахмала к белку было у обоих сортов пшеницы, выращенных при повышенной концентрации углекислого газа.

Расчет коэффициента соотношения белка к крахмалу, показал обратную зависимость: низкие показатели у сорта Зафар при воздействии температуры и высокие - у сорта Алекс при всех исследуемых факторах.

Итак, влияние климатообразующих факторов на биохимический состав зерна пшеницы и его урожайность показало, что каждый исследуемый сорт по-разному реагирует на воздействие этих факторов. Поэтому качество урожая может отличаться у изученных сортов пшеницы.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать следующее заключение: воздействия повышенной температуры, озона и углекислого газа способствуют снижению содержания крахмала и белка в зерне пшеницы обоих сортов по сравнению с контролем. Однако этот эффект при воздействии повышенной концентрации $CO_2$ был более заметным.

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Physiological characteristics of wheat varieties growing in same and different ecological regions of Pakistan / Alam Zeb, Zahir Ali, Taufiq Ali [et al.] // Pakistan Journal of Biological Science. – 2006. -9. –P.1823-1827.
2. Karimov Ch.H. Priority direction of scientific researches of influence of climate change on biological variety / Ch.H. Karimov // Izvestia Akademii Nauk Respubliki Tadjikistan. Branch of biological and medical sciences. – 2008. -№ 1 (163). -P. 7-13.
3. Abdullaev S.F. Global climate change in conditions of the arid and mountainous zone of the Tajikistan and adaptation to climate change / S.F. Abdullaev // International Workshop of the experts on ecology. 02-04 April, 2008. – Moscow: The ISTC and the State Duma of Russia.
4. Taiz L. Plant Physioljgy / L. Taiz, F. Zeigez. – 2006. -764 p.
5 Growth stage dependence of the grain yield response to ozone in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) /[H. Pleijel, H. Danielsson, J. Gelang et al.] // *Agric. Ecosys. Environ*. – 1998. -v. 70. -P. 61-68.

6. Elevated $CO_2$ reduces $O_3$ flux and $O_3$-induced yield losses in soybeans: Possible implications for elevated $CO_2$ studies / E. L/ Fiscus, C.D/ Reid, J.E/ Miller [et al.]// *J. Exp. Bot.* – 1997. -v. 48. -P.307-313.
7. The response of spring wheat (*Triticum estivum*) to ozone at high elevations /[J. Fuhrer, A. Grand, W. Grimm et al.]// *New phytol.* – 1992. -v.121. -P. 211-219.
8.Ястрембович Н.И. Рост и продуктивность растений / Н.И. Ястрембович, Ф.Л. Калинина // Научные труды. Украинская сельскохозяйственная академия. – Киев, 1962. -118 с.
9. Пыльнева П.Н. Использование биуретового метода определения зерна для оценки селекционного материала. - В сб.: Биохимические методы исследования селекционного материала / П.Н. Пыльнев. – Одесса: ВСГИ, 1979. -вып. 15. -С. 25-28.
10. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. -М.: Колос, 1968. -182с.
11. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. -М.: Колос, 1985. -270 с.

Показано, что высокая температура, повышенная концентрация $CO_2$ и $O_3$ оказывают стрессовое воздействие на растения. При повышенной концентрации $CO_2$ длина колоса и масса колоса уменьшается у сорта Алекс по сравнению с сортом Зафар. При повышенном содержании озона снижается масса колоса, в некоторых колосьях вообще не развивались семена. Особенно мало семян формировалось в колосе у сорта Алекс. В результате действия этих факторов происходило формирование неполноценного колоса с меньшим количеством зёрен и меньшей массой зерна с одного колоса. Воздействия повышенной температуры, озона и углекислого газа способствуют снижению содержания крахмала и белка в зерне пшеницы обоих сортов по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** пшеница, колос, зерно, крахмал, белок, клетчатка, температура, озон, углекислый газ, климат.

**INFLUENCE CLIMATIC FORMING FACTORS ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF WHEAT**

At elevated ozone reduced mass of the ear, in some ears do not develop seeds. Especially little seeds formed in the ear cultivar Alex. As a result of these factors, there was a formation of defective ear with fewer grains and at grain weight from one ear. Exposure to elevated temperatures, ozone and carbon dioxide contribute to reduce the content of starch and protein in corn both wheat varieties when compared with the control.

**Key words:** wheat, ear, corn, starch, protein, ccellulose, temperature, ozone, carbon dioxide, climate.

**Сведения об авторах:** ***А. Абдуллаев*** – доктор биологических наук, профессор, член-корр. АН РТ, заведующий лабораторией биохимии фотосинтеза Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан

***Х.Х. Каримов*** – доктор биологических наук, профессор, академик АН РТ, главный научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан

***Н.А. Маниязова*** - кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан

***Ё. Сафаров*** - кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан. Телефон: **918-81-95-61; 93-502-03-96**

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕЗОФИЛЬНЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО ТАДЖИКИСТАНА

***А. Халимов, Гао Яаги, Хуанг Липинг***
**Таджикский национальный университет,**
**Современный Институт лесоводства, Синьцзянская Академия наук лесного хозяйства, Урумчи 830000, Китай**

Материалы космической съемки (КС) в последнее время находят широкое применение для решения задач, связанных с картографированием природных ресурсов горных и равнинных территорий различных регионов [1], в том числе и Таджикистана [2-4].

В настоящей статье изложены основные результаты тематической интерпретации КС ключевого участка Центральной части хребта Хазратишох и некоторых смежных территорий, в полной мере характеризирующих ботанико-географические и другие природные особенности ЮжногоТаджикистана.

Ключевой участок расположен в центральной части хребта Хазратишох (южные отроги Дарвазского хребта). По характеру флоры и растительности участок относится к Северопридарвазскому подрайону Гиссаро-Дарвазского флористического района [5] и отличается сложностью природных условий.

Исходным материалом для дешифрирования лесных растительных сообществ служили в основном черно-белые космические фотоснимки. Эти материалы по сравнению с традиционными данными обладают рядом преимуществ и, прежде всего, возможностью оперативного получения необходимой информации для изучения лесных ресурсов и их картографирования.

Большая тематическая информативность и высокое разрешение материалов КС позволили выполнить основной объем картосоставительских работ в камеральных условиях. Достигается это колебанием на КС тональности и рисунка (текстуры) изображения картируемых объектов, что связано с отражательной способностью ботанических объектов, обусловленной изменением топологических и экологических условий местности. Так, например, мезофильные растительные сообщества в поймах горных рек на КС имеют почти темные однородные тона, а склоновые ксерофильные сообщества темно-серые или светло-серые и разнообразные рисунки изображения. Это дает возможность с большой точностью выделить их и оконтурить.

Таким образом, в основу создания карты лесов Центрального Таджикистана легли дешифровочные признаки (прямые и косвенные) картируемых объектов, выявленные в процессе изучения материалов КС.

Как было отмечено выше, многие картируемые объекты на КС отчетливо распознаются по прямым и косвенным дешифровочным признакам. Это сообщества древесно-кустарниковой растительности (широколиственные и мелколиственные леса, пойменные леса, тугаи и др.).

Территориально господствующие мезофильные леса на КС достоверно распознаются по темному однородному фототону. Породный состав и геоботаническая структура лесов либо по литературным источникам, либо в процессе кратковременных полевых исследований. Отметим, что в Центральном Таджикистане мезофильные леса представлены в основном кленовниками, орешниками, чинарниками и экзахордниками. Кроме них небольшими массивами или полосами в поймах рек Кафирнигана, Варзоба, Вахша, Яхсу, Шуробдара и их притоков встречаются тополевники, ивняки, местами березняки и облепишники.

Кленовники и орешники в районе исследования представлены всеми тополого-сукцессиоными вариантами: нигде в Памироалае так широко не представлены кленовые и ореховые леса, как в Южном Таджикистане. В верхней границе распространения (2000-2600 м) кленовники сочетаются с термофильными арчовниками и вместе с ними образуют арчево-кленовые комплексы. В большинстве случаев кленовники выражены не сплошными массивами, а фрагментарно на крутых труднодоступных склонах. Единичными экземплярами и группами они встречаются и на более пологих участках и среди скалистых обнажений Дарваза и Придарвазья.

Основными группами ассоциаций кленовников являются неморальные, разнотравно-неморальные, разно-кустарниковые, злаково-неморальные, югановые, а также сочетание этих групп друг с другом. Неморальные кленовники более высокополнотные (0,6-0.7) по сравнению с югановыми и злаково-кустарниковыми. Полнотность кленовников главным образом, зависит от их местоположения в ландшафте, гипсометрии, а также наличия атмосферных осадков. Кленовники в среднем течении рек Шурабдарья, Яхсу, где средняя годовая осадков составляет 1000-2000 мм, достигают максимальной полноты (0.8-0,9); в то же время в районе Саричашмы, Санглока, где осадки не перевешают 400-500 мм, они едва достигают 0.2-0,3 полноты. Ниже к югу, в районе горы Рангон и средней части

Привахшского Каратау встречаются единичные экземпляры клена туркестанского. Из древесных пород кленовникам постоянно сопутствуют ясень, белый тополь, вишня махалеб и др.

Из кустарников почти всегда спутником клена туркестанского являются экзохорда, виды шиповника, карагана, афлатуния, иргай иногда даже барбарис. Эти виды в кленовниках образуют кустарниковый ярус, в котором наиболее часто содоминантом редкостойных кленовником являются шиповник и экзахорда. Розарийные кленовники наиболее обычны на склонах и водораздельных гребнях, а экзахордовые на более пологих конусах выносов и крутых склонах. Экзахордовые кленовники, как и розарийные на КС всегда отражаются черным сплошным фототоном, с едва заметными редкими черными точками.

В травяном покрове кленовников основными сопутствующими видами являются длительно вегетирующие растения: ежа сборная, сныть, юган, виды мятлика, бузульник Томсона, душица; из эфемероидов в них преобладают камол, гусиный лук и др. В составе кленовников часто отмечается обилие кормовых (астрагалы, чины, вика, осока) и декоративных (*Epipactis, Polygonatum, Astragalus*) растений.

На черно-белых космических снимках кленовники распознаются по черному прерывистому фототону и черноточечной текстуре. Косвенными их дешифровочными признаками являются высотное и порайонное размещение. В связи с широким распространением кленовников по всему району исследования и в целом по Южному Таджикистану, на типичных фитоценозах проводились детальные геоботанические описания.

Орешники, по сравнения с кленовниками, занимают значительно меньшие площади. Основные их массивы сохранились в Ховалингском и Муминабадском районах. В настоящее время фактически ореховые леса встречаются фрагментарно, за исключением Румидаринского и Сарихосорского лесничеств, где сохранились высокополнотные (0,6-0,7) ореховые леса. В отличие от кленовников, орешники по высотному профилю выше 2200 м не поднимаются. Нижней границей естественных насаждений ореха условно можно считать 1000 м, однако в культуре орех встречается ниже – на высотах 600-800 м, над уровнем моря.

Состав и структура орешников по сравнению с другими формациями мезофильных лесов, в частности кленовников, менее сложна. Из древесных пород в составе орешников встречаются белый тополь, клен туркестанский, иногда арча зеравшанская.

Орешники представлены в основном неморальными, разнотравно-разнокустарниковыми. Травяной покров орешников состоит главным образом из омброморфных влаголюбивых видов: *Impatiens nevskii, Aegopodium tadshikorum, Cousinia umbrosa, C. refracta, Poa nemoraliformis* на более увлажненных участках *Brachypodium silvaticum, Codonopsis clematidea, Aquilegia lactiflora,* которые почти никакого влияния на тональности КС не имеют, так как они плотно прикрыты основным доминантом-орехом.

На КС орешники имеют черный прерывистый фототон (ореховые рощи) с черными бесформенными точками (единичные или группы ореха). При дешифрировании орешников также большое значение имеют их ботанико-географическое положение и гипсометрические уровни.

Тополевники (*Populus tadshikistanica*), облепишники (*Hippophaë rhamnoides*) аккумулятивные участки рельефа в поймах рек среднегорий (1500-2800 м). Иногда в сочетании с ними встречаются фрагменты березняков и ивняков. Основные массивы тополевников выражены в верховьях рек Шуробдара, Оби-Мазар, Яхсу, Оби-Ниоу, Тавильдара. Значительные площади высокополнотных облепишников встречаются в среднем течении р. Шуробдара, Оби-Ниоу и боковых притоках р. Пяндж. Структура тополевников в основном зависит от степени частоты изменения русел рек и возраста

сообщества. В молодых (15-летних) тополевых сообществах травяной покров состоит из нескольких видов, чаще всего встречаются *Cynodon dactylon* и *Incarvilea olgae.* В более сформировавшихся сообществах тополевников, ивняков и облепишников формируются луговой и лугово-болотный травянистый покров из тростника, вейника, мать-и-мачехи, осоки, ивы и др. Обычно в бассейне рек Яхсу и Шуробдара тополевники встречаются на галечниках и под ними почти отсутствует травяной покров, хотя их возраст превышает 5-80 лет. Это прежде всего связано с тем, что верхний слой почвы периодически покрывается галькой и щебенкой, при этом грунтовые воды остаются на значительной глубине, что является доступным только для древесных пород. Такой экологический режим приводит к полному или частичному отсутствию трав в составе тополевников. Эти участки уверенно дешифрируются на КС как по прямым признакам, так и по косвенным. На фоне светлого фототона (цвет галечника на местности) отражены четко выраженные черные округлые и бесформенные точки. Сформировавшиеся стабильные тополевые, облепиховые и березовые сообщества дешифрируются в основном по косвенным признакам. Они отображены в поймах рек узкими серыми полосами, линиями и пятнами на светлом фоне. Изменения этих форм в основном отличаются от меандрирования русел рек.

Вышеизложенные показывает, что материалы КС различных масштабов и видов изображения обладают значительной тематической информацией, необходимой для изучения и картографирования лесных ресурсов Южного Таджикистана и других горных районов республики. На них с большой точностью выделяются мезофильные леса. Хорошо читаются формы рельефа (пойменные террасы, конусы выноса, осыпные образования, скальные обнажения, гидрологическая сеть), которые могут служить в качестве косвенных дешифровочных признаков для выделения растительных сообществ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Воронина А.Ф. Использование многозональных космических снимков при создании ландшафтной карты полуострова Мангышлак и Бузачи / А.Ф. Воронина // Космическая съемка и тематическое картографирование. - М.: МГУ, 1979. -С. 45-51.
2. Карта «Леса Таджикистана» М.1: 500 000. - М.- ГУГК СССР, 1984. - 8 листов.
3. Карта «Растительность Таджикистана» М.1: 500 000. - М.- ГУГК СССР, 1984. -8 листов.
4. Халимов А. Использование материалов космической съемки при картографировании растительного покрова Таджикистана / А. Халимов, Р. Сатторов // Известия АН РТ. –Душанбе, 2003. - №3 (150). -С.65-68.
5. Овчинников П.Н. Основные черты растительности и районы флоры Таджикистана / П.Н. Овчинников //Флора Таджикской ССР. -М.:-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. - Т.1. С.95.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО ТАДЖИКИСТАНА**

Результаты тематического дешифрирования материалов космической съемки с привлечением данных традиционных методов дали возможность изучать особенности мезофильных лесов и создать карту мезофильных лесов Южного Таджикистана. В основу методических разработок карты легли дешифровочные признаки (прямые и косвенные), выявленные в процессе изучения материалов космической съемки ключевого участка центральной части хребта Хазратишох и некоторых смежных территорий, в полной мере характеризирующих ботанико-географические и другие природные особенности Южного Таджикистана.

**Ключевые слова**: космические снимки, Южный Таджикистан, дешифровочные признаки, ключевой участок, мезофильные леса.

**THE USE OF SPACE DATA IN THE STUDY OF FOREST RESOURCES OF SOUTHERN TAJIKISTAN**

The results of thematic interpretation of remote sensing data the traditional methods gave the opportunity to study the characteristics of mesophilic forests and create a map of mesophilic forests of southern Tajikistan. The basis of the methodological developments of the cards laid interpretive signs (direct and indirect) are identified in

the process study of satellite imagery key section of the Central part of the ridge Hazratishokh and some adjacent territories, to fully characterize the Botanical and geographical and other natural features of southern Tajikistan.

**Keywords:** space images, southern Tajikistan, interpretive signs, the key area, mesophilic forest.

**Сведения об авторах*:*** ***А. Халимов*** – к.б.н., заведующий кафедрой ботаники Таджикского национального университета. Телефон: **919-00-16-24.** E-mail: **Khalimov52@mail.ru**
***GAO Yagi*** - Современный институт лесоводства, Синьцзянская Академия наук лесного хозяйства, Урумчи 830000, Китай. E-mail: **gyq611@163.com**
***HUANG Liping*** - Современный Институт лесоводства, Синьцзянская Академия наук лесного хозяйства, Урумчи 830000, Китай. E-mail: **hhllpp2003@126.com**. **Cooperation Program of National International Technological (2010DFA92720-15)**

# ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРИТИКАЛЕ – РЖАННОГО ГИБРИДА

***А. С. Алимуродов***
**Таджикский национальный университет**

Возможный потенциал хозяйственно-биологических свойств и признаков любого ботанического таксона независимо от таксономической принадлежности и генотипической особенности небезграничен. В этом отношении большую роль играет наследственная программа, заложенная в сорте или гибриде. Это в равной мере относится и к хлебным культурам. В этой связи в селекции все возрастающее значение приобретает отдаленная гибридизация, значительно расширяющая возможности генетиков и селекционеров в создании генетических структур, обеспечивающих получение трансгрессивных форм по продуктивности, устойчивости, химико-технологическим качествам урожая и по другим параметрам, которыми должен обладать современный сорт гибрида и линии зерновых культур.

На этой основе уже созданы новые гибриды, линии, виды и даже роды злаков. Это пшенично-пырейные, пшенично-ржаные, ржано-пырейные, пшенично-элимусные и тритикале-ржаные амфидиплоиды. Многие из них используются в производстве продовольствия и кормов (Шулындин 1970, Кролов 1975, Ригин 1977, Фадеева и др. 1980, Цицин 1981, Кайчиро Цуневаки 1981, Хотылёва и др. 1986, Пацека и др. 1992, Самигуллина, Кирина 2007,).

Наряду с парными скрещиваниями на межвидовом и межродовом уровнях рядом ученых в разное время были предприняты попытки синтеза новых форм злаков на более широкой генетической основе, и получены ими гибридные формы, которые имеют большое теоретическое и методологическое значение, однако, в силу специфического сочетания хозяйственно-биологических свойств и признаков, их селекционно-практическое значение, за исключением пшенично-ржаных, остается пока ограниченным.

**Цель данной работы** изучение гибридов тритикале, выявление эффективных источников и их использование для улучшения и создания нового исходного материала для селекции тритикале.

**Материал и методика опыта.** В период с 1989 г. нами проведено исследование, направленное на получение гибридных форм на двухродовой основе. На первом этапе работы была осуществлена гибридизация между тритикале и рожью. Конкретно для этих целей использовались сорт Праг-21 х Вахшская-116.

На втором этапе селекционной работы вновь созданные формы промежуточных гибридов были скрещены обратно с одним из родителей.

**Схема скрещивания**

Triticale (2n=42) Secale cereale (2n=14)

Праг 21 х Вахшская 116
(Праг 21 х Вахшская 116) х Праг 21

По комплексу хозяйственно ценных признаков именно по накоплению зеленой биомассы лучшими являются формы тритикале-ржаного и промежуточного морфотипов. Они обладают высокой продуктивностью зеленой массы, устойчивостью к полеганию и грибным патогенам. Линия №37, о которой пойдет речь ниже, была выделена на втором этапе работы и характеризуется тритикальным морфотипом.

Исследования по изучению качества зеленой массы проводились сравнительно с стандартными сортами ржи Вахшская-116 и Вахшская-128 в начале фазы молочно-восковой спелости.

Полевые опыты продолжили на полях, возле биологического факультета ТНУ. Биохимические анализы проводили в лаборатории Государственной комиссии по сортоиспытанию сельско-хозяйственных культур, на компьюторе Diode Array 7200 Operation Manual фирмы Perten Instruments по одним и тем же химическим показателям: белку, клетчатке, жиру, золе, влажности, БЭВ и лизину.

**Экспериментальная часть и обсуждение.** Результаты проведенных исследований указывают прежде всего на необходимость разделения этом культуры на две большие группы в соответствии с целями ее использования: на зеленую масси и зернофуражную для производства мяса, яиц и других продуктов. Критерии оценки этих двух групп показателей существенно отличаются, и поэтому их необходимо рассмотреть отдельно. Выделено несколько образцов, которые оказались наилучшими по отношению к стандартам по всем или нескольким химическим показателям, однако среди них наилучшей оказалась линия №37. Данные результаты анализов по ней представлены в таблице.

Полученные результаты (таблица) по продуктивности зеленой биомассы и определение важных биохимических показателей сухой биомассы у двух сортов ржи и тритикале показали, что изученные сорта и линии по некоторым показателям различались незначительно. Например, различия по содержанию жира, клетчатки и БЭВ независимо от сортовой принадлежности и их генотипических особенностей находились в порядке ошибки опыта. При этом, изученные два сорта ржи по большинству изученных показателей и продуктивности зеленой биомассы были схожи. Также уместно отметить, что изученные тритикале и Линии №37 по продуктивности, содержанию сырого протеина, лизина и выхода сырого протеина с единицей площади превосходили изученные сорта ржи.

**Таблица 1. Сравнительное изучение продуктивности и биохимических показателей зеленой биомассы у ржи и тритикале**

| Сорта и линии | Урожай зеленой биомас-сы кг/м$^2$ | Сухая биома с-са, % | Определение химический состав сухой биомассы, % | | | | | | Выход сырого протеина | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Сырой протеин, % | Жир | Клетчатка | Зола | Содержание лизина | | г/м$^2$ | БЭВ |
| | | | | | | | мг на 100г | % к белку | | |
| Стандарты: Рожь Вахшская-116 | 3,8 | 86,2 | 8,8 | 2,08 | 34,0 | 5,38 | 200 | 2,2 | 290,4 | 35,9 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Рожь Вахшская-128 | 4,0 | 85,2 | 7,8 | 1,99 | 34,8 | 5,01 | 218 | 2,7 | 265,2 | 35,6 |
| Тритикале Линия №37 | 4,8 | 87,5 | 9,4 | 2,09 | 34,0 | 5,41 | 270 | 2,7 | 394,8 | 36,6 |

Линия №37, выделенная нами как образец кормового и зернофуражного направления, одна из наиболее продуктивных образцов в изучаемой группе по урожаю зеленой массы с единицы площади. Так, в результате средних трехлетних данных, этот образец по первому показателю превышает стандарт, Вахшская-116 - на 1,0 кг/м$^2$ и Вахшская-128 - на 0,8 кг/м$^2$ соответственно. Она превышает стандарты по продуктивности в годы исследования. Важным показателем, определяющим общую питательность корма, является сухое вещество биомассы. По сбору сухого вещества Вахшская-116 показала 86,2%, Вахшская-128 - 85,2%, а Линия №37 превышала стандарты за эти годы 1,3 – 2,3% и соответственно показало 87,5%. Уровень продуктивности, качество животноводческой продукции, состояние здоровья, воспроизводительные функции животных зависят от химического состава потребляемых кормов.

Группа химических веществ, определяемых в зерне и зеленой массе, имеет важное значение в жизнедеятельности человека и животных. Особое место среди основных питательных веществ занимает белок. Его роль в питании сводится к обеспечению организма аминокислотами, необходимыми для синтеза белков организма и повышения продуктивности животных. Недостаток белка в кормах является одной из причин неполноценности рациона. Выделенный образец Линии №37 превысил стандарт по содержанию сырого белка в зеленой массе на 0,6 и 1,4%, соответственно, по выходу этого же вещества в зеленой массе с единицы площади превзошел стандарт, по содержанию сырого протеина (9,4%). Такое превышение обусловлено преимуществом образца по сравнению со стандартом в процентном содержании белка и большом урожае зеленой массе с единицы площади. Одновременно же несмотря на превышение стандарта по содержанию сырого белка на 0,6 и 1,4% не уступив им по урожаю. По общему суммарному выходу сырого белка в зеленой массе двухродовой гибрид превысил стандарты, соответственно показателям, на 104,4 и 129,6 кг/м$^2$. В этом и проявилось одно из преимуществ этого образца по сравнению со стандартами и по этому показателю составило 394,8 кг/м$^2$.

Известно, что качество белка определяется аминокислотами, входящими в его состав. Это особенно ценные незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме животных и человека. Наиболее дефицитны из них лизин, метионин и триптофан. Как уже отмечалось, мы ограничились только определением лизина. Установлено, что Линия №37 превысила стандарт по содержанию лизина в зеленой массе на 70 мг/100 г зеленой массы (2,2% к белку). Большое ее преимущество по сравнению со стандартом проявились по выходу лизина с единицы площади в зеленой массе: превышение стандарта в данном случае составило 52-70 мг/100г зеленой массы, в то время как стандарты по этому показателю составили 200-218 мг/100г. По общему суммарному выходу лизина в зеленой массе линия превысила стандарты на 52-70 мг на 100г зеленой массы соответственно.

В настоящее время качество зеленной массы, его усвояемость, калорийность, переваримость, пригодность к консервированию определяются не только количественным и качественным составом белков и других питательных веществ, но также количеством и качеством растворимых углеводов, содержанием клетчатки. Ими обуславливается

переваримость и использование животными азотистых веществ зеленой массы, а нехватка или избыток клетчатки отражается на обмене веществ и продуктивности животных.

Как уже отмечалось, сумму жиров и зольных элементов определяли только в зеленой массе, а клетчатку – в зеленой массе и зерне. Линия №37 и Вахшская-128, по средним трехлетним данным, уступили стандарту, Вахшская-128 по содержанию клетчатки на 0,8% (Линия №37 - 344, стандарт – 34,4%). Этот образец выделился одинаковым содержанием клетчатки в годы исследования (34,0%), Вахшская-116 тоже соответственно показала 34,0%.

Известно, что минимальное содержание клетчатки в рационах жвачных животных может составлять 15% сухого вещества, а максимальное – до 28%, в зависимости от продуктивности. По нашим данным, несмотря на то, что в зеленой массе Линии №37 содержание клетчатки меньше стандарта на 1,88%, все же оно достаточно высокое (34,0%), поэтому для более рационального использования и уменьшения потерь корма необходимо подвергать его специальной обработке.

Важное значение для нормального пищеварения у жвачных животных имеет сахаро-белковое отношение в рационе. Минимально допустимым отношением сахара к белку считается 0,5 – 0,7 : 1, оптимальным – 1 : 1 и максимально допустимым 1,5 : 1. У изучаемого образца хорошо сбалансировано сахаро-белковое соотношение, способствующее большой питательности, хорошей усвояемости и переваримости зеленой массы, а также хорошей силосуемости зеленой массы. В зеленой массе изучаемого образца оно составило 1,2 : 1.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) является основными носителями энергии в организме. Эту группу веществ в основном составляют моно-, ди-, три и полисахариды. Переваримость их выше, чем белка и жиров. Их содержание в зеленой биомассе в зависимости от культуры, составляет от 30 до 70%. Наблюдалось превышение у изучаемой линии этого показателя в зеленой массе по сравнению со стандартом и составило 0,7–1,0%, соответственно.

Важным показателем, определяющим полноценность зеленой массы, является содержание в ней макро- и микроэлементов. Они поддерживают осмотическое давление в клетках и кислотно-щелочное равновесие в организме, при их недостатке в рационе у животных снижается переваримость питательных веществ и продуктивность. Косвенно об их количестве в зеленой массе можно судить по количеству золы, т. е. по остатку после сжигания органического вещества. В исследованиях мы определяли золу и в зерне, и в зеленой массе. В зеленой массе ее было больше, чем в зерне, как в образце, так и в стандарте (см. таблицу). И все же как в первом, так и во втором случае наблюдалось, хотя и незначительное, превышение стандарта по этому показателю. В зеленой массе изученной Линии №37 они (зола) составили 5,41%, а в Вахшской-116 – 5,38% и Вахшской-128 – 5,01%.

Таким образом, полученные результаты показывают, что независимо от таксономической принадлежности и генотипической особенности у изученных растений некоторые показатели (содержание жира, клетчатки, зола, БЭВ и содержание лизина % к белку в сухой биомассы) выражались в годы исследования более стабильно или с наименьшей степенью изменчивости. Однако некоторые другие показатели, такие, как выход сырого протеина, содержание лизина мг на 100г сухой биомассы и содержание протеина соответственно, обладали в незначительное степени коэффициентами вариации. При этом, тритикале по этим указанным показателям, как отдельный ботанический таксон по достоинству зеленной массы приближается к ржи. Важно то, что эта генетическая форма показала хорошие биохимические свойства стабильно в годы исследования. Их можно рекомендовать, как исходный материал в селекционных центрах, и как донор биохимических свойств.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Абдулаева А.К. Гибридизация тритикале с рожью как метод получения генетически новых форм пшенично – ржаных рекомбинантов. автореф. дис. канд. биол. наук / А.К. Абдулаева. –Л., 1984.-16с.
2. Койчиро Цуневаки. Исследования по тритикале в Японии // Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком. М., 1981. 284с.
3. Кролов К. Д. Тритикале: изучение и селекция /К.Д. Кролов. -Л., 1975.-С. 114 – 121.
4. Пацека Д.И. Чайка А.И. Кузин И.Г Хозяйственно-биохимическая характеристика отдаленного гибрида злаков/ научно-технический бюллетень. -Санкт-Петербург, 1992. – 182 с.
5. Ригин Б.В. Пшенично – ржаные амфидиплоиды / Б.В. Ригин, И.Н. Орлова. –Л., 1977. -250 с.
6. Самигуллина Н.С. Практикум по генетике: учебное пособие для студ. вузов / Н.С. Самигуллина, Б.И. Кирина. –Мичуринск, 2007. –С. 21-59.
7. Тритикале: создание и перспективы использования /Л.В. Хотылёва [и др.]. Изд. «Наука и техника», 1986. –С. 133-148.
8. Фадеева Т.С. Сравнительная генетика растений / Т.С. Фадеева, С.П. Соснихина, Н.М. Иркаева. -Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1980. -250с.
9. Цицин Н.В. Теория и практика отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин. -Москва, 1981. -157с.
10. Шулындин А.Ф. Синтез трехвидовых пшенично-ржаных амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин // Генетика, 1970. -№6. -С.23.

**ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРИТИКАЛЕ – РЖАННОГО ГИБРИДА**

В период с 1989 г. проведено исследование, направленное на получение гибридных форм на двухродовой основе. На первом этапе работы была осуществлена гибридизация между тритикале и рожью. Конкретно для этих целей использовались сорт Праг-21 х Вахшская-116.

По комплексу хозяйственно ценных признаков именно по накоплению зеленой биомассы лучшими являются формы тритикале-ржаного и промежуточного морфотипов. Они обладают высокой продуктивностью зеленой массы, устойчивостью к полеганию и грибным патогенам. Линия №37 была выделена на втором этапе работы и характеризуется тритикальным морфотипом.

**Ключевые слова:** гибрид, линия, скрещивание, биомасса, сухое вещество, сырой протеин, жир, сахар, фаза биологической спелости, зола, зольные элементы, крахмал.

**AN ECONOMIC AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF A REMOTE HYBRID IN CEREALS**

The paper deals with results of investigations on a remote two-genera hybrid in cereals. An economic and biochemical characteristic of the above sample is presented as compared to standards: grain, fresh and hay yield, dry matter one per a unit of area as well as chemical matter content of grain and hay. Yielding capacity and chemical composition of hay and grain in the Line №37. Confectionery evaluation of grain is given here also.

**Key words:** hybrid, line, cross, biomass, damp protein, fat, dry matter, sugar, biological maturity, ash, ashy elements, Polysacharides.

**Сведение об авторе:** ***А.С. Алимуродов*** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биохимии Таджикского национального университета. E–mail: **alimurodov. abduzohid@mail.ru.** Телефон: **917-83-00-27**

# ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПЛОДОВ ЧАЙОТА, *(SECHIUM EDULE L.–CHAYOTE)* В УСЛОВИЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА

***Т.Д. Хафизов***
**Таджикский аграрный университет им Ш.Шотемура**

Известно, что применение в производстве высокопроизводительных, а также устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды сортов сельскохозяйственных культур, имеет большое экономическое значение, так как является наиболее доступным и недорогим способом увеличения производства продукции, в т.ч. и чайота.

Овощеводство - одна из наиболее древних отраслей сельского хозяйства. Пищевая ценность овощей определяется содержанием в них углеводов, органических кислот,

минеральных солей, витаминов. Благодаря всем этим свойствам овощи принадлежат к числу основных и незаменимых пищевых продуктов и играют важную роль в организации правильного питания населения, в лечебном питании.

Продуктивность является основным и итоговым показателем опыта, по результатам которого определяется эффективность агроприемов, которые были использованы во время опыта. Высокие показатели урожайности формируется при наличии факторов, способствующих обеспечению оптимальных условий жизнедеятельности растения в период вегетации. Так, установлено, что значительную роль в увеличении продуктивности чайота играет верный выбор срока посадки, в зависимости от таких факторов, как биологическая особенность сорта и условия внешней среды.

Из данных, приведенных в приложении, урожайность чайота достоверно снижалась в зависимости от переноса посадки на более поздние сроки, во все годы исследований. При раннем (18 апреля) сроке посадки, созревание урожая плодов происходит в наиболее лучших условиях температурного режима, еще до наступления понижения температуры воздуха (осенью), по сравнению с посадками позднего срока.

Чайот – теплолюбивая и влаголюбивая культура. Его семена прорастают при температуре 18...20 °С, если она ниже 12...15 °С, то всходы не появляются. Оптимальная температура для роста и развития растений 25...28 °С. При недостатке влаги урожай часто резко снижается.

Собирают урожай при достижении плодов полной спелости, которая характеризуется соответствующими размерами и окраской. Отмечено, что чайота - высокоурожайное растение, так показатель урожайности – от 12 до 20 плодов с $1м^2$ , где средняя масса плода от 0,6 до 1 кг, то есть до 20 $кг/м^2$). Урожай плодов имеет хорошую лежкость и транспортабельность.

Урожайность плодов чайота в ранних сроках посадки (18 апреля) доходила до 170,2 ц/га, которая больше, чем во втором, в третьем и четвертом сроках посадка на 4,8; 8,9; и 12,1 ц. с гектара, соответственно.

Урожайность плодов чайота при посадке 28 апреля была тоже высокой – 165,4 ц/га. Разница в урожайности, в сравнении с другими вариантами сроков посадки, равнялась от 165,4 -161,3 – 158,1 ц/га.

Следует указать, что за 3 года, проводимых исследований, максимальная урожайность наблюдалась в ранних сроках посадки 18 апреля, где, в среднем, собирали – 170,2 ц и 165,4 ц (разница между первым вариантом и вторым 4,8ц) плодов чайота. Эти показатели превышают урожайность в варианте второго срока - посадка 28 апреля - на 5,1-5,5 ц/га, а в сравнении с третьим и четвертым сроками - посадка 08 мая и 18 мая - на 4,1 и 7,3 ц/га, соответственно.

Таким образом, высокий урожай чайота формировался при ранних апрельских сроках посадки.

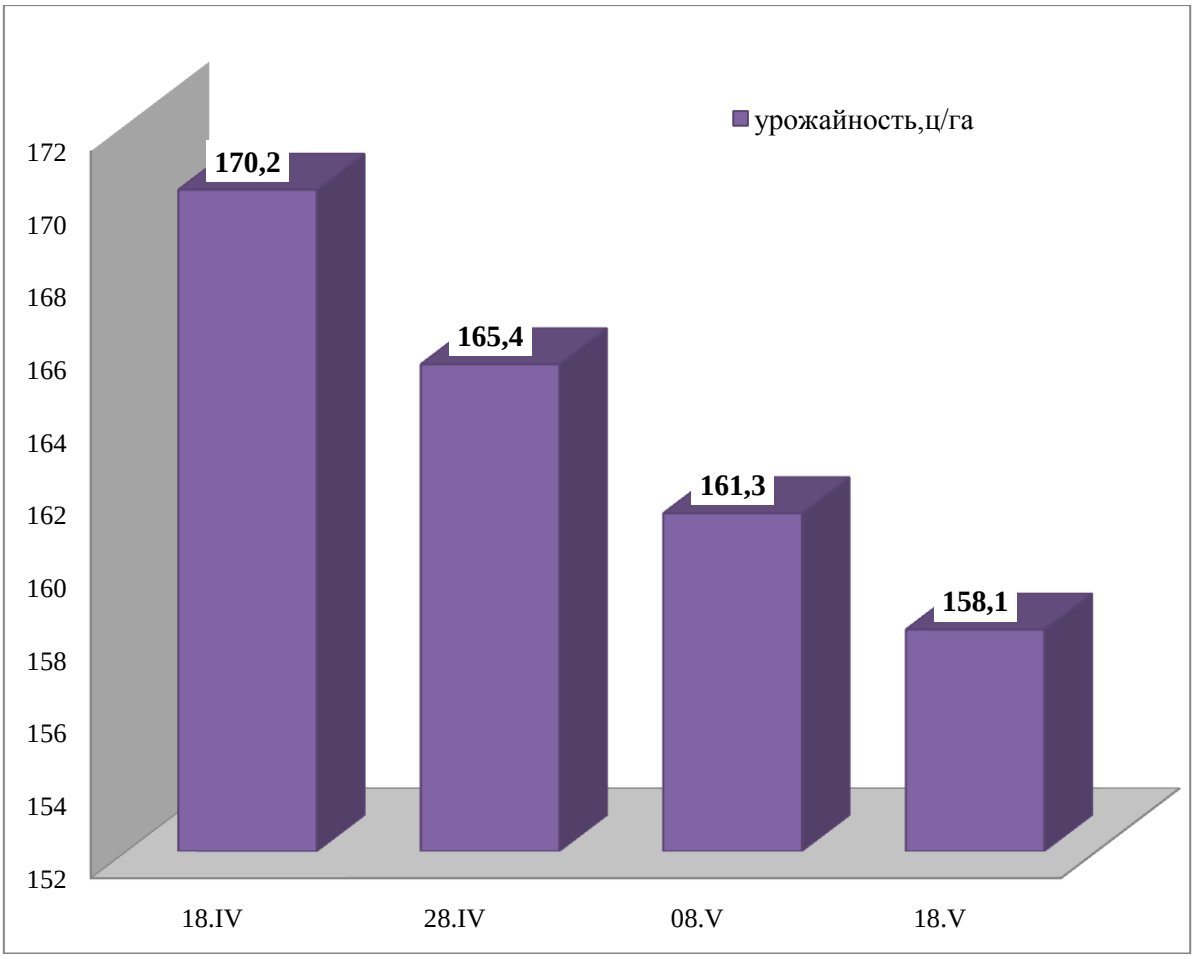



Рис. 1 Урожайность чайота, в зависимости от сроков посадки, ц/га (2008 – 2010 гг.)

При поздних, майских сроках посадки, отрицательное влияние на уровень урожайности оказывали температурный и световой режимы, характерные для осеннего периода.

По-видимому, поздние посадки чайота попадают под действие сухой погоды, которая отрицательно влияет на фенологических фазы цветения и плодообразования, что является основной причиной снижения урожая плодов чайота.

Таким образом, в условиях Гиссарской долины наибольший урожай плодов чайота был получен при сроках посадки 18-апреля. Следует отметить, что урожайность плодов чайота первых сроков посадки во всех вариантах была значительно выше, что свидетельствует о приспособленности 18-апреля к местным условиям, что следует учитывать при разработке технологии возделывания чайота в условиях Гиссарской долины Таджикистана.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что в условиях указанной долины, на орошаемых землях, оптимальными сроками посадки чайота является вторая и третья декада апреля, где обеспечивается наивысший показатель продуктивности чайота.

Продуктивность чайота выявляется при оптимальном использовании растениями солнечной энергии, что приводит к максимальному показателю производительности чайота. Чем больше площадь фотосинтетической активности, тем выше показатель урожайности. В технологическом приеме выращивания растений уделяют большое внимание обеспечению максимальной площади питания, что достигается подбором наиболее правильного срока посадки. При этом, учитывают характер биологических предпочтений, почвенный состав, климатические условия и приемы агротехники

указанных зон. Отмечена прямая зависимость высокой производительности чайота от достатка используемой растениями солнечной энергии. Оптимальная площадь поверхности листа обеспечивает максимальную работу фотосинтезирующего аппарата, откоторого зависит накопление 90-95% органических веществ. Из этого следует, что от активности листового аппарата зависит формирование высоких урожаев.

Применение разработанных нами агротехнических приёмов (сроки посадки) возделывания растений чайоты в условиях Гиссарской долины обеспечивает получение высоких урожаев.

Таким образом, можно отметить, что чайота имеет большое значение для народного хозяйства и эффективна для возделывания в условиях Таджикистана.

Исследования, проведенные с целью изучения формирования высоких урожаев чайота в условиях Гиссарской долины РТ, определили, что для роста, развития и высокой продуктивности чайота оптимальными условиями является сроки посадки

Рис.1. Урожай чайота на экспериментальном участке ТАУ им. Ш.Шотемур

Рис.2. Сортировка урожая плодов, чайота после уборки

**ЛИТЕРАТУРА**


1. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. –М.: Наука. 1956. -94 с.
2. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожаев) / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строганова, М.П. Власова. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 131 с.
3. Россинский В.И. Чайота – ценная овощная культура / В.И. Россинский, Д.Н. Коюнян, Т.И. Гвадкова // Бюл. Ботан. Сад. АН СССР, изд. 142. - 1986. –С. 28-30.
4. Доспехова Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехова. -М.: Колос, 1985. -134 с.


**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПЛОДОВ ЧАЙОТА, *(SECHIUM EDULE L.– CHAYOTE)* В УСЛОВИЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА**


Применение в производстве высокопроизводительных, а также устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды сортов сельскохозяйственных культур, имеет большое экономическое значение, так как является наиболее доступным и недорогим способом увеличения производства продукции, в т.ч. и чайота.

Продуктивность является основным и итоговым показателем опыта, по результатам которого определяется эффективность агроприемов, которые были использованы во время опыта. Высокие показатели урожайности формируется при наличии факторов, способствующих обеспечению оптимальных условий жизнедеятельности растения в период вегетации. Так, установлено, что значительную роль в увеличении продуктивности чайота играет верный выбор срока посадки, в зависимости от таких факторов, как биологическая особенность сорта и условия внешней среды.



**Ключевые слова:** урожайность чайота, перенос посадки, срокы посадки, созревание урожая плодов, температурный режим, период вегетации, биологическая особенность сорта.

**THE EFFECT OF PLANTING DATES ON THE YIELD OF FRUIT CHAYOTE, (L. SECHIUM EDULE– CHAYOTE) UNDER CONDITIONS OF HISSAR VALLEY OF TAJIKISTAN**

Application in the production of high-performance and resistant to adverse environmental factors of crop varieties is of great economic importance, as it is the most accessible and inexpensive way to increase production, including chayote.

Productivity is the main outcome indicator of experience, the results of which determine the efficiency of the agricultural methods that were used during the experiment. High yields is formed in the presence of factors promoting optimal living conditions of plants during the growing season. So, it is established that a significant role in increasing the productivity of ciota plays the choice of the right planting time, depending on factors such as the biological feature of the variety and the environmental conditions.

**Key words:** yield chayote, transfer, landing, sroka of planting, maturity of the fruit, temperature, vegetation period, biological feature of the variety.

**Сведения об авторе:** ***Т.Д. Хафизов*** – старший преподаватель кафедры физиологии растений и биотехнологии Таджикского аграрного университета им Ш. Шотемура. Телефон: **951-15-29-30**

**МУНДАРИҶА - СОДЕРЖАНИЕ**

**МАТЕМАТИКА -ИНФОРМАТИКА**

**К ТЕОРИИ ОДНОГО КЛАССА ДВУМЕРНОГО СИММЕТРИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРОВСКОГО ТИПА С ДВУМЯ СВЕРХСИНГУЛЯРНОЙ ЛИНИЯМИ**
***Н. Раджабов, С.Б. Зарипов*……. 3**

**О ПРИКЛАДНЫХ МОДЕЛЯХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ**
***М. Юнуси, А. Давлатов*……. 9**

**ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ОДНОЙ ПЕРЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНОЙ ТОЧКОЙ**
***Ф.М. Шамсудинов*…….. 21**

**РЕШЕНИЯ МАТРИЧНОЙ ЗАДАЧИ СОПРЯЖЕНИЯ С ЗАДАННЫМИ ГЛАВНЫМИ ЧАСТЯМИ, НАГРУЖЕННЫМИ СВОБОДНЫМИ ЧЛЕНАМИ И С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ДЛЯ МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ**
***Дж. Мирзоев*…… 27**

**БАЪЗЕ АЗ ТАРЗҲОИ ЁФТАНИ ҚИМАТИ ИФОДАҲОИ НАМУДИ $\int_a^b [f(x)]\,dx$ ва $\int_a^b \{f(x)\}\,dx$**
***Ш. Мусаввиров, Р. Ш. Мусаввирова, А. Пирназаров*…….. 32**

**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МНОГООБРАЗИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ТРЕМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ОБЛАСТЯМИ**
***А.О. Комилов*…… 36**

**КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО УРАВНЕНИЯ С ДВУМЯ СИНГУЛЯРНЫМИ ГИПЕРПЛОСКОСТЯМИ**
***А. Мухсинов, Н.К. Охунов*……. 40**

**Ф И З И К А**

**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ**
***Н.Б. Курбонов, С.О. Мирзохонова, Ш.Б. Курбонов*……. 49**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ОГРАНИЧЕННОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ИСКУССТВЕННОЙ ГИПЕРБОЛИЗАЦИИ**
***Х.Ш. Джураев, К. Комилов, З.С. Норматов*……. 53**

**ГЕНЕРАЦИЯ ИМПУЛЬСОВ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗВУКОВ В СВЕРХТЕКУЧЕМ РАСТВОРЕ $^3$Не-$^4$Не НЕГАУССОВЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ. ТЕПЛОВОЙ МЕХАНИЗМ**
***Т.Х.Салихов, Ш.Х. Давлатджонова*……... 61**

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ САМОАССОЦИАЦИИ МАКРОМОЛЕКУЛ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (ОБЗОР)**
***Н.У. Муллоев, Н.Л. Лаврик*……... 65**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ФАКУЛЬТЕТАХ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**
***Дж.Б. Насимова, Ф.К. Рахимов, М. Давлатов*……. 82**

**ОБУЧАЮЩАЯ ФУНКЦИЯ ПРОВЕРКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ-ФИЗИКИ**
***Манижаи Максуди, Т. Шукурзод*** ..... ***86***

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И АДСОРБЦИЕЙ ПОРИСТОЙ ГРАНУЛИРОВАННОЙ ОКИСИ АЛЮМИНИЯ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ НИКЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ УВЛАЖНЕНИЯ**
***М.М.Сафаров, А.Г. Мирзомамадов*** ..... ***89***

**ТАЪСИРИ МАВҶҲОИ ЭЛЕКТРОМАГНИТИИ ШАБАКАИ АЛОҚАИ МОБИЛӢ**
***Ҳ.А. Тошхӯҷаев, Ф.Ҳ. Ғафуров*** ..... ***93***

**НАМУНАИ МАСЪАЛАҲО БО ИСТИФОДА АЗ ВОҚЕИЯТИ ТОҶИКИСТОН ВА КОРБУРДИ ОНҲО ДАР ТАЪЛИМИ ФИЗИКА**
***А. Абдуманнонов, Ф. Каримова, М. Абдуманнонова*** ..... ***100***

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕПИТА НА ОСНОВЕ ЯГОД БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ**
***П.И. Гунькова, А.Л. Ишевский, А.В.Ключарева, Ф.Э. Сатторов*** ..... ***106***

**ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АДГЕЗИВА НА ПРОЧНОСТЬ АДГЕЗИОННЫХ КОНТАКТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ**
***А.А. Абдуманонов, З.Н. Юсупов*** ..... ***110***

**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ НА ПРОЦЕСС ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН КУКУРУЗЫ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ**
***Т.А. Хочаев, Н.У. Муллоев, Б.И. Махсудов*** ..... ***113***

**ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА Zn5Al**
***Дж.Г. Шарипов, З. Низомов, Р.Х. Саидов*** ..... ***117***

**АССОЦИАЦИЯ МОЛЕКУЛ И СВОЙСТВА РАСТВОРОВ**
***Н. Махкамбаева, Дж. Махкамбаев, М. Нуруллоев, З. Исломов*** ..... ***120***

**ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ** $Bi_2B^{VI}{}_3$ **(** $B^{VI} - Se, Te$ **)**
***С.К. Каримов, К. Кабутов, Р.Я. Акрамова*** ..... ***123***

**ХИМИЯ – БИОЛОГИЯ**

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ Fe(III)/Fe(II) – ТИОСЕМИКАРБАЗИД - $H_2SO_4$**
***С.М. Сафармамадов, Т.Б. Бобокалонов*** ..... ***127***

**ПРОЦЕСС КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ РТУТИ (II) С 1-ФЕНИЛ-2,3-ДИМЕТИЛПИРАЗОЛИН-5-ТИОНОМ В СРЕДЕ 0,5 МОЛЬ/Л $HNO_3$ ПРИ 273К**
***А.А. Аминджанов, Дж.О. Шоалифов, Н.С. Бекназарова*** ..... ***132***

**ИССЛЕДОВАНИЕ СООСАЖДЕНИЯ МОЛИБДЕНА (VI) ГИДРОКСИДОМ ЖЕЛЕЗА (III) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ МОЛИБДЕНА (VI), КИСЛОТНОСТИ И СОЛЕВОГО ФОНА**
***С.Ф. Шодиева, А.Д. Хусейнов*** ..... ***136***

**СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА ХЛОПЧАТНИКА НА ОСНОВЕ МОНОЭФИРОВ ГЛИЦЕРНИНА**
***С.Г. Ашуров, О.К. Хабибуллоева*** ..... ***139***

**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДНОЙ ФРАКЦИИ ПРОПОЛИСА**
***С.К.Умаров, М.К.Курбонов, Н.Ганиев, А.Дустов*** ..... ***142***

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ СЕРЕБРА (I) С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 288-318К**
***Х.Г. Мудинов, С.М. Сафармамадов*……. *145***

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКАТЕЛЬНОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА И КРИОЛИТА ИЗ КАОЛИНОВЫХ СИАЛЛИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗИДДЫ И ОТХОДОВ ШЛАМОВЫХ ПОЛЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**
***Н. Шерматов, Х.Р. Курбонова, А.Х. Сафиев, Дж.Р. Рузиев*……. *150***

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ЗОЛОТА(III) С 1-ФУРФУРИЛИДЕНАМИНО-1,3,4-ТРИАЗОЛОМ**
***С.М. Сафармамадов, Д.А. Муборакқадамов, К.С. Мабаткадамова*..... *154***

**ДРЕВОВИДНЫЕ ЛИАНЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
***Г.Н. Эргашева, Р.С. Назиров*…… *159***

**МЕТАБОЛИЗМ АМИНОКИСЛОТ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ЩЕЛОЧНОЙ ФОСФАТАЗЫ ПРИ НИТРАТНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ ЖИВОТНЫХ**
***А.И. Каримов*……... *164***

**КСЕРОФИЛЬНЫЕ КУСТАРНИКИ БАССЕЙНА РЕКИ ИСКАНДЕР ЭФЕДРАРИИ**
***А. Давлатов, С. Давлатова*……... *167***

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ И МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ ЧАЙОТА *SECHIUM EDULE L.–CHAYOTE* (*МЕКСИКАНСКИЙ ОГУРЕЦ)**
***Т.Д. Хафизов*…… *170***

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ**
***А. С. Алимуродов*……. *173***

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПИДОВ В ПИТАНИИ ОВЕЦ**
***У.Ш. Джураева*…… *177***

**МАТЕРИАЛЫ ЭКОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЗМЕЙ (SERPENTES)СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА**
***Ш.Р. Мирзобаходурова, Т. Саттаров*…… *181***

**ПРИРОДНО- ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ И ЗАЛЕГАНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ЮГО-ВОСТОЧНОГО ТАДЖИКИСТАНА**
***Ш.И. Ходжаев, Н.М. Асоев, Д.И. Ходжаев, Н.Ш. Иброхимов*..... *185***

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛУКА (ALLIUMCEPAL.) НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА ПОКОЯ РАСТЕНИЙ**
***М.А. Ансори, М.С. Нарзуллоев, А.Э. Эргашев, С.А. Яъкуби*..... *190***

**ИСТИФОДАИ НУРИҲОИ МИКРОБИОЛОГӢ БАҲРИ БАЛАНД БАРДОШТАНИ ҲОСИЛНОКИИ ХОК ВА ЗИРОАТҲОИ КИШОВАРЗӢ**
***Н.Р. Сатторов, С.Ш. Рамазонов, Нафисаи Аликулзода*……. *196***

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**
***А. Абдуллаев, Х.Х. Каримов, Н.А. Маниязова, Ё. Сафаров*……. *201***

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕЗОФИЛЬНЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО ТАДЖИКИСТАНА**
***А. Халимов, Гао Яаги, Хуанг Липинг*…… *204***

**ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРИТИКАЛЕ – РЖАННОГО ГИБРИДА**
***А.С. Алимуродов*……..** ***208***

**ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПЛОДОВ ЧАЙОТА, *(SECHIUM EDULE L.–CHAYOTE)* В УСЛОВИЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА**
***Т.Д. Хафизов*……** ***212***

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В научном журнале «Вестник Таджикского национального университета» печатаются статьи, содержащие результаты научных исследований по естественным, гуманитарным и экономическим наукам.

При направлении статьи в редколлегию авторам необходимо соблюдать следующие правила:

Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста, включая текст, таблицы, библиографию, рисунки и тексты аннотаций на таджикском, русском и английском языках.

Статья должна быть подготовлена в системе Microsoft Word. Одновременно с распечаткой статьи сдается электронная версия статьи. Рукопись должна быть отпечатана на компьютере (гарнитура Times New Roman Tj 14, формат А4, интервал одинарный, поля: верхнее - 3см, нижнее – 2,5см, левое – 3см, правое – 2см; ), все листы статьи должны быть пронумерованы.

Сверху страницы по центру листа указывается название статьи, ниже через один интервал инициалы и фамилии автора (авторов). Ниже название организации, адрес, e-mail. Далее через строку следует основной текст. В конце статьи приводятся ключевые слова (до 10 слов).

Ссылки на цитируемую литературу даются в квадратных скобках, например [1]. Список литературы приводится общим списком после ключевых слов (под заголовком «литература») в порядке упоминания в тексте.

Научные статьи, представленные в редакцию журнала, должны иметь направление учреждения, экспертное заключение и отзыв специалистов о возможности опубликования.

Плата за опубликование рукописей аспирантов не взимается.

Редколлегия оставляет за собой право производить сокращения и редакционные изменения статьи. Статьи, не отвечающие настоящим правилам, редколлегией не принимаются.

# ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Статьи, поступающие в редакцию, проходят предварительную экспертизу (проводятся членами редколлегии – специалистами по соответствующей отрасли науки) и принимаются в установленном порядке. Требования к оформлению оригинала статей приводятся в в каждом номере журнала.

Если рукопись принята, то редакция сообщает автору замечания по содержанию и оформлению статьи, которые необходимо устранить до передачи текста на рецензирование.

Затем статьи рецензируются в обязательном порядке членами редколлегии журнала или экспертами соответствующей специальности (кандидатами и докторами наук).

Рецензия должна содержать обоснованное перечисление качеств статьи, в том числе научную новизну проблемы, её актуальность, фактологическую и историческую ценность, точность цитирования, стиль изложения, использование современных источников, а также мотивированное перечисление её недостатков. В заключении дается общая оценка статьи и рекомендации для редколлегии – опубликовать статью, опубликовать её после доработки, направить на дополнительную рецензию специалисту по определенной тематике или отклонить.

Объем рецензии - не менее одной страницы текста.

Статья, принятая к публикации, но нуждающаяся в доработке, направляется авторам с замечаниями рецензента и редактора. Авторы должны внести все необходимые исправления в окончательный вариант рукописи и вернуть в редакцию исправленный текст, а также его идентичный электронный вариант вместе с первоначальным вариантом рукописи. После доработки статья повторно рецензируется, и редколлегия принимает решение о ее публикации.

Статья считается принятой к публикации при наличии положительной рецензии и если её поддержали члены редколлегии. Порядок и очередность публикации статьи определяется в зависимости от даты поступления ее окончательного варианта.

Рецензирование рукописи осуществляется конфиденциально. Разглашение конфиденциальных деталей рецензирования рукописи нарушает права автора. Рецензентам не разрешается снимать копии статей для своих нужд.

Рецензенты, а также члены редколлегии не имеют права использовать в собственных интересах информацию, содержащуюся в рукописи, до её опубликования.

Масъули чоп: **М. Ибодова**
Масъули бахши илмҳои табиӣ: **Д.А. Назарова**
Муҳаррирон: **О. Ашмарин, Ш. Абдуллоева**

Ответственный редактор: **М. Ибодова**
Редактор серии естественных наук: **Д.А. Назарова**
Редакторы: **О. Ашмарин, Ш. Абдуллоева**

ДМТ, ш. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17, бинои асосӣ, утоқи 61
ТНУ, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17, главный корпус, каб. 61
Тел: 227-74-41 **E-mail: vestnik-tnu@mail.ru**
**Сайт ТНУ:www.tnu.tj**