

НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ С УПРАВЛЕНИЕМ ГРАНИЦЕЙ ОБЛАСТИ

¹ ИСКЕНДЕРОВ АСАФ ДАШДЕМИР оглы

² ГАМИДОВ РУСЛАН АЛЛАХВЕРАН оглы

¹ Национальная академия авиации, Баку, Азербайджан, профессор

² Ленкоранский государственный университет, Ленкорань, Азербайджан, доцент
asaf.iskander@mail.ru ; rqamidov@mail.ru

Ключевые слова: оптимальное управление, эллиптические уравнения, необходимое условие, управление границей области.

Для решения задачи оптимального управления границей области для случая многомерного эллиптического уравнения доказано необходимое условие оптимальности в виде вариационного неравенства, найдено выражение первой вариации функционала качества, и изложен итеративный алгоритм решения этой задачи.

1. Введение. Для решения задачи оптимального управления эллиптическими уравнениями с управлением границей области доказано необходимое условие оптимальности, изложен итеративный алгоритм решения. Подобные задачи ранее изучались в [1-5] и др.

Изучение задач управления границей области, важно для диагностики конструкций по выявлению в них дефектов, а также в других процессах практики [6-8]. Примеры подобно приведенным в [1,4,5] показывают, что решения этих задач не единственные и не устойчивые [9-11]. Это показывает их взаимосвязь с обратными и некорректными задачами математической физики и их принадлежность к классу некорректных в классическом смысле задач. Для решения этих задач должны быть применены методы с учетом их неустойчивости [9-13]. Наряду с необходимым условием оптимальности необходимо разработать методы их регуляризации. Поэтому, в работе излагается итеративный метод решения рассматриваемых задач [9-14]. Неустойчивость изучаемых задач создаёт дополнительные трудности при их решении. К изучаемым задачам применены вариационные методы, которые имеют широкие возможности не только в математической физике и теории оптимального управления, а также при разработке вычислительных алгоритмов решения задач [6-8, 13,14]. Частные случаи критерия качества в рассматриваемой задаче оптимального управления ранее были использованы в вариационных постановках обратных задач [3].

2. Постановка задачи. Пусть R^n - n -мерное евклидово пространство, D ограниченная область с достаточно гладкой границей Γ в этом пространстве, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - произвольная точка области $\bar{D}$, пространства $L_p(D)$, $W_p^l(D)$, $\dot{W}_p^l(D)$ и др., где $p \geq 1$, $l \geq 0$ - заданные числа, являются общеизвестными функциональными пространствами, определёнными, например, в [15], обозначения $\forall$ - означает «для любого», а знак $\forall^\circ$ - означает, что данное свойство имеет место в смысле «для почти всех».

В практике задачи управления границей области часто возникают под разными названиями, в том числе как задачи со свободной границей области и в других видах: см. работы [4, 6, 7] и др. Нелинейность и чувствительность решения этих задач к изменениям

границы области являются основными трудностями при их изучении [13, 14]. Пусть D' ортогональная проекция области D на $(n-1)$ -мерное под-пространство

$$R^{n-1}, \quad x' = (x_1, \dots, x_{n-1}), \quad x' \in D' \subset R^{n-1}, y \in R, x = (x', y), \quad D_d = \{x = (x', y) : x' \in D', 0 \leq y \leq d\},$$

$$x \in D \quad V = \left\{ v : v = v(x') \in W_\infty^1(D'), 0 < v_0 \leq v(x') \leq v_1, |v_x(x')| \leq v_2, \forall x' \in D' \right\}, \quad \text{где } d, v_i, i = 0, 1, 2 -$$

положительные числа, $d > 0$ такое, что $D \subset D_d$, граница Γ является управлением и она однозначно выражается функцией $y = v(x_1, \dots, x_{n-1}) = v(x')$.

Рассмотрим следующее эллиптическое уравнение:

$$Au_k \equiv - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (a_{ij}(x) \frac{\partial u_k}{\partial x_j}) + \sum_{i=1}^n b_i(x) \frac{\partial u_k}{\partial x_i} + c(x) u_k = f(x), \quad x \in D \quad (1)$$

с первым и вторым краевыми условиями:

$$u_1|_\Gamma = g_1(x), \quad x \in \Gamma, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial N} \Big|_\Gamma = g_2(x), \quad x \in \Gamma, \quad (3)$$

где $g_1(x) \in W_2^{1/2}(\Gamma)$, $g_2(x) \in L_2(\Gamma)$, $f(x) \in L_2(D)$, $a_{ij}(x) \in L_\infty(D)$, $b_i(x) \in L_\infty(D)$, $c(x) \in L_\infty(D)$ -

заданные функции. Пусть $a_{ij}(x) = a_{ji}(x)$, $c_0 \sum_{i=1}^n \zeta_i^2 \leq \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \zeta_i \zeta_j \leq c_1 \sum_{i=1}^n \zeta_i^2$, $0 < c_2 \leq c(x) \leq c_3$,

$\forall \zeta = (\zeta_1, \dots, \zeta_n) \in R^n$, $\forall i, j = 1, 2, \dots, n$, $c_m > 0$ - числа, $m=0, 1, 2, 3$.

Из теории эллиптических уравнений [15] известно, что если c_2 - «достаточно большое число», то задачи (1), (2) и (1), (3) при принятых предположениях разрешимы. Не исключая общности граничные условия (2) и (3) при предположении, что $g_1(x) \in W_2^{1/2}(\Gamma)$, $g_2(x) \in L_2(\Gamma)$ могут быть приняты однородными: $g_1(x) = g_2(x) = 0$. Тогда решения краевых задач (1), (2) и (1), (3) для каждого выбранного $v = v(x')$ из множества V_1 понимаются в смысле выполнения следующих интегральных тождеств:

$$\int_D \left\{ \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial u_k(x)}{\partial x_j} \cdot \frac{\partial \eta_k(x)}{\partial x_i} + \left[\sum_{i=1}^n b_i(x) \frac{\partial u_k(x)}{\partial x_i} + c(x) \cdot u_k(x) - f(x) \right] \cdot \eta_k(x) \right\} dx = 0, \quad (4)$$

где $k=1, 2$, функции $u_1(x)$, $u_2(x)$ принадлежат пространствам $\overset{\circ}{W}_2^1(D)$ и $W_2^1(D)$, а $\eta_1(x)$ и $\eta_2(x)$ являются произвольными элементами этих же пространств, соответственно.

Теперь для системы (1) - (3) рассмотрим задачу оптимального управления границей области: пусть на множестве V требуется найти минимум функционала

$$J_\alpha(v) = \|\omega(v)[u_1 - u_2]\|_{L_2(D)}^2 + \alpha \|v - \mu\|_{L_2(D')}^2 \rightarrow \inf, \quad (5)$$

где $\omega(v)$ - заданная на отрезке $[v_0, v_1]$ непрерывно-дифференцируемая функция, μ - заданный элемент пространства $L_2(D')$, $\alpha \geq 0$ - заданное число. Эту задачу вкратце назовем задачей (5). Для изучения задачи (5) преобразуем систему координат и для полученной в результате задачи установим необходимое условие оптимальности. Преобразованием системы координат, задача (5) преобразуется к задаче управления в коэффициентах уравнения состояния.

3. Преобразование системы координат в задаче управления границей области. В системе соотношений (1)-(3) введем новые переменные:

$$t_i = x_i, i = 1, 2, \dots, n-1, t_n = x_n / v(x'), t = (t', t_n).$$

Тогда получим:

$$x' = t', x_n = t_n \cdot v(t'), z(t) = z(t', t_n) = z(x', x_n / v(x')) = u(t', t_n \cdot v(t')) = u(x', x_n) = u(x).$$

При таком виде преобразовании системы координат интегральные тождества (4) преобразуются к виду:

$$\int_{D_1} \left\{ \sum_{i,j=1}^n \bar{a}_{ij}(t, v(t'), v_t(t')) \frac{\partial z_k(t)}{\partial t_j} \frac{\partial \varphi_k(t)}{\partial t_i} + \left[\sum_{i=1}^n \bar{b}_i(t, v(t'), v_t(t')) \frac{\partial z_k(t)}{\partial t_i} + \bar{c}(t, v(t')) \cdot z_k(t) - \bar{f}(t, v(t')) \right] \varphi_k(t) \right\} dt = 0, \quad k = 1, 2,$$

где приняты следующие обозначения: $D_1 = D_d$ при $d = 1, z_k(t) = u_k(t', t_n \cdot v(t')), k = 1, 2;$

$$z_1(t) \in \overset{\circ}{W}_2^1(D_1), z_2(t) \in W_2^1(D_1), \varphi_k(t) = \eta_k(t', t_n \cdot v(t')), k = 1, 2; \varphi_1(t) \in \overset{\circ}{W}_2^1(D_1),$$

$$\varphi_2(t) \in W_2^1(D_1), a_{ij}^0(t) = a_{ij}(t', t_n \cdot v(t')), b_i^0(t) = b_i(t', t_n \cdot v(t')), c^0(t) = c(t', t_n \cdot v(t')),$$

$$f^0(t) = f(t', t_n \cdot v(t')),$$

$$\bar{a}_{ij}(t, v(t'), v_t(t')) = a_{ij}(t', t_n \cdot v(t')), \bar{a}_{in}(t, v(t'), v_t(t')) = a_{in}^0(t) \cdot \frac{1}{v(t')} - \sum_{j=1}^{n-1} a_{ij}^0(t) \cdot \frac{t_n}{v(t')} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_j},$$

$$\bar{a}_{nn}(t, v(t'), v_t(t')) = \sum_{i,j=1}^{n-1} a_{ij}^0(t) \cdot \frac{t_n^2}{v^2(t')} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_i} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_j} - \sum_{j=1}^{n-1} a_{nj}^0(t) \cdot \frac{t_n}{v^2(t')} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_j} - \sum_{i=1}^{n-1} a_{in}^0(t) \cdot \frac{t_n}{v^2(t')} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_i},$$

$$\bar{b}_n(t, v(t'), v_t(t')) = b_n^0(t) \cdot \frac{1}{v(t')} - \sum_{i=1}^{n-1} b_i^0(t) \cdot \frac{t_n}{v(t')} \cdot \frac{\partial v(t')}{\partial t_i},$$

$$\bar{c}(t, v(t'), v_t(t')) = c^0(t) = c(t', t_n \cdot v(t')), \bar{f}(t, v(t'), v_t(t')) = f^0(t) = f(t', t_n \cdot v(t')), i, j = 1, 2, \dots, n-1.$$

При этом функционал качества $J_\alpha(v)$ примет вид

$$J_\alpha(v) = \|\omega_1(v)(z_1 - z_2)\|_{L_2(D_1)}^2 + \alpha \cdot \|v - \mu\|_{L_2(D)}^2,$$

где $\omega_1(v) = \omega(v)\sqrt{v}$. В новых переменных множество допустимых управлений примет вид

$$V_1 = \left\{ v : v = v(t') \in W_\infty^1(D_1'), 0 < v_0 \leq v(t') \leq v_1, |v_t(t')| \leq v_2, \forall t' \in D_1' \right\}.$$

В результате, после указанного преобразования систем координат задача оптимальное управление границей области преобразуется к задаче с управлением в коэффициентах уравнения и области D_1 с постоянной границей, а также допустимыми управлениями на множестве V_1 . Более подробно изложим задачу с управлениями в коэффициентах уравнения.

4. Задача с управлениями в коэффициентах уравнения состояния. Рассмотрим управляемый процесс описываемый эллиптическим уравнением:

$$-\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij}(x, v(x), v_x(x)) \frac{\partial u_k}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n b_i(x, v(x), v_x(x)) \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_i} + c(x, v, v_x(x)) u_k = f(x, v, v_x(x)), \quad k = 1, 2, \quad x \in D, \quad (6)$$

с краевыми условиями

$$u_1|_\Gamma = g_1(x), \quad x \in \Gamma, \quad (7)$$

$$\left. \frac{\partial u_2}{\partial N} \right|_{\Gamma} \equiv \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, v(x), v_x(x)) \frac{\partial u_2}{\partial x_j} \cos(\hat{x}_i, \nu) \Big|_{\Gamma} = g_2(x), \quad x \in \Gamma, \quad (8)$$

где $u_k = u_k(x) = u_k(x, v)$, $k=1, 2$ - решения первой и второй краевых задач, соответственно, для уравнения (6), $v = v(x)$ - функция управления, которая принадлежит множеству $V = \left\{ v : v \in W_{\infty}^1(D), 0 < v_0 \leq v(x) \leq v_1, |v_x(x)| \leq v_2, \forall x \in D \right\}$, где $v_0 > 0, v_1 > 0, v_2 > 0$ - заданные положительные постоянные, N - внешний кономаль границы Γ в смысле выполнения равенства (8), $a_{ij}(x, v, w)$, $b_i(x, v, w)$, $i, j = 1, 2, \dots, n$, $c(x, v, w)$ и $f(x, v, w)$ - заданные функции своих аргументов. Задачи об определении функции $u_1(x)$ из условий (6), (7) и функции $u_2(x)$ из условий (6), (8) при каждом выбранном $v \in V$ являются, соответственно, первым и вторым краевыми задачами для уравнения (6). Предположим выполнимость условий:

$$1). \quad g_1(x) \in W_2^{1/2}(\Gamma), \quad g_2(x) \in L_2(\Gamma),$$

2). Функции $\omega(v)$, $a_{ij}(x, v, w)$, $b_i(x, v, w)$, $i, j = \overline{1, n}$, $c(x, v, w)$, $f(x, v, w)$, их первые производные по переменным v и w непрерывны по совокупности переменных в области $\Pi \equiv \{(x, v, w) : x \in \overline{D}, v \in [v_0, v_1], w \in [-v_2, v_2]\}$, они удовлетворяют условию Липшица при всех $x \in D$ и $(v, w) \in R^2$,

3). Коэффициенты уравнения (6) удовлетворяют условиям равномерной эллиптичности:

$$\mu_1 \sum_{i=1}^n \xi_i^2 \leq \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, v, w) \xi_i \xi_j \leq \mu_2 \sum_{i=1}^n \xi_i^2, \quad a_{ij}(x, v, w) = a_{ji}(x, v, w), \quad 0 < \mu_3 \leq c(x, v, w) \leq \mu_4,$$

$\forall (x, v, w) \in \Pi$, $\forall \xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n) \in R^n$, $i, j = 1, 2, \dots, n$, μ_m , $m = 1, 2, 3, 4$ - заданные положительные числа,

4). Операторы суперпозиции $\Omega(v) = \omega(v(x))$, $F(v) \equiv f(x, v(x), v_x(x))$, $C(v) \equiv c(x, v(x), v_x(x))$, $B_i(v) \equiv b_i(x, v(x), v_x(x))$, $A_{ij}(v) \equiv a_{ij}(x, v(x), v_x(x))$ для всех $i, j = 1, 2, \dots, n$, непрерывно действуют из пространства $W_{\infty}^1(D)$ в пространства $L_2(D)$, $L_2(D)$, $L_{\infty}(D)$, $L_{\infty}(D)$, соответственно. В работе [16] и др. указаны достаточные условия для выполнимости предположения 4.

Для простоты изложения предположим, что краевые условия (7), (8) однородны. Нетрудно проверить, что при $g_1(x) \in W_2^{1/2}(\Gamma)$, $g_2(x) \in L_2(\Gamma)$ заменой неизвестных функции $u_k(x)$, $k=1, 2$ эти краевые условия могут быть сведены к однородному виду [15].

При каждом выбранном $v \in V$ под решением задач (6), (7) и (6), (8) будем подразумевать, соответственно, функцию $u_1(x)$ как элемент $\dot{W}_2^1(D)$ для любой функции $\eta_1(x) \in \dot{W}_2^1(D)$, а функцию $u_2(x)$ как элемент $W_2^1(D)$ для любой функции $\eta_2(x) \in W_2^1(D)$ и они удовлетворяют следующему интегральному тождеству

$$\int_D \left(\sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, v(x), v_x(x)) \frac{\partial u_k(x)}{\partial x_j} \cdot \frac{\partial \eta_k(x)}{\partial x_i} + \left[\sum_{i=1}^n b_i(x, v(x), v_x(x)) \cdot \frac{\partial u_k}{\partial x_i} + c(x, v(x), v_x(x)) u_k(x) - f(x, v(x), v_x(x)) \right] \eta_k(x) \right) dx = 0, \quad k = 1, 2. \quad (9)$$

В работе [15] и др. доказано, что для каждого v из множества V решения задач (6), (7) и (6), (8) с неоднородными краевыми условиями при принятых предположениях существуют, единственно и верны априорные оценки

$$\|u_1\|_{W_2^1(D)} \leq C_1 \left[\|f\|_{L_2(D)} + \|g_1\|_{W_2^{1/2}(\Gamma)} \right], \quad (10)$$

$$\|u_2\|_{W_2^1(D)} \leq C_2 \left[\|f\|_{L_2(D)} + \|g_2\|_{L_2(\Gamma)} \right], \quad (11)$$

где C_1 и C_2 - положительные постоянные. Если граничные условия (7) и (8) предположены однородными, тогда априорные оценки (10), (11) могут быть объединены

$$\|u_k\|_{W_2^1(D)} \leq C \|f\|_{L_2(D)}, \quad k = 1, 2.$$

Теперь для системы (6) - (8) рассмотрим задачу оптимального управления. Пусть требуется минимизировать следующий функционал качества,

$$J_\alpha(v) = \|\omega(v(x))[u_1(x) - u_2(x)]\|_{L_2(D)}^2 + \alpha \|v(x) - \mu(x)\|_{L_2(D)}^2 \rightarrow \inf, \quad (12)$$

на множестве V , при условиях (6) - (8), где $\omega(v)$ заданная на отрезке $[v_0, v_1]$ функция, $\eta \in L_2(D)$ - заданный элемент, $\alpha \geq 0$ заданное число, а функции $u_k \equiv u_k(x) \equiv u_k(x; v)$, $k=1,2$, для каждого $v(x) \in V$ являются обобщенными решениями краевых задач (6), (7) и (6), (8), соответственно. Эту задачу назовем задачей оптимального управления (6)-(8), (12) или вкратце задачей (12). Ниже изучим задачу (12), тем самым задачу (5).

5. Необходимое условие оптимальности. Пусть функции $\psi_1(x), \psi_2(x)$ являются обобщенными решениями из $W_2^1(D)$ уравнения

$$-\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij}(x, v(x), v_x(x)) \frac{\partial \psi_k(x)}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (b_i(x, v(x), v_x(x)) \cdot \psi_k(x)) + \\ + c(x, v(x), v_x(x)) \psi_k(x) = 2\omega(v(x)) \cdot (u_1(x) - u_2(x)), \quad k = 1, 2, \quad x \in D, \quad (13)$$

с краевыми условиями

$$\psi_1(x)|_\Gamma = 0, \quad \frac{\partial \psi_2(x)}{\partial N} \Big|_\Gamma = 0, \quad (14)$$

где $\omega(v(x))$ - заданная функция, функции $u_k \equiv u_k(x) \equiv u_k(x; v)$, $k = 1, 2$ при каждом выбранном $v = v(x) \in V$ являются решениями основных краевых задач (6), (7) и (6), (8), соответственно, в смысле выполнения тождества (9). Краевых задач в (13), (14) назовем сопряженными задачами относительно системе (6) - (8). Аналогично тождеству (9) под решением сопряженных задач в (13), (14) будем понимать функций $\psi_k(x)$, $k = 1, 2$, когда $\psi_1(x) \in W_2^1(D)$,

$\psi_2(x) \in W_2^1(D)$, они удовлетворяют интегральному тождеству

$$\int_D \left\{ \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x, v, v_x(x)) \frac{\partial \psi_k}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial \eta_k}{\partial x_j} + \sum_{i=1}^n b_i(x, v(x), v_x(x)) \cdot \frac{\partial \eta_k}{\partial x_i} \cdot \psi_k + \right. \\ \left. + [c(x, v, w) \psi_k - 2v(x)(u_1(x) - u_2(x))] \eta_k \right\} dx = 0, \quad k = 1, 2, \quad (15)$$

для $\forall \eta_1 \in W_2^1(D)$ и $\forall \eta_2 \in W_2^1(D)$. Сопряженные задачи являются краевыми задачами для эллиптического уравнения вида (13). При предположениях 1-4 для каждом $v(x)$ из множества V решения сопряженных задач в (13), (14) существуют и единственно в смысле тождества (15).

Теорема 1. При предположениях 1-4, функционал $J_\alpha(v)$ дифференцируем на множестве V и первая вариация этого функционала имеет вид

$$\begin{aligned} \delta J_{\alpha}(v, \Delta v) = & - \int_D \left\{ \left(\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial a_{ij}(x, v, v_x)}{\partial v} \Delta v + \frac{\partial a_{ij}(x, v, v_x)}{\partial w} \Delta v_x \right) \cdot \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_i} \frac{\partial \psi_1}{\partial x_j} - \frac{\partial u_2}{\partial x_i} \frac{\partial \psi_2}{\partial x_j} \right) + \right. \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial b_i(x, v, v_x)}{\partial v} \cdot \Delta v + \frac{\partial b_i(x, v, v_x)}{\partial w} \cdot \Delta v_x \right) \cdot \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_i} \psi_1 - \frac{\partial u_2}{\partial x_i} \psi_2 \right) + \left[\frac{\partial c(x, v, v_x)}{\partial v} \Delta v + \right. \\ & + \frac{\partial c(x, v, v_x)}{\partial w} \Delta v_x] (u_1 \psi_1 - u_2 \psi_2) - \left(\frac{\partial f(x, v, v_x)}{\partial v} \Delta v + \frac{\partial f(x, v, v_x)}{\partial w} \Delta v_x \right) (\psi_1 - \psi_2) \Big\} dx + \\ & + \int_D (u_1 - u_2)^2 \cdot \Delta \omega(v) dx + 2\alpha \int_D (v - \eta) \cdot \Delta v(x) dx, \quad \text{где } \Delta v \in W_{\infty}^1(D) \text{ и } v + \Delta v \in V. \quad (16) \end{aligned}$$

Доказательство проводится аналогично [1,2], (см. также [3-5,11,12]).

Теорема 2. При Предположениях 1-4 для оптимальности управления $v^* \in V$ необходимо выполнение следующего вариационного неравенства:

$$\begin{aligned} & - \int_D \left\{ \left(\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial a_{ij}(x, v^*, v_x^*)}{\partial v} \Delta v^* + \frac{\partial a_{ij}(x, v^*, v_x^*)}{\partial w} \Delta v_x^* \right) \cdot \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_i} \frac{\partial \psi_1}{\partial x_j} - \frac{\partial u_2}{\partial x_i} \frac{\partial \psi_2}{\partial x_j} \right) + \right. \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial b_i(x, v^*, v_x^*)}{\partial v} \cdot \Delta v^* + \frac{\partial b_i(x, v^*, v_x^*)}{\partial w} \cdot \Delta v_x^* \right) \cdot \left(\frac{\partial u_1}{\partial x_i} \psi_1 - \frac{\partial u_2}{\partial x_i} \psi_2 \right) + \left[\frac{\partial c(x, v^*, v_x^*)}{\partial v} \Delta v^* + \right. \\ & + \frac{\partial c(x, v^*, v_x^*)}{\partial w} \Delta v_x^*] (u_1 \psi_1 - u_2 \psi_2) - \left[\frac{\partial f(x, v^*, v_x^*)}{\partial v} \Delta v^* + \frac{\partial f(x, v^*, v_x^*)}{\partial w} \Delta v_x^* \right] (\psi_1 - \psi_2) \Big\} dx + \\ & + \int_D (u_1 - u_2)^2 \cdot \Delta \omega(v^*(x)) dx + 2\alpha \int_D (v^* - \eta) \cdot \Delta v^*(x) dx \geq 0, \quad (19) \end{aligned}$$

где $\Delta v^* = v - v^* = \Delta v^*(x) \in W_{\infty}^1(D)$, $v = v(x)$ любой элемент множества V , u_k, ψ_k , $k=1,2$ решения основных и сопряженных задач при $v^* \in V$. Если же $v^* \in V$ внутренний элемент множества V , тогда выполнится равенство $\delta J_{\alpha}(v^*, \Delta v^*) = 0$.

Доказательство следует из теоремы 1 и из известного факта о необходимом условии для экстремальных задач в виде вариационного неравенства приведенных в [11-14] и др. Из этого факта следует, что если $v^* \in V$ является оптимальным управлением в задаче (12) и V является выпуклым множеством, тогда при Предположениях 1-4 функционал качества дифференцируем, существует его первая вариация и верно следующее вариационное неравенство: $\delta J_{\alpha}(v^*, \Delta v^*) \geq 0$, где $\Delta v^* = v - v^*$ и $v \in V$ - произвольный элемент множества V . Если здесь для первой вариации функционала качества учтем его выражение из (16), то получим справедливость формулы (17). Если же оптимальное управление $v^* \in V$ является внутренним элементом множества тогда очевидно, что верно равенство $\delta J_{\alpha}(v^*, \Delta v^*) = 0$ (см. также [11,12]). Теорема 2 доказана

Следовательно, для решения задачи управления границей области (5) верны теоремы 1 и 2. Обратном к вышеуказанному преобразованиям систем координат эти теоремы нетрудно выразить в обозначениях задачи (5).

6. Итеративный алгоритм решения задачи. Необходимые условия оптимальности в виде вариационного неравенства в ряде работ поставлены в основу численных методов их решения [11-14]. Поэтому, вариационная формулировка многих задач управления дает возможность разработать алгоритмов их численного решения, особенно, когда эти задачи являются неустойчивыми. Укажем применение итерационного алгоритма решения задачи (5).

Изложим алгоритм итеративной регуляризации решения рассматриваемой задачи. Возможны применения других итеративных методов, например, на основе метода Ньютона, проекции градиента и др. [11,12]. При решении задач практики учитывается, что исходные данные задаются с погрешностью. Пусть данные рассматриваемой задачи заданы с погрешностью $\delta > 0$. Не вникая во множество вариантов итерационных методов, изложим лишь итерационный процесс по алгоритму «условного градиента» [11,12]

$$v^{(\kappa+1)}(x) = v^{(\kappa)}(x) + \beta_{\kappa} [w^{(\kappa)}(x) - v^{(\kappa)}(x)], \quad \kappa = 1, 2, 3, \dots, \quad (20)$$

где $v^{(0)}(x)$ - начальное приближение, которое может быть задан как произвольный элемент множества допустимых управлений V , числовой параметр $\beta_{\kappa} > 0$, определяется из условия убывания функционала качества, элемент $w^{(\kappa)}(x)$ определяется из условия минимума линейной части функционала разложения на множестве V , параметры итерационного процесса определяются из условия заданной погрешности $\delta > 0$ исходных данных. Найденных элементов обозначим через $v^{(k)}_{\delta}(x)$, $k = 1, 2, 3, \dots$. Этот выбор делается по «обобщенному принципу невязки» или же по другими методами «останова» итерационных процессов [11,12] и др. В этих работах указаны достаточных условия на параметры алгоритма и шагов итераций обеспечивающих устойчивость вычислительного алгоритма. Кроме того, указаны общие итеративные алгоритмы решения неустойчивых задач, к которым относится также изученная выше задача.

7. Заключение. Изложенный в предыдущем пункте итеративный алгоритм применим как к задачам оптимизации с управлением в коэффициентах уравнения состояния, так и к разнообразным задачам с неизвестной границей области. Программные пакеты, такие как Maple, Matlab, ANSYS и т.д., в сочетании с теорией некорректных задач удобно применяются для решения и визуализации результатов задач с большим вычислительным объёмом [5,11,12]. Известные программные пакеты кроме реализации большого объема вычислительной работы, для удобств применения ориентированы на возможности визуализации результатов, что является немаловажной деталью для пост-экспериментального анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искендеров А.Д., Задачи оптимизации с градиентом управления в коэффициентах эллиптических уравнений / А.Д. Искендеров, Р.А. Гамидов // «АиТ», – 2020, №9, –с. 81–92
2. Искендеров А.Д., Гамидов Р.А. Оптимальная идентификация коэффициентов эллиптических уравнений / А.Д. Искендеров, Р.А. Гамидов // «АиТ», –2011. № 12, – с.144-156.
3. Искендеров А.Д. О вариационных постановках многомерных обратных задач математической физики // –М.: Наука, ДАН СССР, –т. 274, №3, –1984, –с.531-535
4. Искендеров А.Д. Об условной корректности задач с неизвестной границей области // –М.: Наука, ДАН СССР, –т.314, №5, –1990, –с.1061-1064
5. Искендеров А.Д. Идентификация квантовых потенциалов / А.Д.Искендеров, Г.Я.Ягубов, М. А.Мусаева. – Баку: Чашыюглы, –2012, –550 с.
6. Фридман А. Вариационные принципы и задачи со свободной границей / А.Фридман. –М.: Наука, –1990. –с.547.
7. Баничук Н.В., Оптимизация элементов конструкций / Н.В.Баничук, В.В.Кобелев, Р.Б.Рикардс. –М.: Машиностроение, –1988, –с. 224.
8. Александров А. В., Основы теории упругости и пластичности / А.В.Александров, В.Д.Потапов. –М.: Высшая школа, –1990, –с.399
9. Тихонов А.Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач / А.Н.Тихонов, В.Я.Арсенин. – М.: Наука, –1986. – с.328.

10. Лаврентьев М.М., Некорректные задачи математической физики и анализа / М.М.Лаврентьев, В.Г.Романов, С.П. Шишатовский. – М.: Наука, –1980, –с.286.
11. Тихонов А. Н., Леонов А. С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи / А.Н.Тихонов, А. С.Леонов, А.Г.Ягола. –М: КУРС, –2017. –с. 395
12. Васильев Ф.П., Методы оптимизации / Ф.П.Васильев –М.: МЦНМО, –2011. –с. 1060
13. Гловински Р., Численное исследование вариационных неравенств / Р.Гловински, Ж.-Л.Леонс, Р. М.Тремольер. –М.: Мир. –1979, –с. 574
14. Лапин А.В., Итерационные методы решения сеточных вариационных неравенств / А.В.Лапин. –Казань: КГУ, –2008, –с.132
15. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики / О.А.Ладыженская –М.: Наука, –1973, –с.407
16. Функциональный анализ. Справочная математическая литература. –М.: Наука, –1972, –с.550.

XÜLASƏ
OBLASTIN SƏRHƏDİ VASİTƏSİLƏ OPTİMAL İDARƏETMƏ
MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİ ÜÇÜN ZƏRURİ ŞƏRT
İskəndərov A.D., Həmidov R.A.

Açar sözlər: optimal idarəetmə, elliptik tip tənlik, zəruri şərt, oblastın sərhədi vasitəsi ilə idarəetmə.

İşdə ikinci tərtib elliptik diferensial tənlik halında oblastın sərhədi vasitəsilə optimal idarəetmə məsələsinin həlli üçün zəruri şərt isbat edilmiş, keyfiyyət kriteri funksionalının birinci variasiyası hesablanmış, bu məsələnin həlli üçün iterativ həll alqoritmi qurulmuşdur.

SUMMARY
NECESSARY CONDITION FOR THE SOLUTION OF OPTIMAL
MANAGEMENT PROBLEM THROUGH THE BORDER OF THE OBLAST
Iskenderov A.D., Hamidov R.A.

Keywords: optimal control, elliptic equations, necessary condition, control by the boundary of domain.

In the article the necessary condition for the solution of the optimal control problem through the boundary of the domain in the case of an elliptic differential equation of the second order was proved, the first variation of the quality criterion functional was calculated, and an iterative solution algorithm was built to solve this problem.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	31.03.2022
	Son variant	05.05.2022

УДК 539.374

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_12

ВЫНУЖДЕННЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ДЛИННОГО ВЯЗКОУПРУГОГО ЦИЛИНДРА, СКРЕПЛЕННОГО С УПРУГОЙ ОБОЛОЧКОЙ

АЛИЕВА УЛЬВИЯ САНГАН гызы

Сумгаитский государственный университет, диссертант

ulaliyeva_71@mail.ru

Ключевые слова: вынужденные колебания, вязкоупругая оболочка, сечение цилиндра, интегро-дифференциальное уравнение, преобразование Лапласа, метод усреднения, ядро.

В статье исследуются вынужденные поперечные колебания длинного вязкоупругого цилиндра, скреплённого с упругой оболочкой, возникающие при воздействии периодической нагрузки. Задача решается с помощью интегрального преобразования Лапласа для произвольных наследственных функций. Оригинал решений построен в виде ряда, первый член которого является решением аналогичной задачи, полученным методом усреднения.

В настоящее время основным объектом исследования является изучение динамического поведения вязкоупругих сред при действии переменных динамических нагрузок. Среди динамических задач вязкоупругости следует выделить задачи о колебаниях вязкоупругих систем, которые имеют важные практические приложения во многих областях современной техники и технологии, где широко используются полимерные и композитные материалы. Решения этих задач строятся с помощью некоторых приближенных методов, которые приводят окончательное решение к решению интегро-дифференциальных уравнений свободных и вынужденных колебаний вязкоупругих систем, реализуемых методом усреднения или замораживания [7,8,9] или другими численными методами при конкретных ядрах [5,6].

Постановка задачи. Рассмотрим задачу о вынужденных поперечных колебаниях длинного линейного вязкоупругого цилиндра со скрепленной упругой оболочкой. Предположим, что при $t < 0$ система находится в естественном состоянии и при $t = 0$ на систему действует периодическая нагрузка $q(z, t)$.

Отметим, что при этом уравнения поперечных колебаний вязкоупругой оболочки, получаем из уравнения [3] чистого изгиба длинного бруса.

$$m \frac{\partial^2 w(z, t)}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 M}{\partial^2 z} + q(z, t) \quad (1)$$

$$M = \iint_{(F)} \sigma_t y dF \quad (2)$$

где m – масса единицы длины системы цилиндр-оболочка, M – изгибающий момент.

Для вычисления изгибающего момента определим компоненты напряжений в поперечных сечения цилиндра и оболочки, тогда в сечении цилиндра с учетом наследственности материала получаем [2,3]

$$\sigma_t = 3G_0 \left(\varepsilon_z - \int_0^t R(t - \tau) \varepsilon_z(\tau) d\tau \right) \quad (3)$$

а в сечениях оболочки

$$\sigma_z = E_0 \varepsilon_z$$

учитывая напряжения в (2) с учетом $\varepsilon_z = -xu$ и после некоторых преобразований получаем уравнение вынужденных колебаний вязкоупругого цилиндра в следующем виде:

$$\frac{\partial^2 w(z,t)}{\partial t^2} + \alpha \frac{\partial^4 w(z,t)}{\partial z^4} = q(z,t) + \beta \int_0^t R(t-\tau) \frac{\partial^4 u(z,\tau)}{\partial z^4} d\tau \quad (4)$$

где

$$\alpha = \frac{E_0 J_0 + 3G_0 J_y}{m}; \quad \beta = \frac{3G_0 J_y}{m};$$

$$J_y = \frac{\pi}{4}(b^4 - a^4); \quad J_0 = \frac{\pi}{4}(c^4 - b^4).$$

Здесь для оболочки выполняется условие $b \leq r \leq c$ для цилиндра $a \leq r \leq b$.

Значит, мы получили уравнение вынужденных поперечных колебаний длинного вязкоупругого цилиндра.

Разлагаем функцию $q = z(t)$ в ряд по собственным функциям

$$q(z,t) = \sum_{n=1}^{\infty} Q_n(t) z_n(z) \quad (5)$$

где $Q_n(t) = \int_0^{\ell} q(z,t) z_n(z) dz$

В этом случае решение уравнения (4) ищем в виде

$$w(z,t) = \sum_{n=1}^{\infty} T_n(t) z_n(z) \quad (6)$$

Подставляя (5) и (6) в уравнение (4) с учетом, что собственные функции удовлетворяют уравнению [4]

$$\frac{d^4 z(z)}{dz^4} - \gamma^4 z(z) = 0 \quad (7)$$

получаем

$$\frac{d^2 T_n(t)}{dt^2} + \lambda_n^2 T_n(t) = T_n(t) + \lambda_n^2 \varepsilon \int_0^t R(t-\tau) T_n(t) d\tau \quad (8)$$

где

$$\lambda_n^2 = \frac{\gamma_k^4}{\alpha}; \quad \varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{4 E_0}{3 G_0} \frac{b^2 h(b-h)}{b^4 - a^4}}$$

Здесь возможны различные граничные условия, а при жестком закреплении имеем:

$$w(z,t) = 0 \quad \frac{\partial w(z,t)}{\partial z} = 0 \quad (9)$$

Начальные условия принимаем в виде:

$$w(A, z) = w_0 \quad \frac{\partial w(z,t)}{\partial t} = v_0 \quad \text{при} \quad t = 0 \quad (10)$$

При решении интегро-дифференциального уравнения (7) при условии (9) нахождение собственных функций $z_k(z)$ не представляет трудности. Из условия (10) для интегро-дифференциального уравнения получаем начальные условия:

$$T(t) = w_0; \quad \frac{\partial T(t)}{\partial t} = v_0 \quad (11)$$

Приняв за малый параметр величину $0 < \varepsilon < 1$, уравнение (8) при условии (11) будем решать методом интегрального преобразования Лапласа [1,2].

Применяя преобразование Лапласа по времени t , к интегро-дифференциальному уравнению (8) с учетом (11) получаем [1]

$$\bar{T}_n(p) = \frac{pw_0 + v_0}{p^2 + \lambda_n^2 - \varepsilon \lambda_n^2 \bar{R}(p)} + \frac{\bar{Q}(p)}{p^2 + \lambda^2 - \varepsilon \lambda^2 \bar{R}(p)} \quad (12)$$

где p – параметр преобразования Лапласа, $\bar{T}_n(p)$ и $\bar{Q}_n(p)$ изображения по Лапласу функций $T_n(t)$ и $Q_n(t)$ соответственно, λ_k – частота собственных колебаний.

Отметим, что в уравнении (12) первый слагаемый соответствует свободному колебанию, а второй вынужденному колебанию. Оригинал решений (12) находится по методике, изложенной в работах [1,2].

Сначала рассмотрим выражение

$$\bar{T}^c(p) = \frac{pw_0 + v_0}{p^2 + \lambda_k^2 - \varepsilon \lambda_k^2 \bar{R}(p)}.$$

Представляем его в виде

$$\bar{T}^c(p) = \frac{pw_0 + v_0}{\bar{a}(p)} [1 + \varepsilon \lambda_k^2 \frac{\bar{b}p}{\bar{a}(p)} + \dots], \quad (13)$$

где

$$\begin{aligned} \bar{a}(p) &= (1 + \frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k)^2 + \lambda_k^2 (1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c)^2 \\ \bar{b}(p) &= \bar{R}(p) + R_s \frac{p}{\lambda_k} + R_c + \frac{\varepsilon}{4} (R_s^2 + R_c^2) \\ R_s &= \int_0^\infty R(\tau) \sin \lambda_k \tau d\tau; \quad R_c = \int_0^t R(\tau) \cos \lambda_k \tau d\tau \end{aligned}$$

Оригинал первого члена ряда (13) имеет вид:

$$\begin{aligned} T_1^c(t) &= \exp(-\frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k t) [w_0 \cos \lambda_k (1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c) t + \\ &+ \frac{v_0 - \frac{1}{2} \varepsilon R_s \lambda_k}{\lambda_k (1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c)} \sin \lambda_k (1 - \frac{1}{2} \varepsilon R_c) t]. \end{aligned} \quad (14)$$

Это есть известное решение уравнения свободных колебаний вязкоупругости, полученное методом усреднения [7,8]. Оригиналы последующих членов ряда (13) находятся в виде свертки функций

$$T_2^c(t) = \varepsilon \lambda_k^2 T_1^c(t) * L^{-1} \left[\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right].$$

Для второго слагаемого уравнения (12) получаем

$$\bar{T}^b(p) = \frac{\bar{Q}(p)}{\bar{a}(p)} [1 + \varepsilon \lambda_k^2 \frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} + \dots]. \quad (15)$$

Отсюда находим оригинал первого приближения ряда

$$T_1^b(t) = \frac{1}{\lambda_k(1 - \varepsilon R_c)} \cdot Q(t) * e^{\frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda_k t} \cdot \sin \lambda_k(1 - \frac{\varepsilon}{2} R_c)t. \quad (16)$$

$$T^c = \frac{pw_0 + v_0}{p^2 + \lambda^2 - \varepsilon \lambda_n^2 \bar{R}(p)} = \frac{pw_0 + v_0}{p^2 + \lambda^2} \sum \left(\frac{\varepsilon \lambda^2 \bar{R}}{p^2 + \lambda^2} \right)^n$$

Оригинал второго члена ряда (15) также определяется в виде свертки функций

$$T_2^b(t) = T_1^b(t) * \varepsilon \lambda_k^2 \cdot L^{-1} \left[\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right]. \quad (17)$$

Здесь

$$L^{-1} \left[\frac{\bar{b}(p)}{\bar{a}(p)} \right] = R(t) * e^{\frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda_k t} \frac{\sin \lambda_k(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c)}{\lambda(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c)} + \frac{R_s}{\lambda_k} e^{\frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda_k t} \times$$

$$\times [\cos \lambda_k(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c)t + \frac{d - \frac{\varepsilon}{2} R_s \lambda_k}{\lambda_k(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c)} \sin \lambda_k(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c)t], \quad (18)$$

где $d = \frac{R_c}{R_s} \lambda_k + \frac{\varepsilon \lambda_k}{4R_s} (R_s^2 + R_c)^2$.

Учитывая последующие члены ряда (13) и (15) можем найти более точные решения уравнения (12). Отсюда видно, что первое приближение решения (12) определяется суммой

$$T_1(t) = T_1^c(t) + T_1^b(t),$$

второе приближение будет в виде:

$$T_2(t) = [T_1^c(t) + T_2^c(t)] + [T_2^c(t) + T_2^b(t)] + \dots$$

или

$$T(t) = \sum_{n=1}^{\infty} [T_n^c(t) + T_n^b(t)]. \quad (19)$$

Из формулы (14), (15) и (18) видно, что все члены ряда (19) с течением времени уменьшаются по экспоненциальному закону.

Выводы:

1. Построены решения интегро-дифференциального уравнения колебаний вязкоупругости в виде ряда для произвольной наследственной функции.
2. Получено, что все члены ряда решений уменьшаются по экспоненциальному закону.
3. Показано, что первый член ряда решений является решением интегро-дифференциального уравнения (12), полученным известным методом усреднения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kurbanov N.T., Nasibzada V.N. Investigation of forced oscillations viscoelastic shells // India, International Journal of Current Research. Vol. 7, Issue, 07. July, –2015, –pp. 18356-18360.
2. Ильясов М.Х. Нестационарные вязкоупругие волны / Ильясов М.Х. –Баку: Хава Йоллары, –2011, –329 с

3. Москвитин В.В. Сопротивление вязкоупругих материалов / В.В. Москвитин. –М.: Наука, –1972, –386 с.
4. Филатов А.Н. Асимптотические методы в теории дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений / А.Н. Филатов. –Ташкент: Фан, –1974, –216 с.
5. Победря Б.Е. Численные методы в теории упругости и пластичности / Б.Е.Победря. –М., Изд-во МГУ, –1981, –343 с.
6. Абдикаримов Р.А. Численное исследование нелинейного колебания вязкоупругой пластины с переменной жидкостью//–Самарканд, Проблемы архитектуры и строительства. –2010, №1, –с.37-42
7. Ларионов Г.С. Исследование колебаний релаксирующих систем методом усреднения // Механика полимеров. –1969, №5, –с.806-813
8. Матяц Л.Е. Приближенное решение некоторых динамических задач вязкоупругости// Механика полимеров, –1978, №1, –с.210-218
9. Хващевская Л.Ф. Распределение управления колебаний вязкоупругой балки // Вестник Ир ГТУ, №6, –2010, –с.12-15

XÜLASƏ
ELASTİK ORTÜYƏ BƏRKİDİLMİŞ UZUN ÖZLÜELASTİK SİLİNDİRİN
MƏCBURİ ENİNƏ RƏQSLƏRİ
Əliyeva Ü.S.

Açar sözlər: məcburi rəqslər, özlüelastik örtük, silindrin kəsiyi, integrodiferensial tənlik, Laplas çevrilməsi.

Məqalədə elastik örtüyə bərkidilmiş uzun xətti özlüelastik silindrin məcburi eninə rəqslərinin öyrənilməsi məsələsinə baxılır. Özlüelastik örtüyün eninə rəqslərinin tənliyini uzun çubuğun xalis əyilməsinin tənliyindən alınır. Aldığımız uzun özlüelastik silindrin məcburi eninə rəqslərinin tənliyinə Laplas çevrilməsini tətbiq edib, aldığımız həllin orijinalını tapırıq.

SUMMARY
FORCED TRANSVERSE OSCILLATIONS OF A LONG-ELASTIC CYLINDER
ATTACHED TO ELASTIC COVER
Aliyeva U.S.

Key words: forced oscillations, viscous elastic coating, cylinder cross section, integral-differential equation, Laplace transform.

The article considers the study of forced transverse oscillations of a long linear self-elastic cylinder attached to an elastic cover. The equation of the transverse oscillations of the viscous elastic cover is obtained from the equation of the net bending of the long rod.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	19.04.2022
	Son variant	06.06.2022

2-VİNİL-1-NAFTOLUN SİNTEZİ

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu²NƏZƏROVA MÜŞKÜNAZ KİÇMİRZƏ qızı³SÜLEYMANOVA PƏRVANƏ VAQİF qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-dosent, 3-baş müəllim

parvana.suleymanova80@mail.ru

Açar sözlər: 1-naftol, etanol, alkilləşmə, 2-etil-1-naftol, dehidrogenləşmə, 2-vinil-1-naftol, H-mordenit, oksid katalizatoru, aktivlik.

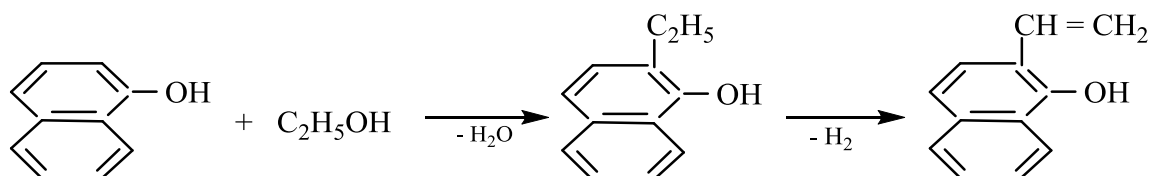
Alkenilfenollar və alkenilnaftollar təbiətdə geniş yayılıb və əsas mənbələri təbii efir yağları sayılır. Vinil və alliltörəməli fenol və naftollar, həmçinin onların efirləri havikol, anol, ekstraqol, anetol, evgenol, izoevgenol, elimisin, miristizin, safrol, izosafrolun tərkib hissəsi olub cırə, darçın, ekstroqon, mixək, ətirşah, maciz, kofur, hindistan cevizi, cəfəri yağlarında rast gəlinir [1,2]. Alkilfenollar və naftollar əsasında qida antioksidantları, ətirli maddələr, xüsusi təyinatlı polimer materiallar, dərmanlar, inhibitorlar istehsal olunur [3,4]. Bu qiymətli yarımməhsulların təbii xammallardan ayırıcı tədqiqi və müxtəlif məqsədlər üçün tətbiqi bir çox hallarda texnoloji və iqtisadi cəhətlərdən əlverişli olmur. Ona görə də bu birləşmələrin sintetik yolla alınmasına son vaxtlar daha çox diqqət yetirilir [5,6].

Alkenil törəməli fenol və naftolların əhəmiyyətli nümayəndələri kimi vinil törəmələri göstərmək olar. Vinilfenolların alınma üsullarına dair dövrü elmi ədəbiyyatda nəşr olunmuş işlərin təhlilindən aydın olur ki, onların praktiki həlli əsasən üç istiqamətdə gerçəkləşə bilər. Bunlara etilfenolların dehidrogenləşməsi fenol, krezol və ksilenolların vinilləşməsi həmçinin fenollar əsasında alınmış oliqomerlərin pirolizi prosesləri aiddir.

Qeyd etmək lazımdır ki, fenol və onun metil homoloqlarının vinil və allil törəmələrinin sintezi istiqamətində aparılmış tədqiqatların nəticələri, qısa da olsa, monoqrafiyada verilmişdir [7].

Lakin naftolların vinil və allil törəmələrinin alınma üsulları, onların tədqiqi və tətbiqi sahələri ilə bağlı elmi məlumatlara çox az rast gəlinir. Vinilfenolların sintezi sahəsində kafedramızda toplanmış təcrübəni əsas götürərək 1-naftolun vinil törəmələrinin alınma üsulunda tətbiq olunmuşdur.

Tədqiqatlar iki mərhələdə aparılmışdır. Birinci mərhələdə 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyası ilə 2-etil-1-naftol sintez olunmuş, daha sonra isə ikinci mərhələdə onun dehidrogenləşməsi ilə 2-vinil-1-naftol alınmışdır. Sxematik olaraq bunu aşağıdakı kimi göstərmək olar.



Sirkoniumla modifikasiya olunmuş mordenit klatalizatoru iştirakında 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri 300-400°C temperaturda, 0.5-2.0 st⁻¹ həcmi sürətdə və etanola olan mol nisbətinin 1:2-8 həddində tədqiq edilmişdir.

Alınan nəticələrin təhlilindən aydın olur ki, 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri mürəkkəb olub, bir sıra kimyəvi çevrilmələrin baş verməsi ilə müşahidə olunur. Katalitik qarşılıqlı təsir

nəticəsində tərkibində oksigen olan birləşmələr, naftalinin metil və etil homoloqları və identifikasiya olunmamış maddələr alınır. Sonuncunun tərkibində xammal komponentlərinin kondensləşmə məhsullarına da, o cümlədən perilen quruluşu birləşmələrə də rast gəlinir.

Tərkibində oksigen olan məhsullara 1-etoksinaftalin, 2-etil-1-metoksinaftalin, 2-etil-1-naftol, 4-etil-1-naftol, dimetilnaftollar, 1-okso-2,2-dietil-1,2-dihidronaftalin aiddir. Naftalinin alkil homoloqları qarışığında naftalindən başqa 1,2-dietilnaftalinə və bəzi metilnaftalinlərə də rast gəlinir.

Qaz halında olan məhsullar içərisində dietilefiri, etanal, karbon oksidləri və karbohidrogenlər də olur.

1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasına temperatur həcmi sürət və xammal komponentlərinin mol nisbətinin təsiri daha çoxdur. 1 saylı cədvəldə optimal temperaturda (340°C) həcmi sürətin və 1-naftolun etanola olan mol nisbətinin reaksiya məhsullarının çıxımına və 1-naftolun konversiyasına təsiri verilmişdir. Verilən xammalın həcmi sürətinin 0.5 st^{-1} -dən 1.0 st^{-1} -ə qaldırılması arzu edilən haldır. Kontakt vaxtının azaldılması ilə 1-naftolun konversiyası qismən azalsa (6.2%) da məqsədli məhsula görə reaksiyanın selektivliyi 83.6%-dən 87.6%-ə qədər artır.

Həcmi sürətin sonrakı artımı (2.0 st^{-1}) 1-naftolun konversiyası daha 11.3% aşağı salır, lakin bu zaman etilnaftola görə reaksiyanın selektivliyi cüzi dəyişir (0.4%). Bu səbəbdən $\nu=1.0\text{ st}^{-1}$ daha əlverişli həcmi sürət kimi qəbul edilmişdir. Həcmi sürətin artırılması 4-etil-1-naftola görə reaksiyanın selektivliyini də azaldır. Göründüyü kimi $\nu=0.5\text{ st}^{-1}$ olan halda 7.0% selektivliklə alınan bu izomerin çevrilmiş naftola görə hesablanmış çıxımı $\nu=2.0\text{ st}^{-1}$ olduqda 3 dəfədən də çox azalır və 2% təşkil edir. Kontakt vaxtının azaldılması əmələ gələn oksobirləşməyə selektivliyi qismən artırırsa da digər məhsullara görə, xüsusən də alkilnaftalinə görə prosesin selektivliyə mənfi təsir edir.

1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasına təsir göstərən digər amil xammalın tərkibindəki komponentlərin mol nisbətidir. Xammalda spirtin parsial təzyiqi üç dəfə çox olduqda etilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyi daha yüksək qiymət (93.8%) alır ki, onun da 91.0%-i 2-etil-1-naftolun payına düşür.

Lakin bu zaman 1-naftolun konversiyası cəmi 24.5% təşkil edir (cədvəl 1) və identifikasiya olunmamış maddələrin, o cümlədən perilen quruluşlu maddələrin katalizatdakı miqdarı xeyli artır (2.2%). Xammalda 1-naftola nəzərən etanolun mol nisbətinin 5 dəfə artırılması kondensləşmə məhsullarının əmələ gəlməsini azaldır. Bu şəraitdə 1-naftolun konversiyası 15.8% artaraq 40.3% olur, məqsədli məhsula görə reaksiyanın selektivliyi isə 3.4% azalır.

Etanolun xammaldakı mol payının 7 dəfə artırılması etilnaftollara görə selektivliyi qismən (1.0%) aşağı salır. 1-naftolun konversiyası isə 8.5% artır və 48.8% təşkil edir. Xammalda etanolun qatılığının sonrakı artımı qəbul edilməzdir. Belə ki, $\nu=1:9$ qiymətində etilnaftollara görə reaksiyanın selektivliyinin gözə çarpacaq dərəcədə azalması (85.5%) müşahidə olunur. Düzdür, bu halda 1-naftolun konversiyası artır, lakin onun xeyli hissəsi naftalinin metil və etil homoloqlarının alınmasına sərf olunur. Son halda verilmiş naftola görə hesablanmış etilnaftolların çıxımı da yüksəkdir-46.9%, lakin mürəkkəb tərkibli katalizatın alınması onun sonrakı emalını xeyli çətinləşdirir və məqsədli məhsulların təmizliyinə mənfi təsir göstərir.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində Zr,H-mordenit katalizatoru iştirakı ilə 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyası üçün əlverişli reaksiya şəraiti seçilmişdir: $T=340^{\circ}\text{C}$, $\nu=1.0\text{ st}^{-1}$, $\nu=1:5$ mol/mol. Seçilmiş şəraitdə 2-etil-1-naftolun çevrilmiş və başlanğıc 1-naftola görə hesablanmış çıxımları uyğun olaraq 87.6% və 35.3%, naftolun birdəfəlik konversiyası isə 40.3% təşkil etmişdir.

Prosesdə alınan 1-etoksinaftalin və 4-etil-1-naftolun da ümumi selektivliyinin kifayət qədər olması (8.5%) oksigenli məhsullara görə ümumi selektivliyi 95.1%-ə çıxımı isə 38.2% -ə qaldırır və alınan katalizatın növbəti mərhələdəki emalını xeyli sadələşdirir.

2-etil-1-naftolun dehidrogenləşmə prosesi ilə 2-vinil-1-naftolun sintezi tərpənməz laylı katalizatoru olan reaktorlu laboratoriya qurğusunda azot mühitində tədqiq edilmişdir. Alınan məhsulların analizi xromatoqrafik və spektral üsullarla həyata keçirilmişdir. Katalizator kimi nikel-xrom-alüminium

oksid sistemindən və onun kalium oksidlə modifikasiya olunmuş nümunələrindən həmçinin kobalt-xrom-kalium oksid sistemindən istifadə olunmuşdur.

Cədvəl 1

Zr,H-mordenit iştirakında 1-naftolun etanolla alkillaşma reaksiyasına verilən xammalın həcmi sürətinin və xammaldakı komponentlərin mol nisbətinin təsiri.

Reaksiyanın temperaturu – 340°C

Reaksiya şəraiti		1-naftolun konversiyası, %	Çevrilmiş 1-naftola görə hesablanmış reaksiya məhsullarının çıxımı, % ilə					
Həcmi sürət, ν , st ⁻¹	1-naftolun etanola olan mol nisbəti		1-etoksinaftalin	2-etil-1-naftol	4-etil-1-naftol	1,2-dietilinaftalin	Naftalin və onun alkil törəmələri	Oksobirləşmə
0.5	1:5	46.5	1.6	83.6	7.0	4.0	3.0	0.5
1.0	1:5	40.3	2.1	87.6	5.4	2.0	1.0	1.0
1.5	1:5	33.2	5.0	87.0	3.0	2.0	0.5	1.5
2.0	1:5	29.0	7.0	88.0	2.0	1.0	-	1.5
1.0	1:3	24.5	1.0	91.0	2.8	1.5	-	1.0
1.0	1:7	48.8	3.0	86.0	6.0	2.5	1.0	1.0
1.0	1:9	54.9	3.0	80.0	5.5	6.5	3.0	0.5
0.7	1:5	44.0	1.8	85.0	6.0	2.5	2.2	0.8

Alınan nəticələr 2-ci cədvəldə əksini tapmışdır. Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, hər üç katalizator iştirakında əmələ gələn məhsullar praktiki olaraq eynidir. Onlara 1-naftol, 2-etilnaftalin, dimetilnaftalinlər, 2-vinil-1-naftol və onun dimeri aiddir. Bu maddələr içərisində 2-vinil-1-naftol əsas olub 76.5-86.0% selektivliklə alınır. Daha yüksək nəticə (86.0%) K-Ni-Cr-Al oksid sistemi olan halda aşağı nəticə isə Ni-Cr-Al oksid katalizatoru iştirakında əldə olunur.

Cədvəl 2

Oksid katalizatoru iştirakında 2-etil-1-naftolun dehidrogenləşməsinin nəticələri.

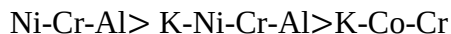
Reaksiyanın şəraiti T-440°C, ν - 1.2st⁻¹, 2-etil-1-naftolun suya və benzola olan mol nisbəti 1:12:1

Göstəricinin adı	Katalizatorun kimyəvi tərkibi, kütlə % ilə		
	CoO-27.5 Cr ₂ O ₃ -72.2 K ₂ O-0.2	NiO-11.0 Cr ₂ O ₃ -29.0 Al ₂ O ₃ -60.0	NiO-11.0 Cr ₂ O ₃ -29.0 Al ₂ O ₃ -59.0 K ₂ O-1.0
Çevrilmiş 2-etil-1-naftola görə hesablanmış fraksiya məhsullarının çıxımı, % ilə			
1-naftol	4.0	6.0	2.0
2-etilnaftalin	6.5	8.0	5.0
dimetilnaftalin	3.0	3.5	1.5
2-vinil-1-naftol	81.5	76.5	86.0
Dimer	1.5	2.0	3.0
İdentifikasiya olunmamış maddələr	2.0	1.5	2.0
2-etil-1-naftolun konversiyası, % ilə	21.5	30.5	23.0
2-vinil-1-naftolun başlanğıcda götürülmüş etilnaftola görə çıxımı, % ilə	17.5	23.3	20.0

Xammalın birdəfəlik konversiyasına gəldikdə Ni-Cr-Al oksidi iştirakında bu göstərici 30.5%, K-Co-Cr oksidlər qarışığında 21.5%, dördlü oksid katalizatorunda isə 23.0% təşkil edir. 2 sayılı cədvəldən görüldüyü kimi proses zamanı əmələ gələn 2-vinil-1-naftol qismən dimerləşir və ona

görə də reaksiyanın selektivliyi 1.5-3.0% olur. 2-etil-1-naftolun dehidrogenləşmə şəraitində yan çevrilmələrin payı xeylidir. Onlara 2-etil-1-naftolun deetilləşmə və dehidrogenləşmə reaksiyaları ilə uyğun olaraq 1-naftolun (2.0-6.0% selektivlik) və etilnaftalinin (5.0-8.0% selektivliklə) əmələ gəlməsini misal göstərmək olar. Onların payı daha az K-Ni-Cr-Al dördlü oksid sistemi iştirakında baş verir və uyğun olaraq 2.0 və 5.0% olur. Ni-Cr-Al oksid sistemi iştirakında çevrilmiş etilnaftola görə hesablanmış 1-naftolun və etilnaftolun çıxımı uyğun olaraq 6.0 və 8.0% təşkil edir.

Tədqiq edilmiş katalizatorlar iştirakında əmələ gələn etilnaftalin qismən izomerləşərək dimetilnaftalinlərə çevrilir və bu hal daha çox üçlü katalitik sistemlə iştirakında baş verir (3.0-3.5%). Başlanğıc 2-etil-1-naftola görə hesablanmış 2-винил-1-нафтолun çıxımı katalizatorlar üzrə aşağıdakı kimi azalır.



Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində hər üç katalitik sistemin 2-etil-1-naftolun dehidrogenləşmə reaksiyası da aktiv və selektiv olduğu müəyyən edilmiş dördlü oksid sisteminin daha selektiv (86.0%), Ni-Cr-Al katalizatorunun isə 2-винил-1-нафтолun sintezində aktivliyinin (çıkım 23.3%) digərlərini üstələdiyi aşkar olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Азимова Г.З., Таджимухамедов Х.С., Юлдашева М.Р. Алкилирование фенола и нафтола аллилацетатом в присутствии малых количеств водного хлорида железа(III) // Органическая химия, –2019, №1(55), –37-40 с.
2. Негаев А.П., Пищевые добавки, витамины, ферменты / А.П. Негаев, В.М. Болотов. – Минск: Общетеchnическая литература, –2014, –765 с.
3. Доналдсон Н. Химия и технология соединений нафталинового ряда / Н.Доналдсон –М.: ГосНТИХЛ, –1963, –674 с.
4. Miyashita K., Potensial health effect of alkyl naphthols in Japan / K.Miyashita, T.Manishi // H.Chem. Rev., –2005, 105, –4515-4536 p.
5. Ağayev Ə., 2-propil-5- metilfenolun katalitik dehidrogenləşməsi / Ə.Ə. Ağayev, B. Fuad, İ.E.Qarayeva, M.M. Mustafayev // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 3. – P. 20-24. – EDN WJXWCP. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47176416>
6. Marthy S.R., Alkylation of 1-naphthol with methanol over modified silicoaluminophosphate and MCM-41 molecular sieves / S.R.Marthy, S.J.Kulkarni, Rao Prasado // Journal Porous Materials, –2010, 2, –95-99 s.
7. Магеррамов А.М., Химия алкенилфенолов / А.М.Магеррамов, М.Р.Байрамов. –Баку: Нурлар, –2015, –399 с.

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ 2-ВИНИЛ-1-НАФТОЛА

Агаев А.А., Назарова М.К., Сулейманова П.В.

Ключевые слова: 1-нафтол, этанол, алкилирование, 2-этил-1-нафтол, H-морденит, оксидный катализатор, активность.

Приводятся результаты двухстадийного каталитического синтеза 2-винил-1-нафтола. На первой стадии алкилированием 1-нафтола этанолом в присутствии цирконийсодержащего H-морденита получается 2-этил-1-нафтол с селективностью 80.0-91.0%, а конверсия 1-нафтола за проход составляет 24.5-54.9 %. Показана активность трех оксидных катализаторов в реакции дегидрирования 2-этил-1-нафтола в присутствии воды и бензола. Установлено, что наибольшую активность проявляет оксидная система Ni-Cr-Al, а наилучшей селективностью – сложная система Ni-Cr-Al. В найденных условиях процесса выход 2-винил-1-нафтола на пропущенный и прореагировавший исходный нафтол в присутствии указанных выше оксидных катализаторов соответственно равны 23.3% ÷ 19.8% и 76.5%-86.0%.

SUMMARY
SYNTHESIS OF 2-VINYL-1-NAFTOL
Agayev A.A., Nazarova M.K., Suleymanova P.V.

Key words: *1-naphthol, ethanol, alkylation, 2-ethyl-1-naphthol, H-mordenite, oxide catalyst, activity*

The results of a two-stage catalytic synthesis of 2-vinyl-1-naphthol are presented. At the first stage, the alkylation of 1-naphthol with ethanol in the presence of zirconium-containing H-mordenite yields 2-ethyl-1-naphthol with a selectivity of 80.0-91.0%, and the conversion of 1-naphthol per pass is 24.5-54.9%. The activity of three oxide catalysts in the dehydrogenation reaction of 2-ethyl-1-naphthol in the presence of water and benzene is shown. It was found that the Ni-Cr-Al oxide system exhibits the highest activity, and the Ni-Cr-Al complex system exhibits the best selectivity. Under the found process conditions, the yield of 2-vinyl-1-naphthol per passed and reacted initial naphthol in the presence of the above oxide catalysts is 23.3% ÷ 19.8% and 76.5% -86.0%, respectively.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.01.2022
	Son variant	05.04.2022

UOT 546.06

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_22

XALKOHALOGENİDLƏRİN ($A^{III}B_y^{VI}C_z^{VII}$, $A^V_xB_y^{VI}C_z^{VII}$) FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİNİN KOMPÜTER TƏCRÜBİ ÜSULLA MODELLEŞDİRİLMƏSİ

¹ƏLİYEV KAZIM ƏZİZ oğlu
²İSMAYILOV ZAKİR İSLAM oğlu
Bakı Dövlət Universiteti, 1,2 - dosent
zakir-51@mail.ru

Açar sözlər: xalkohalogenid, xassə, modelləşdirilmə, kvaziatom, elektron, quruluş.

Kompüter təcrübi üsulla fiziki-kimyəvi xassələrin modelləşdirilməsi kvaziatomların ($A^{III,V}$, B^{VI} , C^{VII}) elektron quruluşu, tərkibi (K_1 , K_2) əsasında aparılır. Müəyyən edilmişdir ki, kvaziatom modeli ilə təyinatların müqayisəli analizi sübut edir ki, xalkohalogenid molekulu kvaziatomlardan ibarət olaraq maddənin simmetriyası ilə təyinatlanandır.

Korrelyasiya əmsalının olduqca yüksək qiyməti xalkohalogenidlərin dissosiyasının entropiya dəyişikliyinə (a), (b) formal tənliliklərinin sintez proseslərində tətbiqini mümkün edir.

Elmi ədəbiyyatlarda riyazi modelləşdirmə iki istiqamət üzrə aparılır [1-4]. Birinci istiqamət üzrə riyazi modelləşdirmə prosesdə iştirak edən maddələrin fiziki-kimyəvi xassələrini eyni zamanda uyğun aparatların həndəsi ölçülərini nəzərə alaraq yerinə yetirilir. Bu üsul ilə alınmış riyazi modellərin strukturu xeyli dərəcədə mürəkkəb və onların emal olunması xeyli məşin vaxtının sərf olunmasına gətirib çıxardığından bu kateqoriyadan olan riyazi asılılıq əksər hallarda prosesin real zaman miqyasında idarə olunmasını təmin etmir.

İkinci istiqamət üzrə tərtib edilən riyazi modellərin alınması isə təcrübi üsullar vasitəsilə toplanmış statistik məlumatın müəyyən alqoritm üzrə emal edilməsinə əsaslanır. Bu istiqamət üzrə alınan riyazi modellərin strukturları xeyli dərəcədə sadə, onların emal olunması az vaxt apardığından bu kateqoriyadan olan riyazi modellərdən proseslərin idarəedilməsində daha geniş istifadə edilir [5-9].

Kompüter təcrübi üsulla fiziki-kimyəvi xassələrin modelləşdirilməsi kvaziatomların ($A^{III,V}$, B^{VI} , C^{VII}) elektron quruluşu, tərkibi (K_1 , K_2) əsasında aparılır. Matrisaların başlanğıc qiymətləri modelləşdirilmiş xassələrdən ibarətlikdə; Y^1 , Y^2 , Y^3 , Y^4 , ... və s. arqumentlər yığımının funksiyalarından ibarət olmaqla gəlişən əmsalların qiymətləri; $S^{(1)}$, $S^{(2)}$, $S^{(3)}$, $P_0^{(1)}$, $P_0^{(2)}$, $P_0^{(3)}$ və s. Bu ifadələrindən ibarət olaraq uyğun valent elektronlarına görə; (1)–invariant, (2)–kvadratik əmsallarla A, B, C kvaziatomlarının valent səviyyələrini ifadələnərək, həm də Fermi enerjisinin qiymətləri də uyğun atomlar üçün nəzərə alınır.

Misal olaraq üçlü xalkohalogenidlərin modelləşdirilmiş xassələri üçlü xalko hallogenidlər üçün (A^{III} , A^V) $B^{VI}C^{VII}$, yəni ABC tərkibli birləşmələr üçün $y_i=f_i(x_i)$ asılılığı formasında, yəni $A_xB_yC_z$ üçün cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

ABC xalkohalogenidlərin matrisalarının strukturunun, Y_i xassələrinin modelləşdirilməsi üçün x_i arqumentlərinin A, B, C kvatziatomların elektron quruluşundan asılılığının qiymətləri

Nö	Birləşmə A^V, B^{VI}, C^{VII}	$+\Delta H_{298}^0$, ə.g. Entalpiya kC/mol·K	S_{298}^0 Entropiya C/mol·K	$S^{(1)}$	$S^{(2)}$	$S^{(3)}$	$P_0^{(1)}$	$P_0^{(2)}$	$P_0^{(3)}$	$P_1^{(1)}$	$P_1^{(2)}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11, 12	13, 14
$A^V B^{VI} C^{VII} \rightarrow A^V$ – kvatziatomlar 1 xalkohalogenidlərdə											
1.	SbSBr	-121,0	132,0	-0,386	0,070	-0,016	-0,110	0,017	0,002	0,005	0
2.	SbSJ	-106,0	113,0	-0,386	0,070	-0,016	-0,110	0,017	0,002	0,005	0
3.	SbSeJ	-93,0	130,0	-0,386	0,070	-0,016	-0,110	0,017	0,002	0,005	0
4.	SbTeJ	-058,0	156,0	-0,489	0,070	-0,020	-0,110	0,017	0,002	0,005	0
5.	BiSce	-205,0	118,0	-0,489	0,088	-0,020	-0,226	0,038	0,007	0,027	-0,005
6.	SbSeJ	-114,0	118,0	-0,489	0,088	-0,020	-0,226	0,038	0,007	0,027	-0,005
7.	SbTeJ	-0,77,0	176,0	-0,489	0,088	-0,020	-0,226	0,038	0,007	0,027	-0,005
8.	Bi ₄ S ₅ Cl ₂	-595,0	426,0	-0,489	0,088	-0,020	-0,226	0,038	0,007	0,027	-0,005
9.	X ₁	X ₂	X ₃								

Kompüterlə modelə daxil edilmiş amillərin sayı:

Amil 26, dərəcə 1, əmsal 11665,2;

Amil 27, dərəcə 1, əmsal 63486,1;

Tənliyin sərbəst toplananı 63,27;

Orta qalıq dispersiyası 15616,50;

Nəzarət seçimində orta qalıq dispersiyası 0,0;

Modelin korrelyasiya əmsalı 0,80174→1

Kənarlaşdırma ilə (%) daxil edilmiş amillərin nəticələri, %

26 53,7 27 46,3

İstifadəli amillərin nəzərə alınması ilə nəticələr, %

26 53,7 27 46,3

Cədvəl 2-də modelə görə hesablanmışların nəticələri və faktiki qiymətlərin nəticələri verilmişdir ($-\Delta H_{f,298}^0$ kC/mol) $A^V B^{VI} C^{VII}$.

Cədvəl 2.

$-\Delta H_{f,298}^0$ ABC əmələgəlmə standart istilikləri.

Birləşmə $A^V B^{VI} C^{VII}$	Təcrübi	Modelə hesablama	Xətilər
1	2	3	4
SbSBr	121,10	120,94	-0,06
SbSY	106,0	89,60	-16,39
SbSeJ	93,0	89,7	-3,40
SbTeJ	58,0	89,60	31,61
Bisce	205,0	400,2	195,02
BiseY	114,0	89,61	-24,40
BiTeY	77,0	89,66	12,60
Bi ₄ S ₅ Cl ₂	595,0	400,2	-194,98

$A^{III} B^{VI} C^{VII}$ və $A^V B^{VI} C^{VII}$ birləşmələrinin bir sıra analoqları üçün ədəbiyyatda fiziki-kimyəvi

məlumatlar yoxdur. Məsələn, fleyxalko, (oksa) birləşmələr üçün əmələ gəlmə şəraiti və eləcə də termodinamiki xassələr təyin edilməmişdir. Kompüter modelləşdirmə ilə xalkohalogenidlərin dissosiasiya entalpiyasının nəticələri:

a) $-\Delta H^0_T$ (kC/mol)=295,65 d⁽¹⁾₀ (A-kva)+275,415⁽³⁾ (C-kva)+67,19 imkan verir ki, məlum olmayan xassələr təyinatlansın.

Bütün bu hallarda modelin korrelyasiyası imkan verir ki, təyin edilən xassə mümkün qədər hesablanan təcrübi təyin edilməsi mümkün olmayan xassələrin tapılmasına imkan yaradır. Cədvəl 1.1, 1.2 məlumatlarının analizi imkan yaradır ki, faktiki və hesablanmış qiymətlər xeyli dəqiqliklə təyin olunmasına imkan verir. Lakin bir çox hallarda faktiki və hesablanmış nəticələr təsadüfən deyil, kondensləşmiş halda olan maddələrin strukturası, dissosiasiyası, eləcə də assosiasiyası ilə (dimer, trimer və s.) əlaqəlidir.

b) Xalkohalogenidlərin dissosiasiya entropiya dəyişikliyinə modelləşdirilməsi nəticələri:

$$\Delta S_T (\text{C/mol} \cdot \text{K}) = -1076,59 S^{(2)} (A-kva) - 600,12 S^{(3)} (C-kva) + 99,35.$$

Kompüterə daxil edilmiş amillərin sayı:

Amil 4, dərəcə 1, əmsal 1076,5929;

Amil 25, dərəcə 1, əmsal 600,12158;

Tənliyin sərbəst üzvü 99,34496;

Orta qiymətli qalıq dispersiyası 7,078116;

Səhv orta modulu 7,078116;

Qalıq dispersiyasını daxil olmaya qarışmayan 123,959473;

Nəzarətli orta qalıq dispersiyası 0,0;

Modelin korrelyasiya əmsalının qiyməti 0,83798 → 1

Korrelyasiya əmsalının olduqca yüksək qiyməti xalkohalogenidlərin dissosiasiyasının entropiya dəyişikliyinə (a), (b) formal tənliklərinin sintez proseslərində tətbiqini mümkün edir.

c) Dissosiasiya ($A^{III,V} B^VI C^{VII}$) sabitinin temperatur asılılığının əmsallarının (A,B) təyinatlanma nəticələri:

$$\lg K_p(\text{Pa})^{1/3} = -A/T + B$$

$$B = 0,724 E_f (A-kva) + 7,73 d_1^{(1)} + 8,15$$

$$A = -172255,01 d_0 (A-kva) - 2047,10 P_1^{(1)} (C-kva) - 3705,10$$

Kompüterə daxil edilmiş amillərin sayı:

Amil 12, dərəcə 1, əmsal 0,72376;

Amil 19, dərəcə 1, əmsal 7,72564;

Tənliyin sabiti 8,14545;

Orta qalıq dispersiyası 1,173770;

Səhv orta modulu 0,727640;

Qalıq dispersiyasını daxil olmaya qiyməti 1,7605743;

Nəzarət seçimdə orta qalıq dispersiyası 0,0;

Modelin korrelyasiya əmsalı 0,73746 → 1

Kənarlaşdırma ilə daxil edilən amillərin nəticələri 0,0. Modelin tətbiqində daxil edilən amillərin kənar edilməsi ilə nəticələr (%):

12	60,4	19	39,6
----	------	----	------

Daxil edilən amillərin tətbiqi ilə nəticələr (%):

12	60,4	19	39,6
----	------	----	------

Faktiki və proqnozlaşdırılmış qiymətlərin müqayisəsi axtarılan, kvaziatom modeli ilə fiziki-kimyəvi xassələrin hesablanan nəticələrinin, kvaziatom modeli ilə təyinatların müqayisəli analizi sübut edir ki, xalkohalogenid molekulu kvaziatomlardan ibarət olaraq maddənin simmetriyası ilə təyinatlanandır.

Bu halda (ABC)_n aqratları – dimer, trimer və daha çox sayda nəzərə alınmayıandır. Odur ki, kvaziatom modeli ABC birləşməsini ABC halında təyinatlandıraraq (ABC)_n növlü molekulun (aqratın) əmələ gəlməsini nəzərə almayaraq tətbiq edilir.

Bu səbəbdən təyinatlandırılmış nəticələr təcrübi müşahidə olanlardan fərqlənir. Doğurdan da

əgər qəbul edilsə ki, heterogen tarazlıq prosesi mərhələlərlə baş verəndir:



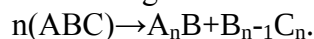
Bu hallarda kvaziatomluq əmsalı daxil edilərək dissosiasiya dərəcəsi ($d > 0$), aqrvasiya ($a < 0$) ümumən xalkohalogenidin ümumi kvaziatomlarının hamısı üçün dissosiasiya və aqrrasiyası üçün n -hissəciklər üçün alınar:

$$i_k = 1 + a(n-1)$$

Əgər bu halda nəzəri qiymət $y_{təkr}$, y_{kva} qiyməti ilə tarazlaşmış olar, lakin (1)-(4) reaksiyaları ilə ifadələnməyə görə:

$$y_{təkr} = i_k^y Y_{kva}$$

olmalıdır. Harada ki, y_{kva} – (1)-(4) tənlikləri ilə hesablanan və $y_{təkr} = Y_{kva}$ bərabərliyi kvaziatom modeli çərçivəsində hesablanmış nəticədir, bu halda $i_k^y = 1$, yəni dissosiasiya, yaxud aqrrasiya dərəcəsi $a = 0$ olan haldır. Burada $i_k^y > 1$ xalkohalogenidin dissosiasiya edən ($a > 0$) halıdır:

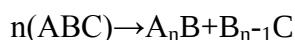


Əgər bu halda müşahidə olunan xassə üçün $y_{təkr}$ nəzəri olaraq y_{kva} bərabər olarsa, onda məlum (1)-(4) reaksiyaları baxımından alınar:

$$y_{təkr} = i_k^y Y_{kva}$$

Harada ki, y_{kva} (1)-(4) tənliklərinə əsasən hesablandır, hansı ki, kvaziatom modelinə əsaslanaraq burada $y_{təkr} = Y_{kva}$.

Bərabərliyi $i_k^y = 1$, yəni dissosiasiya, yaxud aqrrasiya dərəcəsi $a = 0$ olandır. Harada ki, $i_k^y = 1$ olarsa, onda dissosiasiya, yaxud aqrrasiya dərəcəsi $a = 0$ olar. $i_k^y = 1$ olan halda xalkohalogenid dissosiasiya edir:



Digər bir halda – aqrrasiyada üçlü birləşmə əmələ gələn halında $(ABC)_n$ tərkibə çevrilir, bu halda $i_k^y < 1$ və $a < 0$ olan haldır.

İstənilən hər-hansı termodinamik proses üçlü birləşmənin (ABC) sintezi və dissosiasiyası üçün tarazlıq halında kvaziatomluq əmsalı i_k^y entalpiya (H), entropiya (s) amilləri üçün i_k^H , a^H , i_k^s , a^s amilləri nəzərə alınmalıdır.

Təcrübi və hesablama hallarında entalpiya və entropiya amilləri arasında (ABC) üçün aşağıdakı münasibət nəzərə alınmalıdır.

$$\Delta H_{298, f(a.g.)}^0 = i_k^H \cdot \Delta H_{298, f(a.g.)}^0 \text{ proqnoz,}$$

$$\Delta S_{298, f(a.g.)}^0 = i_k^s \cdot \Delta S_{298, f(a.g.)}^0 \text{ proqnoz.}$$

Burada i_k^H , i_k^s əmsalları üçün dissosiasiya və aqrrasiya halları üçün uyğun entalpiya və entropiya amilləri ABC üçün dissosiasiya və aqrrasiya hallarına uyğun nisbi hallar nəzərə alınmalıdır:

$$A^H > 0 \text{ və } a^s < 0;$$

Digər göstəricilər:

$$\varepsilon = i_k^H / i_k^s \text{ və } a^k = |a^H| / |a^s|.$$

ABC birləşməsinin dissosiasiya və aqrrasiya hallarında nəzərə alınmalıdır.

Cədvəl 3.

ABC birləşməsinin əmələ gəlməsində hesablamalarda entalpiya və entropiya amillərinin qiymətləri:

Tərkib	i_k^H	a^H	i_k^s	a_s	n	ε	a^k
SbSBr	1,00	0,00	1,00	0,00	2	1,00	-
SbSJ	1,18	0,18	0,79	-0,21	2	1,50	0,86
SbSCL	0,51	-0,59	0,43	-0,43	2	1,19	1,37

Xalkohalogenidlərin əmələ gəlməsi, sintez üçün analoji model tətbiq edilmişdir. EHM ilə tədqiqatda 200 sayda tərkibli ABC ibarət, haradakı onların yarısı struktur analizlə, digər hissəsi isə hal diaqramları məlumatlarına əsasən, RFA üsulu ilə identifikasiya edilmişdir.

Hər bir $A_nB_nC_q$ tərkibi üçün hər bir üç A, B, C , komponentinə 13 Çebışev əmsalı aid edilərək

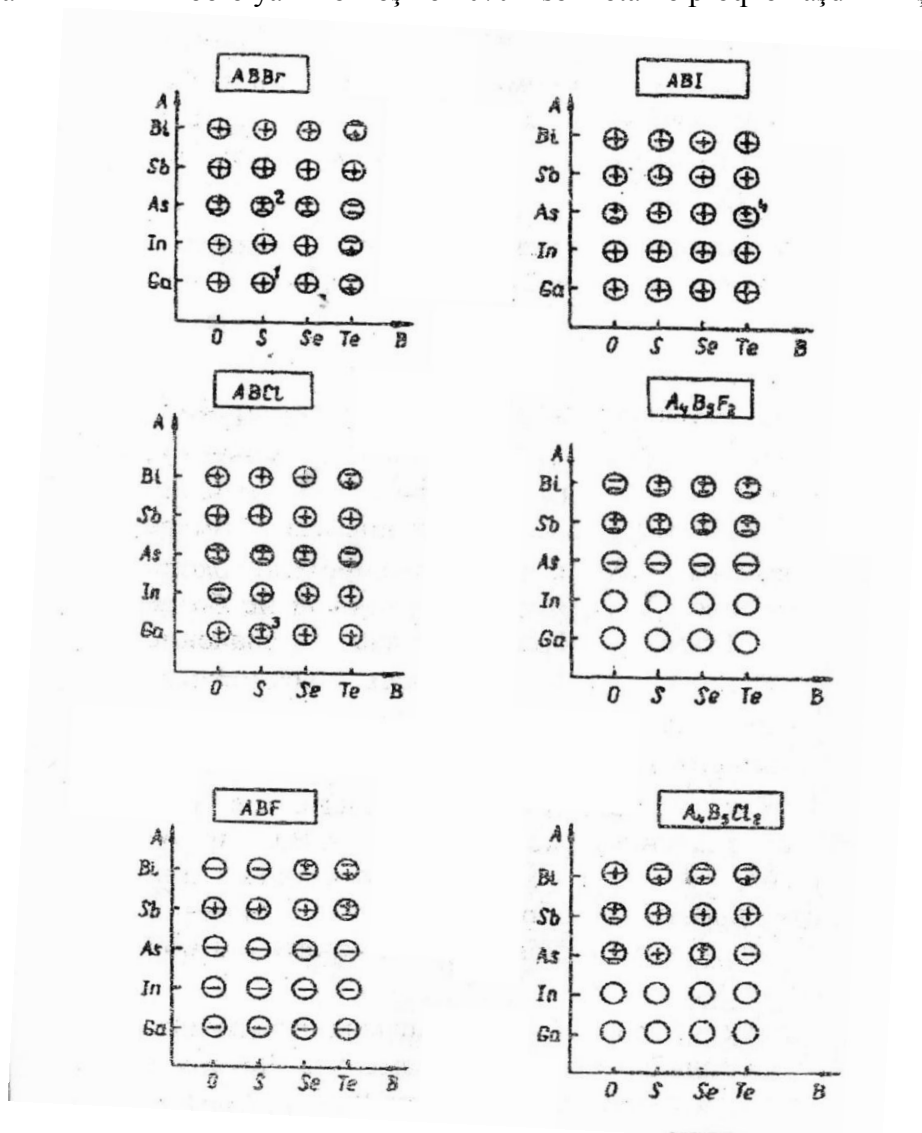
valent elektronlarının s-, p-, d- səviyyələri üçün kvazi-impulsdan asılı olaraq birinci, ikinci və üçüncü Brillin zonalar uyğunluğu və Fermi enerji səviyyələri uyğunluğu tətbiq edilmişdir. Beləliklə, üç komponentə (A, B, C) 39 Çebişev əmsalları uyğun gəlmişdir. Digər x_{40} , x_{41} və x_{42} Çebişev əmsalları stexiometrik əmsallara görə nisbi çəki uyğun olmuşdur:

$$x_{40}=n/(n+m+q); x_{41}=m/(n+m+q); x_{42}=q/(n+m+q).$$

Diskriminant funksiyalar tətbiqi ilə y funksiyası müəyyən edilmişdir:

$$y = \sum_{i=1}^{42} a_i x_i,$$

harada ki, $y < -1,60$ qiymətində kimyəvi üçlü birləşmə əmələ gəlməyən hala uyğunluq, $y > -1,60$ qiymətində isə birləşmə əmələ gələn hal müəyyən edilmişdir. Beləliklə, 200 üçlü birləşmə təmsalında 100-ə yaxın birləşmə 10% nisbi xəta ilə proqnozlaşdırılmışdır.



Şəkil 1. A^{III} (Ga, In) və A^V (As, Se, Bi), C^{VII} (F, Cl, Br, J) birləşmələrinin proqnozlaşdırılmış nəticələri

ƏDƏBİYYAT

1. Королев А.Л. Компьютерное моделирование. Учебное пособие / А.Л.Королев. –Челябинск, –2019, –189 с.
2. Əhmədov M.A., İnformasiya sistemlərinin avtomatlaşdırılmış modelləşdirilməsi və tədqiqi üsulları / M.A.Əhmədov, H.M. Məhəmmədli. –Sumqayıt, –2015, –215 s.

3. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие / Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, –2007. –440с
4. Bayrampur T.I., Naciyeve S.M., İlyaslı T.M., Əliyev K.Ə. Kompüter modelləşdirmə üsulu ilə üçlü xalkohalogenidlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi / “Kimyanın aktual problemləri” XIII Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları. s. 117
5. Gadjiev S.M., Coutolin S.A. Prerision par ordinateur dela composition et des proprietes phisico – chimiques des halogenochalcogenures des groupes A^{III} et A^V . // Paris, France. C.R. Acad. Sci. Ser II, №5, –p.225-257 (1985),
6. Гаджиев С.М., Халилова Э.Ф. и др. Диаграммы распределения электронных полос квазиатомов в халькогенидах – $A^{III}B^{VI}C^{VII}$ / Список трудов Международной конференции «Физика – 2005», –Баку, –2005, –с.163-164
7. Гаджиев С.М., Гамбарова Е.Т., Халилова Е.Ф., Рзаева Н.Н. Прогнозирование состава, физико-химических свойств неорганических материалов // Журнал Химических проблем. АН Азерб. ССР, –2005, №2, –с. 109-112
8. Hardy A., Cottreau D. Chimi mineral tiochaecogenurec de gallium $Ca_9S_8Cl_{11}$ et $Ca_9S_8Br_{11}$. // Comptes Rendues Acad. Sci, de France. Ser. C., –1966, 262, –p.739-742.
9. Шаронов В.Е. Компьютер для химика. Учебно методическое пособие к курсу "Компьютерное моделирование процессов и явлений физической химии" / В.Е. Шаронов . НГУ, –2006, –46с.

РЕЗЮМЕ

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХАЛЬКОГАЛОГЕНИДОВ ($A^{III}B_y^{VI}C_z^{VII}$, $A^V_xB^{VI}_yC_z^{VII}$)

Алиев К. А., Исмаилов З.И.

Ключевые слова: халькогалогенид, свойства, моделирование, квазиатом, электрон, структура.

Компьютерное моделирование физико-химических свойств квазиатомов ($A^{III,V}$, B^{VI} , C^{VII}) осуществляется на основе электронного строения (K_1, K_2). Установлено, что сравнительный анализ обозначений с моделью квазиатома доказывает, что молекула халькогалогенида состоит из квазиатомов и определяется симметрией вещества.

Очень высокое значение коэффициента корреляции позволяет использовать формальные уравнения (а), (б) изменения энтропии диссоциации халькогалогенидов в процессе синтеза.

SUMMARY

COMPUTER EXPERIMENTAL MODELING OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF HALCOHALOGENEDES ($A^{III}B_y^{VI}C_z^{VII}$, $A^V_xB^{VI}_yC_z^{VII}$)

Aliyev K. A., İsmayilov Z. I.

Keywords: chalcogenide, property, modeling, quasiautom, electron, structure

Computer modeling of physical and chemical properties of quasiautoms ($A^{III,V}$, B^{VI} , C^{VII}) is based on the electronic structure (K_1 , K_2). It was found that a comparative analysis of the designations with the quasiautom model proves that the chalcogenide molecule consists of quasiautoms and is determined by the symmetry of the substance.

The very high value of the correlation coefficient allows the application of formal equations (a), (b) of the entropy change of the dissociation of chalcogenides in the synthesis process.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.04.2022
	Son variant	02.06.2022

UOT 544.653

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_28

ELEKTROKİMYƏVİ SİSTEMDƏ TOLUOLUN BROMLAŞMASI¹HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu²ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu³ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı⁴RÜSTƏMOVA GÜLNARƏ CƏFƏR qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-e.i., 3-k.e.i., 4-doktorant*bilalqizi@inbox.ru

Açar sözlər: toluol, bromlaşma reaksiyası, elektrofil əvəzlənmə, alkilbenzol, elektroliz qurğusu, izomer tərkiblər, binar həlledici

Kimyəvi sistemlərə istiqamətlənmiş təsir, yəni məhsulun çıxımının idarə olunması və prosesin selektivliyi təcrübə aparıcıların və texnoloqların qarşısında duran mühüm məsələlərdən biridir. Ancaq təəccüb doğuran odur ki, yekun qəbul ediləcək yararlı metodlar kifayət qədər deyildir [1].

Buna görə də məlum üsulların yerinə yetirilməsi zamanı (termiki təsir, təzyiqin dəyişməsi, elektrik və maqnit sahəsinin təsiri və s.) prosesə həlledicinin əlavə edilməsi reaksiyanın idarə olunmasında bir vasitə kimi, şübhəsiz maraq kəsb edir və metodun universallığına görə böyük imkanlar açır. Reaksiyaların əksəriyyəti maye fazada baş verir və bir çox hallarda isə həlledici eyni vaxtda həm də reagent olur.

Prosesin selektivliyi və sürətinin idarə olunmasında həlledicinin qəbul olunması çoxdan məlumdur, lakin həlledicinin rolu bu reaksiyaların nəzəriyyəsinin yalnız müasir mərhələdəki inkişafında özünü daha aydın büruzə verir. Reagentlərin həlledici molekulu ilə qarşılıqlı təsirinə analizi təkcə təcrübədə deyil, həm də kvantkimyəvi hesablamalar yolu ilə də mümkündür. Odur ki, həlledicinin strukturunun öyrənilməsi üçün solvatokinetik effektlərin qəbul edilməsi məqbul sayılır [2].

Üzvi kimyada aromatik birləşmələrin nüvəsində elektrofil əvəzlənmə reaksiyaları mühüm reaksiyalardan hesab olunur. Bu həm məhsulların bu reaksiyaların köməyi ilə alınmasının vacibliyi, həmçinin onlarla bağlı nəzəriyyənin ümumiləşdirilməsinin mühümlüyü ilə şərtləndirilir. Məhz buna görə Se²-At reaksiyalarının öyrənilməsində elektron qarşılıqlı təsirin bir neçə nəzəri tərəfləri, o cümlədən əvəzədicilərin, substrantların reaksiya qabiliyyətinə və mühitin izomer tərkibinə təsiri işlənmişdir. Aparılan hərtərəfli tədqiqatlar nəticəsində o- və p- komplekslərin intermediat kimi təqdim olunması təsəvvürü yaranmışdır.

Ancaq bu reaksiyaların mexanizmi haqqında böyük həcmdə məlumatlar olmasına baxmayaraq, bu reaksiyaların mexanizmi aktiv tədqiqat obyektinə kimi davam etdirilir, eyni zamanda hələ də bəzi məsələlərin həllində problem mənbəyi olaraq qalır. Prosesin texniki – iqtisadi və ekoloji parametrlərinin yaxşılaşdırılması istiqamətində yeni sintetik metodlar təklif olunur və müasir tədqiqat metodlarının köməyi ilə müxtəlif birləşmələrin bromlaşması prosesinin öyrənilməsi aktualıq kəsb edir.

Sənayedə və elmi tədqiqat laboratoriyalarında tədqiq olunan çoxsaylı reaksiyalar arasında halogenləşmə, əsasən də bromlaşma reaksiyaları böyük maraq kəsb edir. Toluolun bromlaşması üçün çoxsaylı kimyəvi üsullar vardır və bu üsulların hər birində bir sıra çatışmayan cəhətlər mövcuddur. Məs., hipoxlorit iştirakında turş mühitdə (HCl, H₂SO₄) toluolun bromlaşması kimyəvi yolla aparılmış [2] və [3] bu zaman yüksək çıxımla monobromtoluol alınmışdır. Qeyd olunmalıdır ki, bu üsulla bromlaşma reaksiyası zamanı zəhərli HBr-in alınması arzuolunmazdır.

Elektrokimyəvi üsuldə işə prosesin özündə əmələ gələn HBr-in elektrolizi ilə molekulyar brom alınır və oda prosesdə bromlaşma agentinə çevrilir [3].

Arilbromidlər boyaların sintezində müxtəlif birləşmələrin istehsalında yarım məhsullar kimi, əczacılıq preparatlarının, işıq-diodlarının, maye kristalların, fotoqrafik materialların və çoxlu sayda başqa maddələrin istehsalında geniş istifadə olunur.

Odur ki, alkilbenzollarda elektrofil əvəzlənmə həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən böyük maraq doğurur. Əvəzlənmə məhsullarının qəbul olunması və göstərilən reaksiyaların mexanizminin öyrənilməsi əlavə biliklərin əldə olunmasına əhəmiyyətli təsir göstərir [4].

Bu əksər hallarda həlledicinin reaksiyasının mövqe və selektivliyinə təsirinin tədqiq edilməsinə və elektrofil reaksiyanın alternativ mexanizmlərinin həm klassik Se2-At, həm də birelektronlu köçürülmədə reallaşma imkanlarının aydınlaşdırılmasına aiddir [5].

Alkilbenzolların həlledici mühitində bromlaşma qabiliyyətinin tədqiqi reaksiyanın baş vermə müddətinin, onların mümkün mexanizmlərinin, müxtəlif brom törəmələrinin selektiv sintezinin optimal şəraitlərinin tapılmasını aydınlaşdırmağa imkan yaradır.

Birli, ikili və üçlü alkilbenzolların halogenləşmə sürətini müqayisə etdikdə, məlum olur ki, bu sürətlər birlikdən üçlüyə doğru azalır, məhz ona görə də, üçlü alkilbenzolda müsbət induktivlik, ikilidən və bundan daha çox birli alkildən böyükdür:

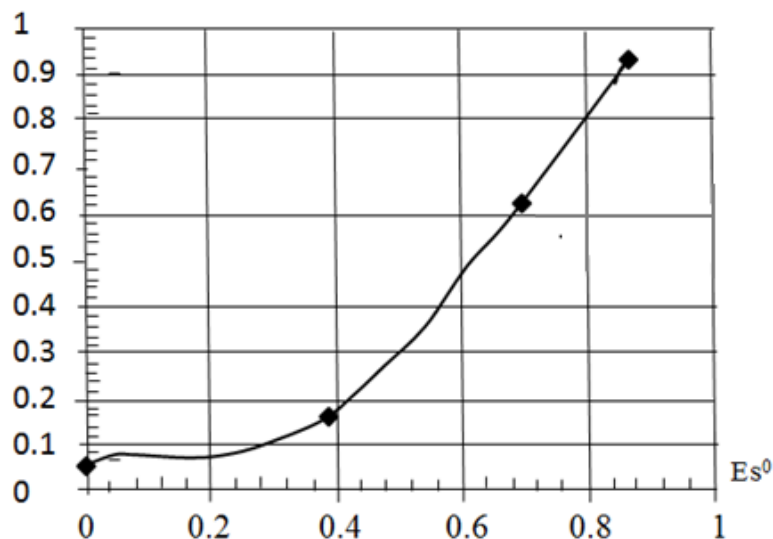


Deməli, radikallar nə qədər böyük olarsa onlar benzol halqasının elektron sıxlığını daha çox artırır və reaksiya elektrofilla daha tez baş verir. Bu paradoks Natan-Beker effekti adlanır və bu növ reaksiyaları öyrənir, C-H əlaqəsinin C-C əlaqəsi ilə müqayisəsində C-H əlaqəsinin $\sigma - \pi$ əlaqəsi yaxud da hiperqoşulma hesabına daha çox polyarlaşması ilə izah olunur. Hər iki elektron effektini müqayisə etdikdə, görünür ki, mezomer effekt $\sigma - \pi$ qoşulmada induktiv effektdən nisbətən əks istiqamətdə azalır.



Məhz bu səbəbdən toluol benzolun digər alkiltörəmələrinə nisbətən daha tez halogenləşir.

Lg2p/o



Şəkil. Toluolun $\text{SOCl}_2:\text{CCl}_4$ (0,325:0,016) həlledici sistemində bromlaşmasında mövqe selektivliyin əvəzedicinin sterik effektindən asılılığı.

Tədqiq olunan işdə istifadə olunan həlledicilərin, onların binar qarışıqlarının, o cümlədən, bromlaşma reaksiyası məhsullarının miqdarı çıxımının təyin olunmasında istifadə olunan reaksiya

qarışıqlarının analizi QMX (qaz maye xromatoqrafiyası) metodu ilə aparılmış, eləcədə alkilbenzolların bromlaşmasının təcrübi xüsusiyyətləri verilmişdir.



Molekulyar bromla alkilbenzolların bromlaşması (1) tənliyinə uyğun olaraq baş verir. Bu şəraitdə toluolun göstərilən binar həlledici mühitində bromlaşmasından o- və p- bromtoluol alınır, m- bromtoluol isə onlarla müqayisədə çox cüzi (0,5%-dən az) alınır.

Toluolun, uyğun olaraq $\text{SOCl}_2:\text{CCl}_4$ mol nisbətləri (0,325:0,016) şəraitində bromlaşması o- və p- əvəz olunmadakı aktivləşmə parametrlərinin nisbətindən dəyişməsi ilə baş verir. Belə ki, 30°C-dən yuxarı temperaturda paralel baş verən o- və p- əvəz olunma proseslərinin aktivləşmə parametrləri və toluolun konkret şəraitdə bromlaşması prosesləri arasındakı nisbətlərin dəyişməsi müşahidə olunur ki, bu da öz növbəsində əvəzedicinin elektron və sterik effektləri arasındakı münasibətlərin dəyişməsi ilə şərtlənir.

Təcrübi hissə. Termostat, sabit cərəyan mənbəyi, elektrodlar, mexaniki qarışdırıcı, əks soyuducu ilə təchiz olunmuş silindrik şüşə elektrolizə qurğusuna 36,45 q (0,225 mol) HBr turşusu, 43,8 q (0,15 mol) toluol və binar həlledici sistem olaraq $\text{SOCl}_2:\text{CCl}_4$ (0,325:0,016) mol nisbətlərində əlavə olunmaqla proses aparılmışdır.

Proses 60 dəq. müddətində, 40°C temperaturda, qurğuya 7A sabit cərəyan verilməklə aparılmışdır.

Prosesin sonunda ayrılan sarı rəngli yağabənzər maddə hər biri 25 ml olmaqla iki mərhələdə efirlə ekstraksiya olunur. Efirli hissə su ilə yuyulur, CaCl_2 üzərində qurudulur, efir qovulur, qalan reaksiya kütləsi yenidən qovulduqdan sonra qaynama temperaturu 182-184°C olan fraksiyalar toplanır. Nəticədə 18,9 q (cərəyana görə çıxım 84,25%) monobromtoluol qarışığı (p- və o-) izomerlər alınır.

Proses eyni qayda ilə 30–35°C və 55°C temperaturda da aparılmış və alınan nəticələr cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Alınan ümumi məhsulda brommetilbenzolun izomer tərkibinin temperaturdan asılılığı

T°C	Ümumi kütlədə brommetilbenzolların izomer tərkibi,%		
	orto	para	meta
30	28,1	71,2	0,7
35	28,3	71,4	0,3
40	28,6	70,2	0,2
53,4	32,2	67,4	0,4

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi temperaturu 30°C-dən 55°C-yə qədər artırıqda nüvədə əvəz olunma ilə alınan bromtoluolların izomer tərkiblərinin alınan məhsulların ümumi tərkibinə olan nisbəti, izomerlərin (o-, p-, m-) tərkiblərinin dəyişməsinə təsir etmir. Temperaturun 30°C- dən aşağı olduğu hallarda isə reaksiya məhsullarının çıxımı azalır.

Yuxarıda göstəriləyi kimi, sistemə müxtəlif mol nisbətlərində 0,02 mol (3,92 q, 3,025 ml), 0,05mol (9,8q, 8,1ml) və 0,1 mol (19,6q, 1512 ml) 50%-li H_2SO_4 məhlulu əlavə etməklə təcrübələr təkrar edilmiş və nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Nüvədə əvəz olunma ilə izomer tərkibin əlavə olunan H₂SO₄ –nün mol %-dən asılılığı.

H ₂ SO ₄ , mol. %	Brommetilbenzolların nüvədə əvəz olunma ilə izomer tərkibləri, mol. %		
	orta	para	meta
0,0	28,7	71,0	0,3
0,02	53,2	46,5	0,3
0,05	54,1	45,5	0,4
0,10	48,4	51,3	0,3

Cədvəl 2-də isə H₂SO₄ əlavə olunmaqla izomer tərkibinin dəyişməsi göstərilmişdir. Göründüyü kimi H₂SO₄ əlavə olunması ilə izomer tərkibinin dəyişməsi baş verir, bu isə bromlaşma reaksiyasının turş mühitdə aparılması ilə əlaqədardır. Belə ki, p- izomerlə müqayisədə o-izomerin ümumi kütlədə %-lə miqdarı kifayət qədər artır, reaksiya üçün H₂SO₄-un optimal miqdarı 0,02-0,05 mol. % təşkil edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Фиалков Ю.Я., Растворитель как средство управления химическим процессом / Ю.Я.Фиалков. –Д.: Химия, –1991. –238 с.
2. Чалабнев И.А., Окислительное хлорирование бензола и толуола с участием гипохлорита натрия / И.А.Чалабнев, Д.К.Абдуллаев // Нефтехимия. –Т.39. № 3. –1999. –с. 212-214
3. Дюмаев К.М., Влияние сольватации на кислотно-основные свойства органических соединений в различных средах / К.М.Дюмаев, Б.А.Королев // Успехи химии. –Т.49. Вып.11. –1980. –с.2065-2085
4. Шелдон Р.А. Катализ и тонкий органический синтез: На пути в новое тысячелетие // Рос. хим. журнал. –Т.44. –2000. –с.9-25.
5. Салем Л. Электроны в химических реакциях / Л.Салем. –М.-Л.: Химия, –1991. –560 с.
6. Muradov M.M., Benzolun 2-xlorpropanla elektrokimyəvi sistemdə alkiləşməsi / M. M. Muradov, M. M. Hətəmov, F. X. Şahgəldiyev [et al.] // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 4. – P. 15-20. – DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_15. – EDN WPRHRR. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47690221>

РЕЗЮМЕ

БРОМИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Гатамов М.М., Шахгелдиев Ф.Х., Абдуллаева М.Б., Рустамова Г.Дж.

Ключевые слова: толуол, реакция бромирования, электрофильное замещение, алкилбензол, электролизная установка, изомерные составы, бинарные растворители.

Предложенная исследовательская работа посвящена реакции бромирования ароматических углеводородов в электрохимической системе в конкретном случае бромированию толуола в ядре. Результаты опытов показывают, что бромирование алкилбензолов молекулярным бромом в органических растворителях и бинарных растворяющих средах происходит селективно под действием брома, полученного в результате электролиза бромистого водорода.

Установлено, что при проведении процесса при 30-35⁰С температуре в полученном составе изомеров (п- и о-) практически никаких изменений ни происходит. А при проведение процесса в присутствии H₂SO₄ в зависимости от мольного содержания (0,02÷ 0,1) кислоты по сравнению с р-изомером содержание о-изомера существенно увеличивается. Технологическая конструкции процесса проста, токсические вещества не образуются, в том числе в результате замещения полученный НВг превращается в агента бромирования. Процесс является экологически безопасным.

SUMMARY

BROMINATION OF TOLUENE IN AN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

Hatamov M.M., Şahgəldiyev F.X., Abdullayeva M.B., Rüstamova G.C.

Key words: *toluene, bromination reaction, electrophilic substitution of alkylbenzene, electrolysis plant, isomeric compositions, binary solvents.*

The proposed research work is devoted to the reaction of bromination of aromatic hydrocarbons in an electrochemical system in the specific case of toluene bromination in the core. The results of the experiments show that the bromination of alkylbenzenes with molecular bromine in organic solvents and binary solvent media occurs selectively under the action of bromine obtained as a result of the electrolysis of hydrogen bromide. It has been established that carrying out the process at 30-35°C temperature in the resulting composition of isomers (p- and o-) practically no changes occur. And when the process is carried out in the presence of H₂SO₄, depending on the molar content (0.02÷0.1) of the acid compared to the p-isomer, the content of the o-isomer increases significantly. The technological design of the process is simple, no toxic substances are obtained during the process, including as a result of the substitution of the resulting HBr, it turns into a bromination agent. The process is environmentally friendly.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	15.07.2022
	Son variant	07.09.2022

УДК 546.56/81; 86; 23

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_33

ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА СИСТЕМЫ $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ **ИСМАИЛОВА ЭЛЬНАРА НАДИР ГЫЗЫ***Институт катализа и неорганической химии им. М. Нагиева НАН Азербайджана, докторант
ismayilova818@mail.ru***Ключевые слова:** Cu_2SnSe_3 , Cu_3SbSe_4 , фазовая диаграмма, твердые растворы

Фазовые равновесия в системе $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ экспериментально исследованы методами дифференциального термического и рентгенофазового анализов. Построена ее фазовая диаграмма и установлено, что эта система является квазибинарным и относится к эвтектическому типу с широкими областями твердых растворов на основе исходных соединений Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 . Полученные твердые растворы представляют большой практический интерес в связи с возможностью разработки на их основе новых экологически безопасных термоэлектрических материалов.

1. Введение. Недавние исследования показали, что тройные и более сложные халькогениды меди считаются перспективными для создания функциональных материалов благодаря их термоэлектрическим, фотоэлектрическим и другим свойствам [1-9]. В частности, новые фазы, образующиеся в системах Cu-Sb-Sn-X (X - S, Se) как синтетические аналоги минералов меди, в настоящее время вызывают большой интерес исследователей как экологически безопасные термоэлектрические (ТЭ) материалы [10-14]. В то же время твердые растворы, полученные при изменении состава сложных халькогенидов меди (Cu_2SnSe_3 , Cu_3SbSe_4 , $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$, $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ и др.) с различными замещениями, являются одним из способов повышения термоэлектрических свойств этих материалов.

Для этого исследовать фазовые равновесия в соответствующих системах целесообразно [15-20].

Представленная работа является продолжением исследований, проведенных в области фазового равновесия сложных систем на основе халькогенидов меди [21-23] и посвящена изучению фазовой диаграммы системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$.

Авторы работ [24] исследовали некоторые составы $\text{Cu}_{2+x}\text{Sn}_{1-x}\text{Sb}_x\text{Se}_3$ методом РФА, показали что в системе образуются непрерывные твердые растворы, и были изучены некоторые физические свойства этих составов. Авторы не предоставили никакой информации об исследовании фазовой диаграммы. Система $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ исследовано методами ДТА и РФА с целью изучения фазового равновесия как сечение тройной системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4\text{-Se}$, которое является объектом нашего исследования. Согласно нашим результатам, система имеет ограниченные области твердых растворов на основе обоих исходных соединений.

Исходные соединения исследуемой системы подробно изучены в работах [25,26].

Соединения Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 плавятся конгруэнтно при 963 и 755 К [25, 26] соответственно. Cu_2SnSe_3 кристаллизуется в кубической структуре (Пр.гр. $F43m$, $a = 5,6877$ Å) [25], а Cu_3SbSe_4 в тетрагональной (Пр.гр. $I42m$,) структуре $c = 11\,280$ Å [26].

2. Экспериментальная часть**2.1. Синтез**

Исходные соединения Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 были синтезированы из элементарных компонентов (медь -99,9999 %; сурьма-99,999 %; олово-99,999 %; селен-

99,999 %) фирмы Alfa Aesar в стехиометрических соотношениях. Синтез проводили в откачанных до $\sim 10^{-2}$ Па и запаянных кварцевых ампулах при температурах на 50° выше точки температуры плавления указанных соединений. Ампулы с полученными расплавами выдерживали при этих температурах в течение 3-4 часов, затем выключили печь. Полученные нами сплавы гомогенизировали при 500 К в течение 480 часов.

Индивидуальность синтезированных соединений контролировали методами дифференциального термического анализа и рентгенофазового анализа. Температуры плавления соединений соответствуют литературным данным [25,26]. В результате анализа порошковых рентгенограмм были получены следующие кристаллографические результаты:

Соединение Cu_2SnSe_3 - кубической, $a = 5,6877 \text{ \AA}$ (Пр.гр. $F43m$);

Cu_3SbSe_4 - тетрагональный, $a = b = 5,6609 \text{ \AA}$, $c = 11,280 \text{ \AA}$. (Пр.гр. $I42m$), которые хорошо согласуются с литературными [25,26].

Для проведения экспериментов сплавы исследуемой системы были приготовлены из вышеуказанных соединений в различных соотношениях сплавлением в вакуумированных кварцевых ампулах. Все сплавы подвергались термическому отжигу при 600 К в течение 500 часов.

2.2. Методы исследования

Исследования проводили методами дифференциального термического анализа (ДТА) и рентгенофазового анализа (РФА). ДТА проводили на дифференциальном сканирующем калориметре 404 F1 PEGASUS SYSTEM (NETZSCH). Скорость нагрева составляла 10 К.мин^{-1} . Результаты измерения ДТА обрабатывали с помощью программного обеспечения NETZSCH Proteus.

РФА проводили при комнатной температуре на дифрактометре BRUKER D8 ADVANCE с излучением $\text{CuK}\alpha_1$ и с использованием программного обеспечения Toras V3.0 Bruker.

3. Результаты и их обсуждение

Порошковые дифрактограммы образцов, исследованных системой, представлены на рис. 1. Из рисунка видно, что дифрактограммы сплавов 20 мол. % и 80 мол. % Cu_3SbSe_4 качественно идентичны дифракционной картине соответственно чистого Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 с некоторым сдвигом отражения угла. Это показывает широкую область гомогенности на основе этих соединений. Из дифрактограммы сплавов 40 и 60 мол % Cu_3SbSe_4 видна, что эти составы двухфазные.

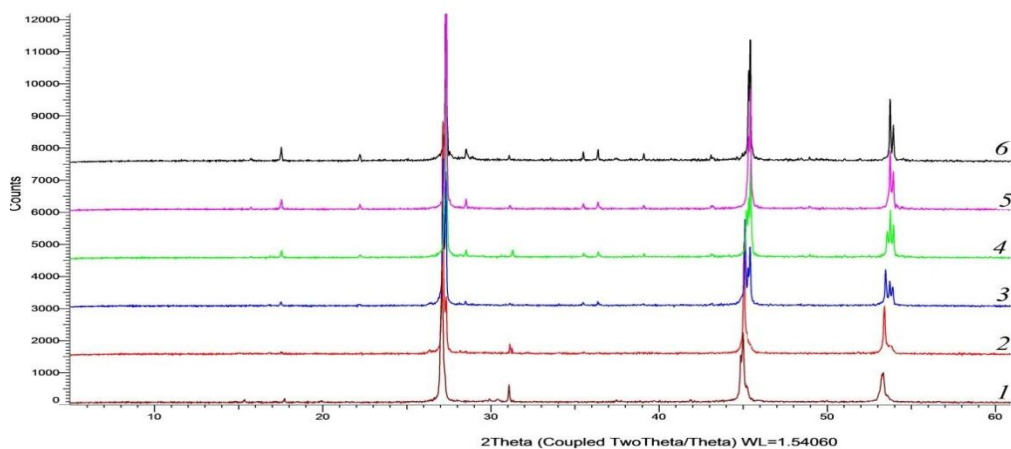


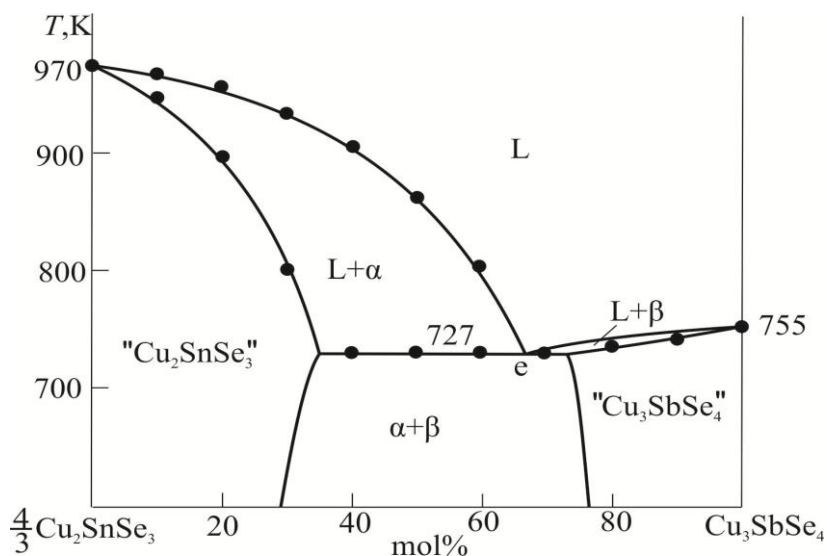
Рис.1. Дифрактограммы сплавов системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$: 1- Cu_2SnSe_3 , 2-20 мол% Cu_3SbSe_4 , 3-40 мол% Cu_3SbSe_4 , 4-60 мол% Cu_3SbSe_4 , 5- 80 мол% Cu_3SbSe_4 , 6- Cu_3SbSe_4

Фазовая диаграмма исследуемой системы построена по результатам методов анализа ДТА(табл.) и РФА. Установлено, что сечение $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ является квазибинарным и относится к эвтектическому типу с образованием широких областей твердых растворов (α - и β -фазы) со стороны обоих исходных соединений (рис. 2).

Таблица

Результаты ДТА сплавов системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$

Tərkib, mol% Cu_2SnSe_3	Termiki effektlər, K
100	970
90	960,835
80	950,900
70	930,800
60	900,727
50	865,727
40	790,727
30	730
20	740,735
10	750,740
0	755

Рис.2. Фазовая диаграмма системы $\text{Cu}_3\text{SbSe}_4\text{-Cu}_2\text{SnSe}_3$

Ликвидус системы состоит из кривых первичных кристаллизации твердых растворов Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 . При комнатной температуре растворимость на основе соединений Cu_2SnSe_3 , Cu_3SbSe_4 достигает 30 и 25 мол.% соответственно. Эвтектика имеет состав 68 мол. % Cu_2SnSe_3 и кристаллизуется при 727 К. Ниже солидуса фазы α и β кристаллизуются вместе, образуя двухфазное поле.

4. Заключение. Таким образом, по результатам ДТА и РФА построена фазовая диаграмма системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$. Установлено, что система является квазибинарной и имеет фазовую диаграмму эвтектического типа. Система имеет большую область твердого раствора на основе соединений Cu_2SnSe_3 и Cu_3SbSe_4 . Полученные твердые растворы представляют большой практический интерес как перспективные экологически безопасные термоэлектрические материалы с функциональными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahluwalia G.K. (2016). Applications of Chalcogenides: S, Se, and Te. Springer, 461 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41190-3>
2. Snyder G.J., Toberer E.S. Complex thermoelectric materials. *Nature. Material.* 2008; (7) : 105–114 <http://dx.doi.org/10.1038/nmat2090>
3. Zeier W. G., Zevalkink A., Gibbs Z. M., Hautier G., Kanatzidis M. G., Snyder G. J. Thinking Like a Chemist: *Intuition in Thermoelectric Materials*. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2016; 55: 6826– 6841. <doi:am-pdf/10.1002/anie.201508381>
4. Hong A. J., Li L., He R., Gong J. J., Yan Z. B., Wang K. F., Liu J. M., Ren Z. F. Full-scale computation for all the thermoelectric property parameters of half-Heusler compounds. *Scientific Reports*. 2016 ; (6): 22778 <https://doi.org/10.1038/srep22778>
5. Alverdiyev I.J., Aliev Z.S., Bagheri S.M., Mashadiyeva L.F., Yusibov Y.A., Babanly, M.B. Study Of The $2\text{Cu}_2\text{S}+\text{GeSe}_2\leftrightarrow\text{Cu}_2\text{Se}+\text{GeS}_2$ Reciprocal system and thermodynamic properties of the $\text{Cu}_8\text{GeS}_6\text{--xSe}_x$ solid solutions. *Journal of Alloys and Compound*. 2017; 691: 255-262. <doi:10.1016/J.JALLCOM.2016.08.251>
6. Zhang X., Zhao L. D. Thermoelectric Materials: Energy conversion between heat and electricity. *Journal of Materiomics* 2015; (1) : 92–105 <https://doi.org/10.1016/j.jmat.2015.01.001>
7. Pei Y., Shi X., LaLonde A., Wang H., Chen L., Snyder G. J. Convergence of electronic bands for high performance bulk thermoelectrics. *Nature*. 2011; 473: 66–69 <doi:10.1038/nature09996>
8. Liu R., Xi L., Liu H., Shi X., Zhang W., Chen L. Ternary compound CuInTe_2 : A promising thermoelectric material with diamond-like structure .*Chemical. Communications*. 2012; 48: 3818–3820 <doi.org/10.1039/C2CC30318C>
9. Hong M., Chen Z.G., Yang L., Zou J. $\text{Bi}_x\text{Sb}_{2-x}\text{Te}_3$ Nanoplates with enhanced thermoelectric performance due to sufficiently decoupled electronic transport properties and strong wide-frequency phonon scatterings. *Nano Energy*. 2016 ; 20. 144-155 <doi10.1016/j.nanoen.2015.12.009>
10. Hegazy H.H. Semiconducting chalcogenide Ge–Se–Sb–Cu as new prospective thermoelectric materials. *Results in Physics*. 2019 ; (14) : 10249 <doi10.1016/j.rinp.2019.102492>
11. Qiu W., Wu L., Ke X., Yang J., Zhang W. Diverse lattice dynamics in ternary Cu–Sb–Se compounds. *Scientific Reports*. 2015 ; (5) : 13643–13649 <doi: 10.1038/srep13643>
12. Gayner C., Kar K.K. Recent advances in thermoelectric materials. *Progress in Materials Science*. 2016 ;83 : 330–382. <10.1016/j.pmatsci.2016.07.002>
13. Ghanwat V. B., Mali S. S., Kharade S. D., Pawar N. B., Patil S. V., Mane R. M., Patil P. S., Hong C. K. Microwave Assisted Synthesis, characterization and thermoelectric properties of nanocrystalline copper antimony selenide thin films. *RSC Advances*. 2014; (4): 51632–51639 <https://doi.org/10.1039/C4RA07609E>
14. Eric J. S., Jeffrey D. C., Donald T. Morelli. Thermoelectric properties of the $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{--Cu}_2\text{GeSe}_3$ solid solution. *Alloys and Compounds* 2010; 506: 18–21. <doi:10.1016/j.jallcom.2010.06.182>
15. Yongsheng Z., Vidvuds O., Donald M., and C. Wolverton. Prediction of new stable compounds and promising thermoelectrics in the Cu–Sb–Se system. *Chemistry of Materials*.2014 ;. <dx.doi.org/10.1021/cm5006828>
16. Deng S., Jiang X., Chen L., Zhang Z., Qi, N., Wu Y., Tang X. The reduction of thermal conductivity in Cd and Sn co-doped Cu_3SbSe_4 -based composites with a secondary-phase CdSe. *Materials Science*. 2021 ; 56 (7) : 4727-4740. <doi:10.1007/s10853-020-05586-3>
17. Aliev I., Babanly K. N., Babanly N. B. Solid solutions in the $\text{Ag}_2\text{Se--PbSe--Bi}_2\text{Se}_3$ system *Inorganic Materials* 2008; 44(11): 1179-1182 <doi:10.1134/S0020168508110058>

18. Zhai, H., Xiao, Y., Zhao L.-D., Tan G., Tang X. Large effective mass and low lattice thermal conductivity contributing to high thermoelectric performance of Zn-doped $\text{Cu}_5\text{Sn}_2\text{Se}_7$. *Alloys Compound*. 2020 ; 826 : 154154 [doi:10.1016/j.jallcom.2020.154154](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.154154)
19. Mashadiyeva L.F., KevserJ.O., Aliev I.I., Yusibov Y.A., Taghiyev D.B., Aliev Z.S., Babanlı M.B. Phase Equilibria in the $\text{Ag}_2\text{Te-SnTe-Sb}_2\text{Te}_3$ System and Thermodynamic Properties of the $(2\text{SnTe})_{12x}(\text{AgSbTe}_2)_x$ Solid Solution. *Phase equilibria and diffusion*. 2017; 38(5): 603-614
20. Gasanovaa Z. T., Mashadiyeva L. F., Yusibovc Yu. A., Babanlı M. B. Phase Equilibria in the $\text{Cu}_2\text{S-Cu}_3\text{AsS}_4\text{-S}$ System. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2017 ; 62 (5) : 591–597. [DOI:10.1134/S0036023617050126](https://doi.org/10.1134/S0036023617050126)
21. Ismayilova E.N., Baladzhayeva A.N., Mashadiyeva L.F. Phase equilibria along the $\text{Cu}_3\text{SbSe}_4\text{-GeSe}_2$ section of the Cu-Ge-Sb-Se system. *New Materials, Compounds and Applications* 2021 ; 5(1) : 52-58.
22. Ismayilova E. N., Mashadiyeva L. F., Bakhtiyarly I., Babanlı M. B. Phase Equilibria in the $\text{Cu}_2\text{Se-SnSe-CuSbSe}_2$ System. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*. 2019 ; 64(6): 801-809 [DOI:10.1134/S0036023619060093](https://doi.org/10.1134/S0036023619060093)
23. Ismayilova E. N., Mashadiyeva L. F. Phase equilibria in the $\text{Cu}_2\text{Se-SnSe-Sb}_2\text{Se}_3$ system along the $\text{SnSe-Cu}_3\text{SbSe}_3$ section. *Condensed Matter and Interfaces* 2018 ; 20(2) : 218–221. <https://doi.org/10.17308/kcmf.2018.20/553>
24. Yuting F., Sen X., Jinchang S., Xinfeng T., and Gangjian T. Quasi isostructural Alloying of $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ Toward Higher Thermoelectric Performance. *Applied. Energy Materials*. 2021 ; (4) : 6333–6339. <https://doi.org/10.1021/acsam.1c01155>
25. Parasyuk O.V., Olekseyuk I.D., Marchuk O.V. The $\text{Cu}_2\text{Se-HgSe-SnSe}_2$ system. *Journal of Alloys and Compounds*. 1999; 287: 197–205.
26. Pfitzner, A. Crystal Structure of Tricopper Tetraselenoantimonate (V), Cu_3SbSe_4 . *Zeitschrift für Kristallographie-Crystalline Materials*, 1994 ; 209(8) : 685-685.

XÜLASƏ
 $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ SİSTEMİNİN FAZA DİAQRAMI
İsmayilova E.N.

Açar sözlər: faza diaqramı, Cu_2SnSe_3 , Cu_3SbSe_4 , bərk məhlullar.

Diferensial termiki və rentgenfaza analizlərinin nəticələri əsasında $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ sisteminin faza diaqramı qurulmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, sistem evtektik tiplidir (evtektikanın koordinantları: (68 mol%, 727 K) və ilkin komponentlər əsasında geniş bərk məhlul sahəsinin olması ilə xarakterizə olunur. Alınmış bərk məhlullar ekoloji cəhətdən təhlükəsiz funksional xassəli perspektivli termoelektrik materiallar kimi böyük praktiki maraq doğurur.

SUMMARY
PHASE DIAGRAM OF THE $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ SYSTEM
İsmayilova E.N.

Key words: Cu_2SnSe_3 , Cu_3SbSe_4 , phase diagram, solid solutions

Based on the results of differential thermal and X-ray diffraction analyzes, the phase equilibrium in the $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ system was studied and its phase diagram was constructed. It was found that the $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ diagram is quasibinary and refers to an eutectic type with large solid solutions based on the starting compounds. The obtained solid solutions are of great interest for the development of new ecologically safe thermoelectric materials.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.01.2022
	Son variant	11.04.2022

UOT 665.25+681.5

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_38

ПОЛИБУТАДИЕНЫ: СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ

АХУНДОВ ИЛЬКИН АКИФ оглу

Институт нефтехимических процессов имени академика Ю.Г.Мамедалиева,

Баку, Азербайджан, докторант

ilkin.akhundov@gmail.com

Ключевые слова: диены, полибутадиен, металлокомплексы, металлоорганический катализ, стереоспецифическая полимеризация, каучуки, функциональные полимеры.

Резюме. В данной статье обобщены основные тенденции, особенно, за последние пять лет по полимеризации бутадиена и функционализации полученного полибутадиена. Главной особенностью темы является описание новых металлоорганических каталитических систем. Основной проблемой в этой области является производство полибутадиена с необходимой заданной структурой. Цель состоит в том, чтобы разработать эти системы и особенно выбрать лиганды. В этой перспективе мы освещаем основные результаты и показываем возможные будущие перспективы.

Введение: Известно что, стереоспецифическая полимеризация сопряженных диенов, в том числе бутадиена в основном ориентирована на использование катализаторов на основе металлоорганических комплексов (МОК), имеющих четко определенную структуру. Эти МОК в основном содержат лиганды различных типов (например, фосфины, бис-имины и пиридилимины и т.д.). Основное преимущество стереоспецифической полимеризации по сравнению с радикальной и анионной полимеризацией заключается в возможности лучшего контроля регио- и стереоселективности процессов полимеризации. Используя каталитические системы на основе различных переходных металлов, возможно синтезировать все четыре предсказуемых стереорегулярных полимера бутадиена. Природа лиганда, способна оказывать сильное влияние на регио- и стереоселективность полимеризации бутадиена и на молекулярные показатели полученных полимеров. Выбор лиганда играет огромную роль в этом направлении.

В данной статье обобщены современные (в течение 5-ти лет) основные результаты по перспективному направлению синтеза и модификации полибутадиена.

В работе сообщается о цис-1,4-селективной сополимеризации бутадиена (BD) с полярными метилтио- и п-толилтиофункционализированными α -олефинами с использованием тиофен-конденсированного циклопентадиенильного комплекса скандия. Включение полярного 4-метилтио-1-бутена (МТВ) и ВД варьируется от 65,6% до 100%, что указывает на преимущество координации полярного МТВ. Показано что, сополимеризация 4-(п-толилтио)-1-бутен (рТТВ) и ВД более контролируема [1].

Описаны каталитические системы для селективной полимеризации БД. Эти системы получают путем соединения комплекса кобальта с лигандами (L1) (например, $PtBu_3$ и $PtBu_2Me$), характеризующимися селективностью цис-типа, с образованием аморфного цис-1,4-полибутадиенового блока; впоследствии вводится второй лиганд L2 (обычно ароматический фосфин типа $PRPh_2$, в котором R = алкильная или циклоалкильная группа), который замещает L1 у атома кобальта. При этом происходит резкое изменение каталитической селективности с цис-1,4 до синдиотактического 1,2 с образованием второго блока кристаллического полибутадиена с 1,2-синдиотактическим строением. Имея «живые признаки» исходной каталитической системы и сохраняя эти характеристики даже после

добавления лиганда L2, два полимерных блока в результате соединяются вместе через единую точку соединения, что позволяет иметь в одной полимерной цепи характеристики обоих эластомерный и термопластичный материал со значительным преимуществом в конечных свойствах полученного полимера [2, 3].

Полибутадиен с высоким содержанием транс-1,4 (> 90%) был получен Lee и другие с использованием четвертичной системы кобальта, которая была составлена $\text{Co}(\text{2-этилгексаноат})_2/\text{HOPh}/\text{Al}(\text{iBu})_2\text{H}/\text{фосфит (фосфат)}$ [4].

Комплексы 6-бром-2-иминопиридин-кобальта (II) использовали для полимеризации 1,3-бутадиена. При активации метилалюмоксаном эти комплексы проявляли высокую селективность по цис-1,4, а активность была высокой в зависимости от заместителя. Добавление фосфорсодержащих соединений, в частности - PPh_3 в полимеризационную систему повышает каталитическую активность и одновременно увеличивает селективность [5].

Было обнаружено, что лигированные пиразолилиминовые комплексы (II) (рис. 1) в сочетании с дихлоридом этилалюминия обладают высокой активностью (до 222 кг полибутадиена (моль $\text{Co}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) для полимеризации 1,3-бутадиена с образованием полимеров с преобладающее содержание цис-1,4 (до 97,0%) [6].

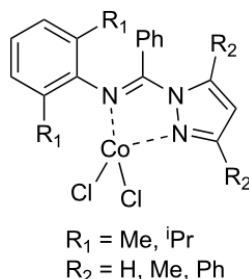


Рис. 1. Лигированные комплексы Co (II).

В работе описана селективная полимеризация 1,3-бутадиена с катализаторами на основе фосфиновых комплексов кобальта [7].

Высокосиндиотактический 1,2-полибутадиен (до 98%) был получен с использованием каталитической системы, состоящей из ацетилацетонатов $\text{Fe}(\text{III})$, производных трифенилфосфата и триалкилалюминия [8].

Преимущественно цис-1,4-полибутадиен (содержание цис-звеньев до 76%) был получен с использованием серии комплексов железа (II), лигированных P,N,P - клещобразными лигандами (рис. 2.), в сочетании с метилалюминийоксидом (MAO). Установлено, что электронные и стерические особенности лигандов непосредственно влияют на цис-специфичность катализатора [9].

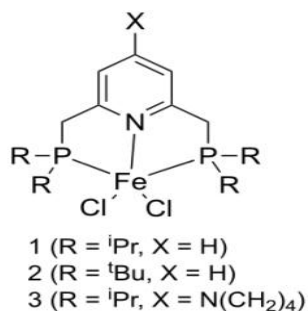


Рис. 2. Лигированные комплексы железа (II).

Изучена полимеризация 1,3-диенов с катализаторами на основе замещенных арилиминопиридиновых комплексов железа (рис. 3), в частности, с монозамещенными арилиминопиридиновыми комплексами [10].

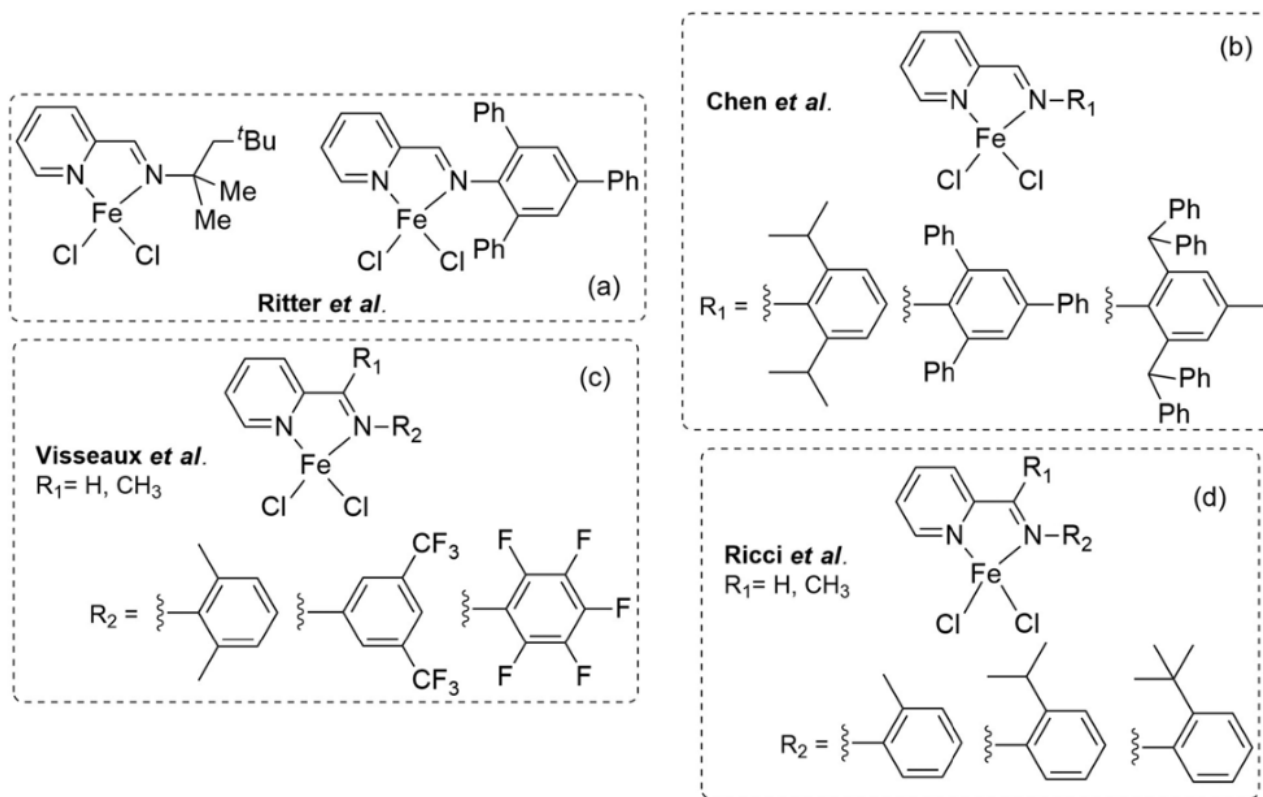


Рис. 3. Комплексы железа для селективной полимеризации 1,3-бутадиена.

Показано что, термически стойкие комплексы титана (IV) и титана (III) общей формулы TiX_nL ($X = Cl, I$; $n = 2, 3$; $L = (\text{пиридин-2-илалкил})\text{анилин}$) в сочетании с MAO обеспечивают активные (до 1680 кг полибутадиена моль $Ti^{-1} \text{ ч}^{-1}$) но не очень селективные каталитические системы для полимеризации 1,3-бутадиена. Были получены полибутадиены и полиизопрены с содержанием цис около 85% и 60% соответственно [11].

Ряд комплексов ванадия с монодентатными третичными фосфиновыми лигандами типа $VCl_3(PR_nPh_{3-n})_2$ ($n=0, 1, 2$; $R = \text{алкильная или циклоалкильная группа}$) и $VCl_3(PR_3)_2$ ($R = \text{алкильная или циклоалкильная группа}$) были использованы в сочетании с MAO для полимеризации 1,3-бутадиена, демонстрируя довольно высокую активность (до 184 кг полибутадиена (моль $V^{-1} \text{ ч}^{-1}$)) и получение полимеров с различной микроструктурой в зависимости от природы фосфинового лиганда и типа используемого сокатализатора [12].

Описаны каталитические системы для эффективной модификации полибутадиена. Наличие полярных функциональных групп в базовом каучуке улучшает физические свойства с неорганическими полярными наполнителями. Кроме того, при сохранении механических свойств каучука можно добиться значительного улучшения стойкости функционализированного каучука к тепловому воздействию и воздействию масла. Было обнаружено, что функционализированные группы в каучуке значительно увеличивают поверхностную энергию [13].

Описаны циклопентадиенильные комплексы (рис. 4) для процессов полимеризации и гидрирования бутадиена. Гидрировании проводили при давлении водорода 4,4 бар и комнатной температуре [14].

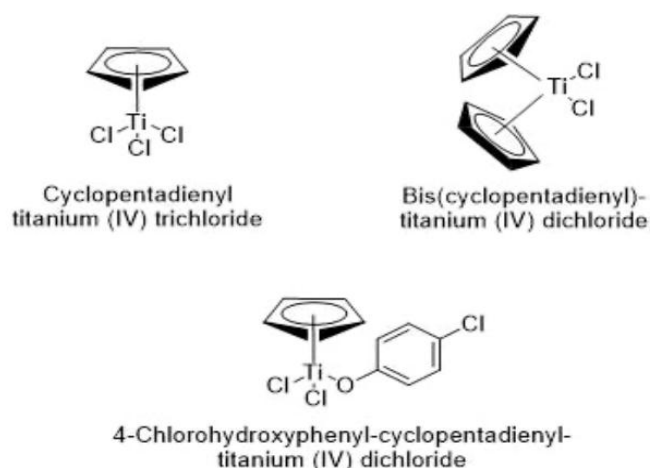


Рис. 4. Комплексы титана для полимеризации и гидрирования.

Известно что, метод модифицированных концевыми группами каучуков представляет собой широкую перспективу для улучшения сродства каучука к наполнителю или повышения дисперсности наполнителя в каучуковой матрице. Описаны различные методы (анионная полимеризация, живая полимеризация, кросс-метатезис и т. д.) и каталитические системы для введения функциональных групп на терминальные концевые группы полибутадиена [15].

В работе использован подход перекрестного метатезиса для получения бутадиенового каучука концевой функциональностью с более высокой полярностью. Полибутадиеновые телеспиральные структуры получали с использованием катализаторов Граббса. Чтобы предотвратить внутримолекулярную циклизацию во время метатезиса, принят двухстадийный процесс. Начальный этап включает полимеризацию бутадиена в присутствии катализатора, а на последующем этапе добавляют функциональные агенты переноса цепи для получения функционального полимера [16].

Авторы описывают полимеризацию бутадиена в полибутадиеновый каучук с высоким содержанием цис-бутадиена с использованием каталитических систем на основе неодима с последующим функциональным обрывом через несколько функциональных групп. Кроме того, результаты эффективного взаимодействия полимера с наполнителем из диоксида кремния указывают на то, что это является благоприятным подходом к «зеленым» шинам - экологически приемлимым, экономичным и долговечным шинам, обеспечивающих оптимальное сцепление с дорогой и снижающих выбросы углерода, а также обладающих высокой биоразлагаемостью [17].

Авторы разработали новые каталитические системы и получили полибутадиены со статистическими гидроксильными функциональными группами путем прививки меркаптоэтанола к основной цепи полибутадиена. По мере увеличения концентрации прививки целевой продукт получается с пониженной молекулярной подвижностью, что приводит к более высокой температуре стеклования [18].

Описаны каталитические системы для получения полибутадиена, содержащего гидроксильные концевые группы, который широко используется для получения гидрированного полибутадиендиакрилата (ПБА). Известно, что ПБА находит широкое применение в качестве жидкого фотополимера в трехмерной (3D) печати. Эластомерные диакрилатные системы обеспечивают сеть с увеличенной молекулярной массой между поперечными связями, что позволяет проводить одноэтапные процессы 3D-печати без необходимости этапа постпечатной обработки [19].

Показаны каталитические системы для получения сополибутадиена. Ударопрочный полистирол, модифицированный бромированным полибутадиеновым каучуком, обладает превосходными самозатухающими свойствами. Следовательно, этот полимер можно использовать для огнезащитных применений, в то время как смешивание бромированного полибутадиенового каучука с другими эластомерами дает гибкий вспененный продукт с улучшенными изоляционными свойствами. Смешивание включает в себя и другие полезные свойства, такие как превосходная гибкость и паронепроницаемость и адгезивные свойства [20].

Основным недостатком эпоксидных смол является хрупкость во время отверждения, что ограничивает их применение во многих областях, требующих более высокой пластичности применяемых материалов. Такое ограничение преодолевается за счет модификации эпоксидной смолы полибутадиеном, функционализированной эпоксидной смолой, что дает конструкционный материал на основе эпоксидной смолы с более высокой гибкостью [21].

Полибутадиен с концевыми гидроксильными группами, синтезированный из полибутадиенового каучука с концевыми гидроксильными группами, успешно используется для получения высокоэластичного и самовосстанавливающегося полибутадиенового эластомера с концевыми гидроксильными группами. Было обнаружено, что самовосстанавливающийся материал обладает замечательными свойствами, удлинение при разрыве составляет 877,8%, а эффективность самовосстановления может достигать 92% после заживления при 80°C в течение 10 часов после повреждения [22].

Известно, что полимеризация олефинов и сопряженных диенов с катализаторами на основе переходных металлов началась исследованиями ученых с мировым именем К.Циглера и Дж.Натта. За эти достижения им в 1963 году была присуждена Нобелевская премия по химии. Гомополимеризацию бутадиена и других сопряженных диолефинов, проводили первоначально с использованием каталитических систем, ранее использовавшихся для полимеризации этилена и пропилена, т. е. катализаторы, полученные путем соединения $TiCl_4$ или $TiCl_3$ с алюминийалкилами, а затем и другие системы на основе различных переходных металлов (V, Cr, Co, Mo и др.). Были получены очень интересные результаты, и в течение многих лет разрабатываются новые металлоорганические каталитические системы, синтезированы и охарактеризованы стереорегулярные полимеры бутадиена, изопрена, 1,3-пентадиена. В настоящее время это направление является также актуальным и исследовательские институты передовых стран проводят в этой области работы широкой научно-практической значимости [23-24].

В Институте Нефтехимических Процессов имени академика Ю.Г.Мамедалиева НАНА на протяжении многих лет академик А.Г.Азизов, член-корреспондент НАНА Н.Ф.Джанибеков, д.х.н. Ф.Н. Насиров и др. ученые проводили широкие исследования и разработали новую научную концепцию и практическую основу по полимеризации бутадиена в низкомолекулярный «жидкий каучук» и высокомолекулярный полибутадиен [25-27]. Катализаторы Ni, Co, разработанные ими для полимеризации бутадиена, позволяют получать низко- и высокомолекулярный 1,4-цис-полибутадиен и высокомолекулярный 1,4-цис-1,2-синдиотактический полибутадиен. Показано, что каталитические системы, содержащие дитиофосфаты Ni и Co, оказывают стабилизирующее действие на процессы термо- и фотоокисления полибутадиена. Показано, что разработанные металлокомплексные каталитические системы, содержащие Ni, Co, Ti, Zr, Nd позволяют целенаправленно регулировать молекулярно-массовое распределение олигомера или полимера в процессах олигомеризации и полимеризации олефинов и диенов в зависимости от природы исходной среды, металла и его лигандного окружения.

Нами также проведены работы [28-35] для (со)полимеризации бутадиена. Приготовлены диэтилдитиокарбонаты никеля и кобальта, растворы ди(циклопентадиенил)титановых (IV) дихлоридных комплексов в ароматических

растворителях различной концентрации и определены их физико-химические параметры, размеры частиц в растворах, а также взаимная растворимость. Эти комплексы были испытаны в процессе полимеризации этилена с бутадиеном в сочетании сокатализаторами метилалюминийоксидом, диэтилалюминийхлоридом. Синтезированные в их присутствии продукты были проанализированы различными физико-химическими методами и подтверждено их строение. Показано, что конструкция этих металлокомплексов позволяет синтезировать олигомерные и (со)полимерные продукты с требуемой структурой. Исследование имеет большое значение для разработки тандемных каталитических систем на основе металлоценовых и неметаллоценовых комплексов.

Сополимеризацию этилена с бутадиеном проводили в присутствии диэтилдитиокарбамата никеля и различных модификаторов. В качестве модификаторов были выбраны трифенилфосфины. Определены их физико-химические параметры, размеры частиц в растворах, а также взаимная растворимость. Эти комплексы были испытаны в процессах сополимеризации этилена с бутадиеном в сочетании с различными сокатализаторами - (три-, диэтилалюминийхлорид). Показано, что олигомерные и сополимерные продукты с требуемой структурой действительно могут быть синтезированы в присутствии этих каталитических систем. Сравнительные испытания активности и селективности каталитических систем проводились в процессах жидкофазной (со)полимеризации. Установлено, что состав и условия оказывают существенное влияние на активность и структуру получаемых продуктов.

Таким образом, представленный краткий обзор освещает результаты по металлоорганической полимеризации бутадиена и функционализации полученных полибутадиенов и указывает на широкие перспективы данного направления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Wang, T.; Wu, C.; Cui, D. //Macromolecules 2020, 53, 6380-6386.
2. Gong, D.; Ying, W.; Zhao, J.; Li, W.; Xu, Y.; Luo, Y.; Zhang, X.; Capacchione, C.; Grassi, A. //J. Catal. –2019, –377, –pp.367–372
3. Dong, B.; Liu, H.; Peng, C.; Zhao, W.; Zheng, W.; Zhang, C.; Bi, J.; Hu, Y.; Zhang, X. //J. –2018, –108, –pp.116–123
4. Wang, F.; Liu, H.; Hu, Y.; Zhang, X. Influence of imine-carbon substituent in 6-bromo-2-iminopyridine-based cobalt(II) complexes on 1,3-butadiene polymerization. Polym. Int. –2019, 68, –pp.1484–1491
5. Fang, L.; Zhao, W.-P.; Han, C.; Zhang, C.-Y.; Liu, H.; Hu, Y.- M.; Zhang, X.-Q. //Chin. J. Polym. Sci. –2019, 37, –pp.462–470
6. Liu, H.; Zhuang, R.; Dong, B.; Wang, F.; Hu, Y.-M.; Zhang, X.-Q. //Chin. J. Polym. Sci. – 2018, 36, –pp.943–952
7. Ricci, G.; Leone, G.; Pierro, I.; Zanchin, G.; Forni, A. //Molecules –2019, 24, –2308.
8. Hu, W.; Xu, Y.; Ying, W.; Hu, Z.; Luo, W.; Tang, F.; Huang, W.; Jia, X.; Gong, D. 1,2-// Molecular Catalysis. –2020, 497, 111219.
9. Tanaka, R.; Ikeda, K.; Nakayama, Y.; Shiono, T. //Chem. Lett. –2019, 48, –pp.525–528.
10. Sommmazzi, A.; Pampaloni, G.; Ricci, G.; Masi, F.; Leone, G. //Patent WO2018073798 A1. 2018-04-06 to versalis (priority number: IT20160105530 20161020).
11. Pampaloni, G.; Guelfi, M.; Sommmazzi, A.; Leone, G.; Masi, F.; Zacchini, S.; Ricci, G. //Inorg. Chim. Acta. –2019, 487, –pp.331–338
12. Leone, G.; Zanchin, G.; Pierro, I.; Sommmazzi, A.; Forni, A.; Ricci, G. //Catalysts. –2017, 7, 369.
13. Srivastava V. K., Basak G. C., Maiti M., and Jasra R., Int. //J. Ind. Chem. 8, 411 (2017).
14. Chiang C. H. and Tsai J. C., //J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem. 55, 2141
15. Quirk R. P., //Rubber chem. Technol. 93, 1 (2020).
16. Ying W., Pan W., Gan Q., Jia X., Grassid A., and Gong D. //Polym. Chem. 10, 3525 (2019).

17. Ozawa Y. and Takata T. // *Appl. Polym.* 136, 47985 (2019).
18. Tanna V. A., Enokida J. S., Coughlin E. B., and Winter H. H. // *Macromolecules* 52, 6135 (2019).
19. Scott P. J., Meenakshisundaram V., Chartrain N. A., Sirrine J. M., Williams C. B., and Long T.E. // *ACS Appl. Polym. Mater.* 1, 684 (2019).
20. Zauner C. and Bettermann M. // *U.S. Patent US20180258245A1*, September 13, 2018.
21. Januszewski R., Dutkiewicz M., Nowicki M., Szoltyga M., and Kownacki I. // *Ind. Eng. Chem. Res.* 60, 2178 (2021).
22. Chen K., Ren Q., Li J., Chen D., and Li C. // *J. Saudi Chem. Soc.* 24, 1034 (2020).
23. Ricci G., Leone G., Boglia A., Bertini F., Boccia A.C., Zetta L. // *Macromolecules* 2019, 42, 8, 3048-3056,
24. Ricci G., Leone G., Zanchin G., Palucci B., Boccia A.C., Sommazzi A., Masi F., Zacchini S., Guelfi M., Pampaloni G. // *Macromolecules* 2021, 54, 21, 9947-9959
25. Ricci G., Leone G., Boccia A.C., Pierro I., Zanchin G., Mauri M., M. Scoti, Malafronte A., Auriemma F., Rosa C.D. // *Macromolecules* 2017, 50, 3, 754-761
26. Азизов А.Г., Некоторые аспекты металлоорганического катализа процессов олигомеризации и полимеризации // *Нефтехимия и нефтепереработка*. – Баку: Элм, –Т.1. –2009, –368 s.
27. Азизов А.Г., Исследования в области металлокатионного и карбокатионного катализа процессов олигомеризации и полимеризации // *Нефтехимия и нефтепереработка*. – Баку: Элм, –Т.2. –2017, –497 s.
28. Azizov A.H. Janibayov N.F., Nasirov F.A. Bifunctional catalysts for production and stabilization of stereoregular polybutadienes // *Исследования в области нефтепереработки, нефтехимии, металлоорганического и ионно-жидкостного катализа. Сборник трудов ИХХП*. – Баку: Элм, –2009, –с.350-395
29. Насиров Ф.И., Тагиева А.М., Рафиева С.Р., Ахундов И.А., Асланбейли А.М. // *Beynəlxalq Elmi Konfrans, “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri”*, –Gəncə, 03-04 may, Gəncə Dövlət Universiteti, –2019, –s.121
30. Aslanbeyli A.M., Ahmadbayova S.F., Akhundov I.A., Nasirov F.A. // *Conference «Actual Problems of Modern Chemistry» Dedicated to the 90th Anniversary of the Academician Y.H Mammadaliyev Institute of Petrochemical Processes*, –Baku, October 2-4, –2019, –p.171
31. Тагиева А.М., Рафиева С.Р., Ахундов И.А., Асланбейли А.М., Насиров Ф.И. // *Kimya Texnologiyası və Mühəndisliyinin İnnovativ inkişaf perspektivləri Beynəlxalq Elmi Konfransı*”, Sumqayıt Dövlət Universiteti/Ufa Dövlət Neft Texniki Universiteti, –Sumqayıt, 28-29 Noyabr, –2019. – s.177-178
32. Akhundov I., Nasirov F., Tagiyeva A. // *IMIL 2021, 6th Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids*, Santiago, – Chile, 24-26th May, –2021, –p.38
33. Akhundov I., Nasirov F., Tagiyeva A., Yusifov Y., Mammadov F. // *Asian Journal of Physical and Chemical Sciences*, Volume 9 [issue 3], 27.09.2021, rev.30136
34. Aslanbeyli A.M., Ahmadbayova S.F., Akhundov I., Nasirov F.A. // *XII Российская Конференция «Актуальные Проблемы Нефтехимии» Посвящена памяти академика РАН С.Н.Хаджиева*, –Грозный, 5-6 Октября, –2021, –с.152
35. Akhundov I., Nasirov F.A., Tagiyeva A.M., Hasanov E.K., Aliyeva A.A. // *AMEA Gəncə bölməsi, «Xəbərlər» məcmuəsi jurnalı*, №1, –2022.

XÜLASƏ
POLİBUTADİENLER: SİNTEZ VƏ MODİFİKASIYA
Axundov İ.A.

Açar sözlər: *dienlər, polibutadien, metalkomplekslər, metalüzvi kataliz, stereospesifik polimerləşmə, rezinlər, funksional polimerlər.*

Təqdim olunan məqalə butadienin polimerləşməsi və alınan polibutadienlərin funksionallaşdırılması üzrə xüsusilə son beş ildə olan əsas istiqamətləri ümumiləşdirir. Mövzunun əsas xüsusiyyətini yeni metalüzvi katalitik sistemlərin təsviri təşkil edir. Bu sahədə əsas problem tələb olunan quruluşa malik polibutadienlərin alınmasıdır. Məqsəd bu sistemlərin dizaynı və xüsusən də liqandların seçilməsidir. Bu perspektivdə biz əsas nəticələri vurğulayırıq və mümkün gələcək perspektivləri göstəririk.

SUMMARY
POLYBUTADIENES: SYNTHESIS AND MODIFICATION.
AKHUNDOV İLKIN AKIF OGLY

Key words: *dienes, polybutadiene, metal-complexes, organometallic catalysis, stereospecific polymerization, rubbers, functional polymers.*

This article summarizes the main directions, particularly in the last five years in the polymerization of butadiene and the functionalization of the obtained polybutadiene. The main goal of the research presented is description of new organometallic catalytic systems. The main challenge in the area is production of polybutadiene the required given structure. Primary aim is designing aforementioned systems with the specific task of selecting ligands for application. In this perspective, we highlight the main results and demonstrate possible future perspectives.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.05.2022
	Son variant	04.07.2022

UOT 541.1

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_46

Ni,H-MORDENİT VƏ Pd,H-MORDENİT KATALİZATORLARI İŞTİRAKI İLƏ KREZOLLARIN 1-PROPANOLLA ALKİLLƏŞMƏ REAKSİYASININ TƏDQIQI

HACIYEVA XƏYALƏ ƏMİRASLAN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim

haciyevoxeyale@mail.ru

Açar sözlər: 2-metilfenol, 3-metilfenol, 4-metilfenol, 1-propanol, H-mordenit, modifikator, alkəlləşmə

Krezolların propil və izopropil törəmələri qiymətli yarım məhsullar olub qatranlar, antioksidantlar, polimer materiallar, vitaminlər və dərman preparatlarının istehsalında istifadə olunurlar [1-2]. Onların alınmasında alkəlləşmə üsuluna üstünlük verilir və alkəlləşdirici kimi propilen, propil halogenidlər, propil spirtləri götürülür [3].

Məqalədə 2-,3- və 4-metilfenolların 1-propanolla alkəlləşmə reaksiyasının effektiv katalitik sistemlər olan Ni, H-mordenit və Pd, H-mordenit iştirakında tədqiqinin nəticələri verilir. Na mordenit ($x=10$) əsasında alınmış bu katalizatorlar əvvəlcə ammonium daha sonra isə H-formaya keçirilərək dealüminizasiya üsulu ilə modulun 24-ə qaldırılmasına nail olunmuş və modifikatorun (Ni, Pd) miqdarı 1.0% kütlə olmuşdur. İon müdalisə ilə sintez olunmuş katalizatorlarda müvafiq olaraq $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ və $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ duzlarının məhlullarından istifadə edilmişdir.

Təcrübələr tərpənməz laylı katalizatoru olan reaktorlu qurğuda aparılmış alınan məhsulların analizi xromatoqrafik və spektral üsullarla həyata keçirilmişdir. Xromatek – Kristal – 5000 – xromatoqrafında aparılmış analizdə xromaton H üzərinə hopdurulmuş (12.0% kütlə) Apiezon M fazası götürülmüş və detektor alovlu-ionlaşma növlü olmuşdur. 80-200°C hüdudunda temperaturun 8°C sürətlə qaldırılma proqramına əsaslanan analizdə qaz daşıyıcı kimi heliumdan istifadə olunmuş və onun miqdarı 60ml/dəq olmuşdur. Analizin nisbi xətası 3.0% təşkil edir.

Tərkibində 1.0 kütlə % nikel və palladium olan H-mordenitlər iştirakı ilə krezolların 1-propanolla alkəlləşmə reaksiyası aşağıdakı reaksiya şəraitində tədqiq edilmişdir: $T=350^\circ\text{C}$, $v=1.0\text{ st}^{-1}$, $v=1:1\text{ mol/mol}$. Müqayisə edici kriteriyalar kimi alkəlləşmə kimyəvi tərkibi, alınan əsas məhsulların çıxımı və selektivliyi götürülmüşdür. 2-,3- və 4-metilfenolların 1-propanolla alkəlləşmə reaksiyasının nəticələri Pd,H-mordenit olan halda 1 sayılı cədvəldə, Ni,H-mordenit iştirakında isə 2 sayılı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1.

Pd,H-mordenit iştirakı ilə krezolların 1-propanolla alkəlləşməsinin nəticələri

Reaksiyanın şəraiti: $T=350^\circ\text{C}$, $v=1.0\text{ st}^{-1}$, $v=1:1\text{ mol/mol}$

Göstəricinin adı	Krezolun izomeri		
	2-metilfenol,	3-metilfenol,	4-metilfenol
1	2	3	4
Krezolun konversiyası, %	39.9	46.5	43.0
Çevrilmiş krezola görə hesablanmış reaksiya məhsulların çıxımı, %			
2-metilfenolun propil efiri	0.5	-	-
3-metilfenolun propil efiri		2.0	-
4-metilfenolun propil efiri		-	1.5

1	2	3	4
2- propil -6-metilfenol	75.5	-	-
2- metil-4- propilfenol	18.5	-	-
2- propil-5- metilfenol	-	72.0	-
2- propil-3- metilfenol	-	12.5	-
3- metil-4- propilfenol	-	8.0	-
2- propil-4- metilfenol			80.5
3- propil-4- metilfenol			3.5
Metilfenolun digər monopropil törəmələri	2.5	1.0	-
Metilfenolun dipropil törəmələri	2.5	3.5	-12.5

Pd,H-mordenit iştirakında 3-metilfenolun 1-propanolla alkilləmə reaksiyasının əsas məhsulları 2-propil-5metilfenol və 2-propil-3-metilfenoldur.

Bu məhsullara görə prosesin ümumi selektivliyi 92.5%, ümumi çıxımı isə 43.0% təşkil edir. 3-metilfenolların 1-propanolla alkilləşməsində əsasən orto- vəziyyətdə elektrofil əvəzetmə (72.0%) baş versədə para və meta vəziyyətlərdə də ümumi əvəzetmə kifayət qədərdir (20.5%). Əmələ gələn 3-metilfenolun dipropil törəmələrinin (selektivlik 3.5%) içərisində üstünlüyü 2,6- dipropil-3-metilfenol təşkil edir. Onun 2,4-dipropil-3-metilfenolla qarışığındakı qatılığı 86.0% olur.

Cədvəl 2.

Ni,H-mordenit iştirakı ilə krezolların 1-propanolla alkilləşməsinin nəticələri
Reaksiyanın şəraiti: T-350°C, v-1.0st⁻¹, v=1:1 mol/mol

Göstəricinin adı	Krezolun izomeri		
	2-metilfenol	3-metilfenol	4-metilfenol
Krezolun konversiyası, %	38.2	49.0	45.0
Çevrilmiş krezola görə hesablanmış reaksiya məhsulların çıxımı, %			
2-metilfenolun propil efiri	1.0	-	-
3-metilfenolun propil efiri		1.5	-
4-metilfenolun propil efiri		-	1.0
2- propil -6-metilfenol	60.5	-	-
2- metil-4- propilfenol	28.5	-	-
2- propil-5- metilfenol	-	68.0	-
2- propil-3- metilfenol	-	11.0	-
3- metil-4- propilfenol	-	10.0	-
2- propil-4- metilfenol		-	78.5
3- propil-4- metilfenol		-	6.0
Metilfenolun digər monopropil törəmələri	4.0	2.0	-
Metilfenolun dipropil törəmələri	4.0	6.5	14.0

Pd,H-mordenit iştirakında 4-metilfenolun 1-propanolla qarşılıqlı təsirindən alınan məhsullara 2-propil-4-metilfenol, 3propil-4-metilfenolun və 2,6-dipropil-4-metilfenol aiddir.

Bu reaksiyada əsasən orto vəziyyətdə əvəzetmə nəticəsində əvvəlcə 2-propil-4-metilfenol (80.5%) daha sonra ardıcıl alkilləşmə reaksiyası ilə 12.5% selektivliklə 2,6-dipropil-4-metilfenol da alınır. Alkilləşmə prosesində krezolların o-alkilləşməsi ilə 0.5-2.0% selektivliklə onların propilefirləri də əmələ gəlir. Krezolların konversiyasına gəldikdə daha yüksək birdəfəlik çevrilmə (46.5%) m-krezola ən az çevrilmə dərəcəsi isə o-izomerə aiddir (39.9%).

Ni,H-mordenit iştirakı ilə monometilfenolların alkiləşmə prosesində alınan nəticələr yuxarıda qeyd olunanlarla oxşar olub kəmiyyətcə bir-birindən fərqlənir. Burada krezolların konversiyası 2-metilfenoldan başqa digər izomerlərdə 2.0-2.5% artır. Orto vəziyyətdə propilləşmənin selektivliyi 3-metilfenolda 3.0%, 4-metilfenolda 1.5% azalır. Bu halda krezolların 1-propanolla alkiləşməsindən alınan digər propil törəmələrin çevrilmiş krezola görə hesablanmış çıxımları qismən də olsa çoxalır. Pd,H-mordenitdən fərqli olaraq Ni,H-mordenit 3-metilfenolun ardıcıl propilləşməsinin sürətini xeyli artırır və alınan alkilatlarla onun selektivliyi ~2 dəfəyə qədər çoxalır (6.5%). 4-metilfenolda da bu artım az da olsa (1.5%) müşahidə olunur. Belə ki, 2,6-dipropil-4-metilfenola görə selektivlik krezolun digər izomerlərinin alkiləşməsində əmələ gələn dipropil törəmələrlə müqayisədə 7.5-10.0% çox olur.

Beləliklə aparılmış təcrübələrin nəticələrindən aydın olur ki, Pd,H-mordenit 2-,3- və 4-metilfenolların 1-propanolla alkiləşməsindən o-izomerlərin müvafiq olaraq 75.5, 84.5 və 80.5% selektivliklə alınması, Ni,H-mordenit isə uyğun olaraq O-alkiləşməni 60.5, 78.0 və 78.5% selektivliklə aparır. İkinci halda alkilatlarla digər izomerlərin payı daha çoxdur (6.0-28.5%). Alınan nəticələr praktiki əhəmiyyət kəsb edir və texnologiyanın yaradılmasında əsas kimi götürülə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Velu S.A. Alkylation of phenol with 1-propanol and 2-propanol over catalysis derived from hidrotalcite-like anionic clays/S.A.Velu, C.S.Swamy-Catalysis Letters 1996, №4, -3.265-272.
2. Тагиев Д.Б. Каталитическое алкилирование крезолов 1-пропанолом /Д.Б.Тагиев, Н.А.Агаева, М.К.Назарова – ЖПХ, 2013, 86(8), - с.1278-1281.
3. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы М.: Химия,- 1976, -376с.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ КРЕЗОЛОВ 1-ПРОПАНОЛОМ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРОВ Ni,H-МОРДЕНИТ И Pd,H-МОРДЕНИТ

Гаджиева Х.А.

Ключевые слова: 2-метилфенол, 3-метилфенол, 4-метилфенол, 1-пропанол, H-морденит, модификатор, алкилирование

Приводятся результаты исследования реакции алкилирования 2-, 3- и 4-метилфенолов 1-пропанолом в проточных условиях. Показано что Pd,H-морденитных катализатор проявляет более о-селективные свойства в получении 2-пропил-6-метилфенола, 2-пропил-4-метилфенола и смеси 2-пропил- и 5-пропил 3-метилфенолов при взаимодействии 2-, 4- и 3-метилфенолов спиртом соответственно. Ni,H-морденит является активным катализатором в синтезе смеси монопропил производных крезолов.

SUMMARY

STUDY OF ALKYLATION REACTION OF CRESOLS WITH 1-PROPANOL WITH THE PARTICIPATION OF Ni,H-MORDENITE AND Pd,H-MORDENITE CATALYSTS

Hajiyeva Kh.A.

Key words: 2-methylphenol, 3-methylphenol, 4-methylphenol, 1-propanol, H-mordenite, modifier, alkylation

The results of the study of the reaction of alkylation of 2-, 3- and 4-methylphenols with 1-propanol under flow conditions are presented. It was indicated that the Pd,H-mordenite catalyst exhibits more o-selective properties in the preparation of 2-propyl-6-methylphenol, 2-propyl-4-methylphenol, and a mixture of 2-propyl- and 5-propyl 3-methylphenols are the interaction of 2-, 4- and 3-methylphenols with alcohol, respectively. Ni, H-mordenite is an active catalyst in the synthesis of a mixture of cresol monopropyl derivatives.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.06.2022
	Son variant	09.09.2022

UOT 631.4

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_49

CƏBRAYIL RAYONUNUN ƏRAZİSİNİN TORPAQ-BİTKİ ÖRTÜYÜNÜN ƏSAS XÜSUSİYYƏTLƏRİ

¹MƏRDANOV İLHAM İLDIRIM oğlu²AĞAYEV TAHİR DÖVLƏT oğlu³SÜLEYMANLI DİLŞAD QÜRBƏT qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2-professor, 3-b.m.

geography.sumqayit@mail.ru

Açar sözlər: eroziya, flora, landşaft, işğal, meşə, ağac, kol, növ

Problemin qoyuluşu. 44 günlük Vətən müharibəsi dövründə şanlı silahlı qüvvələrimiz tərəfindən işğaldan azad olunmuş Cəbrayıl rayonunun ərazisi Qarabağ silsiləsinin cənub-şərq qurtaracağını və Kür-Araz ovalığının Kiçik Qafqazətəyi əyilmə zonasına uyğun gələn Arazboyu düzənliklərin bir hissəsini, yəni Gəyan düzünü əhatə edir. Rayon ərazisinin dövlət sərhəddinə çıxışının olması, işğal dövründə ekoloji terrora, total dağıntılara məruz qalması, bərpa işlərinin aşağı sürətinə səbəb olan mina təhlükəsi şəraitində ərazinin istər mühəndisi, istərsə də landşaft ekoloji baxımından tədqiqini aktual edir.

Xüsusilə ərazinin tədqiqinin aktuallığını buradan Zəngəzur nəqliyyat dəhlizinin keçməsi artırır. Nəqliyyat dəhlizinin fəaliyyəti müxtəlif xidmət sahələrinin, energetika təsərrüfatının yaradılmasını nəzərdə tutur və yaşayış məntəqələrinin bərpasını sürətləndirə bilər. Bu səbəbdən, ərazinin ekoloji şəraitinin qiymətləndirilməsi həm Cəbrayıl rayonunun təbii-təsərrüfat potensialını müəyyən etməyə, həm də, təbiətdən istifadənin optimallaşdırılmasını təmin etməyə kömək edə bilər [1].

Obyekt və metodlar. Nəzərdən keçirilən Cəbrayıl inzibati rayonunun ərazisi Qarabağ silsiləsinin cənub-şərq qurtaracağı ilə Araz çayı arasında yerləşir. Burada düzənlik landşaftları ilə yanaşı dağ landşaftları da formalaşır. Mövcud landşaft xəritələrinin təhlili göstərmişdir ki, ərazi dağ-çöl və quru çöl, şərqdə isə dağ-meşə landşaft qurşağı daxilində yerləşir. Ərazinin təhlili məqsədilə 1:100000 miqyaslı topoqrafik xəritəsindən istifadə edilmiş, səthin meyllik göstəriciləri əsasında landşaftlardan istifadə imkanları nəzərdən keçirilmişdir. Azərbaycanın digər ərazilərində müşahidə edilən əlverişsiz landşaftməhləgətirici proseslərin tədqiqinə həsr olunmuş elmi işlərin təhlili əsasında işğaldan azad olunmuş Cəbrayıl rayonunda da təzahür edən analoji proseslərin qarşısının alınması yolları araşdırılmışdır [2, 3, 4].

Mövcud materialların təhlili rayon ərazisinin flora zənginliyini göstərmiş, biomüxtəlifliyin təmini üçün mina təhlükəsinin aradan qaldırılmasından sonra fəal meşə-meliorasiya və qoruq tədbirlərinin planlaşdırılması zərurətini göstərmişdir.

Təcrübə göstərir ki, relyef, torpaq və ümumən, landşaft şəraitinin qiymətləndirilməsi üçün ölkəmizin digər bölgələrində tətbiq olunmuş məsafədən zondlama materiallarının böyük əhəmiyyəti var və bu materiallar Ermənistan dövləti tərəfindən işğal dövründə həyata keçirilmiş ekoloji terrorun sübutu kimi məhkəmə-istintaq materialları kimi də istifadə edilə bilər. Bu baxımdan əvvəlki onilliklərin aerokosmik fotoçəkiliş materialları ilə müasir dövrün təsvirlərinin müqayisəsi böyük əhəmiyyətə malikdir [5].

Tədqiqatın nəticəsi və müzakirəsi. Uzun illər ərazidə aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, dağətəyi və alçaq dağlıq ərazilərin əsas ekoloji problemlərindən biri, Kiçik Qafqazın digər hissələrində olduğu kimi, torpaq örtüyünün eroziyasıdır [6]. Cəbrayıl rayonunda 2020-ci ilin

payızında hərbi texnikadan istifadə etməklə həyata keçirilmiş ağır döyüşlər bu prosesdə hərbi eroziyanın böyük rolunu üzə çıxarır [7]. Gələcəkdə əkinçilik məqsədilə torpaqdan istifadə zamanı torpaq-ekoloji şəraitin müvazinətini təmin etmək istiqamətli araşdırmalara böyük ehtiyac vardır [8].

İşğaldan azad olunmuş ərazilər bitki örtüyünün növ müxtəlifliyi baxımından bütün Qafqazın ən zəngin regionlarındanıdır. Geobotaniklərin verdiyi məlumata görə, ərazidə ölkədə yayılmış ali bitkilərin 42%-dən çoxu rast gəlinir. Bu, əlbəttə ki, mürəkkəb relyef və iqlim şəraiti ilə bağlıdır. Ərazidə çoxlu sayda dərman, boya və yem bitkiləri yayılmışdır. Bu bitki növləri arasında üskükotu (*Digitalis ferruginea*), qara batbat (*Hyosyamus niger*), çiçəbahar (*Phytolacca americana*) kimi dərman bitkiləri və zirinc, çaytikanı, alma, göyəm, yemişan, əzgil kimi sənaye əhəmiyyətinə malik faydalı bitkilər göstərilə bilər. İşğaldan azad olunmuş Şərqi Zəngəzur və Yuxarı Qarabağ ərazisində meşə bitkiliyi, qarışıq tərkibli kolluqlar, friganoid və bozqır bitkiliyi, qaya bitkiliyi, su-bataqlıq bitkiliyi, subalp və alp çəmənliyi, o cümlədən meşə və kolluqların və bozqır bitkilərin yerində yenidən bərpa olunmuş bitki örtüyü qruplaşmaları formalaşır.

Lakin təəssüf ki, bu qruplaşmaların növ tərkibinə və yayılma areallarına işğal dövründə böyük ziyan dəymişdir. İlk təhlillər bunu təsdiq edir. Qiymətli ağac növlərindən olan palıd, fıstıq və cökə meşələrinin böyük hissəsi vəhşicəsinə qırılmışdır. Məhz bu meşələrin hesabına ermənilər işğal dövründə ağac emalını dəfələrlə artırmışlar.

Eyni zamanda işğal dövründə nadir və nəsli kəsilməkdə olan bir sıra bitki növləri ağır zərbə ilə üzləşmişdir. Bu bitkilərə Şuşa gəvəni, Qarabağ dağ lələsi, Şuşa xaşası, Xarı bülbül adı ilə məşhur olan səhləb, qaraçöhrə, Azad ağacı, hirkan pırkalı, Məryəm noxudu, şternbergiya, yurineya cinslərinin bir sıra növləri və s. aid edilə bilər.

Cəbrayıl rayonu ərazisində bitki örtüyü əsasən, quru çöl və yarımsəhra bitkiliyi, alçaqdağlığın bozqır bitkiliyi (dəniz səviyyəsindən 400-800 m hündürlükdə), alçaqdağlığın meşə-bozqırları (800-1000 m) və dağlıq mezofil meşələri (1000-2000 m) qruplaşmaları yaradır [9].

Ermənistan tərəfindən işğal olunana qədər rayonun meşə-kol landşaftları ərazinin şərqində Dağtumas (1580 m) və Çatandaş (1537 m) zirvələri ətrafında yayılmışlar. Eyni zamanda meşə sahələri 1100-1200 m hündürlüklərdə yerləşən kiçik areallarda da mövcud olmuşdur. Bura qəhvəyi dağ-meşə torpaqları zonasıdır və bozqırlaşmaya meylli sahələrdir. Məlumatlar vardır ki, işğal dövrünə qədər Qarabağın meşə fondunun sahəsi 160000 hektardan çox, o cümlədən, meşə ilə örtülü sahəsi isə 100000 hektardan çox təşkil etmişdir. Meşə örtüyünün məhv olduğu sahələrdə törəmə, yəni ikincili bitki qruplaşmaları, xüsusən kolluq sahələr, qaratikan bitkisinin (*Paliurus spina* – christi Mill) üstünlük təşkil etdiyi şiblyak və şiblyak-yarımsəhra bitkiliyi inkişaf etmişdir. Qarabağ, o cümlədən, Cəbrayıl rayonu meşələrini əmələ gətirən ağac cinsləri arasında Qafqaz vələsi (*Carpinus caucasica*) meşə bitkiliyinin 44%-ni, şərq fıstığı (*Fagus orientalis*) 31%-ni, iberiya palıdı (*Quercus iberica*) və Şərq palıdı (*Q. macranthera*) isə 21%-ni təşkil edirdi. Bu ağac növləri arasında ağcaqayın, göyrüş növləri, Qafqaz cökəsi, qaraçöhrə, qoz, armud, ayı fındığı da rast gəlinirdi. Ərazinin meşələri məhsuldarlıq baxımından orta göstəricilərə malik olsa da, zəngin növ tərkibinə malik idi. Kolluqlar arasında əzgil, zoğal, alça, yemişan, quşarmudu, ayıfındığı, alma, çaytikanı, birgöz, gərməşov və başqa bitkilər seçilirdi. Bu bitkilər qiymətli meyvə və giləmeyvə bitkiləri sayılırdı. Seyrək palıd meşələri taxılkimilərin və müxtəlif otların yayıldığı sahələrdə formalaşır.

Daha rütubətli, kölgəli sahələrdə ayıdöşəyi örtüklü vələs meşəliklərinə rast gəlinirdi. Ot örtüyünün yaxşı inkişaf etməsi səbəbindən bu meşəliklərdə ağacların sıxlığı az olurdu. Fıstıq meşələri əsasən qırtic (*Poa* sp.), çətiyarpaq (*Asperula* sp.), topal (*Festuca* sp.) və qısaayaq (*Brachypodium* sp.) bitkiləri ilə qarışıq əmələ gətirirdi. Həmçinin fındıq (*Corylus* sp.) və qıjılardan (*Polypodiophyta* sp.) ibarət fıstıqlıq sahələri də yayılmışdı. Yuxarı Qarabağda və Şərqi Zəngəzurdə üçüncü dövrün relikt bitkiləri olan pırkal (*Ilex hyrcana*), qaraçöhrə (*Taxus baccata*) fıstıq və vələs meşələrinin yayıldığı sahələrdə müəyyən edilmişdi. Relikt vələsyarpaq Azad ağacı (*Zelkova carpinifolia* (Pall.) C. Koch) meşəliyi Kiçik Qafqazın Araz çayına istiqamətlənmiş yamaclarında 300 ha sahədə qalmışdı. Bunlardan başqa, vaxtlə ərazidə 120-200 il yaşı olan şaxtut ağacları da

qeydə alınmışdı. Müəyyən olunduğu təqdirdə bu ağaclar çox böyük elmi əhəmiyyətə malik olduğundan ciddi surətdə mühafizə olunmalıdır.

Ufantılar üzərində çöl nanəsi, əvəlik, kəkotu, süsən, çasır (ələvi), quzuqulağı, çətiryarpaq, topal, tikanlı kollardan ibarət müxtəlif tragagant tipli bitkilərdən xırda başlıqlı gəvən, tikanlı xaşa, tıs-tıs, yaxud çobanyastığı bitkiləri iri sahələri tuturdu. Alçaq dağlıqda qaratikan kollarının dominant olduğu daşdayanlı şiblək formasıyaları demək olar ki, torpaq səthini örtür. Bu fitosenozda ən çox rast gəlinən bitkilər arasında çobantoxmağı (*Dactylis* sp.), yabanı çovdar (*Secale segetale*), pişikquyruğu (*Phleum* sp.), ayrıqotu (*Agropyron* sp.), üçyarpaqlı yonca (*Trifolium* sp.), kalışvər (*Melica* sp.), dilqanadan (*Galium* sp.) qeyd edilə bilər. Ərazidə kserofil bitkilər sırasında boymadərən (*Achillea* sp.), qısaayağ (*Brachypodium* sp.), məryəmnoxudu (*Teucrium* sp.), topal (*Festuca* sp.), dağnanəsi (*Ziziphora* sp.), kəklikotu (*Thymus* sp.), gəvən (*Astragalus* sp.) göstərilə bilər. Burada olan kolluqlar arasında seyrək halda dağ kserofit və bozqır bitkiləri yayılıb [9].

İşğaldan azad edilmiş Cəbrayıl rayonunun dağlıq hissəsində dəniz səviyyəsindən 600-1200-1500 m hündürlüklər arasında qonur dağ-meşə və qəhvəyi dağ-meşə torpaqları yayılmışdır. Qonur dağ-meşə torpaqlarında humusun miqdarı 5-8% arasında dəyişilir. Torpaqda udulmuş əsasların cəmi 100 qram torpaqda 28-40 mikro ekvivalent təşkil edir. Torpaqda pH göstəricisi 6,0-6,7-dir. Qonur dağ-meşə torpaqları yuyulmuş və meşə altından çıxmış torpaq yarım tiplərinə ayrılır. Bu torpaqlar intensiv surətdə hərbi eroziyaya məruz qalmışlar.

Qonur dağ-meşə torpaqlarından fərqli olaraq, qəhvəyi dağ-meşə torpaqları yağıntıların miqdarının 400-500 mm olduğu, seyrək kolluqlu meşələrin üstünlük təşkil etdiyi sahələrdə yayılmışdır. Bu torpaqlarda humusun miqdarı 6-8% təşkil edir. Qəhvəyi dağ-meşə torpaqları qələvilərdən yuyulmuş, karbonatlı və tipik yarım tiplərə ayrılırlar. Uzun illər ərzində bu torpaqlar üzərində olan meşələr suqoruyucu əhəmiyyətə malik idilər və həmin meşələrin analoji məqsədlə bərpasına ehtiyac vardır.

İşğal dövrünə qədər meşə altından çıxmış sahələrdə qəhvəyi dağ-meşə torpaqları üzərində taxılçılıq, üzümçülük və bağçılıq təsərrüfləri inkişaf etdirilirdi. Cələcəkdə bu təsərrüfat sahələrinin bərpası zamanı bu amil yəqin ki nəzərə alınacaqdır.

Qarabağ silsiləsinin Cəbrayıl rayonunun ərazisinə daxil olan dağətəyi və alçaq dağlıq hissəsi boz-qəhvəyi (şabalıdı) torpaqlar zonasıdır. Burada ərazinin iqlim və relyef xüsusiyyətlərindən asılı olaraq boz-qəhvəyi torpaqların müxtəlif tipləri formalaşır. Bu torpaqlarda humusun miqdarı 3-5%-ə çata bilər. Alçaqdağlıq ərazilər üçün (800-1000 m mütləq hündürlüklər) yüksək münbitliyi ilə səciyyələnən tünd boz-qəhvəyi torpaqlar səciyyəvidir. Məhz bu torpaqlar daha böyük kənd təsərrüfatı əhəmiyyətinə malikdirlər və gələcəkdə həm regionun, həm də ölkənin ərzaq təhlükəsizliyinin təmini işinə böyük tövhə verə bilərlər. İşğala qədər intensiv kənd təsərrüfatı istehsalına cəlb olunması səbəbindən bu torpaqların bir qismi müxtəlif dərəcədə eroziyaya uğramışdır. İşğal və 44 günlük müharibə dövründə torpaq-ekoloji şəraitin pisləşməsinə döyüş əməliyyatları nəticəsində baş vermiş hərbi eroziya da təsir göstərmişdir. Güman etmək olar ki, gələcək bərpa işlərinin bir istiqaməti də burada kompleks torpaq-meliorasiya işlərinin həyata keçirilməsi olacaqdır.

Cəbrayıl rayonunun İranla dövlət sərhəddi boyunca Araz çayının subasarında alluvial-çəmən torpaqları zolağı formalaşır [10]. Nəzərə almaq lazımdır ki, bura Zəngəzur nəqliyyat dəhlizinin keçdiyi ərazidir. Burada yaxın zamanda dəmir yolu xəttinin intensiv fəaliyyəti bərpa olunacaq, bir müddət sonra isə beynəlxalq avtomobil magistralının tikintisi həyata keçiriləcəkdir. Bu səbəbdən, şaxələnməmiş nəqliyyat şəbəkəsinin yaradılması, intensiv təsərrüfat mənimsənilməsi, yaşayış məntəqələrinin sıx yerləşməsi şəraitində torpaqdan istifadənin düzgün planlaşdırılmasına böyük ehtiyac vardır.

İşğala qədər əfsanəvi Şərq çınarı Cəbrayıl rayonunda da qorunurdu. Cəbrayıl yuliya dağlaləsi də qeydə alınmışdı.

Təəssüf hissi ilə demək lazımdır ki, 30 ilə yaxın işğal dövründə Dünya təbiət fondu və digər beynəlxalq təşkilatlar Şərqi Zəngəzurun və Yuxarı Qarabağın bitki örtüyünün məhv edilməsinə göz yummuş və Ermənistan dövlətinə bu barədə heç bir sorğu göndərməmiş, təzyiq göstərməmişlər.

Nəticə. Şərqi Zəngəzurun bir hissəsi olan Cəbrayıl rayonunun təbii şəraitinin tədqiqi sahəsində böyük həcmli işlərin yerinə yetirilməsinə ehtiyac vardır. Meşə örtüyünün bərpası xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Ərazidən Zəngəzur nəqliyyat dəhlizinin keçməsi, gələcəkdə rayonda müxtəlif kənd təsərrüfatı və sənaye sahələrinin yaradılması bu işlərin dinamik surətdə həyata keçirilməsini zəruri edir. Güman etmək olar ki, bu tədqiqatların yerinə yetirilməsinə istər sahəvi, istər akademik institutlarının, istərsə də, universitetlərin alim və mütəxəssislərinin cəlb olunması təmin ediləcək, qiymətli elmi materiallar əldə ediləcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Quliyev İ.Ə., Cəbrayıl rayonunun landşaft planlaşdırılması zamanı torpaq amilinin qiymətləndirilməsi / İ.Ə. Quliyev, T.D. Ağayev, K.Ş. Abdlov // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 4. – P. 44-48.
–DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_44. – EDN V HOURK.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47690226>.
2. Qurbanov E.A. Kür-Araz ovalığında antropogen səhrələşmə və torpaqların deqradasiyası // Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin Əsərləri, XII cild, Azərbaycan təbiətinin ekocoğrafi problemləri, –Bakı, 2007. –s.599-603
3. Yunusov M.İ. Kür-Araz ovalığı müasir landşaftlarının ekoloji vəziyyəti// Azərbaycan Coğrafiya Cəmiyyətinin Əsərləri, XII cild, Azərbaycan təbiətinin ekocoğrafi problemləri, – Bakı, 2007. –s.113-116
4. Qəribov Y.Ə., İsmayılova N.S., Sadıqov T.T. Kür-Araz ovalığının təbii-antropogen landşaftlarının müasir struktur-funksional xüsusiyyətlərinin təhlili) // Azərb. Coğrafiya Cəmiyy. Əsərləri, XVIII cild, Ümummilli lider H.Ə. Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr edilmiş “Qlobal dəyişkənliklər şəraitində geosistemlərin təbii ehtiyat potensialının qiymətləndirilməsi və səmərəli istifadəsi” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, –Bakı, – 2013. –s.75-79
5. Марданов И.И. Формирование ландшафтного разнообразия в субнивальном поясе азербайджанской части Большого Кавказа // Известия Тульского государственного университета, Науки о земле, Выпуск 4, –Тула, Издательство ТулГУ, –2021, ISSN 2218-5194. –с.121-131.
6. Sadıqov R.Ə. Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacının dağ-əkinçilik zonasında torpaqların münbitlik parametrlərinə eroziya prosesinin təsiri (Gədəbəy rayonu təmsalında): / aqrar e. üzrə fəls. d-ru e. dər. al. üçün təq. ed. dis.: 2511.01.; AMEA, Eroziya və Suvarma İn-tu./ –Bakı., 2013. –167 s.
7. Allahverdiyev F.N. Qarabağ bölgəsində eroziya prosesi, erməni təcavüzü nəticəsində əmələ gələn hərbi eroziya və onun fəsadları: / kənd təsər. e. n. al. dər. a. üçün təq. ed. dis.: 03.00.27. AMEA, Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İn-tu./ –Bakı, 2008. –188 s.
8. Allahverdiyev E.R. Qarabağ bölgəsinin aşağı hissəsində qarğıdalı ilə soyanın birgə səpinindən yüksək keyfiyyətli silos kütləsi əldə etmək üçün gübrə normalarının optimallaşdırılması: / Kənd Təsərrüfatı e.n.a.dər.a. üçün təqdim edilmiş dis-nın avtoreferatı: 06.01.04. AMEA, Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu./ –Bakı, 2002. –22 s.
9. Əsgərov A.M. Azərbaycanın işğal altında olmuş ərazilərinin flora və bitkililiyi // Kənd Təsərrüfatının İqtisadiyyatı elmi-praktiki jurnal, № 4 (34) (Xüsusi buraxılış) –Bakı, –2020. – s. 45-51
10. Azərbaycan Respublikası. Milli atlas / –Bakı: Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsi, – 2014, –443 s.

РЕЗЮМЕ
ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
ТЕРРИТОРИИ ДЖАБРАИЛЬСКОГО РАЙОНА

Мəрданов И.И., Агаев Т.Д., Сулейманлы Д.Г.

Ключевые слова: эрозия, флора, ландшафт, оккупация, лес, дерево, кустарник, вид

В данной работе анализируются географические особенности, показатели плодородия почв, основные группировки растительности и ландшафты Джебраильского района, на протяжении многих лет находившегося под оккупацией Армении. На основе собранной информации отмечены редкие растения, видовой состав лесов, направления улучшения ландшафтно-экологической обстановки, важные моменты, которые необходимо учитывать с точки зрения обеспечения экологического баланса при проведении восстановительных работ.

SUMMARY
MAIN FEATURES OF THE SOIL AND VEGETATION COVER
OF THE TERRITORY OF THE JABRAIL REGION

Mərdanov I.I., Ağayev T.D., Süleymanlı D.G.

Key words: erosion, flora, landscape, occupation, forest, tree, shrub, kind

This work analyzes the geographical features, fertility indicators of soils, main vegetable groups and landscapes of the Jabrayil region, which has been occupied by Armenia for many years. On the basis of the collected information, rare plants, species composition of forests, directions of improving the landscape-ecological situation, important points to be taken into account in terms of ensuring ecological balance during the restoration works were noted.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.02.2022
	Son variant	04.04.2022

SUMQAYIT ŞƏHƏRİNİN YAŞILLAŞDIRILMASINDA İSTİFADƏ OLUNAN AĞAC VƏ KOL BİTKİLƏRİNİN MİKOBİOTASININ DOMİNANT NÖVLƏRİ

¹NAMAZOV NİZAMİ RZA oğlu

²SULTANOVA NATELLA HƏSƏNXAN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2 - dosent, b.e. f.d.

nizami.namazov63@gmail.com

Açar sözlər: *yaşıllaşdırma, mikrobiota, mikromiset, fitopatogen, mikotoksin, allergen, toksigen, opportunist.*

Məlumdur ki, göbələklər mövcud oduqları mühitdə məskunlaşdıqları substratlarla müxtəlif tiplərdə ekotrofik əlaqələr qururlar. Bunların arasında saprotroflar, biotroflar və politroflarla bərabər, həm də insan səhhəti üçün ciddi təhlükə mənbəyi ola bilən allergenlərə, opportunistlərə və toksigenlərə də rast gəlinir. Qeyd edək ki, yaşıllaşdırmada tətbiq olunan bitki növləri də göbələklərin əsas qidalanma və məskunlaşma yerlərindəndir [1,2, 3]. Bu cür göbələk növləri Azərbaycan Respublikasının Abşeron- Xızı İqtisadi rayonunun tərkibinə daxil olan, respublika tabeli böyük şəhər olan Sumqayıtın yaşıllaşdırılmasında istifadə olunan bitki növləri üzərində də rast gəlinir. Yaşıllaşdırılmasında istifadə olunan bitki növləri ətraf mühit və insanlar üçün nə qədər xeyirli olsa da, onların mikobiotasına daxil olan bir çox zərərli göbələk növləri bu bitkilərə yoluxaraq bəzən nəinki həmin bitkilərin özlərinə, eləcə də onların ətrafında mövcud olan insanların sağlamlığına öz neqativ təsirini göstərir. Ona görə də yaşıllaşdırmada istifadə olunan bitki növlərinin mikobiotasının öyrənilməsi nəinki biologiya, tibb və aqrar elmlərin, o cümlədən mikrobiologiya və mikologiyanın da aktual istiqamətlərindən hesab olunur [4, 5].

Material və metodlar. Tədqiqatımızda, 2018-2021-ci illərdə Sumqayıt şəhərinin müxtəlif mikrorayon və məhəllələrinin, buradakı məktəb və bağçaların, ictimai və özəl obyektlərin həyətyanı sahələrində, o cümlədən Nəsimi parkı və Dənizkənarı bulvar ərazisində, köhnə şəhər qəbristanlığının ərazisində yaşıllaşdırma məqsədi ilə əkilmiş ağac və kol bitkilərinin göbələk olması ehtimal edilən vegetativ və generativ orqanlarından ümumilikdə, 800-dən çox nümunə götürmüş və qarşıya qoyulan məqsədə müvafiq analiz etmişik.

Göbələklərin tədqiqat obyektləri kimi seçilmiş bitkilərdən götürülmüş nümunələrdən ayrılması və onların təmiz kulturalarının alınması üçün aqarlaşdırılmış səməni şirəsindən (ASS), düyülü aqardan (DA), nişastalı aqardan (NA) və kartoflu aqardan (KA), eləcə də aqarlaşdırılmış Capek və Çapek-Doks kimi bir sıra standart qidalı mühitlərdən istifadə etmişik [6].

Göbələklərin identifikasiyası alınan təmiz kulturaların kultural-morfoloji əlamətlərinə əsasən həyata keçirilmiş və bu məqsədlə analogi göstəricilərə görə hazırlanan təyinedicilərdən və Beynəlxalq Mikologiya Assosiasiyasının (BMA) rəsmi saytında [7] olan baza məlumatlarından istifadə edilmiş, adlandırılması və sistemləşdirilməsi isə məlum saytların [8] materiallarına, eləcə də bəzi müəlliflərin işlərində [9] göstərilən prinsiplərə əsasən həyata keçirilmişdir.

Eksperimental hissə. Tədqiq olunan bitki növləri və onların mikobiotası haqqında məlumat aşağıdakı cədvəldə verilmişdir:

№	Bitki növləri	Mikobiotasındakı göbələk növləri	Növlərin daxil olduğu şöbələr
1	Eldar şamı (<i>Pinus eldarica</i> Medw.)	Lachnelula pini, Lophodermium pinastri, Coccophacidium pini, Phasidium infestans, Melampsporacia pinitorque, Zythia pinastri, Zythia resinae, Dothichiza ferruginosa	Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota
2	Adi şam (<i>Pinus silvestris</i> L.)	Rosellina necatrix, Coccophacidium pini, Cytospora schulzeri, Dothichiza ferruginosa	Ascomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota
3	Uzunsov və ya adi ardıc (<i>Juniperus communis</i> L.)	Gymnosporangium clavariaeformae, Pithya cupressi	Basidiomycota, Ascomycota,
4	Həmişəyaşıl sərv (<i>Cupressus sempervirens</i> L.)	Pithya cupressi	Ascomycota
5	Adi küknar (<i>Picea exselsa</i> Link.)	Rosellina necatrix, Cytospora schulzeri	Ascomycota, Deuteromycota
6	Himalay sidri (<i>Cedrus deodara</i> Loud.)	Pithya cupressi	Ascomycota
7	Həmərsin və ya itburnu (<i>Rosa canina</i>)	Diplodia persicae Sacc., Phyllosticta rosarum Pass., Septoria rosae	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
8	Ağ qızılgül (<i>Rosa alba</i> L.)	Rosellina necatrix, Marssonina rosae	Ascomycota, Deuteromycota,
9	Çoxçiçəkli qızılgül (<i>Rosa multiflora</i> Thunb.)	Marssonina rosae, Coryneum microstictum, Septoria rosae	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
10	Rozmarin (<i>Rozmarinus officinalis</i>)	Mucor corticola, Aspergillus ochraceus	Zygomycota, Deuteromycota
11	Yapon saforası (<i>Sophora yaponica</i>)	İnonotus hispidus	Basidiomycota
12	Tozağacı (<i>Betula pendula</i>)	Fomitopsis pinicola, Dipodascus albidus, Taphrina carnea, Microsphaera betulae, Ciboria betulae	Basidiomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota
13	Şərq çınarı (<i>Platanus orientalis</i> L.)	Phellinus igniarius, Stiqmina platani	Basidiomycota, Deuteromycota
14	Ağcaqayın yarpaqlı çinar (<i>Platan acerifolia</i> Will)	Epicoccum sp. Gleosporium nervisequum	Deuteromycota, Deuteromycota
15	Əncir (<i>Ficus carica</i> L.)	Macrosporium commune, Macrosporium bifurcum Stemphylium ilicis, Stemphylium botryosum, Verticillium albo-atrum, Phyllactinia suffulta, Cladosporium herbarum, C.cladosporioides, C.transchellii,	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
16	Ağ tut (<i>Morus alba</i> L.)	Cylindrosporium maculans, Phellinus igniarius	Deuteromycota, Basidiomycota

*Sumqayıt şəhərinin yaşıllaşdırılmasında istifadə olunan ağac və
kol bitkilərinin mikobiotasının dominant növləri*

17	Qara tut (Morus nigra)	Phellinus igniarius Cylindrosporium maculans,	Basidiomycota, Deuteromycota,
18	Adi göyrüş (Fraxinus excelsior L.)	Heteroporus biennis, Fomitopsis pinicola, Shizophyllum commune, Fomes fomentarius, Gymnosporangium cornutum, Phoma euphyra, Dothichiza populea	Basidiomycota, Basidiomycota, Basidiomycota, Basidiomycota, Basidiomycota, Askomycota, Deuteromycota
19	Avropa zeytunu (Olea europaea L.)	Macrophoma oleae, Phyllactinia suffulta, Curvularia pallescens, Rosellinia necatrix, Cylindrosporium olivae, Phoma dictamni, Verticillium albo-atrum	Askomycota, Askomycota, Askomycota, Askomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
20	Ərik (Prunus)	Coccomyces hiemalis, Phoma pirina Cooke.	Ascomycota, Deuteromycota
21	Qarağac (Ulmus foliaceae Gilib.)	Ophiostoma ulmi, Ophiostoma novo-ulmi, Lachnelula wilcomii, Gnomonia ulmea, Cylindrosporium ulmi, Phyllosticta lacerans,	Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota
22	Ağcaqovaq (Populus alba L.)	Cytospora chrysosperma, Venturia terminalae, Melampsoracia pinitorque,	Ascomycota, Deuteromycota, Basidiomycota,
23	Titrək qovaq (Populus tremula L.)	Marsonnina populi, Cytospora schulzeri, Dothichiza populea, Discosporium populeum	Basidiomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Ascomycota,
24	Qara qovaq (Populus nigra L.)	Marsonnina populi, Dothichiza populea	Basidiomycota, Deuteromycota,
28	Ağqovaq (Populus alba L.),	Ciboria amentaceae, Dothichiza populea	Ascomycota, Ascomycota
25	Adi albalı və ya gilənar (Cerasus vulgaris)	Coccomyces hiemalis, Cylindrosporium hiemale,	Ascomycota, Deuteromycota,
26	Qafqaz yemişanı (Crataegus caucasica C.Koch.)	Aspergillus niger, Stereum hirsutum, Phytophthora parasitica, Microsphaera grossulariae, Phoma grataegicola	Deuteromycota, Basidiomycota, Oomycota, Ascomycota, Deuteromycota,
27	Adi yemişan (Crataegus pentagyna)	Cladosporium herbarum, Cladosporium gossypii, Alternaria chrysanthemi, Stemphylium ilicis, Phyllosticta grataegicola, Septoria grataegi	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
28	Tikanlı yemişan (Crataegus oxyacantha)	Diplodia grataegi, Septoria grataegicola, Sphaeropsis demersa	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota
29	Ürəkvari cökə (Tilia cordata Mill.)	Pleurotus ostreatus, Fomitopsis pinicola, Shizophyllum commune	Basidiomycota, Basidiomycota, Basidiomycota

30	Qafqaz cökəsi (<i>Tilia caucasica</i> Rupr.)	<i>Mucor circinelloides</i> , <i>Phellinus igniarius</i> , <i>Heteroporus biennis</i> , <i>Gnomonia tiliae</i> , <i>Rosellina quercina</i>	Zygomycota, Basidiomycota, Basidiomycota, Ascomycota, Ascomycota
31	Çöl ağcaqayını (<i>Acer cmpestre</i> L.)	<i>Rhytisma acerinum</i> , <i>Uncinula aceris</i> , <i>Diplodia acerina</i> , <i>Coryneum notarisianum</i> , <i>Gleosporium acericola</i>	Ascomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
32	Göyrüşyarpaq ağcaqayın (<i>Acer negundo</i> L.)	<i>Unkinula tulasnei</i> , <i>Rhutisma pinctatum</i> , <i>Oidium aceris</i> , <i>Cladosporium epiphyllum</i> , <i>Ascochyta aceris</i>	Ascomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota
33	Ağ akasiya (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	<i>İnonotus hispidus</i> , <i>Heteroporus biennis</i>	Basidiomycota Basidiomycota
34	Sarı akasiya (<i>Caragana arborescens</i>)	<i>Trichokladia caraganae</i>	Ascomycota
35	Adi yasəmən (<i>Syringa vulqaris</i> L.)	<i>Mucor corticola</i> , <i>Heterosporium syringae</i> , <i>Alternaria chrysanthemi</i> , <i>Pleospora herbarum</i>	Zygomycota, Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota
36	Adi palıd(<i>Quercus robur</i> L.)	<i>Microsphaera alphitodes</i> , <i>Phellinus igniarius</i> ,	Ascomycota, Basidiomycota,
37	Şabalıdyarpaq palıd (<i>Quercus castaneifolia</i> C.A.M.)	<i>Phellinus igniarius</i> , <i>Nummularia bullardi</i> , <i>Rosellina quercina</i>	Basidiomycota, Ascomycota, Ascomycota
38	Sallaq söyüd (<i>Salix babylonica</i> L.)	<i>Valsa sordaria</i> , <i>Marsonnina populi</i>	Ascomycota, Basidiomycota
39	Cənub söyüdü (<i>Salix australior</i> Anderss.)	<i>Capnodium salicinum</i> , <i>Marsonnina populi</i>	Ascomycota, Basidiomycota,
40	Adi badam (<i>Prunus dulcis</i>)	<i>Monilia laxa</i> , <i>Monilia fructigena</i> , <i>Fuzicladium amygdali</i> , <i>Gloesporium amygdalinum</i> , <i>Oidium leucoconium</i> , <i>Exoascus deformans</i> , <i>Sphaerotheca pannosa</i> , <i>Clasterosporium carpophilum</i> , <i>Septoria amygdali</i>	Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota, Deuteromycota
41	Tikanlı və ya daim yaşıl iydə (<i>Elaeaqnus pungens</i> Thunb.)	<i>Phyllactinia suffulta</i> , <i>Armillaria mellea</i> , <i>Pestalotia eleagni</i> , <i>Septoria eleagni</i>	Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota
42	Nar (<i>Punica granatum</i> L.)	<i>Zythia versioniana</i> Sacc., <i>Phoma punicae</i> Tassi., <i>Aspergillus castanea</i> Patt., <i>Fusicladinin lereieri</i> Magn., <i>Sphaeropsis malorum</i> , <i>Sphaceloma punicae</i>	Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota,
43	Adi qızılağac (<i>Alnus glutinosa</i>)	<i>Ciboria amentaceae</i> , <i>Phyllactinia suffulta</i> , <i>Trematosphaeria pertusa</i> ,	Ascomycota, Ascomycota, Ascomycota,

		Diatrype disciformis, Phoma alnea, Colletrichum alni, Gleosporium alnicola,	Ascomycota, Deuteromycota, Deuteromycota, Deuteromycota
44	Qafqaz quşarmudu (<i>Sorbus caucasica</i>)	Phyllosticta sorbi West. Septoria sorbi Lasch.	Deuteromycota, Deuteromycota,

Nəticə. Aparılan tədqiqatlardan aydın oldu ki, Sumqayıt şəhərinin yaşıllaşdırılmasında əsasən 44-ə yaxın ağac və kol növündən istifadə edilir ki, onların mikobiotasının formalaşmasında da 112- dən artıq göbələk növü iştirak edir. Bunların əksəriyyəti fitopatogen növlərdir və ədəbiyyat məlumatlarına görə ən azı 28 adda xəstəlik törədirlər. Beləliklə həm öz tədqiqatlarımızdan, həm də ədəbiyyat məlumatlarından məlum olur ki, onların arasında saprotroflar, biotroflar və politroflarla yanaşı, insan sağlamlığı üçün ciddi təhlükə mənbəyi hesab olunacaq allergenlərə, opportunistlərə və toksigenlərə də rast gəlinir.

Tədqiqatımızdan məlum olan göbələk növlərinin, demək olar ki, hamısı əsasən Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota və Deyteromycota şöbələrinə, başqa sözlə həqiqi göbələklər (Mycota) aləminə aiddirlər, hansı ki, bunların içərisində də anomorf formalar əksəriyyət təşkil etmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Mehdiyeva, N.P. Azərbaycanın dərman florasının biomüxtəlifliyi / N.P.Mehdiyeva, –Bakı: Letterpress, –2011, –186 s.
2. Azərbaycanın ağac və kolları / –Bakı:Elm, –1970, –с. III, –323s
3. Авдеева Е.В., Особенности роста древесных растений в урбанизированной среде / Е.В.Авдеева, Е.А.Авдеева. Проблемы озеленения крупных городов: альманах. –М.: Прима-М, –2008. –с.8-12
4. Болезни культурных растений / Под общей редакцией В.А. Павлюшина. –СПб, 2005. –288 с.
5. Васильев О.Д. Условно-патогенные грибы как показатели санитарного благополучия окружающей среды / Успехи медицинской микологии, –2007, т.9, –с.39-42.
6. Методы экспериментальной микологии / Под. ред. Билай В.И. –Киев: Наукова думка, 1982, –500 с.
7. <http://www.cbs.knaw.nl/databases>
8. <http://www.mycobank.org/MycoTaxo.aspx>
9. <http://www.plantarium.ru/page/find.html>

РЕЗЮМЕ

ДОМИНАНТНЫЕ ВИДЫ МИКОБИОТ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДА СУМГАИТА

Намазов Н.Р., Султанова Н.Г.

Ключевые слова: озеленение, микобиота, микромицет, фитопатоген, микотоксин, аллерген, токсиген, оппортунист

Проведенные исследования показали, что в озеленении города Сумгаита используется около 44 видов деревьев и кустарников. В формировании их микобиот участвуют более 112 видов грибов. Большинство из них фитопатогены и около 28 видов из них могут вызвать заболевания. Таким образом, из наших собственных исследований и литературных данных станет известно, что наряду с сапротрофами, биотрофами и политрофами встречаются и грибы аллергены, оппортунисты и токсигены, который считаются источником серьезного заболеваний для здоровья человека.

Почти все виды грибов, перечисленные в нашем исследовании, относятся в основном к отделениям Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota и Deuteromycota, другими словами к миру настоящих грибов (Mycota), среди которых аноморфные формы занимают основное место.

SUMMARY
DOMINANT SPECIES OF MYCOBIOTE WOOD AND SHRUB PLANTS
USED IN GREENING THE CITY OF SUMGAIT

Namazov N.R., Sultanova N.H.

Key words: *gardening, mycobiota, micromycete, phytopathogen, mycotoxin, allergen, toxigen, opportunist.*

The conducted studies have shown that about 44 species of trees and shrubs are used in the landscaping of the city of Sumgayit. More than 112 species of fungi are involved in the formation of their mycobiotes. Most of them are phytopathogens and about 28 species of them cause diseases. Thus, from our own research and literature data, it will become known that, along with saprotrophs, biotrophs and polytrophs, there are also fungi allergens, opportunists and toxigens, which are considered a source of serious diseases for human health.

Almost all fungal species known from our study belong mainly to the divisions Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota and Deuteromycota, in other words, to the world of true fungi (Mycota), among which anomorphic forms predominate in the main plac.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.04.2022
	Son variant	02.06.2022

UOT 681.51

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_60

AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ SİSTEMLƏRİNİN PAYLANMIŞ HETEROGEN VERİLƏNLƏR BAZALARINA ƏSASLANAN BİLİKLƏR BAZASININ TƏŞKİLİ ÜÇÜN MULTIAGENT SİSTEMİN İŞLƏNMƏSİ

¹HÜSEYNOV AQİL HƏMİD oğlu²SƏLİMOVA MEHRİBAN RƏŞİD qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1 – professor, 2 - assistant

mehriban_mr@mail.ru

Açar sözlər: multiagent sistemlər, idarəetmə agenti, heterogen, verilənlər, biliklər.

Mürəkkəb obyektlərin layihələndirilməsi zamanı avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin (ALS) verilənlər bazasında gələcəkdə müəyyən təhlillərdən sonra məlumatların istismarında və ya təkmilləşdirilmiş analoqların layihələrində faydalı ola biləcək böyük miqdarda verilənlər toplanır. Təhlil dedikdə, biliklərin verilənlərdən çıxarılması – verilənlər toplusundan biliyin əvvəllər naməlum, praktiki olaraq faydalı və əlçatan şərtlərinin çıxarılmasının iterativ prosesi başa düşülür. Bilik kimi klasterlər, assosiativ qaydalar, produksiya qaydaları, neyron şəbəkələr və s. ola bilərlər. Müasir istehsal şəraitində mürəkkəb məlumatların layihələndirilməsi mərhələsində ümumi məsələnin müəyyən hissələrini həll etmək üçün xüsusi ALS istifadə edən, ərazicə bir-birindən aralı təşkilatlar cəlb oluna bilərlər. Bu halda verilənlər müxtəlif paylanmış strukturlaşdırılmış (verilənlər bazası, verilənlərin saxlanması və s.) və strukturlaşdırılmamış (İnternet, mətn faylları və s.) mənbələrdə saxlanılır. Belə mənbələrdən biliklərin çıxarılması aşağıda qeyd olunan səbəblərdən çətin məsələdir:

- yerli mənbələrdə müxtəlif məlumat strukturlarının fərqli quruluşda olması;
- məlumatlarda natamamlıq, uyğunsuzluq və digər səhvlər;
- verilənlərin müxtəlif fiziki təbiəti, fərqli dəqiqlik və etibarlılıq;
- verilənlərin böyük həcmli və ölçüləri;
- strukturlaşdırılmamış mənbələrdən biliyin çıxarılmasının çətinliyi.

Hazırda paylanmış mənbələrdən bilik əldə etmək üçün üç yanaşma məlumdur [1].

Birinci yanaşma – Verilənlərin intellektual təhlili (VİT) lokal mənbələrdən alınan bütün verilənləri birləşdirilmiş vahid verilənlər toplusuna daxil edir. İkinci yanaşmada VİT alqoritmləri müstəqil şəkildə verilənlərin yerli verilənlər toplusuna tətbiqini reallaşdırır və sonra nəticələrin qismən birləşdirilməsi aparılır. Üçüncü yanaşma – iki yanaşmanın birləşdirilməsi olaraq 4 mərhələyə bölünür:

- 1) yerli verilənlər toplusunun vahid verilənlər toplusunda birləşdirilməsi;
- 2) verilənlər toplusunda axtarış və səhvlərin aradan qaldırılması;
- 3) hesablamaların tapşırıqlar və ya verilənlər üzrə paralelləşdirilməsi;
- 4) nəticələrin qismən birləşdirilməsi.

Bu işdə üçüncü yanaşmanın tətbiqi məsələlərinə baxılır. Bu yanaşma qəbul edilmiş müddət ərzində hesablamaların paylanması və tapılmış səhvlərdən təmizlənmiş, tətbiq sahəsinə aid toplanmış biliklərdən daha yaxşı nəticələr əldə etməyə imkan verir [2].

VİT-də verilənlərin mənbələrinin paylanması və hesablamaların paylanması biliklərin çıxarılmasına çoxagentli yanaşmanı şərtləndirir, bu yanaşmada hər agent tapşırıq haqda müəyyən

təsəvvürlərə malikdir və onun bəzi hissələrini yerinə yetirə bilər. Bu halda agentlər öz aralarında fəaliyyət göstərərək formalizə olunmayan məsələləri həll etməyə qadirdirlər.

Tətbiqi çoxagentli sistemlərin (ÇAS) işlənməsi iki mərhələdən ibarətdir: predmet sahəsinin analizi mərhələsi və tətbiqi sistemin analizi mərhələsi. Bu zaman analiz mərhələsinin məqsədi heç bir layihə detallarını təsvir etmədən sistemi və onun quruluşunu başa düşməkdir, layihələndirmə mərhələsinin məqsədi isə - analiz mərhələsində təsvir olunmuş mücərrəd həlləri və anlayışları daha aşağı abstraksiya səviyyəli modelə çevirməkdir.

Məqsəd çoxagentli sistemlərin işlənməsinin birinci mərhələsi hesab olunan predmet sahəsinin təhlilidir, burada agent modellərin təsvirindən və onların qarşılıqlı əlaqələrinin təsvirindən ibarət olan ÇAS-lərin təşkilati modelinin qurulması məsələsini həll etməlidir.

Predmet sahəsinin təhlili. Biliklərin verilənlər bazalarından çıxarılması prosesini 4 mərhələyə bölmək olar:

- Biliklərin çıxarılması məsələsinin qoyuluşu;
- Təhlil üçün verilənlərin toplanılmasına hazırlıq;
- Verilənlərin intellektual təhlili;
- Çıxarılmış biliklərin yadda saxlanması, tətbiqi və vizuallaşdırılması.

Məsələnin qoyuluşu mərhələsində biliklərin çıxarılması məqsədi, biliklərin çıxarılması üçün mənbələr, tələb olunan biliklər və onların keyfiyyətinə tələbatlar müəyyən edilir.

Növbəti mərhələdə müxtəlif mənbələrdən məlumatların toplanması, onların birləşdirilməsi və zənginləşdirilməsindən ibarət olan yüksək keyfiyyətli məlumat toplusunun təhlil üçün hazırlanması problemi həll edilir. Bu mərhələdə əsas problem məlumat mənbələrinin heterogenliyi ilə əsaslandırılır ki, bu da yerli mənbələrdən məlumatların spesifikasiyasında istifadə olunan terminlərin semantikasının qlobal birmənalılığının təmin edilməsi zərurətidir [3].

Təhlil üçün verilənlər toplusunun bir neçə mənbədən alınan məlumatları birləşdirərək formalaşmasının nəticəsi, analiz alqoritmlərinin işinə və çıxarılan biliklərin keyfiyyətinə təsir göstərə bilən çoxlu sayda səhvlərin olmasıdır. Mövcud məlumatlardan adekvat bilik əldə etmək üçün onların ilkin emalı üsullarından istifadə olunur. Onlara iki mərhələ daxildir: səhvlərin aşkar edilməsi və aradan qaldırılması. Birinci mərhələdə məlumatlar "çirklənmə" üçün yoxlanılır, onlarda xətalərin olub-olmaması və hansı növə aid olduğu müəyyən edilir.

Aşkar edilmiş çatışmazlıqlardan asılı olaraq növbəti mərhələdə təmizləmə, oxşarların birləşdirilməsi, ziddiyyətlərin aradan qaldırılması, çatışmayan dəyərlərin doldurulması və s. üçün müxtəlif alqoritmlər tətbiq edilir [4].

Verilənlər toplusunun ilkin emalından sonra VİT tapşırığı seçilir. VİT-in iki əsas vəzifəsi var: proqnozlaşdırma (təsnifat, regressiya) və təsvir (klasterləşdirmə, vizuallaşdırma və assosiasiya qaydalarının axtarışı). Alqoritmlərin işini müqayisə etmək və optimal nəticəni seçmək üçün analiz tapşırığından asılı olaraq bir və ya bir neçə VİT alqoritmı seçilir.

Hər bir VİT alqoritmı mövcud ilkin məlumatlardan, hesablama resurslarından, həmçinin alınan nümunələrin tələb olunan növündən və keyfiyyətindən asılı olaraq öz tətbiq xüsusiyyətlərinə malikdir. Verilənlər toplusunu tətbiq olunan alqoritm baxımından optimal olan konkret təsvirə, formata və ya formaya çevirmək üçün aşağıdakı prosesləri özündə birləşdirən ikinci dərəcəli məlumat emalı həyata keçirilir:

- anomal qiymətlərin axtarışı;
- kodlaşdırma və normallaşdırma;
- ən əhəmiyyətli atributların seçilməsi;
- atribut sahəsinin ölçülərinin azalması;
- qruplaşdırma, filtrləmə və toplama;
- proqnozlaşdırma probleminin həlli üçün təlim və sınaq nümunələrinin hazırlanması.

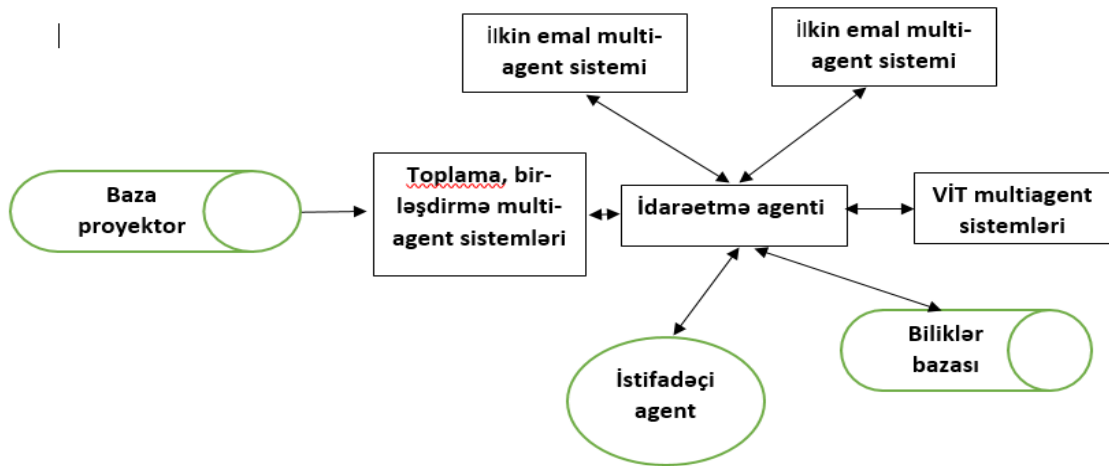
Məlumat toplusunun hazırlanması prosesinin çıxışında həll olunan problem baxımından optimal formata gətirilmiş, aşkar edilmiş xətalardan təmizlənmiş və seçilmiş VİT alqoritmlərinin tətbiqi üçün uyğun olan verilənlər toplusu formalaşır.

VİT mərhələsində seçilmiş alqoritmlər istənilən nəticə əldə olunana qədər müxtəlif parametrlərlə bir neçə dəfə tətbiq oluna bilər. İlk verilənlər toplusunda tətbiq edilən VİT-* alqoritminin keyfiyyətini müəyyən etmək üçün birinci mərhələdə qarşıya qoyulan məqsədlər nəzərə alınmaqla əldə edilmiş asılılıqlar qiymətləndirilir və şərh edilir. Bu mərhələdə çıxarılan biliklərin adekvatlığı və əhəmiyyəti yoxlanılır - əldə edilmiş biliklər istifadə olunan verilənlər toplusu üçün təsadüfi olub-olmaması və bütövlükdə bu mövzu sahəsi üçün qeyri-səciyyəvidir. Modelin adekvatlığının müstəqil qiymətləndirilməsini əldə etmək üçün sınaq onun qurulmasında iştirak etməyən yeni məlumatlar üzərində aparılır, sınaq üçün istifadə olunan məlumatlar isə model imzasına uyğun olmalıdır.

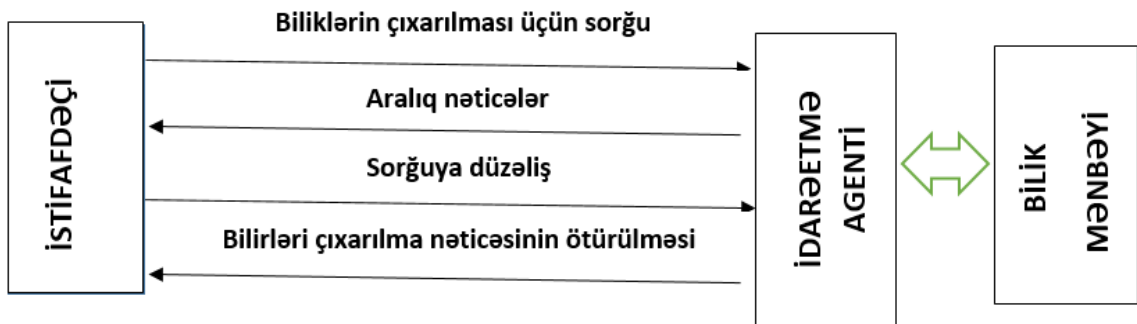
Son mərhələ çıxarılan biliyin tətbiqi və vizuallaşdırılmasıdır ki, bu zaman əldə edilmiş biliklər bəzi ilkin məlumatların model daxilinə təqdim edilməsi və göstərilən çıxış nəticəsinin əldə edilməsi yolu ilə yeni problemlərin həlli üçün tətbiq edilir. Modelin istifadəsi zamanı istifadəçi modeli tətbiq edərkən hansı məlumatlara ehtiyacı olduğunu dəqiqləşdirməlidir. Bu, modelin yeni məlumatlara tətbiqini optimallaşdırmağa imkan verəcəkdir [5].

Paylanmış heterogen ALS verilənlər bazalarından bilik çıxarma sisteminin multiagent arxitekturası aşağıdakılardan ibarətdir: predmet oblastının analizi və bütün sistemin işini əlaqələndirmək üçün məsul olan komponentlər (şəkil 1).

Təhlil üçün verilənlər toplusunun hazırlanmasının birinci mərhələsində - biliklərin çıxarılması məqsədinin qoyulması - ÇAS iki əlaqələndirici agentdən (şəkil 2) ibarətdir: istifadəçi və interfeys agent.



Şəkil 1. Verilənlər bazasından biliklərin çıxarılması üçün ÇAS-ın təşkilati strukturu.

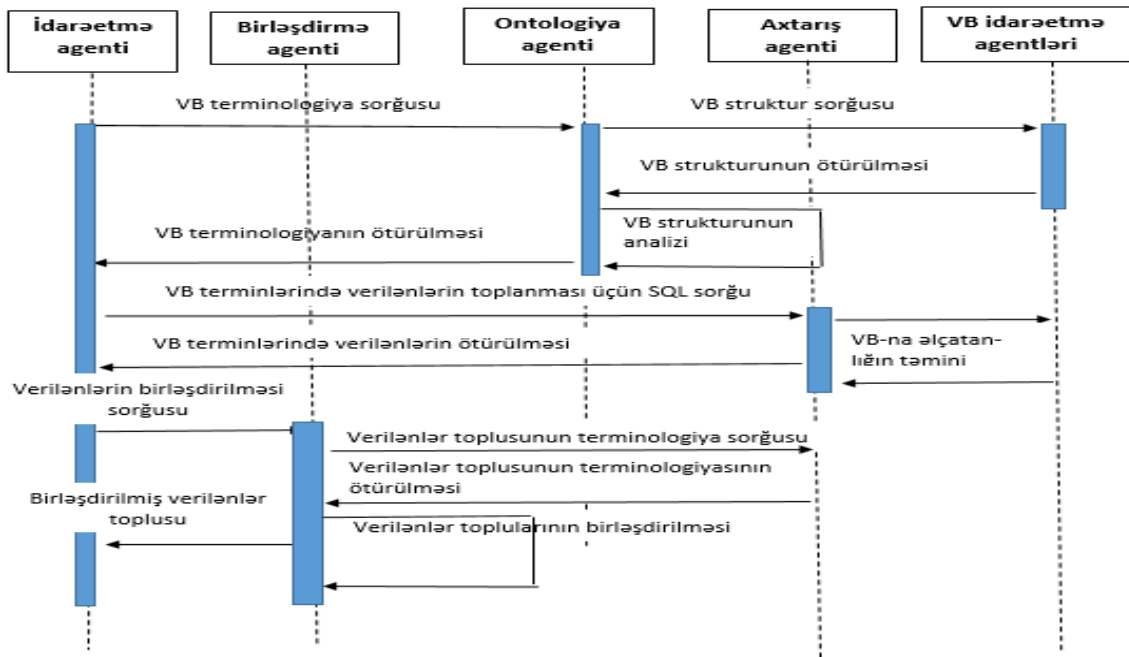


Şəkil 2. İstifadəçi və idarəedici agentin qarşılıqlı əlaqəsi.

Məlumatların toplanması, birləşdirilməsi və zənginləşdirilməsi mərhələsində multiagent sistemləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- Ontologiya agentləri - yerli mənbələrin məlumat strukturlarının predmet sahəsinin ontologiyasının şərtləri ilə təhlili və müqayisəsinə cavabdehdir;
- Verilənlər bazasının idarəetmə agentləri — yerli mənbənin məlumat strukturu haqqında məlumatlara malikdir və yerli mənbənin məlumatlarına çıxışın təmin edildiyi şlüz rolunu oynayır;
- axtarış agentləri – yerli mənbələrdə ardıcıl (bir agent) və ya paralel (bir neçə agent) məlumat axtarışına cavabdehdir. Paralel məlumat axtarışının üstünlüyü yüksək məhsuldarlıqlı hesab olunur, çünki axtarış bütün verilənlər bazalarında eyni vaxtda bir neçə agent tərəfindən həyata keçirilir. Paralel məlumat axtarışının çatışmamazlığı məlumat toplusunun axtarış agentindən idarəetmə agentinə ötürülməsi zamanı şəbəkədə yüksək yükün olmasıdır;
- verilənlərin birləşdirilməsi agentləri – bir neçə verilənlər toplusunu bir yerə birləşdirməyə cavabdehdir.

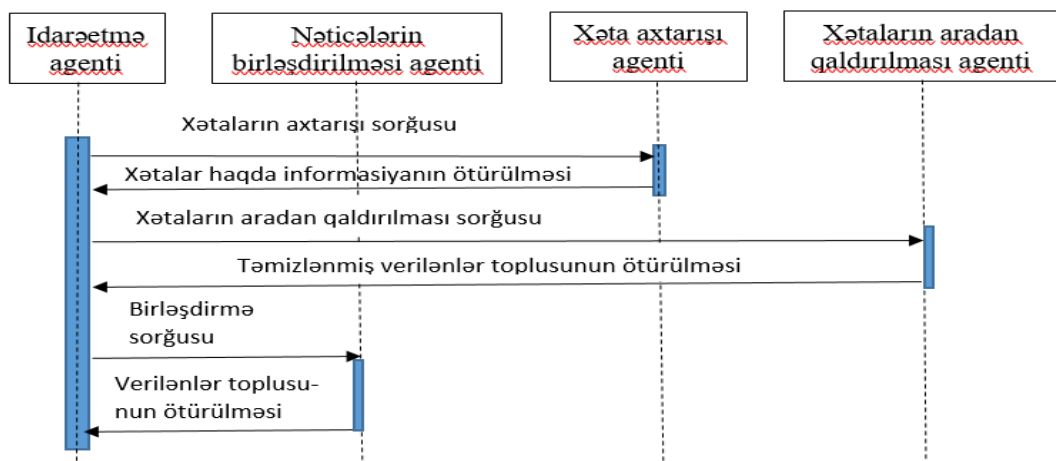
Verilənlər toplusunun xaricdən zənginləşdirilməsi tapşırığı müxtəlif axtarış meyarları, informasiya bazaları ilə əlaqədə məlumatların toplanması və birləşdirilməsi multiagent sistemləri ilə həll edilə bilər.



Şəkil 3. Analiz üçün verilənlərin toplanması və birləşdirilməsi multiagent sistemləri.

Verilənlər toplusunun ilkin emalının multiagent sistemləri. Verilənlər toplusunun ilkin emalı mərhələsində multiagent sistemlər (şəkil 4) aşağıdakılardan ibarət olur:

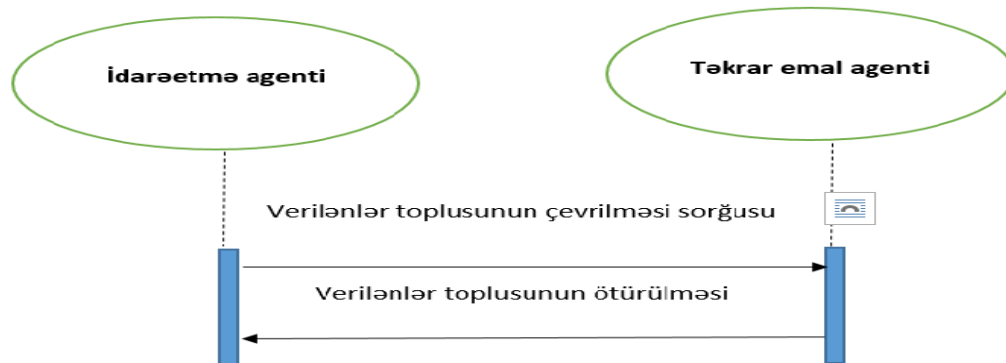
- səhvlərin axtarışı agentləri - verilənlər toplusunda seçilmiş səhvlərin ardıcıl (bir agent) və ya paralel (bir neçə agent) axtarışına cavabdehdir;
- səhvlərin aradan qaldırılması agentləri – seçilmiş səhvlərin ardıcıl (bir agent) və ya paralel (bir neçə agent) aradan qaldırılmasına cavabdehdir;
- Nəticələrin birləşdirilməsi agentləri - Sazlamanın xüsusi nəticələrini vahid verilənlər bazasında birləşdirmək üçün cavabdehdir (paralel sazlama üçün).



Şəkil 4. Verilənlər toplusunun ilkin emalı multiagent sistemləri.

Qeyd edək ki, verilənlər toplusunun keyfiyyəti hər bir xətanın aradan qaldırılma ardıcılığından asılı olaraq fərqlənə bilər. Verilənlər toplusunun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün müəyyən verilənlər toplusu üçün optimal ardıcılığı müəyyən etmək üçün səhvlərin aradan qaldırılmasının fərqli ardıcılığı ilə ilkin emal aparmaq lazımdır. Bu halda keyfiyyətin qiymətləndirilməsi meyarı məlumat dəstlərinin keyfiyyətinin ekspert qiymətləndirməsi ola bilər.

Verilənlər toplusunun təkrar emalının multiagent sistemləri. Verilənlər toplusunun təkrar emalı mərhələsində (şək. 5) idarəetmə agent verilənlər toplusunu emal etmək üçün təkrar emal agentinə sorğu göndərir. Təkrar emal agentlərinin sayı analiz üçün istifadəçi tərəfindən seçilmiş alqoritmlərin sayı ilə müəyyən edilir.



Şəkil 5. Verilənlər toplusunun təkrar emalının multiagent sistemləri.

Verilənlərin təkrar emalı agentləri idarəetmə agentlərindən verilənlərin hansı formada olması haqqda informasiyanı alır, onların üzərində lazımi dəyişiklikləri aparır və sonrakı analizə ötürürlər.

Verilənlərin intellektual analizləri multiagent sistemləri. Bu mərhələdə multiagent sistemlər aşağıdakılardan ibarət olurlar:

- hesablama agentləri – VİT agentlərinə öz hesablama resurslarını təqdim edir;
- analiz nəticələrinin müqayisəsi agent – analiz nəticələrinin seçilmiş kriteriya üzrə müqayisəsinə cavabdehdir;
- biliklər bazasının idarəetmə agent – çıxarılmış biliklərin yadda saxlanması üçün idarəetmə agentinin biliklər bazasına əlçatanlığını təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Радченко И.А. Интеллектуальные мультиагентные системы. Учебное пособие / И.А. Радченко. –СПб.: БГТУ, 2006. –88 с.
2. Тарасов, В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – М. : Эдиториал УРСС, –2002. –352 с.
3. Səlimova M.R.. Obyektyönlü proqramlaşdırma dilinin tətbiqi ilə multiagent sistemlərin layihələndirilməsinin bəzi aspektləri // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XXIII Respublika elmi konfransı, –Bakı, Az.İMU, –2019. –s.83-87
4. Səlimova, M. R. Q. Unifikasiyalı modelləşdirmə dilinin tətbiqi ilə multiagent sistemlərin layihələndirilməsinin bəzi aspektləri / M. R. Q. Səlimova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2019. – Vol. 19. – No 4. – P. 86-93. – EDN ZNJKZD.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43167234>
5. Hyseynov A.H. Agent technology at computing option of flexible manufacture system element and composed structure. Advanced Mathematical Models and Applications, volume 1, №1, 2016, p. 20-27.
6. Лихтенштейн В.Е., Мультиагентные системы: самоорганизация и развитие / Лихтенштейн В.Е., Коняевский В.А. Росс Г.В. и др. –М.: Изд-во Финансы и статистика, –2022, –264 с.

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ БАЗЫ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гусейнов А.Г., Салимова М.Р.

Ключевые слова: многоагентные системы, управляющий агент, гетерогенные, данные, знания.

В статье рассматривается процесс извлечения знаний из распределенных баз данных систем автоматизированного проектирования с различной информационной структурой. Цель состоит в том, чтобы разработать архитектуру подсистемы для извлечения знаний из распределенных разнородных баз данных. Разработана модель мультиагентной системы для извлечения знаний из распределенных разнородных баз данных. Описаны основные модели агентов и их взаимодействие друг с другом.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF A MULTI-AGENT SYSTEM FOR ORGANIZING A KNOWLEDGE BASE BASED ON DISTRIBUTED HETEROGENEOUS DATABASES OF COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS

Hyseynov A.H., Salimova M.R.

Key words: multiagent systems, control agent, heterogeneous, data, knowledge.

The article discusses the process of extracting knowledge from distributed databases of computer-aided design systems with different information structures. The goal is to develop a subsystem architecture for extracting knowledge from distributed heterogeneous databases. A model of a multiagent system has been developed to extract knowledge from distributed heterogeneous databases. The main models of agents and their interaction with each other are described.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.06.2022
	Son variant	08.09.2022

UOT 005.6 (004.94)

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_66

Z-İNFÖRMAŞİYAYA ƏSASLANAN QƏRAR QƏBULETMƏ MƏSƏLƏSİNƏ ELECTRE ÜSULUNUN TƏTBİQİ

CABBAROVA KÖNÜL İMRAN

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dosent
konul.jabbarova@mail.ru

Açar sözlər: MCDM, ELECTRE üsulu, uyğunluq matrisi, uyğunsuzluq matrisi, Z- ədəd.

Hazırda rəqabət mühitində təchizatçının uğurlu seçim prosesi istehsal təşkilatlarının tərəqqisi üçün çox vacibdir [1]. Təchizatçının seçilməsi bir çox meyarları əhatə edən çoxkriteriyalı bir problemdir. [1] - də ELECTRE üsulu mövzu tədqiqatının illüstrasiyası ilə müzakirə olunur.

[2]-də ELECTRE üsulundan istifadə edərək investisiya qrupunun əldə edilməsi üçün yerli imkanlar qiymətləndirilir . Dəyəri və digər müqavilə tələblərini nəzərə alan dörd alternativ var. [2]-də bəzi tövsiyələrə uyğun olaraq Türkiyədə yerli satınalma alternativlərinin seçilməsinə təsir edən altı əsas amil: maliyyə göstəriciləri, icazə və akkreditasiya, mühasibat uçotu və inzibati, texniki infrastruktur, personal bilik və təcrübə, müştəri portfeli göstərilmişdir. Meyarları qiymətləndirmək üçün AHP üsulu istifadə edilmişdir. Daha sonra alternativlərin sıralanması üçün ELECTRE üsulundan istifadə olunur.

Real məsələlər, adətən həm qeyri-dəqiqlik, həm də informasiyanın qismən etibarlılığı xarakterizə olunur. Bu cür informasiyaları nəzərə alaraq, professor L.Zadə Z-ədədlər nəzəriyyəsi ilə sürdü [3-6]. Bu məqalədə Z-informasiyaya əsaslanan təshizatçı seçimi məsələsinə ELECTRE üsulunun tətbiqinə baxılır.

Məsələnin qoyuluşu və həlli. Bursanın toxuculuq sənaye zonasında yerləşən tekstil şirkəti köynəklər istehsal edir [7]. Şirkət üçün müştəri məmnuniyyəti üçün keyfiyyət və qiymətləndirmə amilləri vacibdir. Beləliklə, düzgün təshizatçı seçimi şirkət üçün strateji cəhətdən vacibdir. Bu cür məsələlər informasiyanın qeyri-müəyyənliyi ilə xarakterizə olunur. Bununla əlaqədar olaraq, Z-informasiya çərşivəsində təshizatçı seçimi məsələsinə ELECTRE üsulunun tətbiqini nəzərdən keçirəcəyik. Burada, 3 təshizatşısı f_1, f_2, f_3 və 5 meyar c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 var.:

Z-ədəd-qiymətli informasiyaya əsaslanan təshizatşısı məsələsinin ELECTRE üsulun alqoritmi vasitəsilə həllini nəzərdən keçirək.

Birinci addımda, Z-ədədli qərar matrisini quraq. Bütün meyarlar Z-ədədlərlə təsvir olunub. $f_{ij} = (A_{ij}, B_{ij})$ (Cədvəl 1). Həmçinin hər bir meyarın vaciblik çəkili də Z-ədədlərlə təsvir olunub. Bütün vaziblik çəkili Cədvəl 2-də verilib.

Cədvəl 1.

Z-informasiya əsaslı qərar matrisi

c_1	c_2
$f_1 \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.82 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.96 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.99 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.7 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.76 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.92 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.99 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.9 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 1 \end{matrix} \right\}$
$f_2 \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.56 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.76 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.92 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.7 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.36 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.56 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.76 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.9 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 1 \end{matrix} \right\}$
$f_3 \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.71 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.88 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.98 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.7 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.44 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.64 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.84 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.8 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.9 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 1 \end{matrix} \right\}$

c_3	c_4			
f_1	$\left\{ \frac{0}{0.76} \frac{1}{0.92} \frac{0}{0.99} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.69} \frac{1}{0.89} \frac{0}{0.99} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$		
f_2	$\left\{ \frac{0}{0.36} \frac{1}{0.56} \frac{0}{0.76} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.36} \frac{1}{0.56} \frac{0}{0.76} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$		
f_3	$\left\{ \frac{0}{0.44} \frac{1}{0.64} \frac{0}{0.84} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.58} \frac{1}{0.78} \frac{0}{0.94} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$		

c_5	
f_1	$\left\{ \frac{0}{0.69} \frac{1}{0.89} \frac{0}{0.99} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$
f_2	$\left\{ \frac{0}{0.42} \frac{1}{0.62} \frac{0}{0.82} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$
f_3	$\left\{ \frac{0}{0.18} \frac{1}{0.38} \frac{0}{0.58} \right\} \left\{ \frac{0}{0.7} \frac{1}{0.8} \frac{0}{0.9} \right\}$

Cədvəl 2.

Meyarların vaciblik çəkirləri		
No	Meyar	Çəkirlər
C_1	Keyfiyyət	$\left\{ \frac{0}{0.2} \frac{1}{0.23} \frac{0}{0.24} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$
C_2	Qiymət	$\left\{ \frac{0}{0.15} \frac{1}{0.2} \frac{0}{0.23} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$
C_3	Çatdırılma vaxtı	$\left\{ \frac{0}{0.18} \frac{1}{0.22} \frac{0}{0.24} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$
C_4	Texnologiya	$\left\{ \frac{0}{0.14} \frac{1}{0.18} \frac{0}{0.22} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$
C_5	Rahatlıq	$\left\{ \frac{0}{0.12} \frac{1}{0.17} \frac{0}{0.21} \right\} \left\{ \frac{0}{0.8} \frac{1}{0.9} \frac{0}{1} \right\}$

İkinci addımda, çəki əmsallı qərar matrisi aşağıdakı kimi qurulur: [10]:

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 f_{11} & w_2 f_{12} & \dots & w_n f_{1n} \\ w_1 f_{21} & w_2 f_{22} & \dots & w_n f_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 f_{m1} & w_2 f_{m2} & \dots & w_n f_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{və} \quad \sum_{j=1}^n w_{ij} = 1 \quad (8)$$

Alınmış nəticələr Cədvəl 3-də verilib.

Cədvəl 3.

Z-informasiya əsaslanan çəki əmsallı qərar matrisi

	C_1	C_2
y_1	$\left\{ \frac{0}{0.16} \frac{1}{0.22} \frac{0}{0.24} \right\} \left\{ \frac{0}{0.59} \frac{1}{0.73} \frac{0}{0.84} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.11} \frac{1}{0.18} \frac{0}{0.23} \right\} \left\{ \frac{0}{0.66} \frac{1}{0.81} \frac{0}{0.94} \right\}$
y_2	$\left\{ \frac{0}{0.11} \frac{1}{0.17} \frac{0}{0.22} \right\} \left\{ \frac{0}{0.59} \frac{1}{0.73} \frac{0}{0.84} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.05} \frac{1}{0.11} \frac{0}{0.17} \right\} \left\{ \frac{0}{0.66} \frac{1}{0.81} \frac{0}{0.94} \right\}$
y_3	$\left\{ \frac{0}{0.14} \frac{1}{0.2} \frac{0}{0.24} \right\} \left\{ \frac{0}{0.59} \frac{1}{0.73} \frac{0}{0.84} \right\}$	$\left\{ \frac{0}{0.07} \frac{1}{0.13} \frac{0}{0.19} \right\} \left\{ \frac{0}{0.66} \frac{1}{0.81} \frac{0}{0.94} \right\}$

	C_3	C_4
y_1	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.14 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.2 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.24 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.59 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.86 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.1 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.16 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.22 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.66 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.82 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.93 \end{matrix} \right\}$
y_2	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.06 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.12 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.18 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.59 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.86 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.05 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.1 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.17 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.66 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.82 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.94 \end{matrix} \right\}$
y_3	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.08 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.14 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.2 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.59 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.86 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} / \\ 0.08 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.14 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.21 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.66 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.82 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.93 \end{matrix} \right\}$

	C_5
y_1	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.08 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.15 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.21 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.58 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$
y_2	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.05 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.1 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.17 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.59 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$
y_3	$\left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.02 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.06 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.12 \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} 0/ \\ 0.58 \end{matrix} \begin{matrix} 1/ \\ 0.73 \end{matrix} \begin{matrix} 0/ \\ 0.9 \end{matrix} \right\}$

Uçuncü addımda, razılıq və narazılıq çoxluqları aşağıdakı kimi tapılır [8]:

$$C_{ab} = \{j | y_{aj} \geq y_{bj}\}$$

The narazılıq çoxluğu

$$D_{ab} = \{j | y_{aj} < y_{bj}\} \quad a, b \in \{f_i : i = 1, \dots, M\}$$

$$C_{12} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$D_{12} = \{\emptyset\}$$

$$C_{13} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$D_{13} = \{\emptyset\}$$

$$C_{21} = \{\emptyset\}$$

$$D_{21} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$C_{23} = \{5\}$$

$$D_{23} = \{1, 2, 3, 4\}$$

$$C_{31} = \{\emptyset\}$$

$$D_{31} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$C_{32} = \{1, 2, 3, 4\}$$

$$D_{32} = \{5\}$$

Növbəti addımda, razılıq və narazılıq matrisləri qurulur:

$$C_{ab} = \sum_{j \in C_{ab}} w_j$$

$$C = \begin{vmatrix} - & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & \dots & c_{2m} \\ \vdots & & & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & - \end{vmatrix}$$

$$C = \begin{vmatrix} - & (0.79 \ 11.14)(0.43 \ 0.64 \ 0.85) & (0.79 \ 11.14)(0.43 \ 0.64 \ 0.85) \\ - & - & (0.12 \ 0.17 \ 0.21)(0.8 \ 0.91) \\ - & (0.58 \ 0.83 \ 1.02)(0.37 \ 0.59 \ 0.85) & - \end{vmatrix}$$

Narazılıq matrisinin d_{ab} elementləri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$d_{ab} = \frac{\max_{j \in D_{a,b}} |v_{aj} - v_{bj}|}{\max_j |v_{aj} - v_{bj}|}$$

$$D = \begin{pmatrix} - & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & \dots & d_{2m} \\ \vdots & & & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & - \end{pmatrix}$$

$$D = \begin{pmatrix} - & - & - \\ (0.041 \ 22.5)(0.33 \ 0.52 \ 0.78) & - & (0.06 \ 116)(0.35 \ 0.53 \ 0.76) \\ (0.06 \ 115.8)(0.3 \ 0.42 \ 0.7) & (0.031 \ 21.4)(0.25 \ 0.44 \ 0.73) & - \end{pmatrix}$$

Beşinci addımda, dominant razılıq matrisi hesablanır.

$$\bar{c} = \frac{1}{M(M-1)} \sum_{a \in \{f_i\}, a \neq b} \sum_{b \in \{f_i\}, a \neq b} c_{ab}$$

$$\bar{c} = \frac{1}{3(3-1)} \cdot ((0.79 \ 11.14)(0.43 \ 0.64 \ 0.85) + (0.79 \ 11.14)(0.43 \ 0.64 \ 0.85) +$$

$$+ (0.12 \ 0.17 \ 0.21)(0.8 \ 0.9 \ 1) + (0.58 \ 0.83 \ 1.02)(0.37 \ 0.59 \ 0.85)) =$$

$$= (0.38 \ 0.5 \ 0.585)(0.13 \ 0.3 \ 0.67)$$

Burada, $\bar{c}$ -kritik dəyərdir. Bu dəyər orta dominantlıq indeksi ilə tapılır: Beləliklə, aşağıdakı şərtlərə əsasən Bool matrisi qurulur:

$$\begin{cases} q_{ab} = 1 & \text{if } c_{ab} \geq \bar{c} \\ q_{ab} = 0 & \text{if } c_{ab} < \bar{c} \end{cases} \quad Q_{a,b} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Beşinci addımda dominant narazılıq matrisi hesablanır.

Narazılıq üstünlüyü narazılıq indeksi ilə hesablanır:

$$\bar{d} = \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^m d(a,b) / m(m-1)$$

$$\bar{d} = \frac{1}{3(3-1)} \cdot ((0.041 \ 22.5)(0.33 \ 0.52 \ 0.78) + (0.06 \ 116)(0.35 \ 0.53 \ 0.76) +$$

$$+ (0.06 \ 115.8)(0.3 \ 0.42 \ 0.7) + (0.031 \ 21.4)(0.25 \ 0.44 \ 0.73)) =$$

$$= (0.03 \ 0.67 \ 12.62)(0.02 \ 0.1 \ 0.38)$$

Narazılıq indeksinin matrisi (G) aşağıdakı kimi olar:

$$\begin{cases} g(a,b) = 1 & \text{if } d(a,b) \leq \bar{d} \\ g(a,b) = 0 & \text{if } d(a,b) > \bar{d} \end{cases} \quad G(a,b) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Növbəti addımda, ümumi dominant indeksinin matrisini alırıq:

$$e(a,b) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Yeddinci addımda az əlverişli alternativləri kənarlaşdırılır.

E matrisi hər bir alternativ üçün seçim ardıcılığını təmin edir, yəni əgər $e(a,b)=1$ -sə, onda a alternativini b alternativindən yaxşı seçimdir. E matrisinin $e=1$ halının az olduğu sətri silinir. Beləliklə, digər alternativlərdən üstün olan alternativ, ən yaxşı alternativ olur.

Nəticə. Bu məqalədə təchizatçı seçimi üçün ELECTRE üsulundan istifadə olunub. Alternativlərin və çəkilərin qiymətləri Z-ədədlərlə təsvir olunub. Z-informasiyaya əsaslanan narazılıq və razılıq indeksinin matrisləri hesablanmış və alınan nəticələr bu üsulun effektivliyini göstərir

ƏDƏBİYYAT

1. Birgün, S., Cihan, E.: Supplier selection process using ELECTRE method. In: IEEE International Conference on Intelligent Systems and Knowledge Engineering, pp.634-639. IEEE, Hangzhou, China (2010). doi:10.1109/ISKE.2010.5680767
2. Yücel, M.G., Görener, A.: Decision Making for Company Acquisition by ELECTRE Method. Int. J. Supply Chain Manag.5(1), 75-83 (2015).
3. Aliev, R.A. Alizadeh, A.3V., Huseynov O.H.: The arithmetic of discrete Z-numbers. Inf. Sc. 290, 134-155 (2015). doi.org/10.1016/j.ins.2014.08.024
4. Aliev, R.A., Alizadeh, A.V., Huseynov, O.H.: Jabbarova KI. Z-number based Linear Programming. Int. J. Intell. Syst. 30(5), 563-589 (2015).
5. Aliev, R.A., Huseynov, O.H.: Decision theory with imperfect information / –Singapour: World Scientific (2014).
6. Aliev, R.A., Huseynov, O.H., Aliyev R.R., Alizadeh, A.V.: The Arithmetic of Z-numbers. Theory and Applications. –Singapore: World Scientific (2015).
7. Arikan Kargı V. S. Supplier Selection For A Textile Company Using The Fuzzy TOPSIS Method. Yönetim ve Ekonomi 23(3), –789-803 (2016).
8. Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, S. N., Ray, T. Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach. Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, (J.G. Webster, Ed.), John Wiley & Sons, –New York, NY, 15, –pp. 175-186, (1998).
9. Cabbarova, K. İ. Kadrlar şöbəsi üçün Z-əsaslı qərar qəbulətmə məsələsinin həlli / K. İ. Cabbarova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21. – No 4. – P. 58-63. – DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_58. – EDN NKGXUG.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47690229>

РЕЗЮМЕ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРЕ К ПРОБЛЕМЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ Z-ИНФОРМАЦИИ

Джаббарова К.И.

Ключевые слова: MCDM, метод ELECTRE, матрица соответствия, матрицы несоответствия, Z-число.

В статье исследуется задача выбора поставщика, применяется один из важных методов многокритериального принятия решений - метод ELECTRE с информацией Z. Все значения каждого критерия и веса важности характеризуются Z-числами. Полученные результаты показывают обоснованность и эффективность предложенного метода.

SUMMARY
APPLICATION OF THE ELECTRA METHOD TO THE PROBLEM
OF DECISION-MAKING BASED ON Z-INFORMATION

Jabbarova K.I.

Key words: *MCDM, ELECTRE method, concordance matrice, discordance matrice, Z-number.*

The article examines the problem of choosing a supplier, applies one of the important methods of multi-criteria decision-making - the ELECTRE method with information Z. All values of each criterion and importance weight are characterized by Z-numbers. The results obtained show the validity and effectiveness of the proposed method..

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.01.2022
	Son variant	05.04.2022

UOT 654.

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_72

TƏHSİLDƏ BULUD HESABLAMALARININ TƏTBİQİ VƏ RİSKLƏRİN TƏDQIQI

HƏSƏNOVA NAZLI ƏLİ qızı*Bakı Dövlət Universiteti, dosent*ictnazli@gmail.com

***Açar sözlər:** bulud hesablamaları, tədris sistemləri, virtual mühit, bulud xidmətləri, informasiya təhlükəsizliyi.*

Müasir texnologiyaların inkişafı insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrinə mühüm təsir göstərməklə bərabər təhsil kimi əhəmiyyətli sistemlərdə də yeni texnologiyalara tələbat artmaqdadır. Yeni texnologiyaların təkamülü təhsil prosesinin bütün aspektlərini: tədris otaqlarının xarakterini, məzmunun keyfiyyətini, metodologiyaları, tələbələrin fəaliyyətə cəlb olunması üsullarını, qiymətləndirməni dəyişir. Bulud hesablamaları, mobil hesablamalar, paylanmış hesablamalar sistemləri, süni intellekt, Big data, Blockchain kimi texnologiyalar bütün dünyada təhsil sistemində böyük dəyişikliklərə səbəb olmuşdur.

Bulud texnologiyaları - ümumi kompüter resursları toplusunu (şəbəkə, serverlər, məlumat anbarları, proqramlar və xidmətlər) sorğu əsasında şəbəkə vasitəsilə əldə etməyə imkan verən modeldir. Bulud texnologiyaları müəyyən bir konstruksiya kimi çıxış edir və bu konstruksiya vasitəsilə kompüter resurslarının virtuallaşmış infrastrukturunu ümumi İnternet şəbəkəsindən istifadə etməklə istifadəçilərə xidmətlər şəklində təqdim olunur.

Bulud hesablamalarının tətbiqi ilə əlverişli və yenilikçi təhsil mühiti yaradan infrastruktur, platforma və təhsil xidmətləri təklif edilə bilər. Belə bir mühit təhsil alanları ilə keyfiyyətli təhsil müəssisələri arasında əməkdaşlıq etməyə imkan verir. Bulud hesablamalar modelinin həm müəllimlər, həm də təhsil müəssisələri üçün faydaları var. Bulud xidmətlərinin təhsil üçün üstünlüklərini müxtəlif cəhətlərdən nəzərdən keçirmək olar. Bulud xidmətlərinin universitetlərə və tələbələrə faydalarına aşağıdakılar daxildir [2]:

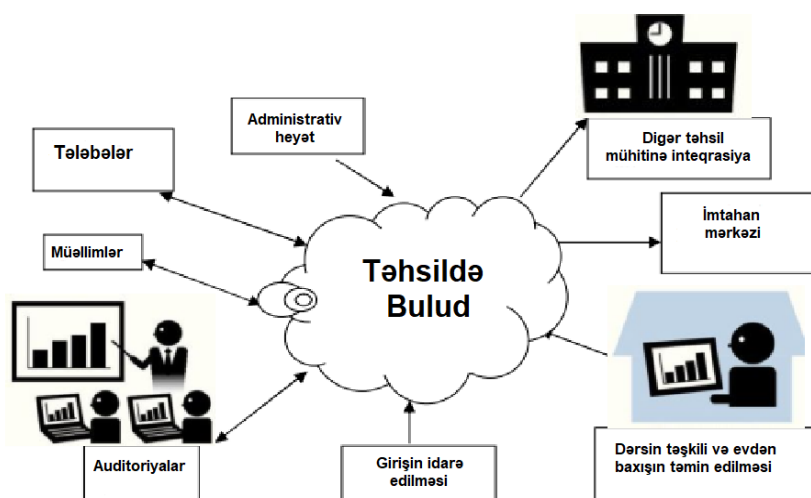
1. **Tədris prosesini daha səmərəli edir.** Buludda ən çox akademik qaynaqları onlayn mövcud olan e-learning (distant təhsil) və b-learning (qarışıq təhsil) proqramları, habelə əhəmiyyətli kurslar istifadə olunur. Bulud hesablamaları fərqli binalar və şəhərciklər olan universitetlərdə idarəetməni daha səmərəli edir. Məsələn, çap olunmuş akademik sənəd mərkəzi arxivdə saxlanıla bilər və universitetin müxtəlif bölmələri hər an universitetin istənilən yerindən onlayn nüsxəni əldə edə bilərlər.
2. **Xərcləri azaldır.** Bulud əsaslı xidmətlər universitetlərə xərcləri azaltmağa və inkişaf edən təhsil ehtiyaclarını ödəmək üçün yeni texnologiyaların istifadəsini sürətləndirməyə kömək edirlər. Tələbələr ofis tətbiqlərini bu proqramları satın almadan, quraşdırmadan kompüterlərində pulsuz istifadə edə bilərlər. Universitet yalnız istifadə etdiyi xidmətlərə və yaddaş sahəsinə görə ödəniş etdiyinə görə informasiya texnologiyaları əməliyyatları və investisiya xərcləri azalır. Ali təhsil müəssisələri istənilən yerdən onlayn istifadə ediləcək xüsusi proqram paketlərini icarəyə götürə bilər, bu da məhdud sayda kompüter üçün fərdi proqram lisenziyalarının alınması xərclərini xeyli azaldır.
3. **Birgə işi gücləndirir.** Həm tələbələr, həm müəllimlər, həm də idarəedici personal müəyyən bir proqram quraşdırmadan kompüterlərindən məlumatları əldə edə bilərlər. Bu girişi çevik

edir və idarələrarası əməkdaşlığı asanlaşdırır. Bir sahə ümumi məlumat bazalarına qeydlər təqdim edərkən, başqa bir sahə digər qeydləri əldə edə bilər. Eyni zamanda mətn sənədləri, təqdimatlar və cədvəllər fərqli insanlar tərəfindən eyni anda hər hansı bir kompüterdən tərtib edilə bilər, bu da məlumatların keyfiyyətinin artırılmasına kömək edir.

4. **Məlumatların ehtiyat nüsxələrini saxlayır.** Proqram mütəxəssisləri bunu "ehtiyat" adlandırırlar: eyni məlumatlar birdən çox yerdə saxlanılır. Bulud hesablamaları məlumatları dünya üzrə geniş serverlərdə saxlayır. Bu, hər dəqiqədə sürətli girişə zəmanət verməyə kömək edir və müəyyən bir serverdə hər hansı bir fiziki və ya rəqəmsal problem olduqda və ya hər hansı kritik məlumatların itirilməsi təhlükəsi olduqda məlumatların ehtiyat nüsxəsini universitetə verir.
5. **Müstəqil öyrənmə.** İnternet bağlantısı olan hər hansı qurğudan istifadə edərək tələbələr öyrənmə tərzlərinə və maraqlarına uyğun geniş məlumat mənbələrini və proqram vasitələrinə əldə edə bilərlər.
6. **Əlçatanlıq.** Xidmətlərin əlçatanlığı təhsildə bulud texnologiyasından istifadə edən istifadəçi tərəfindən ən çox arzu olunandır. İstifadəçi hər hansı bir yerdən daxil olub məlumat əldə edə bilər. İstənilən yerdən istənilən zaman xidmət əldə edə bilmək təhsil prosesini daha da asanlaşdırır.
7. **Dostluq interfeysi.** İstifadənin mürəkkəbliyinə görə narahat olmağa ehtiyac yoxdur. İstifadəçi platformaları intuitiv interfeysə malikdir, onları anlamaq və işləmək asandır.

Bulud texnologiyaları istifadəçilərə İnternet vasitəsilə məlumatları idarə etməyə və əldə etməyə imkan verir. Tipik ali təhsil müəssisəsinin buludunun istifadəçiləri tələbələr də daxil olmaqla universitetin idarə heyəti, imtahan mərkəzi, tyutorlar, müəllimlər ola bilər. Bütün istifadəçilərə müvafiq işləri üçün ayrıca giriş təqdim olunur. Müəllimlər fənlərə uyğun mühazirələri, əlavə tədris materiallarını, tapşırıqları və testləri bulud serverinə yükləyə bilər. Tələbələr istənilən internet bağlantısı olan yerdə kompüterlərdən və digər elektron qurğulardan istifadə edərək müəllimlər tərəfindən paylaşılan tədris materiallarını əldə edə bilərlər. Bununla yanaşı, müəllimlərin tədris materialları və metodlarını təkmilləşdirə bilmək imkanı da yaranır [1].

Bu cür təhsil tələbələrə dərslər zamanı ilə birgə digər günlərdə də dərslərə hazırlaşmaq və nəzərdən keçirmək üçün tədris materiallarından istifadə etməyə imkan verir. Bulud hesablama sistemlərinin istifadəsi zamanı əməliyyat xərclərinin azaldılması, serverlər və tədris materiallarının digər təhsil mühitinə inteqrasiya edilməsi hesabına həyata keçirilə bilər. Şəkil 1. istənilən təhsil müəssisəsinin buludunu xarakterizə edə bilər.



Şəkil 1. Təhsil buludunda mövcud olan xidmətlər

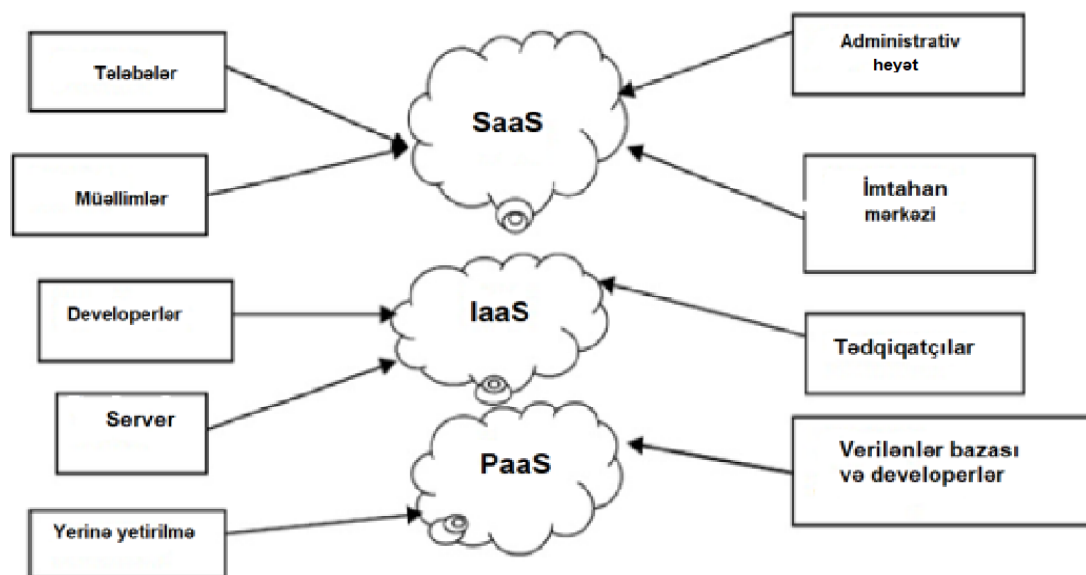
Bulud texnologiyalarında istifadəçilərə müxtəlif xidmətlərin təqdim olunması üç baza modeli (SaaS, PaaS, IaaS) və digər törəmə modellər əsasında həyata keçirilir. Baza modelləri birlikdə SPI model adlanır, burada SPI – Software, Platform, Infrastructure (as a Service) modellərinin baş hərflərindən formalaşmışdır: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service), IaaS (Infrastructure as a Service) [5].

SaaS modeli proqram təminatını xidmət kimi təqdim edir. Bu zaman buludda yalnız istifadəçinin verilənləri deyil, həmin verilənlərə aid olan proqram təminatı da saxlanılır. İstifadəçinin işi üçün yalnız web-brauzer tələb olunur. Proqram əlavələrinə misal olaraq Google Docs, Microsoft Office Live, Salesforce Customer Relationship Management göstərilə bilər.

PaaS modeli xidmət kimi platforma təqdim edir. Başqa sözlə, hesablamalar və verilənlərin ötürülməsinin artan imkanları əməliyyat sistemini də buluda verir, bununla da onun iş qabiliyyətini mütəxəssislərə həvalə edir. İstifadəçinin kompüterində yalnız proqram əlavələri qalır. Platformalara Google App Engine, Microsoft Azure, Salesforce Force.com misal göstərilə bilər.

IaaS modeli bulud texnologiyaları konsepsiyası əsasında kompüter infrastrukturunun xidmət kimi təqdim edilməsidir. Bu səviyyədə istifadəçi baza hesablama resurslarını əldə etmiş olur. DATA-mərkəzlərin xüsusi xidməti sayəsində istifadəçi hesablama gücünü artırmış olur. İnfrastruktur istifadəçiyə servis şəklində təqdim etdikdə, bu servisin istifadəçiyə hansı üsullarla təqdim olunması, fiziki resursların harada yerləşməsi, neçə serverin işlək vəziyyətdə olması, bu serverlərdə neçə prosessorun olması istifadəçi üçün heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. İstifadəçi, sadəcə, əljetən olan resurslar toplusunu görür və oradan ona lazım olan miqdarda resursu əldə edir. İnfrastruktur Amazon Simple Storage Service (S3), RackSpace Cloud Servers misal ola bilər.

Təhsil müəssisəsinin müxtəlif komponentlərinin bulud hesablama modellərinin hansından istifadə etdiyini göstərən əlaqə Şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Təhsil müəssisəsinin komponentlərinin bulud modelləri ilə əlaqəsi

Şəkil 2-də göründüyü kimi tələbələr, müəllimlər, imtahan mərkəzi SaaS istifadə edir. Bu model proqram təminatını internet üzərindən istifadəçilərə çatdırır. Server, elmi tədqiqatçılar və developerlər IaaS istifadə edir. IaaS-da istifadəçiyə verilənlərin emalı, saxlanması və digər hesablama resursları yerinə yetirmək üçün əməliyyat sistemi və əlavələr də daxil olmaqla ixtiyarı proqram təminatı təqdim olunur. İnfrastruktur xidmət kimi istifadəçi üçün internet vasitəsi ilə

virtuallaşdırılmış hesablama mənbələrini təyin edir. Verilənlər bazası və developerlər isə PaaS istifadə edirlər.

Tələbələrin tədris materiallarını yüksək mənimsəməsi üçün başqa tədris mənbələri ilə səmərəli əməkdaşlıq etməsi vacib əhəmiyyət kəsb edir. Bulud bütün istifadəçilərə çoxsaylı platformalar boyunca qaynaqlara asanlıqla daxil olmaq, əməkdaşlıq bacarıqlarını inkişaf etdirmək üçün güclü bir zəmin yaratmağa imkanı verir. Məsələn, tələbələr digər tələbələrlə müəyyən tapşırıq üzərində əməkdaşlıq edə bilərlər. Bulud hesablaması həm tələbələrə, həm də müəllimlərə eyni anda fayda verən ani rəy və qiymətləndirmə proseslərini həyata keçirməyə imkan verir. Bulud, həmçinin qrup daxilində olan maneələri aşır və tələbələr qrup üzrə işləmək üçün eyni yerdə olma zərurətinə malik deyillər, yəni bulud vasitəsilə istənilən yerdən qrupa daxil ola bilərlər. Əməkdaşlıq təhsil işçiləri üçün də asanlaşdırılır. Buludla müəllimlər və idarəedici personal asanlıqla dərslər planlarını paylaşa bilər və istənilən yerdə və ya vaxtda birlikdə işləyə bilərlər.

Bulud xidmətlərində yerləşdirilən tədris sistemləri üzərinə müəyyən tələblər qoyulur [3]:

- biliklərin effektiv testləşdirilməsinin təmin edilməsi;
- testləşdirmənin nəticələrinin dəqiq və uyğunlaşdırıla bilən qiymətləndirilməsi;
- testlərin yaradılmasının və modifikasiya edilməsinin rahatlığı və sadəliyi;
- biliklər oblastının hər hansı bir predmeti ilə sərt əlaqənin olmaması;
- istənilən sayda istifadəçinin eyni zamanda testləşdirilməsinin mümkünlüyü;
- konkret aparat və proqram təminatına sərt bağlılığın olmaması;
- sistemin asanlıqla böyüdülməsinin imkanı;
- yüksək təhlükəsizlik və müdafiənin olması.

Bulud texnologiyaları universitetlərdə bir sıra risklər də yarada bilər. Böyük narahatlıqlardan biri məlumatların təhlükəsizliyi ilə bağlıdır. Universitetlər məlumatların lokal şəbəkə daxilində yerləşdiriləcəyi təqdirdə informasiyanın daha etibarlı olduğunu hesab edirlər. Universitetin nəzarəti altında olmayan və yerləşdiyi yer bəlli olmayan bir informasiya mərkəzinə məlumatların yerləşdirilməsi risk yaradır. Bəzi bulud provayderləri indi şəxsi məlumatların yalnız uyğun ölkədə saxlanılacağına müqavilələrində zəmanət verirlər. Burada əsas risk gizli bir pozuntunun olmasıdır. Bulud xidmətlərinin vahid bir provayder vasitəsi ilə idarə edilməsinin problemlərə səbəb olduğu və riskləri minimuma endirmək üçün birdən çox bulud provayderi ilə müqavilə bağlamağın daha yaxşı olacağı məqsəduyğun ola bilər.

Dünya praktikasında bulud texnologiyalarının yerləşdirilməsinin dörd növü reallaşdırılır:

- Şəxsi bulud (*Private cloud*) bir şirkət daxilində xidmətlərin təqdim edilməsi üçün istifadə edilir. Bu halda şirkət eyni zamanda həm sifarişçi, həm də xidməti təqdim edən olur;
- Ümumi bulud (*Public cloud*) zəruri proqram təminatı ilə infrastrukturun yerləşdirilməsi və müəssisənin həddlərindən kənarda müəssisə mexanizminin təqdim edilməsi imkanını verir;
- Hibrid bulud (*Hybrid cloud*) iki və daha çox fərqli bulud növündən (şəxsi bulud və ümumi bulud) ibarət olur;
- İctimai bulud (*Community cloud*) təşkilatların ümumi məqsədləri olan konkret istifadəçi qrupları tərəfindən istifadəsi üçün nəzərdə tutulmuşdur [6].

Şəxsi bulud modelində yaranan informasiya təhlükəsizliyi riskləri, ümumi və hibrid bulud modellərində olan informasiya təhlükəsizliyi risklərindən fərqlənirlər. Şəxsi bulud modelində informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemi ilə bu buludun sahibi olan şəxslər məşğul olur. Ümumi buludda isə bu məsələlərlə buludu yaratmış təşkilat məşğul olur, buluddan isə ixtiyari şəxs istifadə edir. Hibrid bulud modellərində isə vahid texnologiya ilə müxtəlif modellərin külliyyatı birləşdirilir. Bu halda sistemin bir hissəsi ümumi buludda, ən vacib hissələr isə şəxsi buludda saxlanılır. Beləliklə, əsasən ümumi və ya hibrid modellər olan bulud texnologiyalarında informasiya təhlükəsizliyi risklərinə şəbəkə protokollarının, proqram və əməliyyat sistemləri serverlərinin təhlükəsizlik nöqtəyi nəzərdən zəifliyini aid etmək olar. Digər qrup riskləri isə

bilavasitə bulud texnologiyaları ilə, yəni virtual mühitin tətbiqi ilə bağlıdır. Bulud servis xidmətlərini təklif edən təşkilatlardan bəziləri (Wuala, CloudSafe, MozyHome, SpilderOak, TeamDrive) həm serverlərdə, həm də bu xidmətlərdən istifadə edən müştəri tərəfdə şifrələmə tətbiq edirlər, digərləri isə yalnız server tərəfdə verilənlərin qorunmasına çalışır. Ən tanınmış bulud mənbələrinə – Dropbox, Box, SugarSync, Amazon Cloud Drive, SkyDrive və başqalarını aid etmək olar. Burada verilənlərin yüklənmə sürətinə və onların saxlanma müddətinə heç bir məhdudiyyət qoyulmur. Verilənlərin yüklənmə sürətinə görə ən sürətli bulud servisi Cloudme (3303Kbayt/san.), ən kiçik sürətli bulud servisi isə Box (97Kbayt/san.) hesab olunur. İnformasiyanın ötürülməsi üçün daha çox SSL tunelindən istifadə olunur, o daha sürətli ötürməni təmin edir və təhlükəsizdir. Şifrələmə alqoritmi kimi isə daha çox AES (Advanced Encryption Standard) alqoritmindən istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, təhlükəsizlik nöqteyi-nəzərindən yalnız beş virtual servis (Wuala, CloudSafe, MozyHome, SpiderOak, TeamDrive) server tərəfdən, verilənlərin ötürülməsində və müştəri tərəfdən şifrələmədən istifadə edirlər. Bir çox servislər şifrələmədən yalnız verilənlərin ötürülməsində istifadə edirlər, CloudMe və ADrive servisləri isə ümumiyyətlə şifrələmədən istifadə etmirlər [4].

Belə nəticəyə gəlmək olar ki, tədris sistemlərinin yerləşdirilməsi üçün ən əlverişli xidmət olaraq Dropbox servisini dəyərləndirmək olar. Bu servis yüklənən faylın həcminə məhdudiyyət qoymur, yükləndikdə Windows əməliyyat sisteminin Windows Explorer bələdçi proqramında Favorites bölməsinə düşür, bütün qurğularla sinxronlaşır, hibrid strukturlar yaratmağa imkan verir, ünvan və birbaşa istinadla işləyə bilər. Lakin burada təhlükəsizliyin təmin edilməsi mənasında diqqət edilməsi gərəkən bir cəhət kimi müştəri tərəfdən şifrələmənin olmamasını qeyd etmək lazımdır. Buna görə də Dropbox, SkyDrive və ya Google Drive servislərindən istifadə edərkən informasiyanın qorunması üçün Boxcryptor, Cloudfogger və ya Truecrypt tipli əlavə proqramlardan istifadə olunması məqsədəuyğundur.

ƏDƏBİYYAT

1. Atıcı, B., & Akgün, M. (2021). Content analysis of the researches on using cloud computing in education. *International Journal of Turkish Literature Culture Education*, 10(1), –pp.272-284
2. Aminur M.D. I; Faisal, B.A.K.; Shakib-Uz-Zaman. K; Md. Tarek H.; Farruk, A. (2017). Cloud Computing In Education: Potentials and Challenges for Bangladesh. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, 7 (5), –pp.11-17
3. Masud, M.A.H., Yong, J., Huang, X., 2012. Cloud computing for higher education: a roadmap, in: *Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*. IEEE, –pp. 552–557
4. Navneet, S.P and Rekha, B.S. (2014). Software as a Service (SaaS): Security issues and Solutions. *International Journal of Computational Engineering Research*, 4 (6), –pp.68-71
5. Rani, D., Ranjan, R.K., 2014. A comparative study of SaaS, PaaS and IaaS in cloud computing. *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.* 4.
6. Soleimanian F., Hashemi S. Security Challenges in Cloud computing with More Emphasis on Trust and Privacy // *International Journal of Scientific & Technology Research*, –2012, vol.1, no.6, –pp.49–54

РЕЗЮМЕ
ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ И ИЗУЧЕНИЕ РИСКА
Гасанова Н.А.

Ключевые слова: *облачные вычисления, системы образования, виртуальная среда, облачные сервисы, информационная безопасность.*

Наряду с тем, что развитие современных технологий оказывает важное влияние на различные сферы человеческой деятельности, растет спрос на новые технологии в таких традиционных системах, как образование. В статье рассматривается применение облачных технологий в учебном процессе. Исследованы требования к обучающим системам, развернутым в облачных сервисах, выявлены риски безопасности и изучены способы их устранения.

SUMMARY
APPLICATION OF CLOUD COMPUTING IN EDUCATION AND STADY OF RISK
Hasanova N.A.

Keywords: *cloud computing, education systems, virtual environment, cloud services, information security.*

Along with the fact that the development of modern technologies has an important impact on various spheres of human activity, the demand for new technologies in traditional systems, such as education, is growing. The article discusses the use of cloud technologies in the educational process. The requirements for training systems deployed in cloud services are investigated, security risks are identified and ways to eliminate them are studied.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.04.2022
	Son variant	25.05.2022

İSTEHSALAT PROSESLƏRİNDƏ İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ PRİNSİPLƏRİ

¹RƏHİMOV ŞƏFAHƏT RƏHİM oğlu
²MƏMMƏDOVA GÜLNARƏ ABDULLA qızı
³SADIQOV ÜLFƏT KƏRAMƏT oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1 – dosent, 2 – baş müəllim
Azərbaycan Texniki Universiteti, 3 – doktorant
shafahat_61@mail.ru

Açar sözlər: informasiya təhlükəsizliyi, istehsalat prosesləri, socket prinsipi, şəbəkə modeli.

Avtomatlaşdırılmış texnoloji avadanlıqlarla təchiz olunan istehsalat prosesləri mürəkkəblik xüsusiyyətlərini saxlamaqla yanaşı, həm də müvafiq informasiya axınlarının dəstəyi ilə idarə olunur. Ümumilikdə müasir istehsalat proseslərinin idarə olunması və idarəetməyə nəzarət lokal vahid idarəetmə sistemi ilə aparılsa da informasiya axınlarının internet şəbəkələrinə çıxışı olmalıdır [1].

Texnoloji proseslərin idarədilməsinin avtomatlaşdırılmış sistemlərinin digər lokal istehsalat informasiya sistemlərindən fərqləndirici xüsusiyyətlərindən biri də ondan ibarətdir ki, prosesin başlanğıc mövqeyi ilə son məqsəd mövqeyinin əlaqələndirilməsi protokollara (FTP (File Transfer Protocol)) əsaslanaraq aparılır [2].

Müasir istehsalat sahələrinin intellektuallıq şərtləri daxilində idarədilməsində server (kompüter) təhlükəsizlik prinsiplərinin gözlənilməsi də əsas amillərdən biridir [3] və informasiya təhlükəsizliyində üç əsas prinsip gözlənilməlidir: məxfilik, bütövlük və icazəlilik. Bu prinsiplər informasiya sisteminin etibarlılığını qorumaqla, istehsalat proseslərinin təhlükəsiz fəaliyyətini də təmin edir.

İstehsal məlumatlarının həm saxlanılmasında, həm də bir kompüterdən digərinə ötürülməsində yarana biləcək icazəsiz müdaxilədən mühafizənin təşkili üçün informasiya təhlükəsizliyi yaradılmalıdır.

Təqdim olunan məqalədə internet əlaqəli müasir istehsalat sahələrinin şəbəkədaxili verilənlərinin ötürülməsini icra edən informasiya təhlükəsizliyinin təmini üçün socket prinsipinə baxılır. Informasiya mübadiləsi fragmentlər şəklində deyil fayllarla icra olunur. Faylların mübadiləsini icra edən informasiya sistemləri serverlər, müştərilər və kommunikasiya qurğularından təşkil olunmaqla OSI (Open System Interconnection) modelinin müvafiq səviyyələrində texnoloji proseslərin idarədilməsinə intellektual təsir edə bilər.

Socket prinsipinin şəbəkə modelinin ümumi formasını

$$S = \{I, Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n, M\}$$

şəklində ifadə etmək olar [4].

Burada S-informasiya mübadiləsini yerinə yetirən şəbəkənin adı; I – şəbəkə mübadiləsində informasiya vahidləri çoxluğu; $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_i, \dots, Z_n\}$ – I informasiya çoxluğunun elementləri arasındakı əlaqələri təyin edən funksional fərdlər çoxluğu, M – I informasiya elementlərinin $\{M_i\}$ vahidləri arasında qəbul olunan əlaqələr.

Şəbəkədaxili verilənlərin ötürülməsini icra edən informasiya mübadiləsi proseslərinə fayl mübadiləsinin aktivliyini təmin edən informasiya sistemləri daxildir.

Soket prinsipinə görə, bir tərəfdə server, digər tərəfdə isə müştəri dayanır. Müştəri termini, qeyd edək ki, kompüter şəbəkələrində həm də kliyent termini ilə eynidir.

Müştəri hər hansı faylı və ya əmri qəbul edən, server isə hər hansı faylı və ya əmri göndərən tərəfdir. İnformasiyanın şəbəkədaxili mübadiləsində əsas məsələlərdən biri ondan ibarətdir ki, müştəri serverdən gələn informasiya çoxluğundan hansının fayl, yaxud hansının isə əmr olmasını aydınlaşdırmaq imkanına malik olsun.

Növbəti problemlərdən biri də ondan ibarətdir ki, serverdən ötürülən informasiya çoxluğunun həcmi böyük olduqda informasiya çoxluğu hissələrə bölünərək, paketlər şəklində müştəriyə göndərilir. Bu isə ötürülən informasiyanın tam şəkildə müştəriyə çatmasında problemlər yaradır. Həmçinin şəbəkə daxilində informasiyanın mübadiləsi prosesində ötürülən informasiyaya kibertəhlükə olan kənar müdaxilələrin olması da mümkündür. Bu isə şəbəkə strukturlu texnoloji proseslərin iş fəaliyyətinə mənfi təsir edə bilər.

Deməli avtomatlaşdırılmış texnoloji istehsalat proseslərinin informasiya mübadiləsində müştərinin qarşısında iki əsas məsələ dayanır:

1. serverdən ötürülən informasiya çoxluğunun qəbul olunmasından toplanan yeni informasiya çoxluğunun tamlığını müəyyənləşdirmək;

2. serverdən ötürülən informasiya çoxluğunu əmr və fayla bölmək.

Server soket hər hansı fayl informasiyasını öz müştərisinə (yaxud müştərilərinə) göndərdikdən sonra əmin olmalıdır ki, göndərilən fayl strukturlu informasiya heç bir itgi olmadan müştəriyə çatdırılıb (şəkil). Ona görə də server soket ilk öncə öz müştərisinə mətn şəklində faylın adını və onun ölçüsünü göndərir:

@faylların_adı@ölcülər@müştərilərin_nömrəsi@

@- işarəsi mətn ayrıcısıdır. Məsələn:

@ABC.doc; EFD.xls @ 2345650; 678900 @ Z_i ; Z_j @

olarsa, server soket Z_i mövqeli müştərisinə 2345650 kilobayt həcmli **ABC.doc** adlı **Word** mətn faylını, Z_j mövqeli müştərisinə isə 678900 kilobayt həcmli **EFD.xls** adlı **Excel** cədvəl faylını göndərəcək. Bu informasiyanı qəbul edən soket müştərisi **ABC.doc** adlı **Word** mətn və **EFD.xls** adlı **Excel** cədvəl fayllarının qəbuluna hazır olur. Müştəri soket faylların tam qəbulunu apardıqdan sonra server soketə faylların qəbul edilməsini bildirən əks informasiyasını göndərir. Göndərilən **ABC.doc, EFD.xls** fayllarında istehsalat prosesləri üçün $\bar{I}$ və $\{C_i\}$ komponentlərinin xarakteristik qiymətləri saxlanılır. Həm də bu fayllarla ötürülən informasiyada məxfilik, bütövlük prinsipləri də gözlənilir.

Server soket Z_i və Z_j mövqeli müştərilərdən faylı qəbul etdim informasiyasını aldıqdan sonra dərhal fayl buferini təmizləyir və müştəri soketə fayl informasiya göndərmə prosesini dayandırır.

Növbəti yeni məlumat ServerSocket1.Socket.Connections[N – 1].SendText

{ (' @ABC.doc @ 2345650 @ Z_i @ '); (' @EFD.xls @ 678900 @ Z_j @ '); }

əmrindən sonra göndəriləcək. Deməli Z_i -ci müştəriyə mətn informasiyasının göndərilməsi

ServerSocket1.Socket.Connections[i].SendText(' @ABC.doc @2345650 @ Z_i @ ');

Z_j -ci müştəriyə isə cədvəl informasiyasının göndərilməsi

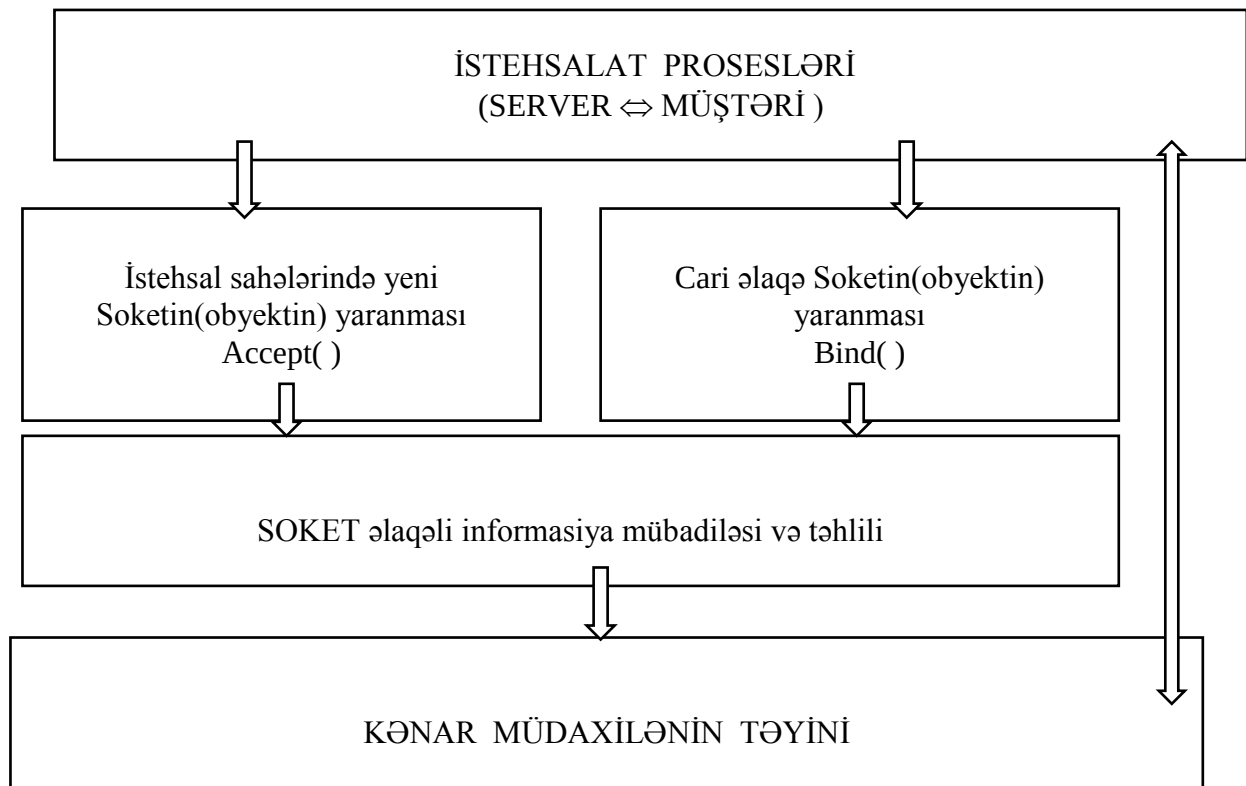
ServerSocket1.Socket.Connections[j].SendText(' @EFD.xls @ 678900 @ Z_j @ ');

əmr formaları kimi aparılır.

Göndərilən faylın həcmi əvvəlcədən təyin etmək üçün bufer yaradılır və fayl buferə yüklənir ki, icazəlilik prinsipi icra olunsun.

İstehsalat prosesləri ilə əlaqəli olan serverdən müştəriyə (yaxud müştərilərə) semantik strukturlu faylın göndərilməsini təmin edəcək proqram təminatı ilə birgə, əks prosesi icra edəcək müştəri proqram təminatı da olmalıdır. Belə ki, müştəri proqram təminatı semantik strukturlu faylı qəbul etməli və serverə tam qəbula görə düzgün məlumat verməlidir. Müştəridən göndərilən informasiya sorğusu müştəri proqram təminatı tərəfindən axtarış üçün qəbul edilir, zəruriyyət yarandıqda isə müvafiq dəyişikliklər icra edilir. Zəruri dəyişikliklərdən sonra indeksləşən

fayllarla birgə sorğu axtarış sisteminə ötürülür, emal prosesindən sonra isə nəticəni müştəriyə qaytarır.



Şəkil . Server – müştəri fayl mübadiləsi

Soket prinsipi əsasında qurulan web-agentlər və axtarış strukturlu sistemlər qarşılıqlı asılılıq olmadan informasiya mübadiləsini icra edirlər. Web-agentlər istehsalat sahələri ilə əlaqəli olub, ötürülən sorğulara nəzarət məqsədi ilə mütəmadi icraatda olurlar. Web-agentlər şəbəkəyə qoşula biləcək yeni serverlər haqqında informasiyanı verilənlər bazasına yönləndirir.

Müştəri ötürdüyü informasiyanın nəticəsi kimi yerinə yetirilən əməliyyatların vizual görüntüsünü əldə edə bilmir. O, yalnız istehsalat sahələri üzrə qəbul olunan keçidlərin siyahısını müəyyənləşdirir ki, bu siyahıya isə:

1. Soket səhifə açarı;
2. Soket səhifənin URL tipli ünvanı;
3. Soket səhifənin saxlanıldığı web-sayta keçid yolu;
4. İndeks strukturlu açar sözlər müəyyənləşdirən kiçik bir mətn nümunəsi;

daxildirlər.

Bir çox istehsalat proseslərində idarəetmə sistemlərinin intellektuallığı üçün SEO (Search Engines Optimization - axtarış maşını ilə optimallaşdırma) texnologiyası tətbiq edilir. Müvafiq texnologiyalı axtarış sistemi tətbiq olunan istehsalat proseslərinin saytının ünvanını müştərisinə (klientə) təqdim etdiyi siyahının əvvəlinə daxil edir.

Həm də axtarış aparılan obyektlər arasında verilənlərin düzgün mübadiləsi də mühüm amillərdən biridir. Belə ki, verilənlərin axtarışı və mübadiləsi proseslərində həm informasiyanın ötürülməsi, həm də qəbulu icra olunur ki, bu da çoxsaylı obyektlərdən bir obyektə, yaxud digər çoxsaylı obyektlərə əlaqə və əks əlaqə yaradılmaqla aparılır.

Müştəri serverə faylın tam qəbul olunduğunu bildirdikdən sonra server informasiya göndərilməsini dayandırır. Tərtib olunan prosedura yalnız fayl informasiyanın qəbulunu təmin edir.

Lakin ilkin olaraq müştəri serverdən faylın adını və onun ölçüsünü bildirən informasiya qəbul etməlidir.

İnformasiya mübadiləsinin lokal şəbəkədə socket strukturu əsasında xarakteristikalarının təhlili bir daha göstərir ki, mübadilə prosesinin effektivliyinin təyini onun semantikasından da asılılığını saxlayır. İstehsalat proseslərində yaradılan socket strukturlu biliklər bazasında aparılan axtarış metodikasının problemi kimi altşəbəkədə dayanan bazaya edilən sorğunun ifadə forması ikitərəfli axtarış şəklində strukturlaşdırılır. Belə ki, qurulan informasiya bazasının idarəetmə sistemində informasiyadan istifadə qaydası sadə və məhsuldar olmaqla yanaşı, həm də zəruriyyət yarandıqda informasiyanın məntiqi təşkili proqram vasitələrinin tətbiqi ilə müxtəlif strukturlu informasiya modellərini də müəyyən edə bilsin.

Şəbəkə verilənlərin socket prinsip strukturunda lokal şəbəkə üzrə verilənlərin mübadilə üsullarının, informasiya sistemlərinin müasir vəziyyətinin təhlilləri aparılır.

Qurulan alqoritmın üstünlüklərindən biri də ondan ibarətdir ki, istehsalın idarəetmə komponentlərini müəyyənləşdirən server böyük həcmli informasiya çoxluğunu hissələrə bölərək, paketlər şəklində müştəriyə göndərə də bilər. Bu isə ötürülən informasiyanın tam şəkildə müştəriyə çatmasında problemlər yaratmamaq və həmçinin şəbəkə daxilində informasiyanın mübadiləsi prosesində ötürülən məlumatların kənar müdaxilələrin olmamasına da zəmin yaradır.

Socketlərlə iş prinsipi qurarkən C# alqoritmik dilində Socket sinfinin bir sıra metodlarından istifadə olunur:

Accept() – giriş əlaqələrinin hazırlanması üçün yeni Socket obyektini yaradır.

Bind(): – Socket obyektini lokal olan sonuncu müştəri ilə əlaqə yaradır.

Close(): – Socket obyektinə əlaqəni dayandırır.

Connect(): – uzaqda olan hostla əlaqə yaradır.

Listen(): – göndərilən sorğuların daxil olmasını təmin edir.

Poll(): – Socket –in cari vəziyyətini təyin edir.

Receive(): – verilənləri qəbul edir.

Send(): verilənləri göndərir.

Shutdown(): – Socket üzrə qəbul olunan və göndərilən verilənləri bloklayır. Yəni prosesi bir müddət dayandırır.

Nəticə. Qlobal şəbəkə üzrə informasiya mübadiləsinin socket prinsip strukturu araşdırılmışdır. Fərdi şəbəkələr üzrə informasiya mübadiləsinin təhlilləri aparılmış, informasiyanın effektiv emalının semantik şəbəkə strukturunun socket mübadiləsinin alqoritmik və proqram təminatı qurulmuşdur. İnformasiya mübadiləsinin socket prinsipi şəklində idarə olunması üçün C# (Si şarp) alqoritmik dilində proqram təminatı işlənmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Любимов В.И. Организационно-технические основы гибкого автоматизированного производства : / В. И. Любимов, К. Е. Белявин. – Минск : БНТУ, 2012. – 200 с. : ил.
2. Арсеньев Ю. Н. Управление проектами, программами. В 2-х т. Т. Методология проектов : учебник / Ю. Н. Арсеньев, Т. Ю. Давыдова / под науч. ред. д. т. н., проф. Ю. Н. Арсеньева. – Москва ; –Берлин : Директ-Медиа, –2021. – 472 с.
3. Меньших В.В., Толстых О.В. Моделирование возникновения угроз информационной безопасности на объекте информатизации // Информационная безопасность. – 2011. – Вып.1 – с. 117-120.
4. Rəhimov Ş.R., Məmmədova G.A., Orucova G.E., Əsgərova Z.A. Socket prinsipli şəbəkələrdə informasiya mübadiləsinin proqram təminatının işlənməsi // Sumqayıt Dövlət Universiteti, Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c.17, №2. –Sumqayıt: SDU, –2017, –s.60-66.

РЕЗЮМЕ

ПРИНЦИПЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ

Рагимов Ш.Р., Мамедова Г.А., Садыгов У.К.

Ключевые слова: *информационная безопасность, производственные процессы, принцип сокета, сетевая модель.*

В представленной статье рассматриваются принципы серверной безопасности современных производственных объектов. Для обеспечения информационной безопасности разработан алгоритм и программное обеспечение, основанное на принципе сокет информационных систем, осуществляющих обмен файлами. Исследована структура сокетного принципа обмена информацией по глобальной сети. Проведен анализ обмена информацией по отдельным сетям, построен алгоритм и программное обеспечение обмена сокетами семантической сетевой структуры эффективной обработки информации. Программное обеспечение разработано на алгоритмическом языке C# (Si Sharp) для управления обменом информацией в форме принципа сокета.

SUMMARY

PRINCIPLES OF INFORMATION SECURITY IN PRODUCTION PROCESSES

Rahimov Sh.R., Mammadova G.A., Sadigov U. K.

Keywords: *information security, production processes, socket principle, network model.*

The presented article examines the principles of server security of modern production facilities. To ensure information security, an algorithm and software based on the socket principle of information systems that exchange files have been developed. The structure of the packet principle of information exchange over the global network is investigated. The analysis of information exchange on separate networks is carried out, an algorithm and software for the exchange of sockets of the semantic network structure of effective information processing are constructed. The software is developed in the algorithmic language C# (Si Sharp) to control the exchange of information in the form of the socket principle

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.04.2022
	Son variant	25.05.2022

UOT 519.226; 517.977.58

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_83

SPEKTRAL TƏSVİRLƏR ƏSASINDA MÜXTƏLİF RELYEFİ ƏRAZİLƏRİN BİTKİ ÖRTÜYÜNÜN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

¹ZABİDOV ZAKİR CÜMŞÜD oğlu²QƏDİROVA XƏYALƏ MƏMMƏDAĞA qızı³ƏHMƏDOV SƏYAVUŞ ƏHMƏD oğlu*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu,**1 – b.e.i., 2 - laborant, 3 - dissertant**zakir_zabidov@mail.ru,**Açar sözlər: spektral təsvir, orta qiymət, veqetasiya indeksi, təsnifat.*

Müasir dövrdə ətraf mühitin ekoloji durumu və çirkliliyi ilə bağlı elmi-praktik tədqiqat sahələrinin sürətli inkişafı baş verir. Konkret mühit və obyektlərə görə ekoloji təsnifat aparılır [1]. Müasir dövrdə geofiziki peyklərdə, təyyarə və vertolyotlarda yerləşdirilmiş məlumat-ölçü sistemləri vasitəsilə təbii və antropogen təsirə məruz qalan ərazilərin öyrənilməsinə və dəyişmə tendensiyasının qiymətləndirilməsinə dair elmi-praktiki metodların işlənilməsinə xüsusi əhəmiyyət verilir. Müxtəlif zamanlı peyk məlumatları ərazilərin bitki örtüyünün dəyişməsi dinamikasının tədqiqində, həmin ərazilər haqqında operativ, qlobal məlumatların toplanmasında, həmin ərazilərin infrastrukturunun sosial-iqtisadi dəyişikliklərinin real vəziyyətinin öyrənilməsində xüsusilə səmərəli hesab edilir.

1984-cü il avqust ayının 19-dan sentyabr ayının 7-dək Azərbaycanın şimal-qərb hissəsində BMT-nin “İnterkosmos” proqramı çərçivəsində “Günəş-84” peykaltı eksperimenti keçirilmişdir. Bu eksperimentdə respublikamızın mütəxəssisləri ilə yanaşı, SSRİ-nin təyyarəçi-kosmonavtları, həmçinin Bolqarıstan, Macarıstan, Almaniya Demokratik Respublikası, Kuba, Monqolustan, Polşa və Çexoslovakiya alimləri də iştirak edirdilər. “Günəş-84” eksperimenti “Məsafədən zondlama ilə coğrafi sistemlərin dinamikasının öyrənilməsi” beynəlxalq layihənin tərkib hissəsi olub və Azərbaycanın Şəki, Zaqatala, Qax və Mingəçevir rayonlarını əhatə etmişdir. Eksperiment optik, infraqırmızı və radiofiziki aparatlardan istifadə etməklə çoxsəviyyəli aerokosmik və yerüstü araşdırmalarla təşkil olunmuşdur.

Hazırkı işdə təyyarələrdən alınan spektrometrik məlumatlar əsasında ərazilərin vəziyyəti araşdırılır. Bu məsələnin həlli məsafədən zondlama ilə Yer in öyrənilməsində istifadə edilən əsas optik parametr - “atmosfer - yer səthi” sisteminin spektral əksətdirməsinin rəqəmsal qiymətlərinin hesablanmasına əsaslanır.

Metodik əsas və alınan nəticələrin təhlili. Yer in fəzadan fototəsvirinin yaradılması “atmosfer-yer səthi” sistemindən əks olunan şüalanma axınının ikiölçülü paylanması təyini ilə əlaqədardır. Mühitin və ya obyektin şüalanmanı əksətmə xassəsini səciyyələndirən əsas optik parametr spektral şüalanma selinin əks olunan qiyməti ilə təyin olunur. Spektrin görünən sahəsində yer in döşəmə səthi haqqında alınan fotometrik məlumatlar daha tutumlu olur. Müəyyən döşəmə səthi üçün şüalanma selinin və albedonun tərəddüdləri həmin səthin nəmliyindən sıx asılıdır.

Aerokosmik fototəsvirin spektral ümumiləşdirmə xassəsi müxtəlif ərazilərin geniş və əhatəli öyrənilməsinə əsas verir. Təsvirlərin bir sıra əməliyyatlardan ibarət (coğrafi-koordinat əlaqələndirmə, rəqəmli təsvir seçimi, təsnifat və şərhlər və s.) rəqəmsal təhlili üçün xüsusi hesablama proqramları işlənmişdir. Belə proqramlara “Image Processor” aiddir.

Hazırkı işdə istifadə olunan fototəsvirlər sistemli iş rejiminə, əlaqəli trayektoriyaya, identik bort spektrofotometrik aparatı (MKF-6) malik olan AN-30 təyyarəsi vasitəsilə 27.09.83

tarixində alınmışdır . MKF-6 kamerası çox zonalı kosmik fotosəkillər üçün ADR və SSRI mütəxəssisləri tərəfindən birgə işlənib-hazırlanmış və Carl Zeiss müəssisəsində istehsal edilmişdir. Bu kamera ilə çəkilmiş şəkillər yaxşı həndəsi və fotometrik xüsusiyyətlərə malikdir; Tədqiqat spektrin görünən hissəsinin eni 40 nm olan dörd zonasında və iki yaxın infraqırmızı zonada aparılmışdır[2]. Cədvəl 1-də MKF-6 kamerasının spektral intervalları verilmişdir.

Cədvəl 1.

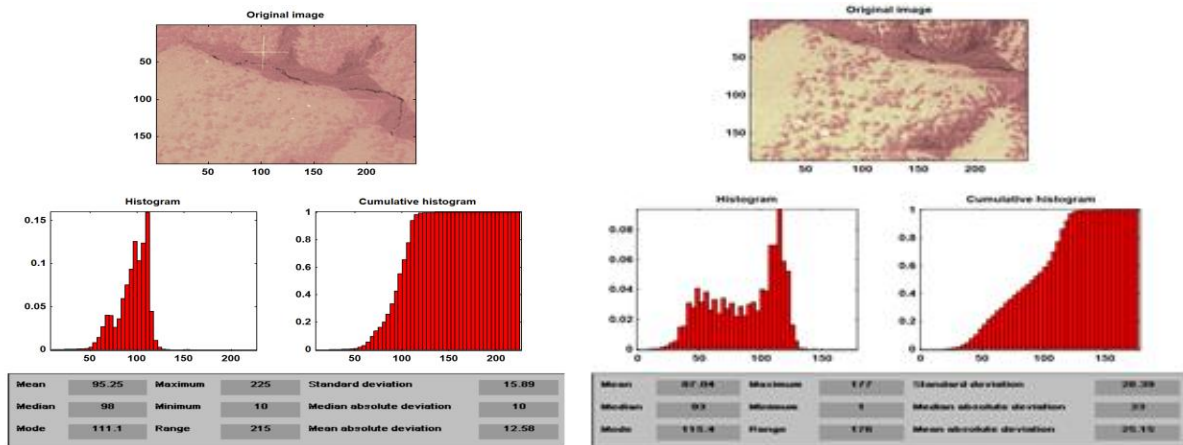
MKF-6 kamerasının spektral intervalları

Kanalın №	1 (blue)	2 (green)	3 (yellow- orange)	4 (orange-red)	5 (red)	6 (near infrared)
Spektral interval	460-500 nm	520-560 nm	580-620 nm	640-680 nm	700-740 nm	780-860 nm

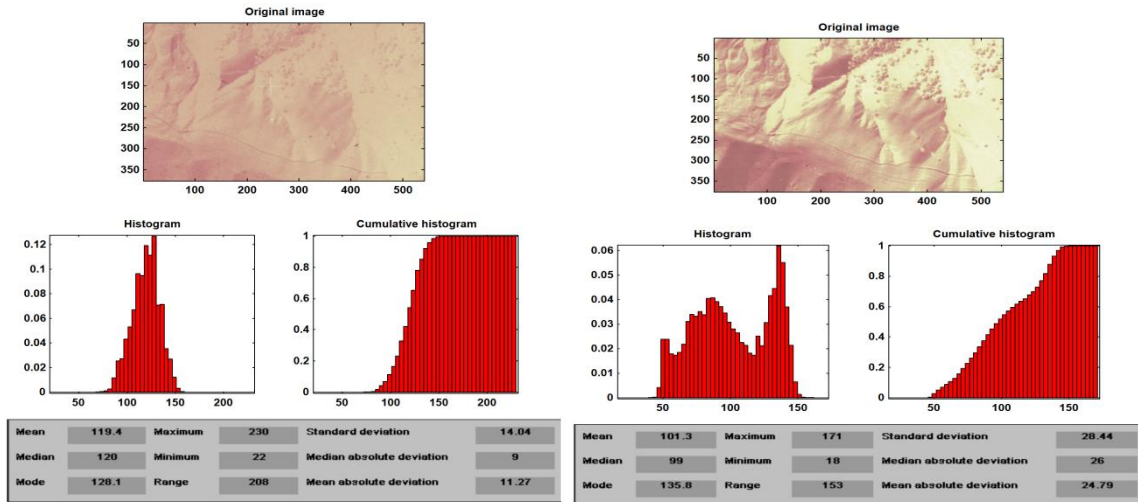
1-ci şəkildə ərazinin 1-6 kanallarla alınmış spektral aerofotosəkilləri verilmişdir. Aşağıdakı aero-fototəsvirlərin statistik göstəriciləri MATLAB proqramından istifadə olunaraq hesablanmışdır[3].



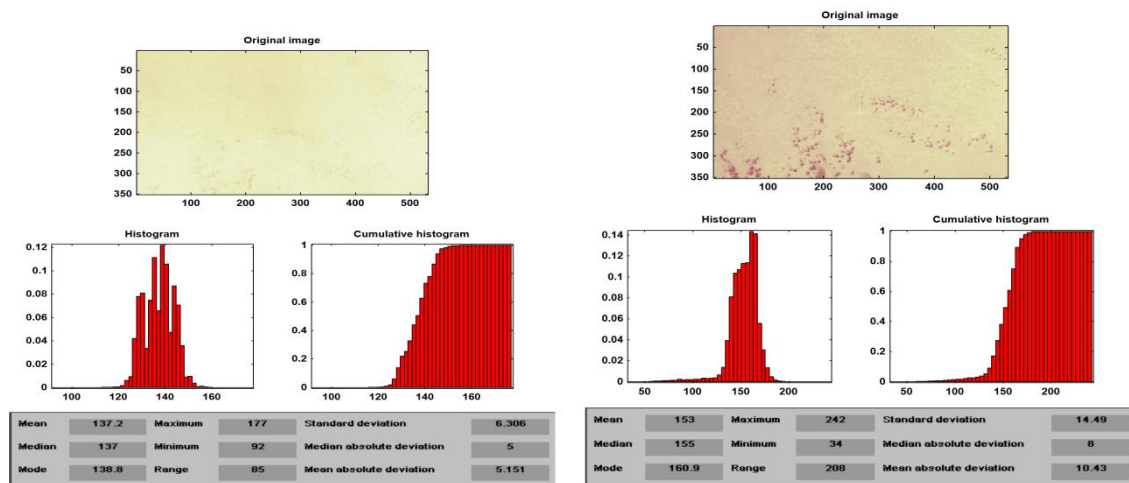
Şəkil 1. MKF-6 kamerasından alınan spektral aerofototəsvir ()



Şəkil 2. Meşə massivi olan ərazinin blue və green kanallarla alınmış aerofototəsvirləri və onların uyğun statistik göstəriciləri



Şəkil 3. Dağ yamacının blue və green kanallarla alınmış aero-fototəsvirləri və onların uyğun statistik göstəriciləri



Şəkil 4. Dağ yaylasının blue və green kanallarla alınmış aero-fototəsvirləri və onların uyğun statistik göstəriciləri

Meşə massivi olan ərazi, dağ yamacı, dağ yaylasının yellow-orange, orange-red, red və near kanallarından alınmış uyğun statistik göstəriciləri eyni qaydayla hesablanır.

Cədvəl 2-də bizim tərəfdən fərqli relyefləri olan ərazilərin (Dağ Meşə massivi, Dağ yamacı və Dağ yaylası) işığı spektral əksətdirməsinin statistik xarakteristikaları hesablanaraq verilmişdir.

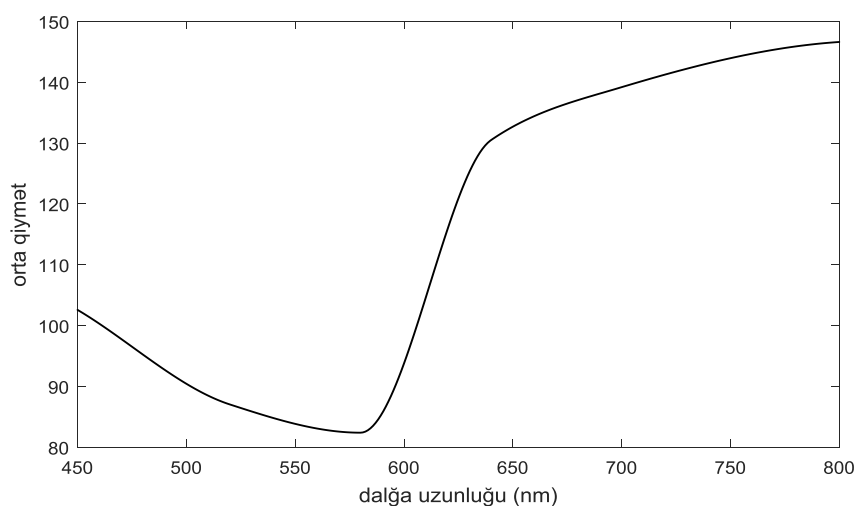
Cədvəl 2.

Müxtəlif relyefli ərazilərin işığı əksətdirməsinin statistik xarakteristikaları

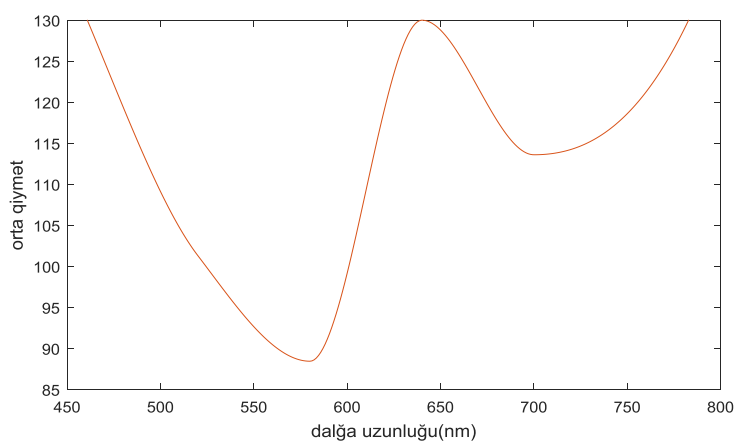
	Kanalın №	Mean	median	Standard deviation
Dağ Meşə massivi	1	95.25	98	15.89
	2	87.04	93	28.39
	3	82.4	85	24.36
	4	130.5	134	13.94
	5	139.2	150	65.39
	6	145.9	161	45.04

Dağ yamacı	1	119.4	120	14.04
	2	101.3	99	28.44
	3	88.44	89	19.71
	4	130	132	8.995
	5	113.6	105	53.85
	6	128.7	126	41.25
Dağ yaylası	1	137.2	137	6.306
	2	153	155	14.49
	3	117.1	117	8.543
	4	136.5	137	4.039
	5	189.1	193	25.08
	6	191.4	194	13.57

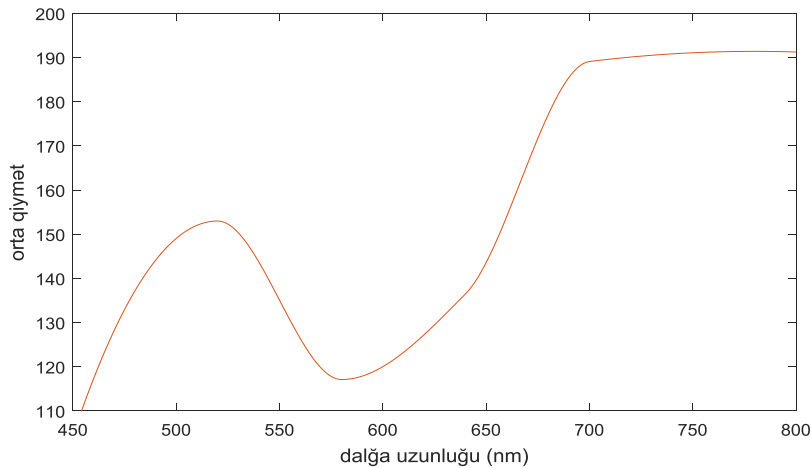
Şəkil 5-7-də fərqli relyefləri olan ərazilərin (Dağ Meşə massivi , Dağ yamacı və Dağ yaylası) işığı əksətdirməsinin orta qiymətinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafikləri verilmişdir.



Şəkil 5. Dağ meşə massivinin işığı əksətdirməsinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki



Şəkil 6. Dağ yamacının işığı əksətdirməsinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki



Şəkil 7. Dağ yaylasının işığı əksətdirməsinin dalğa uzunluğundan asılılıq qrafiki

Adətən, ərazilərin qiymətləndirilməsində bitki örtüyü indekslərindən istifadə olunur. Bitki örtüyü indeksi - məsafədən zondlama məlumatlarının müxtəlif spektral diapazonları ilə əməliyyatlar nəticəsində hesablanan və verilmiş təsvirdə bitki örtüyünün parametrləri ilə əlaqəli göstəricidir. Bitki örtüyünün göstəricilərinin effektivliyi əksətdirmə xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir[4]. Ən çox istifadə olunan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - normallaşdırılmış nisbi bitki örtüyü indeksidir. İndeks göstəriciləri görünən qırmızı diapazonda elektromaqnit dalğalarını udan və onları yaxın infraqırmızıda əks etdirən yaşıl kütlənin spektral təsvirlər vasitəsilə formalaşır. Spektrin qırmızı zonası (0,62 - 0,75 mikron) günəş radiasiyasının xlorofil tərəfindən maksimum udulmasını, yaxın infraqırmızı zona (0,75 - 1,3 mikron) isə yarpağın hüceyrə quruluşu ilə enerjinin maksimum əks olunmasını təşkil edir. Yəni yüksək fotosintetik fəaliyyət spektrin qırmızı zonasında daha aşağı əksətmə dəyərlərinə və yaxın infraqırmızıda daha yüksək dəyərlərə səbəb olur. Bu göstəricilərin bir-birinə nisbəti bitki örtüyünü digər təbii obyektlərdən aydın şəkildə ayırmağa imkan verir. Nəticədə, tam spektral analiz əldə etmək mümkündür. NDVI indeksi aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Digər istifadə edəcəyimiz indeks GNDVI (İngiliscə Green Normalized Difference Vegetation Index) - yaşıl normallaşdırılmış nisbi bitki örtüyü indeksidir. Bu indeks NDVI-yə bənzəyir, lakin o, qırmızı əvəzinə 0,54 ilə 0,57 µm diapazonunda yaşıl rəngi ölçür. NDVI indeksi ilə müqayisədə xlorofilin konsentrasiyasına daha həssasdır. Adətən, əzilən və qocalmış bitki örtüyünün qiymətləndirilməsində istifadə olunur. GNDVI indeksi aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$GNDVI = \frac{(NIR - Green)}{(NIR + Green)}$$

Cədvəl 3-də bizim tərəfdən fərqli relyefləri olan ərazilərin (Dağ-meşə massivi , Dağ yamacı və Dağ yaylası) vegetasiya indeksləri hesablanaraq verilmişdir.

Cədvəl 3.

Fərqli relyefləri olan ərazilərin vegetasiya indeksləri

	NDVI	GNDVI
Dağ Meşə massivi	0.0557	0.2508
Dağ yamacı	-0.0050	0.1061
Dağ yaylası	0.1674	0.115

Əgər NDVI 0,15-dən aşağıdırsa, çox güman ki, ərazidəki bütün bitkilər ölüb. Tipik olaraq, bu cür göstəricilər bitki örtüyü olmayan torpağa uyğun gəlir. 0,15–0,2 də aşağı göstəricidir. Bu, bitkilərin qışlamaya erkən fenoloji fazada olduğunu göstərə bilər. Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI) metodu fotosintez fəaliyyətini qiymətləndirmək üçün bitki örtüyü indeksidir və adətən bitki suyu və gübrə qəbulunu qiymətləndirmək üçün istifadə olunur.

Nəticə. Dağ-meşə massivi ərazisində bitkilər aşağı fotosintez fazasındadır. Dağ yamacında bitki örtüyü və torpağın nəmliyi demək olar ki, yoxdur. Dağ yaylasında bitkilər aşağı fotosintez fazasındadır və torpağın nəmliyi yoxdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Mehdiyev A.Ş., Məsafədən zondlanan fiziki əsasları / A.Ş.Mehdiyev, B.M.Əzizov, A.N.Bədəlova. Bakı: Milli Aviasiya Akademiyasının Poliqrafiya Mərkəzi, –2014 , –306 s.
2. http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acentr/int_sem6/mkf-6m.htm
3. Смоленцев Н.К., Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB / Н.К.Смоленцев. М.: ДМК Пресс, –2005, –304 с.
4. <https://www.soft.farm/ru/blog/vegetacionnye-indeksy-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-1>

РЕЗЮМЕ

ОЦЕНКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ РЕЛЬЕФА НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Забидов З.Дж., Гадирова Х.М., Ахмедов С.А.

Ключевые слова: спектральное описание, вегетационный индекс, классификация.

В статье на основе спектральных изображений проведен анализ соблюдения закона спектрального отражения света для различных участков рельефа. Построены графики спектральной зависимости светоотражения от длины волны участков с разным рельефом (горно-лесной массив, горный склон и горное плато) и проведена оценка растительности с расчетными вегетационными индексами.

SUMMARY

ESTIMATION OF VEGETATION OF DIFFERENT RELIEF AREAS ON THE BASIS OF SPECTRAL IMAGES

Zabidov Z.J., Gadirova Kh.M., Ahmadov S.A.

Keywords: spectral description, average value, vegetation index, classification

Based on spectral images, the article analyzes the compliance with the law of spectral reflection of light for various parts of the relief. Graphs of the spectral dependence of light reflection on the wavelength of areas with different relief (mountain-forest massif, mountain slope and mountain plateau) were plotted, and vegetation was assessed with calculated vegetation indices.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.04.2022
	Son variant	30.05.2022

УДК 355-359.5.9

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_89

ОРГАНИЗАЦИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ГО АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

САДЫГ-ЗАДЕ УЛЬВИ АДИЛЬ оглу

Академия МЧС Азербайджана, старший преподаватель

ulvi-sadixov@mail.ru

Ключевые слова: система обработки, гражданская оборона, безопасность, автоматизация

Рассмотрены различные способы применения современных информационных технологий для повышения эффективности деятельности управления гражданской обороной. Предложен вариант структуры корпоративной сети управления при автоматизации обработки и анализа информации. Проанализированы вопросы информационной безопасности системы гражданской обороны, методы управления ею и способы создания единой сети управления.

Одним из основных направлений в предупреждении чрезвычайных ситуаций является своевременное реагирование на происшествие. Постоянное увеличение числа чрезвычайных ситуаций актуализирует формирование и применение новых принципов борьбы. Надлежащее реагирование на событие требует от руководства всех уровней управления выполнения управленческих функций на более высоком уровне, что может быть достигнуто за счет использования автоматизированных систем управления и информационных технологий. Наличие новейших систем сбора, передачи, обработки, хранения и использования информации, необходимой для предупреждения чрезвычайных ситуаций, является одним из основных критериев качественного и оперативного управления.

На основе применения автоматизированной системы принятия управленческих решений можно значительно повысить качество и скорость процессов обработки данных. Департамент гражданской обороны (ГО) Азербайджанской Республики является одним из компонентов всей системы гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Республики. Применение АСУ в повседневной работе отдела является необходимым и естественным условием повышения эффективности управленческих функций. Руководство и исполнители Управления гражданской обороны руководствуются в своей повседневной деятельности требованиями Законов, Устава, перечнем и объемом необходимых документов, а также инструкциями и приказами, регламентирующими сроки и периодичность их представления.

Своевременное информирование населения, работа объектами, планомерная работа по предупреждению чрезвычайных ситуаций требуют четкого и своевременного принятия решений. При этом дежурный получает большой поток информации, на основании которой в конечном итоге принимаются решения, часто сталкиваясь с необходимостью создания справочной информации по хозяйственным объектам в сжатые сроки.

Цель. Исходя из вышеизложенного, необходимость и целесообразность автоматизации документооборота в Управлении, процессов обработки и анализа информации как его составной части деятельности, является актуальным.

Использование современных информационных технологий (ИТ) в борьбе с чрезвычайными ситуациями позволит значительно сократить время на получение и подготовку информации, упростить процесс принятия решений по ликвидации последствий.

Структурная характеристика городского управления ГО.

Структурно Управление ГО состоит из 10 составляющих подразделений, расположенных в двух отдельных частях города на удалении 4 км. В одном здании сосредоточены основные отделы и отделения. В отдельно стоящем здании расположены курсы ГО, химическая служба и радиохимическая лаборатория.

В состав предлагаемого варианта автоматизации обработки, хранения и анализа информации Управления ГО входит следующая аппаратная часть, состоящая в основном из персональных компьютеров (ПК):

- 1 ПК - начальник управления; - 2 ПК - оперативный отдел;
- 1 ПК - инженерная служба; - 2 ПК - отдел подготовки ГО;
- 1 ПК - медицинская служба; - 3 ПК + сервер сети - отделение связи и АСУ;
- 1 ПК - отдел кадров; - 2 ПК - курсы ГО; - 1 ПК - химическая служба;
- 1 ПК - РХ лаборатория.

Некоторые отделы частично оснащаются компьютерами, а отделение связи и АСУ, а также оперативный отдел через сервер подключены к сети Интернет. По электронной почте отчетные документы отправляются в вышестоящие инстанции.

На основании вышеизложенного предлагается оснастить управления и подразделения ГО новой техникой, компьютерами и подключить их к локальным сетям управления и обслуживания и общей корпоративной сети с выходом в Интернет.

Применение современных ИТ в деятельности ОУ. При ликвидации чрезвычайных ситуаций эффективность аварийно-спасательных работ определяют целый ряд факторов, такие как оперативность начала операции, наличие специально подготовленных сил, оснащенность данных сил средствами управления, необходимыми для устранения ЧС, условия и обстановка в зоне ЧС и др.

В то же время, наряду с данными факторами, эффективность указанных работ в большей степени зависит от организации управления действиями частей, занятых в ликвидации чрезвычайной ситуации. Четкость управления и слаженность сил в данной ситуации позволяет существенно сократить время выполнения различных операций, что ограничить – локализовать ЧС, минимизировать его масштабы, повысить выживаемость пострадавших людей.

При решении задачи ликвидации ЧС, к системе управления предъявляются ряд требований, относительно структуры, технической средств и методам планирования и проведения соответствующих работ. Управление действиями в условиях ЧС должно отличаться оперативностью, быть устойчивым и непрерывным, а в условиях военных конфликтов и скрытым. Выполнение указанных требований обеспечивает необходимую четкость управления в условиях, возникших при ЧС, позволяет максимально использовать возможности привлекаемых сил и выполнить поставленные задачи ликвидации ЧС в установленные сроки с минимальными потерями. Развитие ИТ неразрывно связано с применением вычислительной техники и информационно-измерительных систем, частичной и полной заменой традиционных носителей информации, например, таких как бумага, механические системы, машинными носителями [1].

Информационная технология – совокупность методов и средств реализации информационных процессов, т.е. процессов сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных. Фундаментальным компонентом ИТ является аналитическая деятельность с максимально возможным применением человеко-машинных процедур [1]. Компьютеры дают возможность человеку повысить эффективность управления за счет

увеличения (расширения) объема, надежности и скорости выполнения операций по обращению с информацией.

Выделяют две стратегии внедрения новых ИТ в ту или иную организационно-техническую структуру. По первой стратегии ИТ приспосабливается (адаптируется) к указанной структуре без ее изменения, предусматривается лишь локальная модернизация сложившихся методов управления. По второй организационно-техническая структура рационализируется исходя из возможности достижения максимальной эффективности технологии [2]. При обеих стратегиях предусматривается полное сопряжение информационной и организационно-технических структур. В процессе управления следует предусматривать широкое использование компьютеров и других средств автоматизации.

Автоматизация рабочего места оперативных и диспетчерских служб с использованием современных ИТ обеспечивается оперативный ввод данных для планирования работ и прогнозирования обстановки; полнота отображения графической информации (на картах и планах); автоматический расчет сил и средств для ликвидации ЧС; составление план-графика осуществления АСР; подготовить и распечатать отчет о проделанной работе; использовать базы данных и нормативно-справочную информацию; расширить возможности существующей компьютерной сети и повысить оперативность передачи информации звеньям, привлеченным к ликвидации ЧС, особенно, силам экстренного реагирования [3].

В органах управления сегодня широко распространены такие системы как ИНТЕРНЕТ (в рамках глобальной информационно-вычислительной сети) и ИНТРАНЕТ. Данная система представляет собой систему корпоративной информационной сети, наиболее удобную для применения на территориальном уровне. Каждый объект экономики в пределах города готовит банк данных по единой структуре, учитывающей информацию по всем заинтересованным в этой информации службам.

Специально разработанное программное обеспечение выбирает нужную пользователю информацию и формирует отчет (справку) в удобной пользователю форме, либо в строго установленной форме донесения. Для обеспечения безопасности населения и предупреждения техногенных чрезвычайных ситуаций можно предложить следующую технологию организации системы, которая позволит объектовым органам управления в полуавтоматическом режиме создавать на основе используемого в их деятельности широкого спектра показателей компьютерную базу данных, применяемую далее при: прогнозировании возможных ЧС и определение их характера; прогнозирование последствий ЧС на объектах; оценке обстановки; оценке возможного прямого экономического ущерба; планирование действий ОУ в ЧС; принятии решения на проведение аварийно-спасательных работ.

При принятии решения на проведение аварийно-спасательных работ, система позволит оформлять основные документы, в том числе план ГО, план действий ОУ в ЧС, отчетные и оперативные графические документы на основе ГИС, декларацию безопасности промышленного объекта, документы в соответствии с табелем срочных донесений и другую информацию, формирование которой происходит на основе единой базы данных. Система призвана объединить имеющиеся на объектах экономики материалы документов различной ведомственной принадлежности в интересах решения задач предупреждения ЧС на объектах и территориях, а также для эффективного поиска и использования необходимой информации [3]. Имея такой инструмент, специалисты легко справятся с разработкой отчетных документов, при этом в территориальные органы управления представляется не только отчетный документ, но и соответствующая ему информация на выбранном носителе или посредством электронной почты. Такое решение обеспечивает оперативную обработку информации на территориальном уровне.

Информационная система может быть использована для оперативного получения информации по объектам экономики в пределах заданной территории, в целях обеспечения

поддержки принятия решений органами управления ГО Азербайджанской республики при планировании, организации и проведении аварийно-спасательных работ в зонах ЧС. Такая система облегчит разработку и корректировку плана действий по ликвидации ЧС органов управления. При прогнозировании обстановки необходимые показатели будут автоматически использоваться в расчетных программах. Использование данной технологии приведет к тому, создаваемые и распечатываемые с помощью этой системы планирующие документы станут лишь второстепенным (запасным) элементом работы ОУ ГО.

Предлагаемая система призвана решить одну из важнейших задач-эффективное использование большого объема информации в интересах ОУ ГО:

- обеспечение работы ОУ по подготовке исходных данных;
- обеспечение работы прогнозирования развития ЧС техногенного характера;
- учет параметров безопасности объектов и учреждений, находящихся в зоне ЧС;
- обеспечение методик обработки информации по вопросам обеспечения безопасности;
- обеспечение качественной разработки отчетных документов органами управления.

Важное место в информационных системах отводится распределенным базам данных, от эффективной работы которых зависит в итоге работа всей системы, особенно на территориальном уровне. Особенно актуальна на сегодня проблема проектирования баз данных при применении информационных систем на основе технологии ИНТРАНЕТ. Данная технология активно внедряется в сферу деятельности органов управления ЧС. Особенностью таких инфо-систем является возможность сбора, обработки, поиска и хранения слабоструктурированной информации, сосредоточенной на WEB-серверах (программно-технические средства передачи и хранения информации в локальных сетях) органов управления ЧС [4].

Проект автоматизации Управления ГО г. Баку поможет максимально оптимизировать работу органов управления в предупреждении чрезвычайных ситуаций и организации гражданской обороны городского звена и стать отправной точкой в структуре ГО Азербайджанской Республики.

Анализируя структуру управления наиболее приемлемым вариантом топологии сети будет использование звездной топологии сети, которая объединит в себя локальные сети отделов в общую корпоративную сеть с выходом в глобальную сеть ИНТЕРНЕТ. Такие локальные сети наряду с определенными преимуществами, имеют и ряд недостатков. Так, при по мере увеличения числа рабочих станций для поддержания высокой скорости передачи данных требуется значительные аппаратные затраты. При этом, объем функциональной нагрузки центрального узла увеличивается, что приводит усложнению системы, к снижению надежности сети. Поэтому в современных звездообразных сетях используется распределенная система коммутации и управления рабочими станциями и сетью, при котором данные функции разделены между коммутатором и сетевым сервером.

Предлагается вышеуказанная схема автоматизации Управления ГО г.Баку с использованием узла коммутации (концентратора) и сетевого сервера. Концентратор (повторитель) осуществляет согласование электрических параметров соединяемых сетей [5].

Соединение ПК в сети осуществляется по каналам связи - техническими средствами компьютерных сетей, которые предназначены для передачи электрических сигналов между двумя или несколькими точками [5]. Для соединения в сети рекомендуется выбрать широкополосный коаксиальный кабель, который обеспечивает качественную передачу информации в большом диапазоне частот. Для связи составных элементов сети целесообразно использовать каналы местной телекоммуникационной связи.

Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы это совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенных для ее отладки, функционирования и проверки работоспособности. При этом для работы в сети целесообразно использовать Google, Zoom, NetMeeting и другие стандартные программы [6].

Поиск новой информации, просмотр веб-узлов в Интернете упрощает использование приложения Google. А использование технологии IntelliSense позволяет автоматически заполнять поля для веб-адресов, пользовательские формы, определять состояние сети и текущие соединения, что свою очередь сокращает время, необходимое для указанных операций.

Вызовы в NetMeeting обеспечиваются с помощью каталог-серверов, веб-страниц, серверов конференций. Применение NetMeeting упрощает задачу отправки вызовов во внутренней локальной сети управления ГО через Интернет. При этом, отправка вызовов по телефону также упрощается.

Программное обеспечение Microsoft NetMeeting, Zoom, Skype позволяют клиентам локальной и корпоративной сети из разных точек земного шара общаться друг с другом через Интернет, вести совместную работу и пользоваться общими ресурсами.

NetMeeting позволяет: говорить с другими пользователями; использовать видеоизображение, обмениваться с другими пользователями приложениями и документами; совместно использовать общие приложения; передавать файлы другим пользователям; рисовать на общей доске; обмениваться сообщениями с другими участниками разговора.

Безопасность информации в системе особенно важна в автоматизированных системах управления, где информация является главным продуктом их деятельности и от уровня ее защиты зависит качество выполнения поставленных задач.

С позиций защиты информации, в общем случае можно представить её как совокупность рабочих станций, в которых имеется набор различных внешних устройств. Данные устройства соединены между собой каналами связи, состоящими из кабельных магистралей. Попытки несанкционированного доступа, являются потенциальными угрозами, целью которых модификация, разрушение, хищение информации или ознакомление и использование информации. Несанкционированный доступ к информации возможен по каналам, которые аналогичны каналам больших вычислительных сетей.

В случае применения локальной сети каналы связи располагаются на охраняемой территории. Это позволяет значительно сократить количество потенциальных нарушителей, в целях экономии уменьшить надежность защиты информации в сетях с кабельными линиями связи со сниженными требованиями к защите информации. Однако возникает задача контроля целостности сети (т.е. схемы ее соединений), так как компьютерная сеть-система по своей сути децентрализованная.

В больших локальных сетях (с длиной до 10 км) физические линии могут располагаться вне пределов охраняемой территории. При этом телефонные линии связи обычных АТС могут использоваться в качестве линий связи, что снижает надежность защиты информации, так как повышается вероятность несанкционированного доступа к информации. В данном случае несмотря на наличие специфических сетевых адресов, информация, циркулирующая в локальной сети может быть прочитана на всех ее узлах. Модификация данных пользовательских адресов позволяет всем узлам сети считывать данные, находящиеся в указанной локальной сети.

В сети для защиты информации используются брандмауэры - комплексы программно-аппаратных средств, которые обеспечивают защиту информации в сети от несанкционированного, неразрешенного доступа извне. Брандмауэр, который устанавливается на границе защищаемой сети, обеспечивает фильтрацию входящих и исходящих сигналов, пропускает только санкционированные пакеты импульсов информации.

С целью обеспечения защиты информации в Управлении ГО целесообразно использовать как программные, так и технические средства, позволяющие использовать информацию достаточно свободно. И данному вопросу необходимо уделять особое внимание.

Внедрение автоматизированных систем управления требует со стороны органов управления и персонала определенной степени знаний, как теоретических основ, так и практического использования оборудования. Специфика работы в области ГО заключается в том, что деятельность управления ГО затрагивает различные сферы.

Поэтому для подготовки кадров, полноценно владеющих ПК, необходимо организовать обучение персонала работе с программными продуктами, соблюдению режимов безопасности информации и другим вопросам.

Заключение. Применение современных автоматизированных систем и информационных технологий в сфере предупреждения, ликвидации и прогнозирования ЧС позволит использовать более эффективные методы анализа информации, прогнозирования событий и чрезвычайных ситуаций, оперативно реагировать на запросы различных ведомств и отделений самого управления ГО, осуществить эффективную координацию сил и средств реагирования на чрезвычайные ситуации, что в итоге приведет к повышению эффективности управления.

Создание компьютерной сети в масштабах города не является конечной целью, а только начало формирования корпоративной сети системы ГО Азербайджанской Республики.

Таким образом, автоматизация организационных методов управления с использованием современных ИТ являются важным инструментом формирования информационной базы в области предупреждения и ликвидации ЧС и базы данных для повышения эффективности управления ГО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.В., Автоматизация управления предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций, Учебное пособие / А.В.Ефимов, А.П.Попов, И.В.Резник. –Новогорск, –2009.
2. Ефимов А.В., Основы автоматизации организованного управления, Учебное пособие / А.В.Ефимов, В.П.Марюха. –Новогорск, –2011.
3. Старостин, А.А. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / А.А. Старостин, А.В. Лаптева. –Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, –2015. –168 с.
4. Отчет о НИР "Разработка модели процесса сбора и обработки оперативной информации АИУС РСЧС и рекомендации по совершенствованию функционирования ОДС", Руководитель НИР Комаров А.В., ответственный исполнитель Ефимов А.В., –Новогорск, –1999.
5. Горенский Б.М., Информационно-управляющие системы: учебное пособие / Б.М.Горенский, О.В.Кириякова, Л.А.Лапина и др. – Красноярск, –2008. – 146 с.
6. Отчет о НИР «Разработка автоматизированной системы обучения на основе новых информационных технологий» / Руководитель НИР Комаров А.В., ответственный исполнитель Михайлов В.Г. –Новогорск, –2000.

XÜLASƏ

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ MÜLKİ MÜDAFİƏ İDARƏSİNDƏ KORPORATİV İNFORMASIYA ŞƏBƏKƏSİNİN TƏŞKİLİ VƏ MÜASİR İNFORMASIYA TEKNOLOGİYALARINDAN İSTİFADƏ

Sadiq-zadə Ü.A.

Açar sözlər: emal sistemi, mülki müdafiə, təhlükəsizlik, avtomatlaşdırma.

Mülki müdafiə idarəsinin fəaliyyət səmərəliliyini artırmaq üçün müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqinin müxtəlif üsulları nəzərdən keçirilir. İnformasiyanın emalı və təhlilinin avtomatlaşdırılması üçün korporativ idarəetmə şəbəkəsinin strukturunun təşkili variantı təklif olunmuş, Mülki müdafiə sisteminin informasiya təhlükəsizliyi məsələləri, onun idarə edilməsi üsulları və vahid idarəetmə şəbəkəsinin yaradılması yolları təhlil edilmişdir.

SUMMARY
ORGANIZATION OF A CORPORATE INFORMATION NETWORK AND
THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE CIVIL
DEFENSE DEPARTMENT OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN
Sadik-zada U.A.

Key words: *processing system, civil defense, security, automation.*

Various using ways of the modern information technologies to improve the efficiency of the civil defense department were considered. A variant of the corporate control network structure for automating the processing and analysis of information is proposed. The issues of information security of the civil defense system, methods of its management and ways of creating a single control network were analyzed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.04.2022
	Son variant	05.07.2022

УДК 621.311

DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_96

ELEKTRİK STANSİYALARI VƏ ŞƏBƏKƏLƏRİN İSTİSMARININ ANALİZİ

¹MƏMMƏDZADƏ RUHİYYƏ KAZIM qızı²ŞİRİNOVA AYNUR YAŞAR qızı³AĞAXANOVA KƏMALƏ ABIŞ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1 – dosent, 2 – b.m., 3 – ass.

kamalaagahanova@mail.ru*Açar sözlər: elektrik enerjisi, şəbəkə, istismar, ötürülmə, paylama, istehsal*

Məqalədə müasir elektroenergetika sistemlərinin inkişafı, energetika sahəsində gedən proseslər, enerji biliklərinin paralel iş rejiminə olan tələblərin artması, energetik sistemlərin rejimlərinin idarə olunması üçün yeni texniki və iqtisadi prinsiplərin işlənib həyata keçirilməsi, energetik sistemlərin rejim etibarlılığının və səmərəliliyinin təmin olunması üzrə mövcud meyar və metodların bilavasitə əlaqələndirilməsi məsələsinə baxılır.

Elektrik enerjisi istismarının texnologiyasının xarakterik xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, onu bir məhsul kimi ehtiyat üçün toplayıb saxlamaq mümkün deyil. Hələlik nisbətən az xərclə başa gələn və yüksək faydalı iş əmsalına malik olan elektrik akkumulyatorları istehsal olunmur. Mövcud olan akkumulyatorların təkmilləşdirilməsi baha başa gəlir, onların faydalı iş əmsalı kiçikdir və lazım olan böyük miqdarda elektrik enerjisinin toplayıb saxlamağa qadir deyil. Ona görə də təcrübə olaraq, elektrik enerjisi tələbatçılara lazım olan anda elektrik stansiyalarında hasil olunur.

Müasir dövrdə elektrik stansiyalarında müxtəlif energetika ehtiyatları üzvi yanacaqların kimyəvi enerjisi, atom enerjisi, suyun, günəşin və küləyin enerjisi elektrik enerjisinə çevrilir. Energetika ehtiyatlarının istifadə edilməsindən asılı olaraq, elektrik stansiyaları istilik, atom, hidroelektrik, külək, geotermal və s. stansiyalarına bölünürlər. Hazırda istehsal olunan elektrik enerjisinin təxminən 80%-i istilik və hidroelektrik stansiyalarının payına düşür.(1)

Stansiyaların istehsal etdiyi elektrik enerjisi tələbatçılara elektrik şəbəkələri vasitəsilə ötürülür. Deməli, energetika ehtiyatlarının enerjisinin elektrik enerjisinə çevrilməsinin texnoloji iş prosesində elektrik stansiyaları, elektrik tələbatçıları və onları bir-birinə əlaqələndirən elektrik şəbəkələri eyni zamanda və bilavasitə iştirak edir. Bu isə energetik təsərrüfatı digər məhsul istehsal edən təsərrüfat formalarından fərqləndirən əsas xüsusiyyətdir. Başqa sözlə, energetik təsərrüfatın əsas fərqləndirici xüsusiyyəti onun istehsal prosesi ilə istehlak prosesinin eyni zamanda baş verməsi və fasiləsizliyidir, energetik müəssisəsi ilə sənaye, nəqliyyat, kommunal-məişət və kənd təsərrüfatının bilavastə əlaqəli olmasıdır. Energetik təsərrüfatın həmin xüsusiyyəti isə istehsal edilən enerji miqdarı ilə istehlak olunan enerji miqdarının daima bərabər saxlanılmasını tələb edir. Bu proseslər arasında baş verə bilən qeyri-balanslığa qətiyyən yol verilməməlidir.(1)

Elektrik enerjisi istehsalında texnologiya fasiləsizliyi həmin enerjini istehsal edən, onu ötürən, paylayan və istehlak edən bütün energetik qurğuların iş proseslərini bir-birilə bilavasitə əlaqələndirir. Buna görə də istehsal prosesinin hər hansı elementində baş verən dəyişikliklər avtomatik olaraq, elektrik enerjisinin istehsalına, onun paylanmasına və sərfiyyatına bilavasitə təsir edir. Bu isə tələbatçıların elektrik enerjisi ilə təchizatının etibarlılığının yüksək səviyyədə saxlanılmasını tələb edir. (2)

Müxtəlif tipli elektrik stansiyaları bir-biri ilə yüksək gərginlikli elektrik ötürücü xətləri vasitəsilə birləşərək birləşmiş energetik sistemləri əmələ gətirir. Elektrik enerjisinin asanlıqla digər

enerji növlərinə keçmək, ani olaraq istehsal edilmək və istənilən məsafəyə tez ötürülə bilmək kimi xüsusiyyətlərə malik olması buna imkan verir.

Energetik sistemlərin yaradılmasının üstünlüklərinə, müxtəlif energetika ehtiyatlarından daha səmərəli istifadə olunması, hidroelektrostansiyaların gücündən daha effektiv istifadə olunması, sistemdə qoyulan ehtiyat gücün minimumadək azaldılması, istilik elektrik stansiyalarında sərf edilən yanacağın miqdarının azaldılması, tələbatçıların etibarlı enerji təchizatının təmin edilməsi, xalq təsərrüfatı nöqtəyi nəzərinə, sənaye müəssisələrinin daha səmərəli yerləşdirilməsinə imkan yaradılması, energetika təsərrüfatında əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsinə imkan yaradılması kimi məsələlər aiddir.

Energetik sistemlərin istismarının təşkili xüsusi orqan olan dispetşer idarəsi vasitəsilə həyata keçirilir. Dispetşer idarəsinin fəaliyyətinə aşağıdakı tədbirlərin enerji istehsalı planı enerjinin yüksəkkeyfiyyətliliyinin təmin edilməsi, sistemin qəzasız işləməsinin təmin edilməsi, sistemin iqtisadi cəhətcə əlverişli iş rejiminin təmin edilməsi ilə həyata keçirilir.

Energetik sistemin istismarının düzgün təşkil edilməsi üçün onun yükünün artırma dinamikasını və elektrik təchizatının inkişaf perspektivləri nəzərə alınmalıdır. Yeni elektrik stansiyaları, transformator yarımstansiyaları və elektrik şəbəkə xətlərinin layihəsi zamanı adətən onların gələcək 10-20 il ərzində inkişafı nəzərə alınmaqla avadanlıqları seçilir və parametrləri hesablanır. Bu, mürəkkəb energetik sistemin obyektlərinin kompleksinin layihəsi sənaye, nəqliyyat, kənd təsərrüfatı və kommunal enerji tələbatı obyektlərinin layihələrinə nisbətən zaman etibarilə irəli olması ilə izah edilir. Göstərilən obyektlərin enerji tələbatının perspektiv inkişafı müəyyən mərkəzləşdirilmiş hesabatlarla əsaslandırılır. Adətən, hesabat ayrı-ayrı sənaye sahələrinin, nəqliyyatın, kənd təsərrüfatı və kommunal elektrik tələbatçılarının ümumiləşdirilmiş xüsusi enerji sərfiyyatı normalarına əsasən aparılır. Burada həmçinin ümumiləşdirilmiş xüsusi enerji sərfiyyatı normalarının keçmiş illərə nisbətən artma dinamikası da nəzərə alınmalıdır. Çünki bütün sənaye sahələrinin elektrifikasişdırılması səviyyəsindən, istehsal proseslərinin kompleks mexanifikasişdırılması və avtomatifikasişdırılmasının təkmilləşdirilməsindən və həmçinin elektrik enerjisinin məişətdə geniş səviyyədə tətbiq edilməsindən asılı olaraq, xüsusi enerji sərfiyyatı normasının qiyməti də ildən-ilə dəyisir.

Perspektiv enerji tələbatı bilavasitə hesablama üsulu ilə proqnoz edilir. Burada energetik sistemin nəzərdə tutulan hər hansı t inkişaf səviyyəsindəki enerji tələbatı sistemdən qidalanan ayrı-ayrı xalq təsərrüfatı sahələrinin gözlənilən enerji tələbatlarının cəmlənməsilə təyin edilir, yəni

$$A_t = \sum_{i=1}^n A_{xüs.it} n_{it} \quad (1)$$

Burada n - qrup tələbatçıların sayı, $A_{xüs.it}$ - i qrup tələbatçıların t -ci ildəki vahid məhsul istehsalının xüsusi enerji sərfiyyatı, n_{it} - i qrup tələbatçıların t -ci ildəki planlaşdırılmış məhsul istehsalının həcmidir.

(1) ifadəsi energetik sistem üçün, adətən, aşağıda göstərilən konkret şəkildə yazılır

$$A_t = A_s + A_n + A_{k-m} + A_{k,T} \quad (2)$$

Burada A_s , A_n , A_{k-m} , $A_{k,T}$ - uyğun olaraq sənaye, nəqliyyat, kommunal-məişət, kənd təsərrüfatı tələbatçılarının gözlənilən enerjilərinin miqdarıdır.

Təcrübə göstərir ki, perspektiv enerji tələbatının qiyməti gələcək 10-20 il üçün hesablanarkən, cəmi 8-12 % fərq alınır.

Energetik sistemin elektrik və istilik enejilərinin istehsalı, paylanması, istehlakı rejimlərinin ümumiliyi ilə əlaqələndirilmiş elektrik və istilik şəbəkələrinin, həmçinin elektrik və istilik enerjisi istehlakçı qurğularının toplusundan ibarətdir. Elektrik stansiyalarının birgə işi iqtisadi və texniki cəhətdən səmərəli olduğundan, müasir dövrdə enerjisistemdə yerli əhəmiyyətli kiçik elektrik stansiyalarından başqa, ölkənin bütün elektrik stansiyaları birləşdirilmişdir. (3)

Energetik sistemin istismarı iki istiqamətdə təşkil olunur:

1. Avadanlıqların və tikililərin texniki istismarı

2. Bütünlüklə energetik sistemin işinin əməliyyat idarə olunması.

Texniki istismar dedikdə, elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi və paylanması üçün şəbəkə və stansiyaların elektrik hissəsinin düzgün istifadə olunması prosesi başa düşülür. Bu işdə birbaşa olaraq təmir və istismar işçi heyəti, həmçinin təmir zavodlarının, mərkəzi istehsal xidmətlərinin briqadaları, laboratoriyalar və s. iştirak edirlər.

Əməliyyat idarə etməsi dedikdə, energetik sistemdə birləşdirilmiş elektrik stansiya və şəbəkələrin uzlaşdırılmış və ən qənaətlə işinə fasiləsiz rəhbərlik başa düşülür.(2)

Elektrik stansiyaları, şəbəkələr, təmir və digər enerji sisteminin tərkibinə daxil olan müəssisələr energetik sistemin istehsalat bölmələridir. Energetik sistemin normal işləməsinin zəruru şərtlərindən biri də istismar və təmir heyətinin təhlükəsizliyinin təmin olunmasıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov Q.Ə. Yüksək gərginlik texnikası / –Bakı: Nəşr, –2003.
2. Китушин В.Г., Надежность энергетических систем. Учебное пособие для вузов / В.Г.Китушин. –М.: Энергоатомиздат, 1997. –240с.
3. Агаханова К.А., Мониторинг пропускной способности воздушной линии основанный на температуре проводов / К.А. Агаханова // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 91-100. – EDN UKWPYQ.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47176429>

РЕЗЮМЕ

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ

Мамедзаде Р.К., Ширинова А.Я., Агаханова К.А.

Ключевые слова: электрическая энергия, сеть, эксплуатация, передача, распределение, производство

В статье рассмотрены вопросы развития современных энергетических систем, процессы, проходящие в области энергетики, увеличения требований и знаний параллельного рабочего режима энергии, разработки и существования новых технических и экономических принципов для управления режимами энергетических систем, обеспечения режимной надежности и эффективности энергетических систем непосредственной связи существующих критериев и методов.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE OPERATION OF POWER PLANTS AND NETWORKS

Mamedzade R.K., Shirinova A.Ya., Agakhanova K.A.

Key words: electricity, network, exploitation, transmission, distribution, production

The article deals with the development of modern energy systems, the processes passed in the field of energy, the increase in the requirements for a parallel operating mode of knowledge of energy, the development and existence of new technical and economic principles for managing the modes of energy systems, to ensure the regime reliability and efficiency of energy systems of direct connection of existing criterion and methods.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	01.03.2022
	Son variant	06.04.2022

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Искендеров А.Д., Гамидов Р.А.* Необходимое условие оптимальности для решения задачи с управлением границей области 4
2. *Алиева У.С.* Вынужденные поперечные колебания длинного вязкоупругого цилиндра, скрепленного с упругой оболочкой 12

Kimya

3. *Ağayev Ə.Ə., Nəzərova M.K., Süleymanova P.V.* 2-vinil-1-naftolun sintezi 17
4. *Əliyev K.Ə., İsmayilov Z.İ.* Xalkohalogenidlərin ($A^{III}B_y^{VI}C_z^{VII}$, $A^V_xB_y^{VI}C_z^{VII}$) fiziki-kimyəvi xassələrinin kompüter təcrübi üsulla modelləşdirilməsi 22
5. *Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Abdullayeva M.B., Rüstəмова G.C.* Elektrokimyəvi sistemdə toluolun bromlaşması 28
6. *Исмаилова Э.Н.* Фазовая диаграмма системы $Cu_2SnSe_3-Cu_3SbSe_4$ 33
7. *Ахундов И.А.* Полибутадиены: синтез и модификация. 38
8. *Насиёва Х.Ə.* Ni,H-mordenit və Pd,H-mordenit katalizatorları iştiraki ilə krezolların 1-propanolla alkülləşmə reaksiyasının tədqiqi 46

Coğrafiya

9. *Mərdanov İ.İ., Ağayev T.D., Süleymanlı D.Q.* Cəbrayıl rayonunun ərazisinin torpaq-bitki örtüyünün əsas xüsusiyyətləri 49

Biologiya

10. *Namazov N.R., Sultanova N.H.* Sumqayıt şəhərinin yaşıllaşdırılmasında istifadə olunan ağac və kol bitkilərinin mikobiotasının dominant növləri 54

Texnika

11. *Hüseynov A.H., Səlimova M.R.* Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin paylanmış heterogen verilənlər bazalarına əsaslanan biliklər bazasının təşkili üçün multiagent sistemin işlənməsi 60
12. *Cabbarova K.İ.* Z-informasiyaya əsaslanan qərar qəbuletmə məsələsinə ELECTRE üsulunun tətbiqi 66
13. *Həsənova N.Ə.* Təhsildə bulud hesablamalarının tətbiqi və risklərin tədqiqi 72
14. *Rəhimov Ş.R., Məmmədova G.A., Sadiqov Ü.K.* İstehsalat proseslərində informasiya təhlükəsizliyi prinsipləri 78
15. *Zabidov Z.C., Qədirova X.M., Əhmədov S.Ə.* Spektral təsvirlər əsasında müxtəlif relyefli ərazilərin bitki örtüyünün qiymətləndirilməsi 83
16. *Садыг-заде У.А.* Организация корпоративной информационной сети и использование современных информационных технологий в управлении ГО Азербайджанской Республики 89
17. *Məmmədzadə R.K., Şirinova A.Y., Ağaxanova K.A.* Elektrik stansiyaları və şəbəkələrin istismarının analizi 96

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsətova</i>
Dil dəstəyi	<i>Linqvistik Mərkəz</i>

Çapa imzalanmışdır: 26.09.2022-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 114. Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru