



ISSN 3079-7373

ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
ДОНИШГОҶИ ДАВЛАТИИ ХОРУҒ ба номи М. НАЗАРШОЕВ

ПАЁМИ
ДОНИШГОҶИ ХОРУҒ
(*Бахши илмҳои табиатиносии ва
риёзӣ*)

ВЕСТНИК
ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
(*Серия естественных и
математических наук*)

BULLETIN
OF THE KHOROG UNIVERSITY
(*series of natural and mathematical sciences*)

№ 2 (06) 2026



ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ

**(Бахши илмҳои табиатшиносӣ ва риёзӣ: 1.1. Математика ва механика,
1.4. Химия, 1.5. Биология)**

ВЕСТНИК ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**(Серия естественных и математических наук: 1.1. Математика и
механика, 1.4. Химия, 1.5. Биология)**

BULLETIN OF THE KHOROG UNIVERSITY

**(Series of natural and mathematical sciences: 1.1. Mathematics and mechanics,
1.4. Chemistry, 1.5. Biology)**

№ 2 (06) 2026

ХОРУҒ 2026

**ПАЁМИ
ДОНИШГОҶИ ХОРУҒ
САРМУҶАРИИ:**
Комилбек Амид Ёрбек – Ректор,
доктори илмҳои сиёсӣ, профессор
МУОВИНИ САРМУҶАРИИ:
Қодиров Дилшод Сайдаллоевич –
муовини ректор оид ба илм ва
инноватсия, номзоди илмҳои филологӣ,
дотсент.

ҲАЙАТИ ТАҲРИРИЯ:
М. Шаҳбозов – доктори илмҳои
физика-математика, профессор,
академики АМИТ.
М. Илолов – доктори илмҳои физика-
математика, профессор, академики
АМИТ.
С. Сафармамадов – доктори илмҳои
химия, профессор.
А. Мамадризоханов – доктори
илмҳои биология, профессор
Ш.Некқадамов – номзоди илмҳои
физика-математика, дотсент.
Ш. Абдулофизов – номзоди илмҳои
физика-математика, профессор.
Б. Имомназаров – номзоди илмҳои
химия, дотсент.
М. Давлятназарова – номзоди илмҳои
химия, дотсент.
С. Давлатбек – номзоди илмҳои
биология, дотсент.
Ж.Олифтаева – номзоди илмҳои химия,
дотсент.
Т. Содатқадимова – номзоди илмҳои
биология, дотсент.
Ф. Асмаббекова – номзоди илмҳои
биология.

МУҶАММИРИ:
Д. Бобова – муаллими калони
кафедраи филологияи англис,
М. Тойчиев – номзоди илмҳои
филология
КОТИБИ МАСЪУЛ:
Н. Офаридоев – доктори илмҳои
филология, профессор.
САҲИФАБАНД:
Р. Худоберди – сардори шӯбаи таъби
нашр ва иттилоот

СУРОҶА:
Ҷумҳурии Тоҷикистон, ВМКБ.
Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи
Моёншо Назаршоев 736000, шаҳри
Хоруғ, кӯчаи Ш.Шохтемури 109.
Тел./Факс (+992-8) 22779
СОМОНА:
донишгоҳ – <https://www.khogu.tj> маҷалла
– <https://www.payom.khogu.tj/tabati>
Маҷалла 05.07.2024 ба рӯйхати
маҷаллаҳои тақризишавандаи Комиссияи
олии аттестатсионии назди Президенти
Ҷумҳурии Тоҷикистон ворид карда
шудааст.
Маҷалла аз тарафи Вазорати фарҳанги
Ҷумҳурии Тоҷикистон
(№447/МҚ- 97 аз 22.12.2025) ба
кайд гирифта шудааст.
Маҷалла дар Индекси Иқтибосоварии
Илми Россия № 297/2023 аз 22.05.2023
сабти ном шудааст.

Масъулият ва дақиқии маводи ҷопшуда
ба зиммаи муаллифони ҷомӯш аст.
Суроғаи бонкӣ: “Амонатбанк”
ВМКБ. ИНН 700000710
С/х 202006810900001566000
КХ 22402972000002
МФО (БИК) 350101626
20402972316264
© «Паёми Донишгоҳи Хоруғ», 2026.

**ВЕСТИННИК ХОРУГСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**
Комилбек Амид Ёрбек – ректор,
доктор политических наук, профессор
**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО
РЕДАКТОРА:**
Қодиров Дилшод Сайдаллоевич –
проректор по науке и инновациям,
кандидат филологических наук, доцент.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
М. Шахбозов – доктор физико-
математических наук, профессор,
академик НАНТ.
М. Илолов – доктор физико-
математических наук, профессор,
академик НАНТ.
С. Сафармамадов – доктор химических
наук, профессор.
А. Мамадризоханов – доктор
биологических наук, профессор.
Ш.Некқадамов – кандидат физико -
математических наук, доцент.
Ш. Абдулофизов – кандидат физико-
математических наук, профессор.
Б. Имомназаров – кандидат
химических наук, доцент.
М. Давлятназарова – кандидат
химических наук, доцент.
С. Давлатбек – кандидат
биологических наук, доцент.
Ж. Олифтаева – кандидат химических
наук, доцент.
Т. Содатқадимова – кандидат
биологических наук, доцент.
Ф. Асмаббекова – кандидат
биологических наук.

РЕДАКТОРЫ:
Д. Бобова – старший преподаватель
кафедры английской филологии,
М. Тойчиев – кандидат филологических
наук.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:
Н. Офаридоев – доктор филологических
наук, профессор.
ДИЗАЙНЕР:
Р. Худоберди – начальник отдела
информации и публикаций.

АДРЕС:
Республика Таджикистан, ГБАО.
Хорогский государственный университет
имени Мойношо Назаршоева, г. Хорог,
улица Шахтемури, 109, 736000. Тел./Факс
(+992-8) 22779
ВЕБ-САЙТ:
университет – <https://www.khogu.tj>
журнал – <https://www.payom.khogu.tj/tabati>
Журнал включен в список
рецензируемых журналов Высшей
аттестационной комиссии при
Президенте Республики Таджикистан от
05.07.2024 года.
Журнал зарегистрирован Министерством
культуры
Республики Таджикистан (№447/
МЖ-97 от 22.12.2025).
Журнал зарегистрирован в Индексе
научного цитирования России №
297/2023 от 22.05.2023.

Ответственность и достоверность
публикуемого материала несут авторы.

Адрес банка: «Амонатбанк»
ВМКБ. ИНН 700000710
№ 202006810900001566000
КХ 22402972000002
МФО (БИК) 350101626
20402972316264

© «Вестник Хорогского университета», 2026.

**VESTNIK KHORUG
UNIVERSITY
CHIEF EDITOR:**
Komilbek Amid Yorbek -- rector, doctor of
political Sciences, Professor
DEPUTY CHIEF EDITOR:
Qodirov Dilshod Saydaloevich – Vice Rector
for Science and Innovation, Candidate of
Philological Sciences, Associate Professor.

EDITORIAL TEAM:
M. Shakhbozov – Doctor of Physical and Mathematical
Sciences, Professor,
Academician of ANST.
M. Ilolov – Doctor of Physical and
Mathematical Sciences, Professor,
Academician of ANST.
S. Safarmamadov – Doctor of Chemical
Sciences, Professor.
A. Mamadrizokhanov – Doctor of
Biological Sciences, Professor.
Sh. Nekqadamov – Candidate of Physical and
Mathematical Sciences, Associate Professor.
Sh. Abdulofizov – Candidate of Physical
and Mathematical Sciences, Professor.
B. Imomnazarov – Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor.
M. Davlyatnazarova – Candidate of Chemical
Sciences, Associate Professor.
S. Davlatbek – Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor.
Zh. Oliftaeva – Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor.
T. Sodatqadamova – Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor.
F. Asmatbekova – Candidate of Biological
Sciences.

EDITORS:
D. Bobova – Senior Lecturer at the Department of
English Philology.
M. Toychiev – Candidate of Philological Sciences.

EXECUTIVE SECRETARY:
N. Ofaridaev – Doctor of Philological
Sciences, Professor.
DESIGNER:

R. Khudoberdi – Head of the Publications and Information
Department

ADDRESS:
Republic of Tajikistan, VMKB. Khorog State University
named after Moyonsho
Nazarshoev, Khorog city, Shakhtemur street,
109, 736000 Tel./ Fax (+992-8) 22779

WEB SITE:
university – <https://www.khogu.tj>
magazine –
<https://www.payom.khogu.tj/tabati>
On July 05.2024, the journal was
included in the list of peer-reviewed
journals of the Higher
Attestation Commission under the President
of the Republic of Tajikistan.
The journal is registered by the Ministry of
Culture of the Republic of Tajikistan (No.
447/ MЖ-97 of 22/12/2025).
The journal is registered in the Science
Citation Index of Russia No. 297/2023 of
05/22/2023.

Responsibility and reliability of the published
material are borne by the authors.

Bank address: “Amonatbank”
VMKB. TIN 700000710
No. 202006810900001566000
KX 22402972000002
MFO (BIC) 350101626
20402972316264

© Bulletin of Khorog University, 2026

МАТЕМАТИКА ВА МЕХАНИКА

УДК: 004.8:512.64:519.6

**ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И ЕЁ РОЛЬ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ:
МАТРИЦЫ, ВЕКТОРЫ И ОПЕРАЦИИ НАД НИМИ**

Айдармамадов А.Г., Шодибекова Ш.Ф.

Технологический университет Таджикистана

Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева

Формирование и развитие общества в будущем во многом зависит от таких технологий, как **большие данные, машинное обучение, распределенный реестр, робототехника, виртуальная реальность, блокчейн, цифровые двойники, новейшая беспроводная техника для связи и другие виды технологии** [1, с. 123]. Современное развитие технологий искусственного интеллекта тесно связано с развитием методов машинного обучения. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать большие объёмы данных, выявлять закономерности и строить прогнозные модели.

Создание модели не только дает ожидаемый результат, но и дает возможность получать новую и более точную информацию об исследуемого объекта. Поэтому, задача создать модель- это значит объяснить известные факты и предсказать неизвестные явления об исследуемой объекте [2, с. 218].

Моделью может являться материальный объект, совокупность особым образом упорядоченных данных, система математических уравнений или компьютерная программа [3, с.14]. Математической основой большинства алгоритмов машинного обучения является линейная алгебра. Она предоставляет инструменты для представления данных в виде векторов и матриц, а также методы их преобразования и анализа.

Современные программные средства делают это за считанные секунды, а то и за доли секунды. В связи с быстрым развитием электронной вычислительной техники в последние десятилетия появилась возможность использовать приближенные математические методы для решения подобного рода задач [4, с.181].

В задачах анализа данных каждый объект описывается набором признаков. Такие признаки формируют векторное пространство, в котором выполняются различные операции: сложение, умножение, линейные преобразования и разложения матриц. Эти операции лежат в основе алгоритмов классификации, регрессии и кластеризации.

Цель данной работы - исследовать роль линейной алгебры в машинном обучении и рассмотреть основные математические методы, используемые в современных алгоритмах анализа данных.

Вектор является фундаментальным объектом линейной алгебры. В машинном обучении каждый объект данных представляется вектором признаков.

Пусть объект описывается набором признаков $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ где (x_i) - значение i – го признака.

Например, при анализе образовательных данных студент может описываться следующими характеристиками:

- возраст
- средний балл
- количество посещений занятий

Тогда объект представляется в виде вектора $x = (19, 4, 5, 28)$

Основные операции над векторами

Сложение векторов

$$a + b = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, \dots, a_n + b_n)$$

Умножение на скаляр

$$\lambda a = (\lambda a_1 \times \lambda a_n)$$

Скалярное произведение

$$a \times b = \sum_{i=1}^n a_i b_i$$

Скалярное произведение используется при вычислении расстояний и сходства между объектами.

Матрицы и представление данных

Линейная алгебра в Data Science и Machine Learning является основополагающей. Новички, начинающие свой путь обучения в области Data Science, а также признанные практики должны развить хорошее понимание основных понятий линейной алгебры.

Линейная алгебра - это раздел математики, который чрезвычайно полезен в Data Science и машинном обучении. Владение линейной алгеброй - это также самый важный математический навык в машинном обучении. Большинство моделей машинного обучения могут быть выражены в матричном виде. Сам набор данных часто представляется в виде матрицы. Линейная алгебра используется при предварительной обработке данных, в преобразовании данных и оценке моделей. Вот темы, с которыми вы должны быть знакомы:

- Векторы.
- Матрицы.
- Транспонирование матрицы.
- Обратная матрица.
- Определитель матрицы.
- След матрицы.
- Скалярное произведение.
- Собственные значения.
- Собственные векторы.

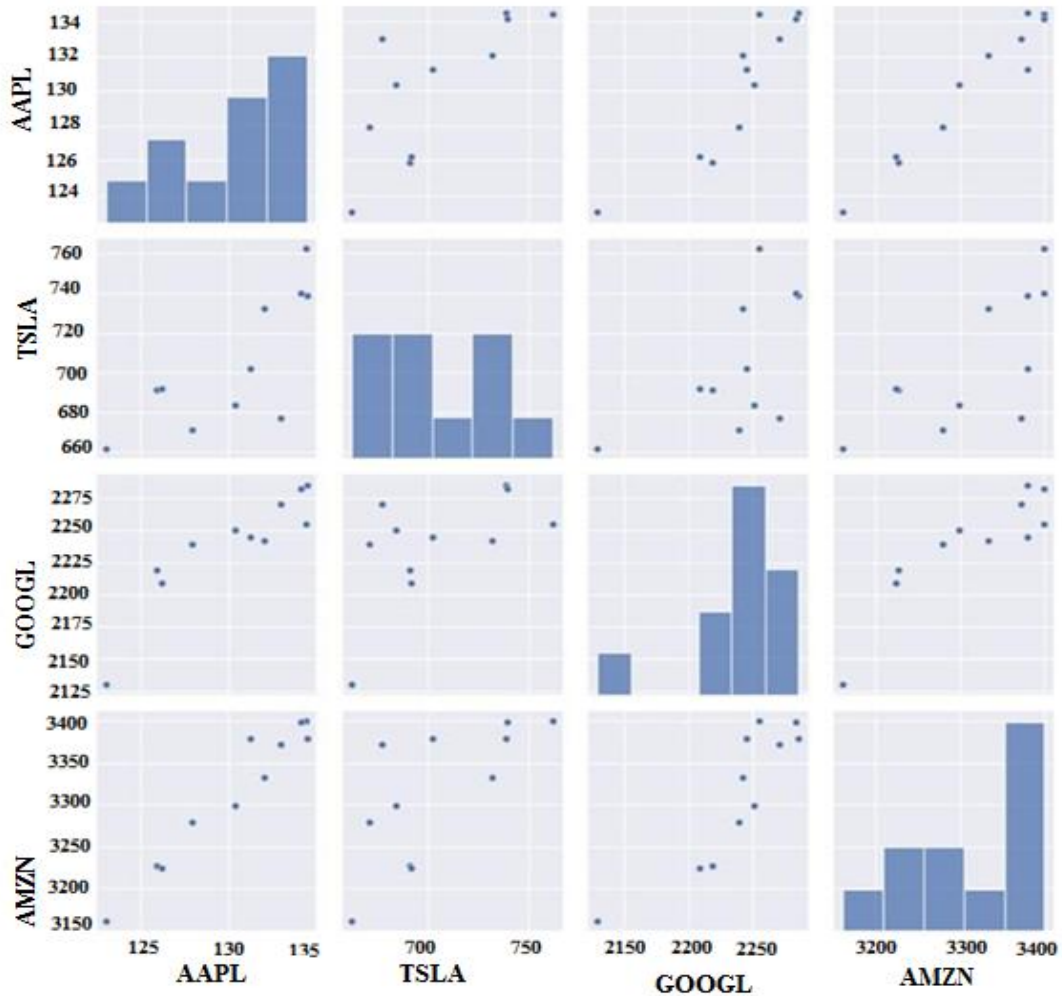
Мы начнём с иллюстрации того, как линейная алгебра применяется для предварительной обработки данных.

Связь искусственного интеллекта и линейной алгебры — не случайна и не только техническая. Она концептуальная. Линейная алгебра описывает структуру пространства, а ИИ учится ориентироваться в этом пространстве, понимать его через двойственные связи и преобразования. Чем лучше мы понимаем эти математические основы, тем точнее и эффективнее можем строить умные системы, которые учатся, анализируют и принимают решения. Таким образом, линейная алгебра не просто математическая основа, а язык, на котором формулируются все идеи машинного обучения. Понимание двойственного пространства и вообще понятий линейной зависимости, базиса, размерности помогает глубже понять, что делает ИИ «внутри». Когда говорят, что модель обучается, на деле это значит, что она двигается по пространству возможных функционалов в поиске тех, что наилучшим образом отражают данные [5, с.122-123].

Ковариационная матрица. Ковариационная матрица является одной из наиболее важных матриц в Data Science и Machine Learning. Она предоставляет информацию о совместном движении (корреляции) между признаками. Предположим, у нас есть матрица признаков с 4 признаками и n наблюдениями, как показано в таблице:

$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	$X_4^{(1)}$
$X_1^{(2)}$	$X_2^{(2)}$	$X_3^{(2)}$	$X_4^{(2)}$
$X_1^{(3)}$	$X_2^{(3)}$	$X_3^{(3)}$	$X_4^{(3)}$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
$X_1^{(n)}$	$X_2^{(n)}$	$X_3^{(n)}$	$X_4^{(n)}$

Чтобы визуализировать корреляции между признаками, мы можем сгенерировать диаграмму рассеяния:



где μ и σ - среднее значение и стандартное отклонения признака соответственно. Это уравнение указывает, что при нормализации признаков матрица ковариации представляет собой просто точечное произведение между признаками. Ковариационная матрица может быть выражена в виде вещественной и симметричной матрицы 4×4 :

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \sigma_{24} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \sigma_{34} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_4^2 \end{bmatrix}$$

Эта матрица может быть преобразована в диагональную путём выполнения унитарного преобразования, также называемого преобразованием анализа главных компонент (PCA), чтобы получить следующее:

$$\tilde{\Sigma} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \end{bmatrix}$$

Поскольку след матрицы при унитарном преобразовании остаётся инвариантным, мы наблюдаем, что сумма собственных значений диагональной матрицы равна общей дисперсии, содержащейся в признаках X_1 , X_2 , X_3 и X_4 .

Матрица линейной регрессии

Предположим, у нас есть набор данных, который имеет 4 признака предиктора и n наблюдений, как показано ниже.

$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	$X_4^{(1)}$	$Y^{(1)}$
$X_1^{(2)}$	$X_2^{(2)}$	$X_3^{(2)}$	$X_4^{(2)}$	$Y^{(2)}$
$X_1^{(3)}$	$X_2^{(3)}$	$X_3^{(3)}$	$X_4^{(3)}$	$Y^{(3)}$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
$X_1^{(n)}$	$X_2^{(n)}$	$X_3^{(n)}$	$X_4^{(n)}$	$Y^{(n)}$

Мы хотели бы построить модель множественной регрессии для прогнозирования значений y (столбец 5). Таким образом, наша модель может быть выражена так:

$$y^{(i)} = \sum_{j=1}^4 X_j^{(i)} w_j.$$

В матричном виде это уравнение можно записать так:

$$y = Xw$$

где X - матрица признаков ($n \times 4$), w - матрица (4×1), представляющая определяемые коэффициенты регрессии, и y - матрица ($n \times 1$), содержащая n , наблюдений целевой переменной y .

Обратите внимание, что X является прямоугольной матрицей, поэтому мы не можем решить приведённое выше уравнение, взяв обратную X величину.

Чтобы преобразовать X в квадратную матрицу, мы умножаем левую и правую части нашего уравнения на транспонирование из X , то есть:

$$X^T y = X^T X w$$

Это уравнение можно записать так:

$$X^T y = R w$$

где

$$R = X^T X$$

является матрицей регрессии (4×4). Мы наблюдаем, что R - это вещественная и симметричная матрица. Обратите внимание, что в линейной алгебре транспонирование произведения двух матриц подчиняется следующему соотношению:

$$(AB)^T = B^T A^T$$

Теперь, когда мы сократили нашу задачу регрессии и выразили её в терминах (4×4) вещественной, симметричной и обратимой матрицы регрессии R , легко показать, что точное решение уравнения регрессии выглядит так:

$$R w = R^{-1} (X^T y)$$

Примеры регрессионного анализа для прогнозирования непрерывных и дискретных переменных приведены ниже:

- **Основы** линейной регрессии для абсолютных новичков.
- **Построение** перцептронного классификатора с помощью метода наименьших квадратов.

Матрица линейного дискриминантного анализа. Другим примером реальной и симметричной матрицы в Data Science является матрица линейного дискриминантного анализа (LDA). Эта матрица может быть выражена так:

$$L = S_w^{-1} S_B$$

где S_w - матрица рассеяния в пределах признака (the within-feature scatter matrix), а S_B - матрица рассеяния между признаками. Поскольку обе матрицы S_w и S_B вещественны и симметричны, из этого следует, что L также вещественно и симметрична. Диагонализация L создаёт подпространство признаков, которое оптимизирует раздельность классов и уменьшает размерность. Следовательно, LDA является алгоритмом обучения с учителем, а PCA - нет.

Градиентный спуск

Для оптимизации параметров модели используется метод **градиентного спуска**.

Функция ошибки:

Пусть функция ошибки:

$$J(w)$$

Тогда градиент:

$$\Delta J(w)$$

Правило обновления параметров:

$$w_{k+1} = w_k - \alpha \Delta J(w)$$

где:

- w – параметры модели
- α – скорость обучения (learning rate)
- $\Delta J(w)$ – градиент функции ошибки

$$J(w) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m (y_i - \sigma y_i)^2$$

где

$$\sigma y = Xw$$

Градиент функции:

$$\Delta J(w) = \frac{1}{m} X^T (Xw - y)$$

Алгоритм обновления параметров:

$$w_{k+1} = w_k - \alpha Jw_k$$

где

(α) - шаг обучения.

Этот метод широко используется при обучении нейронных сетей.

Собственные значения и собственные векторы. Пусть дана матрица A . Если существует ненулевой вектор (v) такой, что $Av = \alpha v$ то

(v) - собственный вектор, (α) - собственное значение.

Собственные значения используются для анализа структуры данных.

Метод главных компонент (PCA). Метод главных компонент применяется для **снижения размерности данных**.

Основные шаги алгоритма:

1. Центрирование данных
2. Вычисление ковариационной матрицы $C = \frac{1}{n} X^T X$
3. Нахождение собственных значений и собственных векторов
4. Проекция данных на главные компоненты $Z = XW$

где

(W) - матрица собственных векторов.

Метод PCA позволяет уменьшить размерность данных при сохранении максимальной дисперсии.

Значение линейной алгебры для искусственного интеллекта. Линейная алгебра используется практически во всех областях машинного обучения:

- нейронные сети
- обработка изображений
- анализ текстов
- системы рекомендаций

Все современные модели глубокого обучения основаны на операциях с большими

матрицами. Развитие вычислительных технологий позволило эффективно реализовывать такие операции на графических процессорах (GPU).

Проводя итоги можно делать вывод, что линейная алгебра играет ключевую роль в развитии методов машинного обучения. Векторы и матрицы являются основными структурами представления данных, а операции над ними лежат в основе большинства алгоритмов искусственного интеллекта.

Использование методов линейной алгебры позволяет эффективно решать задачи анализа данных, оптимизации моделей и обработки информации. В дальнейшем развитие машинного обучения будет тесно связано с развитием математических методов линейной алгебры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аламшоева М.М., Айдармамадов А.Г. Этапы развития информационных и цифровых технологий в республике Таджикистан. Вестник Технологического университета Таджикистана. – Душанбе, 2025. – №1 (60). – С.123–132, ISSN 2707-8000.
2. Аламшоева М.М. Теория экономико- математических методов моделирования развития промышленного производства. Вестник Таджикского национального университета. - Душанбе, 2015.- № 2/2(161). -С. 215-222.
3. Майер Р.В. Компьютерное моделирование / Р.В. Майер. [Электронный ресурс]. <http://www.komp.model.narod.ru/>, <http://maier-rv.glazov.net>
4. Аламшоева М.М., Айдармамадов А.Г. Решение дифференциальных уравнений на языке программирования C#. Сборник материалов международной научно-практической конференции «Новые достижения в области естественных наук и информационных технологий», посвящённой «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук на 2020-2040 гг.» 30 мая 2023 года. – Душанбе, РТСУ, -С. 181.
5. Озодбекова Н.Б., Айдармамадов А.Г. Алгебраические структуры в искусственном интеллекте: новая парадигма симметрии, безопасности и обобщения. Вестник Технологического университета Таджикистана, №1(64) 2026. – Душанбе. - С.119-123..ISSN 2707-8000, УДК: 530.145.
6. Axler S. Linear Algebra Done Right. – 3rd ed. – Cham: Springer, 2015.
7. Friedberg S. H., Insel A. J., Spence L. E. Linear Algebra. – 4th ed. – Boston: Pearson, 2003.
8. Lang S. Introduction to Linear Algebra. – 2nd ed. – New York: Springer, 1986.
9. Strang G. Linear Algebra and Its Applications. — 4th ed. — Boston: Cengage Learning, 2006.
10. Ильин В. А., Куркина А. В. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. – М.: Проспект, 2007. – 480 с.
11. Кириллов А. А. Линейная алгебра. – М.: Физматлит, 2016. – 400 с.
12. Кострикин А. И. Введение в алгебру. – М.: МЦНМО, 2004. – 272 с.
13. Мальцев И. А. Линейная алгебра. – СПб.: Лань, 2010. – 379 с.
14. Шафаревич И. Р., Ремизов А.О. Линейная алгебра и геометрия. – М.: Физматлит, 2009. – 512 с.

LINEAR ALGEBRA AND ITS ROLE IN MACHINE LEARNING: MATRICES, VECTORS, AND OPERATIONS ON THEM

The article examines the role of linear algebra in the development of machine learning methods. It is demonstrated that most artificial intelligence algorithms are based on operations involving vectors and matrices. The paper reviews fundamental mathematical structures, including vectors, matrices, linear transformations, dot products, eigenvalues, and matrix decompositions. Particular attention is paid to the application of linear algebra in machine learning algorithms such as linear regression, gradient descent, and Principal Component Analysis (PCA). It is shown that linear algebra serves as

the fundamental mathematical basis for big data processing and the construction of intelligent systems.

Keywords: linear algebra, machine learning, vectors, matrices, gradient descent, PCA, data analysis, artificial intelligence.

Information about the authors: Aydarmamadov Alisher Gulomalievich – candidate of physical and mathematical, Technological university of Tajikistan. Address: 734061, Republic of Tajikistan, Dushanbe, St. N. Karaboeva 63/3. E-mail: alisher1805@mail.ru, ORCID ID: 0009-0003-5804-2000. SPIN: 5725-8269. Tel.: (+992) 93-562-97-62.

Shodibekova Shakhnoza Farukhovna – Associate of the Department of Information Technology and Computer Security, Khorog State University named M.Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, st.Sh.Shotemur. E-mail: shakhyana@mail.ru. Tel.: (+992) 93-582- 72-11.

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И ЕЁ РОЛЬ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ: МАТРИЦЫ, ВЕКТОРЫ И ОПЕРАЦИИ НАД НИМИ

В статье рассматривается роль линейной алгебры в развитии искусственного интеллекта. Показано, что большинство алгоритмов искусственного интеллекта основано на операциях над векторами и матрицами. Рассматриваются основные математические структуры: векторы, матрицы, линейные преобразования, скалярное произведение, собственные значения и разложения матриц. Особое внимание уделяется применению линейной алгебры в алгоритмах машинного обучения, таких как линейная регрессия, градиентный спуск и метод главных компонент (РСА). Показано, что линейная алгебра является фундаментальной математической основой обработки больших данных и построения интеллектуальных систем.

Ключевые слова: линейная алгебра, машинное обучение, векторы, матрицы, градиентный спуск, РСА, анализ данных, искусственный интеллект.

Сведения об авторах: Айдармамадов Алишер Гуломалиевич – кандидат физико-математических наук, и.о. доцент кафедры высшей математики и информатики Технологического университета Таджикистана. Адрес: 734061, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Н. Карабаева, 63/3. E-mail: alisher1805@mail.ru. ORCID ID: 0009-0003-5804-2000. SPIN: 5725-8269. Tel.: (+992) 93-562-97-62.

Шодибекова Шахноза Фаруховна — ассис. кафедры информационных технологий и компьютерной безопасности Хорогского государственного университета имени М.Назаршоева, ул. ул. Шохтемура, E-mail: shakhyana@mail.ru. Tel.: (+992) 93-582-72-11.

АЛГЕБРАИ ХАТӢИ ВА НАҚШИ ОН ДАР ОМУӢЗИШИ МОШИНИӢ: МАТРИТСАҲО, ВЕКТОРҲО ВА АМАЛИӢТҲО БО ОНҲО

Дар мақола нақши алгебраи хаттӣ дар рушди усулҳои омӯзиши мошинӣ мавриди баррасӣ қарор гирифтааст. Нишон дода шудааст, ки ақсарияти алгоритмҳои зеҳни сунӣ ба амалиётҳо бо векторҳо ва матритсаҳо асос ёфтаанд. Сохторҳои асосии математикӣ: векторҳо, матритсаҳо, табдилоти хаттӣ, ҳосили зарби скалярӣ, қиматҳои хос ва ҷамъи матритсаҳо таҳлил карда мешаванд. Диққати махсус ба татбиқи алгебраи хаттӣ дар алгоритмҳои омӯзиши мошинӣ, аз қабилӣ регрессияи хаттӣ, равиши градиентӣ ва усули ҷузъҳои асосӣ (РСА) дода шудааст. Иббот шудааст, ки алгебраи хаттӣ асоси фундаменталии математикии коркарди додаҳои калон ва сохтани системаҳои зеҳнро ташиқ медиҳад.

Калидвожаҳо: алгебраи хаттӣ, омӯзиши мошинӣ, векторҳо, матритсаҳо, равиши градиентӣ, РСА, таҳлили додаҳо, зеҳни сунӣ.

Маълумот дар бораи муаллиф: Айдармамадов Алишер Гуломалиевич – номзади илмҳои физика-математика, и.в. дотсенти кафедраи математикаи олӣ ва информатикаи Донишгоҳи технологии Тоҷикистон. Нишонӣ: 734061, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, к. Н. Карабаев, 63/3. E-mail: alisher1805@mail.ru. ORCID ID: 0009-0003-5804-2000. SPIN: 5725-8269. Tel.: (+992) 93-562-97-62.

Шодибекова Шахноза Фаруховна – ассистенти кафедраи технологияи иттилоотӣ ва амнияти компютерӣ, Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, к.Ш.Шохтемур, E-mail: shakhyana@mail.ru. Tel.: (+992) 93-582-72-11.

УДК: 517.5

ЗНАЧЕНИЕ n-ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ ХАРДИ

Заргаров Дж.Дж., Кадамшоев Н.У.

Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана

Экстремальные задачи теории аппроксимаций, связанные с наилучшим совместным приближением функций, аналитических в единичном круге, принадлежащих пространству Харди ранее изучались в работах [1] и [2]. В пространстве Харди первые результаты связанные с вычислением точных значений верхних граней наилучшего приближения и вычисления точных значений n-поперечников классов комплексных аналитических в круге функций принадлежат [3-5]. В настоящей работе рассматривается задача нахождения точных значений известных n-поперечников некоторых классов аналитических в единичном круге функций в банаховом пространстве Харди.

Пусть $\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$, $\mathbb{Z}_+ := \mathbb{N} \cup \{0\} = \{0, 1, 2, \dots\}$ и $\mathbb{R} := (-\infty, +\infty)$ соответственно, множество натуральных, целых неотрицательных и вещественных чисел, а $\mathbb{C}$ обозначает множество всех комплексных чисел вида $c := a + ib$, $a, b \in \mathbb{R}$.

Через $\mathcal{H}_p$ ($1 \leq p \leq \infty$) обозначим пространство Харди аналитических в единичном круге $U := \{z \in \mathbb{C}: |z| < 1\}$ функций

$$\Phi(z) = \sum_{k=0}^{\infty} c_k(\Phi) z^k, \quad z = \rho e^{it}, 0 \leq \rho < 1, 0 \leq t \leq 2\pi \quad (1)$$

для которых

$$\|\Phi\|_p := \|\Phi\|_{\mathcal{H}_p} := \lim_{\rho \rightarrow 1-0} \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |\Phi(\rho e^{it})|^p dt \right)^{1/p} < \infty.$$

Всюду далее интегралы понимаются в смысле Лебега и как известно [6], норма реализуется на угловых граничных значениях функции $\Phi \in \mathcal{H}_p$, $1 \leq p \leq \infty$, то есть

$$\|\Phi\|_p = \left\{ \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |\Phi(e^{it})|^p dt \right)^{1/p}, \quad 1 \leq p \leq \infty \right\}.$$

Далее, ради удобства, положим

$$\Phi(t) := \Phi(e^{it}) = \lim\{\Phi(\rho e^{it}): \rho \rightarrow 1\}.$$

Обычные производные -го порядка функции $\Phi(z) \in \mathcal{H}_p$ определяются по формуле

$$\Phi^{(m)}(z) := \frac{\partial^m \Phi(z)}{\partial z^m} = \sum_{k=m}^{\infty} \alpha_{k,m} c_k(\Phi) z^{k-m}, \quad (2)$$

где

$$\alpha_{n,m} := n(n-1) \cdots (n-m+1) = \frac{n!}{(n-m)!}, \quad m \in \mathbb{N}, \quad n \geq m,$$

а угловое граничное значение производной (2) обозначим символом $\Phi^{(m)}(t)$.

Производную -го порядка аналитическую в круге U функцию $\Phi(z)$ по аргументу t комплексного переменного $z = \rho e^{it}$ ($0 \leq \rho \leq 1$, $0 \leq t \leq 2\pi$) определим по формуле

$$\Phi_a^{(m)}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} (ik)^m c_k(\Phi) (e^{it})^k. \quad (3)$$

Пусть

$$\mathcal{H}_p^{(m)} := \left\{ \Phi(z) \in \mathcal{H}_p : \|\Phi^{(m)}\|_{\mathcal{H}_p} < \infty \right\}, \quad 1 \leq p \leq \infty,$$

а также, учитывая производную -го порядка в соотношении (3), полагаем

$$\mathcal{H}_{p,a}^{(m)} := \left\{ \Phi(z) \in \mathcal{H}_p : \|\Phi_a^{(m)}\|_{\mathcal{H}_p} < \infty \right\}, \quad 1 \leq p \leq \infty.$$

Подпространство комплексных алгебраических многочленов вида

$$p_n(z) = \sum_{k=0}^n a_k z^k, \quad a_k \in \mathbb{C}, \quad |a_n| \neq 0,$$

степени n обозначим символом $\mathcal{P}_n$, а через

$$E_n(\Phi)_{\mathcal{H}_p} := \inf\{\|\Phi - p_n\|_{\mathcal{H}_p} : p_n \in \mathcal{P}_n\}$$

обозначим величина наилучшее приближение аналитических функций $\Phi(z) \in \mathcal{H}_p$, $1 \leq p \leq \infty$ элементами $p_n \in \mathcal{P}_n$ в метрике пространства $\mathcal{H}_p$.

Свойства гладкости функции $\Phi(z) \in \mathcal{H}_p$, ($1 \leq p \leq \infty$) будем характеризовать скоростью убывания к нулю модуля непрерывности r -го порядка ее граничных значений $\Phi(t)$:

$$\omega_r(\Phi, t)_p := \sup\left\{\left\|\sum_{l=0}^r (-1)^l C_r^l \Phi(\cdot + (r-l)\tau)\right\|_{L_p} : |\tau| \leq t\right\}. \quad (4)$$

Всюду далее рассматривается только случай $p = 2$, при котором непосредственным вычислением из (4) получаем

$$\omega_r^2(\Phi^{(m)}, t)_{\mathcal{H}_2} = 2^r \sup_{|h| \leq t} \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_{k,m}^2 |c_k(\Phi)|^2 (1 - \cos(k-m)h)^r. \quad (5)$$

Поскольку для $\Phi \in \mathcal{H}_2^{(m)}$ наравне с функцией Φ последовательные производные $\Phi^{(s)}$ ($s = 1, 2, \dots, m-1$) также принадлежат пространству $\mathcal{H}_2$, то представляет несомненный интерес отыскание точных значений совместных приближений

$$E_{n-s-1}(\Phi^{(s)})_2 := \inf\{\|\Phi^{(s)} - p_{n-1}^{(s)}\|_2 : p_{n-1}^{(s)} \in \mathcal{P}_{n-1}\}, \quad (6)$$

на некотором подмножестве функций $\mathfrak{M} \subset \mathcal{H}_2^{(m)}$ ($m \in \mathbb{N}$) или на самом классе $\mathcal{H}_2^{(m)}$, т.е. требуется найти точное значение величины

$$\mathcal{E}_{n-s-1}^{(s)}(\mathfrak{M})_2 := \sup\{E_{n-s-1}(\Phi^{(s)})_2 : \Phi \in \mathfrak{M}\}. \quad (7)$$

Равенство (7) означает величина наилучшего совместного среднеквадратического приближения множества $\mathfrak{M}^{(m)}$ подпространством тригонометрических полиномов $\mathcal{P}_{n-1}$.

Для произвольных натуральных m, r и $0 < h \leq 2\pi$ введ в рассмотрение следующий класс функций:

$$W_r^{(m)}(h) := \left\{ \Phi \in \mathcal{H}_2^{(m)} : \int_0^h (h-t) \omega_r^{2/r}(\Phi^{(m)}, t)_{\mathcal{H}_2} dt \leq 1 \right\}.$$

Теорема 1. При всех $r, n, m \in \mathbb{N}$, $n > m$, $s \in \mathbb{Z}_+$, $r \geq s$ и любых $h > 0$, для которых $0 < (n-m)h \leq \pi$, справедливо равенство

$$\mathcal{E}_{n-m-1}^{(s)}(W_r^{(m)}(h))_{\mathcal{H}_2} = \frac{\alpha_{n,s}}{\alpha_{n,m}} h^{-r} \left\{ 1 - \left(\frac{2 \sin\left(\frac{(n-m)h}{2}\right)}{(n-m)h} \right)^2 \right\}^{-\frac{r}{2}} \quad (8)$$

Следствие 1. В условия теоремы 1 при $h = \pi/(n-m)$, $n > m$, $n, m \in \mathbb{N}$, $r, s \in \mathbb{Z}_+$, $r \geq s$, и $n > m \geq s$ имеет место равенство

$$\mathcal{E}_{n-m-1}^{(s)}\left(W_r^{(m)}\left(\frac{\pi}{n-m}\right)\right)_{\mathcal{H}_2} = \frac{1}{\pi^{m-r}} \cdot \frac{\alpha_{n,s}}{\alpha_{n,m}} \cdot \frac{(n-m)^r}{\sqrt{(\pi^2 - 4)^r}}, \quad (9)$$

Пусть $S := \{\varphi : \|\varphi\|_{\mathcal{H}_2} \leq 1\}$ - единичный шар в $\mathcal{H}_2$; Q - выпуклое центрально-симметричное подмножество из $\mathcal{H}_2$; $\Lambda_n \subset \mathcal{H}_2$ - n -мерное подпространство; $\Lambda_n \subset \mathcal{H}_2$ - подпространство коразмерности n ; $\mathcal{L} : \mathcal{H}_2 \rightarrow \Lambda_n$ - непрерывный линейный оператор, переводящий элементы пространства $\mathcal{H}_2$ в Λ_n ; $\mathcal{L}^\perp : \mathcal{H}_2 \rightarrow \Lambda_n$ - непрерывный оператор линейного проектирования $\mathcal{H}_2$ на подпространство Λ_n . Величины

$$\begin{aligned} b_n(Q, \mathcal{H}_2) &= \sup\{\sup\{\varepsilon > 0 : \varepsilon S \cap \Lambda_{n+1} \subset Q\} : \Lambda_{n+1} \subset \mathcal{H}_2\}, \\ d^n(Q, \mathcal{H}_2) &= \inf\{\sup\{\|\Phi\| : \Phi \in Q \cap \Lambda^n\} : \Lambda^n \subset \mathcal{H}_2\}, \\ \delta_n(Q, \mathcal{H}_2) &= \inf\{\inf\{\sup\{\|\Phi - \mathcal{L}\Phi\| : \Phi \in Q\} : \mathcal{L}\mathcal{H}_2 \subset \Lambda_n\} : \Lambda_n \subset \mathcal{H}_2\}, \end{aligned}$$

$$d_n(Q, \mathcal{H}_2) = \inf\{\sup\{\inf\{\|\Phi - g\| : g \in \Lambda_n\} : \Phi \in Q\} : \Lambda_n \in \mathcal{H}_2\},$$

$$P_n(Q, \mathcal{H}_2) = \inf\{\inf\{\sup\{\|\Phi - \mathcal{L}^\perp f\| : \Phi \in Q\} : \mathcal{L}^\perp \mathcal{H}_2 \subset \Lambda_n\} : \Lambda_n \in \mathcal{H}_2\}$$

называются соответственно бернштейновским, колмогоровским, линейным, гильбертовским и проекционным -поперечниками. Так как $\mathcal{H}_2$ является гильбертовым пространством, то между перечисленными -поперечниками имеет место соотношения.(см., например, [7, стр.220]):

$$b_n(Q, \mathcal{H}_2) \leq d^n(Q, \mathcal{H}_2) \leq d_n(Q, \mathcal{H}_2) = \delta_n(Q, \mathcal{H}_2) = P(Q, \mathcal{H}_2). \quad (10)$$

Отметим, что вычислению точных значений различных -поперечников классов аналитических в круге функций, принадлежащих пространству Харди $\mathcal{H}_2$, $1 \leq p \leq \infty$, посвящено достаточно много работ, из которых отметим [8-10].

Далее, в этой работе приводим точные значения вышеперечисленных -поперечников для класс функций $W_r^{(m)}(h)$ в пространстве $\mathcal{H}_2$.

Теорема 2. Пусть $r, n, m \in \mathbb{N}$ и для значений числа $h > 0$ выполнено условие $0 < (n - m)h \leq \pi$. Тогда справедливы равенства

$$\gamma_n(W_r^{(m)}(h), \mathcal{H}_2) = E_{n-1}(W_r^{(m)}(h))_{\mathcal{H}_2} =$$

$$= h^{-r} \left\{ 1 - \left(\frac{2 \sin((n - m)h/2)}{(n - m)h} \right)^2 \right\}^{-r/2} \cdot \frac{1}{\alpha_{n,m}}, \quad (11)$$

где $\gamma_n(\cdot)$ – любой из перечисленных выше -поперечников.

Следствие 2. В условиях теоремы 2, при $h = \pi/(n - m)$, имеет место равенство

$$\gamma_n(W_r^{(m)}(\frac{\pi}{n - m}), \mathcal{H}_2) = \left\{ \frac{n - m}{\sqrt{\pi^2 - 4}} \right\}^r \cdot \frac{1}{\alpha_{n,m}}.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаркави А.Л. О совместном приближении периодической функции и ее производных тригонометрическими полиномами // Изв. АН СССР. Сер. математическая. 1960. Т. 24, 1. С. 103–128.
2. Тиман А.Ф. К вопросу об одновременной аппроксимации функций и их производных на всей числовой оси // Изв. АН СССР. Сер. математическая. 1960. Т. 24, 3. С. 421–430.
3. Бабенко К.И. О наилучших приближениях одного класса аналитических функций// Изв. АН СССР. Сер. матем., 22:5 (1958), С. 631–640.
4. Тихомиров В.М. Поперечники множеств в функциональных пространствах и теория наилучших приближений// УМН, 15:3(93) (1960), С. 81–120.
5. Тайков Л.В. О наилучшем приближении в среднем некоторых классов аналитических функций// Матем. заметки, 1:2 (1967), С. 155–162.
6. Кусис П. Введение в теорию пространств H^p . М.: Мир, 1984. 256 с.
7. Тихомиров В.М. Некоторые вопросы теории приближений. М.: Моск. гос. ун-т, 1976. 325 с.
8. Шабозов М.Ш. Поперечники некоторых классов периодических дифференцируемых функций в пространстве $L_2[0, 2\pi]$ // Матем. заметки. 2010. Т.87, 4. С.616-623.
9. Шабозов М.Ш., Юсупов Г.А. Наилучшие полиномиальные приближения в $L_2[0, 2\pi]$ некоторых классов 2π -периодических и точные значения их поперечников. // Матем. заметки. 2011. Т.90, 5. С.764-775.
10. Шабозов М.Ш., Юсупов Г.А., Заргаров Дж. Дж. О наилучшей совместной полиномиальной аппроксимации функций и их производных в пространстве Харди // Тр. Инс-та математики и механики УрО РАН. 2021. Т.27. 4. С. 240-256.

ЗНАЧЕНИЕ n -ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ ХАРДИ

Для классов аналитических функций, задаваемых модулями непрерывности m -го порядка $\omega_r(\Phi; t)$ и удовлетворяющих условию

$$W_r^{(m)}(h) := \left\{ \Phi \in \mathcal{H}_2^{(m)} : \int_0^h (h-t) \omega_r^{2/r}(\Phi^{(m)}, t)_{\mathcal{H}_2} dt \leq 1 \right\},$$

где $m, r \in \mathbb{N}$, $h > 0$, найдены точные значения совместных приближений аналитических функций.

Ключевые слова: пространство Харди, модуль непрерывности, аналитические функции, совместное приближение, n -поперечники.

Адрес для корреспонденции: Заргаров Джамшед Джангиевич – 734055, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Борбад 48/5, Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана. E-mail: jamshed-80@mail.ru

Кадамшоев Ноибшо Улфатшоевич – 734055, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Борбад 48/5, Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана. E-mail: nnoyob_77@mail.ru

THE VALUE OF n -WIDTHS OF SOME CLASSES OF ANALYTICAL FUNCTIONS AND THEIR DERIVATIVES IN HARDY SPACE

For classes of analytic functions defined by moduli of continuity of order r $\omega_r(\Phi; t)$ and satisfying the condition

$$W_r^{(m)}(h) := \left\{ \Phi \in \mathcal{H}_2^{(m)} : \int_0^h (h-t) \omega_r^{2/r}(\Phi^{(m)}, t)_{\mathcal{H}_2} dt \leq 1 \right\},$$

where $m, r \in \mathbb{N}$, $h > 0$, the exact values of the joint approximations of analytic functions are found.

Key words: Hardy space, modulus of continuity, analytic functions, simultaneous approximation, n -widths.

Information about authors: Jamshed Jangievich Zargarov – Lecturer at the International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan (734055, Republic of Tajikistan, Dushanbe, 48/5 Borbad Avenue). E-mail: jamshed-80@mail.ru

Noibsho Ulfatshoevich Qadamshoev – Lecturer at the International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan (734055, Republic of Tajikistan, Dushanbe, 48/5 Borbad Avenue). E-mail: nnoyob_77@mail.ru

ҚИМАТҲОИ n -ПАҲНОИҲОИ БАЪЗЕ СИНФҲОИ ФУНКСИЯҲОИ АНАЛИТИКӢ ВА ҲОСИЛАҲОИ ОНҲО ДАР ФАЗОИ ХАРДӢ

Барои синфҳои функсияҳои аналитикӣ, ки тавассути модулҳои муттасилии тартиби r $\omega_r(\Phi; t)$ муайян гардида, шарти зеринро қонеъ мекунад:

$$W_r^{(m)}(h) := \left\{ \Phi \in \mathcal{H}_2^{(m)} : \int_0^h (h-t) \omega_r^{2/r}(\Phi^{(m)}, t)_{\mathcal{H}_2} dt \leq 1 \right\},$$

Калидвожаҳо: фазои Хардӣ, модули муттасилӣ, функсияҳои аналитикӣ, тақриби муштарак, n -паҳноҳо (n -диаметрҳо).

Маълумот дар бораи муаллифон: Заргаров Ҷамшед Ҷангиевич – омӯзгори Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон (734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Борбад 48/5). E-mail: jamshed-80@mail.ru

Кадамшоев Ноибшо Улфатшоевич – омӯзгори Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон (734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Борбад 48/5). E-mail: nnoyob_77@mail.ru

УДК: 517.956

**ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА СИСТЕМ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ**

Норкулов Р.О.

**Международный университет туризма и предпринимательства
Таджикистана**

Ранее в работах Михайлова Л.Г. и Рузметова Э. [1-6], а также других авторов были изучены системы уравнений в полных дифференциалах (п.д.- систем) первого, либо второго порядка с сингулярными коэффициентами [6-10]. В случае тождественного выполнения условия совместности систем, определены некоторые частные, либо особые, а также общие решения системы дифференциальных уравнений первого и второго порядка.

Постановка задачи. В предлагаемой работе требуется выделить классы системы квазилинейных дифференциальных уравнений, для которых в случае тождественного выполнения их условия совместности, находятся явные решения систем, являющиеся непрерывным на данной области.

1. В настоящей работе рассматривается система дифференциальных уравнений второго порядка, в некоторой замкнутой области, с сингулярными линиями, причём с одним параметром вида:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = a(x, y, z, u'_x), \quad (y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} = b(x, y, z, u'_x),$$

равносильной следующей системе дифференциальных уравнений второго порядка, с сингулярными коэффициентами, вида:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = a(x, y, z, u'_x), \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} = \frac{b(x, y, z, u'_x)}{(y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad (1)$$

где в них функции удовлетворяют условиям: $a, b \in C^1(\bar{D})$. $u \in C^3(D_0)$, D_0 – та же область D , не содержащая точек особых линий, либо вырождения.

Целью предлагаемой работы является, каким образом находить некоторые частные, либо особые решения изучаемых систем. Для этого достаточно нам потребовать ограничения неизвестной функции и его производных первого и второго порядка, по каждым независимым переменным, т.е. обобщить леммы Михайлова Л.Г. [3-5]

Лемма. Пусть в системе дифференциальных уравнений (1) $a, b \in C^1(\bar{D})$.

$u \in C^3(D)$. Если существует предел $\lim_{y, z \rightarrow 0} (y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} = 0$, то

существует некоторая функция $u'_x = h(x, y)$, где она возможна будет некоторым частным, либо особым решением исходной системы.

Интегрируя первое уравнение (1) $u'_x = h(x, y, z)$, по переменной x , получим,

$$u(x, y, z) = \varphi(y, z) + H(x, y, z), \quad H(x, y, z) = \int_0^x h(t, y, z) dt.$$

Представим условие совместности системы уравнений (1) в следующем виде

$$(y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n \partial_y a - b \cdot \partial_u a - \partial_x b - a \cdot \partial_u b = 0. \quad (2)$$

Пусть условие совместности (2) выполняется, но не тождественно. Тогда из (2), можно определить некоторую функцию

$$u'_x = h_1(x, y, z), \quad u = \alpha(y, z) + H_1(x, y, z), \quad H_1(x, y, z) = \int_0^x h_1(t, y, z) dt, \quad (3)$$

где она, возможно, будет некоторым частным, либо особым решением исходной системы, причём, $\alpha(y, z)$ - некоторая вполне определённая функция.

Пусть условие совместности (2) выполняется тождественно. Интегрируя первое уравнение системы уравнений (1), как регулярного дифференциального уравнения, получим [9-11]: $u = V(y, z) + A(x, y, z)$, где

$V = V(y, z)$ новая неизвестная функция, а $A(x, y, z)$ - некоторая известная функция. Дифференцируя последнее равенство по переменной y , подставим его результат дифференцирования во второе уравнение системы (1).

Так как, второе уравнение системы (1), имеющий сингулярность на точках линии $y = y_0, z = z_0$ интегрировать нельзя, а также на точках этой линии вырождения ставить задачи Коши также нельзя, поэтому, исключая точки этой особой линии из области $\bar{D}$, задачу Коши для системы (1) ставим следующим образом:

$$u = u_0 \text{ при } x = x_0, y = y_1 \ (y \neq 0), (0 < y_1 \leq y \leq 1) \quad (4)$$

Для существования непрерывного решения системы (1), требуем, чтобы функция $b(\dots)$ в точках линии вырождения $y = y_0, z = z_0$ была бы бесконечно малой величиной,

$$b(x, y, z; u) = o((y - y_0)^{n-\lambda}), \quad (0 \leq \lambda < 1). \quad (M_1)$$

Заметим, что выполнение условий (M_1) для существования решений системы (1) является достаточным. Также известно, что если система уравнений (1) имеет многообразие решений, то тождественное выполнение условий (2) является необходимым. Покажем, что оно также является достаточным. Допустим, что условие (2) во всех точках области $\bar{D}$ кроме точек линии вырождения $\Gamma_2: y = y_0, z = z_0$ выполняется тождественно и причём их обозначим следующим образом (M):

$$1) a(\dots), b(\dots) \in C^1(\bar{D}), |a(x, \dots)| \leq K, |b(x, \dots)| \leq K, \frac{\partial a}{\partial u} \neq 0, \frac{\partial b}{\partial u} \neq 0, (K = \text{const.});$$

$$2) \text{ функция } b(\dots) \text{ по переменной } u \text{ будет удовлетворять условию Гёльдера,}$$

$$\text{т.е. } |b(x, y, z; u'_x) - b(x, y_0, z; u'_x)| \leq L |y - y_0|^\lambda, (0 \leq \lambda < 1), \text{ либо существуют числа}$$

a_0, b_0, h_0 такие, что при выполнении $|x - x_0| \leq a_0, |y - y_0| \leq a_0, |u| \leq b_0$ и достаточно малом числе $h_0 = \min\left(a_0, \frac{b_0}{K}\right)$ (K – константа Гёльдера) обеспечивается единственное

решение задачи Коши для п.д.- системы (3) [8-10]. Тогда, интегрируя первое уравнение системы уравнений (1) по переменной x , как регулярного обыкновенного дифференциального уравнения (о.д.у), считая y, z - параметрами, методом последовательных приближений, тогда получим:

$$u(x, y, z) = H[x, y, y_0, z, \psi(y, z)], \quad (5)$$

где $\psi = \psi(y, z)$ - новая неизвестная, а $H[x, y, y_0, z; \psi(y, z)]$ - известная функция.

Продифференцировав соотношение (5) по переменной y , и подставляя её результат во второе уравнение из (5) будем иметь:

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial \psi} \cdot \frac{d\psi}{dy} = \frac{b(x, y, z; u'_x)}{(y - y_0)^n}$$

Откуда получаем обыкновенное дифференциальное уравнение (о.д.у.)

$$\frac{d\psi}{dy} = \frac{b(x, y, z; u'_x) - (y - y_0)^n (z - z_0)^n H'_y}{(z - z_0)^n (y - y_0)^n H'_\psi}, \left(\frac{d\psi}{dy} = \frac{f(x, y, z; \psi)}{(z - z_0)^n (y - y_0)^n} \right), \quad (6)$$

$$f(x, y, z; \psi) = \frac{b - (z - z_0)^n (y - y_0)^n H'_y}{H'_\psi}.$$

Для нахождения решений о.д. у. (6) по переменной y , прежде всего, покажем, что правая часть о.д.у. (6) не зависит от независимой переменной x . Для этого, дифференцируем правую часть уравнения (6) по переменной x .

$$\frac{(b'_x + b'_u a - (z - z_0)^n (y - y_0)^n H''_{yx}) H'_\psi - [b - (z - z_0)^n (y - y_0)^n H'_y] H''_{\psi x}}{(z - z_0)^n (y - y_0)^n (H'_\psi)^2} = 0.$$

Поскольку $H''_{yx} = a'_y + \frac{b}{(z - z_0)^n (y - y_0)^n} \cdot a'_u$, тогда числитель в последней формуле принимает, следующий вид:

$$(b'_x + a b'_y - (z - z_0)^n (y - y_0)^n a'_y - b a'_u) \cdot H'_\psi - [b - (z - z_0)^n (y - y_0)^n H'_y] \cdot H''_{\psi x} = 0. \quad (7)$$

Так как по предыдущему предположению, условие (2) по всем переменным выполняется тождественно, то равенство (7) также будет выполняться тождественно. Таким образом, мы доказали, что правая часть о.д.у. (6) зависит лишь от переменных y, z . Далее интегрируя о.д.у. (6) методом последовательных приближений, учитывая задачу Коши, на отрезке $0 < y_0 \leq y \leq l$, получим функцию $\psi(y, z) = P(y, z, u_0)$.

С другой стороны, для существования непрерывного решения о.д.у. (6) необходимо, требуем, чтобы условие (2) выполнялось тождественно. При этом

достаточно, чтобы функция $f(y, z, \psi) \in C(\bar{D})$, где

$$f(y, z, \psi) = \frac{b(x, y, z, u'_x) - (z - z_0)^n (y - y_0)^n H'_y}{H'_\psi}, \quad (H'_\psi \neq 0) \quad \text{и} \quad \text{при} \quad y \rightarrow y_0, \quad z \rightarrow z_0,$$

$$\lim_{y \rightarrow y_0, z \rightarrow z_0} f(y, z, \psi) = f(y_0, z_0, \psi_0), \quad (f_0 = f(y_0, z_0, \psi_0) = 0). \quad (\psi_0 = \psi_{(0)}).$$

Учитывая эти результаты [5,10], имеем, что в случае существования предыдущего предела, как условия леммы, при $0 \leq n < 1$, решение исходной системы, во всей данной области $\bar{D}$, является непрерывным. В случае $n \geq 1$ (в общем случае), соответственно имеет логарифмическую особенность при $n=1$ и $(n-2)$ -го порядка особенности, при $n > 1$. Тогда многообразие решений исходной системы (1) определяется следующей формулой:

$$u(x, y, z) = H[x, y_0, x_0, z; P(y, y^{1-n}, z; C)] \quad (8)$$

Теорема 1. Пусть в п.д.- системе уравнений (1) $a, b \in C^1(\bar{D}^1)$, $u \in C^3(D_0)$, где $D_0 = \bar{D} - \Gamma_2$. Если условие совместности (2) выполняется, но не тождественно, а также, выполняется условие леммы, то существует некоторое частное, либо особое решение системы уравнений (1). Пусть условие совместности (2), по всем переменным (x, y, z, u) выполняется тождественно, а также о.д.у. (6) имеет решение. Тогда система уравнений (1) разрешима и задача Коши (4) для системы уравнений (1), имеет единственное решение, вида (8). Причем, это решение системы (1) при $0 \leq n < 1$ в

области $\bar{D}$, и при $n \geq 1$ в области D_0 – непрерывно по всем переменным, а в особых точках вырождения непрерывно по переменным x , и параметром z . А на особой линии $\Gamma_2: y = y_0$, решение данной системы соответственно имеет логарифмическую (при $n = 1$) и $(n-2)$ – го порядка (в случае $n > 1$) особенности в области $\bar{D}$.

Замечание. Если в системе (1) функция $b(x, y, z, u'_x)$ удовлетворяет условию малости: $b(x, y, z, u'_x) = o(y - y_0)^{n-\varepsilon}$, ($0 \leq n-\varepsilon < 1$), то при тождественном выполнении условий совместности (2), система уравнений (1) разрешима и ее решения во всей области $\bar{D}$ будет непрерывным по всем переменным.

2. По аналогии с предыдущим случаем, рассмотрим систему дифференциальных уравнений с сингулярными коэффициентами, вида

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = a(x, y) \cdot p(y, z, u'_x), \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} = \frac{b(x, y, z, u'_x)}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad (9)$$

где в этой системе дифференциальных уравнений ее функции удовлетворяют следующим условиям:

$$a, b \in C^1(\bar{D}^1), \quad u \in C^3(D_0), D_0 = \bar{D} - \Gamma_2.$$

По аналогии с предыдущим случаем, допускаем, что в случае ограниченности неизвестной функции и ее частные производные по каждому переменным, существует предел, вблизи особой линии вырождения и равна к нулю, в условии предыдущей леммы. А также допуская замену $u'_x = V$, $V = V(x, y, z)$, преобразуем данную систему уравнений, в виде:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = a(x, y) \cdot p(y, z, V), \quad \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{b(x, y, z, V)}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad (10)^*$$

Тогда, находятся некоторые частные, либо особые решения системы (9). Условие совместности системы (9), записывается в виде:

$$(y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n (a'_y \cdot p + a \cdot p'_V) + a \cdot b \cdot \partial_V p - b'_x - a \cdot b \cdot \partial_V b = 0. \quad (11)$$

Если условие совместности (10) для системы уравнений (9) выполняется по всем переменным, но не тождественно, тогда решая ее алгебраическим способом, находим некоторую функцию $u = \varphi(x, y, z)$, такую, что возможно она будет некоторым частным, либо особым решением исходной системы. Условие совместности (10) выполняется тождественно, если взаимосвязь между данными функциями системы уравнений (9)^{*}, определяется следующей формулой [7-10]:

$$b(x, y, z, V) = (x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n \cdot \left[\frac{\partial A}{\partial y} - \frac{\partial P}{\partial y} + f(y, z; P(y, z, V) - A(x, y, z)) \right] \cdot p(y, z, V), \quad (12)$$

$$\text{где} \quad P(y, z, V) = \int_0^V \frac{p(y, z, \tau)}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n} d\tau, \quad A(x, y, z) = \int_0^x a(t, y, z) dt, \quad f - \text{некоторая}$$

вполне определенная функция. Теперь, интегрируем первое уравнение системы дифференциальных уравнений (9)^{*} по переменной x , считая y, z - параметрами, получим: $P(y, z, V) - A(x, y, z) = W$, $W = W(y, z)$ – новая неизвестная функция. Дифференцируя эту функцию по переменной y , подставим ее значения во второе уравнение системы дифференциальных уравнений (9)^{*}. В результате, получаем обыкновенное дифференциальное уравнение (с параметром) первого порядка, вида $\frac{dW}{dy} = f(y, z; W)$. Затем, интегрируя последнее дифференциальное уравнение по

переменной y , получим функцию, вида $W(y, z) = F(y, z, C)$. После этого, обращая функцию $P(\dots)$, по третьему аргументу, находим многообразия всех ее решений системы уравнений, следующей формулой:

$$u(x, y, z) = P^{-1}[y, z; A(x, y, z) + F(y, z; C)] + \varphi(y, z) \quad (13)$$

При этом, справедлива следующее утверждение:

Теорема 2. Пусть в системе дифференциальных уравнений (9) $a, b \in C^1(\bar{D})$, $u \in C^3(D_0)$, $D_0 = \bar{D} - \Gamma_2$. Если в системе дифференциальных уравнений (9) выполняется условие леммы, а также условие совместности данной системы уравнений выполняется, но не тождественно, тогда находятся некоторые частные, либо особые решения исходной системы. Для того, чтобы условие совместности (9) выполнялось тождественно, необходимо и достаточно, чтобы взаимосвязь между данными функциями исходной системы определялась формулой, вида (11). Тогда данная система дифференциальных уравнений (9) разрешима, и многообразия ее решений определяются явной формулой (12), непрерывной по всем переменным на всей данной области. Причём, решение исходной задачи выражается через одно произвольное постоянное, и одной произвольной функции двух переменных.

3. В настоящей части работы, будем рассматривать системы трёх квазилинейных дифференциальных уравнений, вида:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = a(x, y, z, t; u'_x), \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial x} = \frac{b(x, y, z, t; u'_x)}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y \partial z} = \frac{p(x, y, z, t; u'_x)}{(y - y_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad (14)$$

удовлетворяющих где в этой системе дифференциальных уравнений ее функций следующим условиям $a, b, p \in C^1(\bar{D})$, $u \in C^3(D_0)$, $D_0 = \bar{D} - (\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3)$. По аналогии с предыдущим случаем, допускаем, что в случае ограниченности неизвестной функции, ее частные производные по каждому независимым переменным, существуют пределы в условиях силы леммы Михайлова Л.Г. [3-5], существуют некоторые частные, либо особые решения исходной системы. Далее, допуская замену $u'_x = V$, $V = V(x, y, z, t)$, преобразуем данную систему уравнений в виде:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = a(x, y, z, t; V), \quad \frac{\partial V}{\partial y} = \frac{b(x, y, z, t; V)}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n}, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = \frac{p(x, y, z, t; V)}{(x - x_0)^n \cdot (y - y_0)^n}, \quad (15)$$

Начальное условие для системы уравнений (14), вставим следующим образом:

$$u = u_0 \text{ при } x = x_1, y = y_1, z = z_1. \quad (16)$$

Условие совместности системы (14), записывается в виде:

$$\begin{cases} (x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n (a'_y \cdot b + a \cdot b'_y) + a \cdot \partial_y b - b'_x - a \cdot \partial_y b = 0, \\ (y - y_0)^n \cdot (x - x_0)^n (a'_y \cdot p + a \cdot p'_y) + a \cdot b \cdot \partial_y p - p'_x - a \cdot \partial_y p = 0, \\ \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{b}{(x - x_0)^n \cdot (z - z_0)^n} \right) + \frac{p}{(x - x_0)^n \cdot (y - y_0)^n \cdot (t - t_0)^n} \frac{\partial b}{\partial V} = \\ = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{p}{(y - y_0)^n \cdot (x - x_0)^n} \right) + \frac{b}{(x - x_0)^n \cdot (y - y_0)^n \cdot (x - x_0)^n} \frac{\partial p}{\partial V}. \end{cases} \quad (17)$$

Если условие совместности (16) выполняется по всем переменным, но не тождественно, тогда решая ее алгебраическим способом, находим некоторую функцию $u = \varphi_k(x, y, z)$, ($k = 1, 2, 3$) такие, что возможно они будут некоторыми частными, либо особыми решениями исходной системы. А также для системы уравнений (14), выполняются условия леммы, и также определяются некоторые частные, либо особые решения системы.

Пусть все соотношения (16), по всем переменным выполняются тождественно. Интегрируем первое уравнение системы (14), как регулярное дифференциальное уравнение, по переменной x .

$$V - P(x, y, z, t) = W, \quad W = W(y, z, t) - \quad (18)$$

новая неизвестная функция. Дифференцируя соотношения (17) по переменным y, z, t и подставляя ее результаты в исходную систему, тогда, по аналогии [9-10] получаем, что особые линии поверхностей системы уравнений (14), устраняются, и получаем регулярную систему уравнений:

$$\frac{\partial W}{\partial y} = A(y, z, t; W), \quad \frac{\partial W}{\partial z} = B(y, z, t; W), \quad (19)$$

Как известно, условие совместности инвариантной системы уравнений (17), имеет вид [7-9];

$$\frac{\partial B}{\partial y} + A \cdot \frac{\partial B}{\partial W} - \frac{\partial A}{\partial z} - B \cdot \frac{\partial A}{\partial W} = 0. \quad (20)$$

По предыдущим предположениям, условия совместности системы уравнений (18) также выполняются тождественно. Поэтому, интегрируя систему уравнений (17), находим многообразия ее решений, следующей формулой: $W = F(y, z, t; C)$ или, с учётом начального условия, в виде $W = F(y, z, t; W_0)$ Подставим значения функции W , в соотношение (17) и получим:

$$V - P(x, y, z, t) = F(y, z, t; C). \quad (21)$$

Далее, переходя к предыдущей замене, $u'_x = V$, в результате ее интегрирования, находим многообразия решений исходной системы уравнений

$$u(x, y, z, t) = \varphi(y, x, t) + \int_0^x P(\tau, y, z, t) d\tau + x \cdot F(\tau, y, z, t) + C \cdot x. \quad (22)$$

При этом, многообразия решений данной системы непрерывны по всем переменным во всей области. А также единственное решение задачи представляется, следующей формулой:

$$u(x, y, z, t) = \varphi(y, x, t) + \int_0^x P(\tau, y, z, t) d\tau + x \cdot F(\tau, y, z, t) + u_0 \cdot x. \quad (23)$$

Теорема 3. Пусть в системе дифференциальных уравнений (14) ее функции удовлетворяют следующим условиям: $a, b, p \in C^1(\bar{D}), u \in C^3(D_0)$,

$D_0 = \bar{D} - (\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3)$. Если условия совместности (16) выполняются, но не тождественно, а также выполняются леммы, тогда находятся некоторые частные, либо особые решения задачи. Если же условия (16) по всем переменным выполняются тождественно, тогда единственное, а так же многообразия решений исходной системы определяются соответствующими формулами: (20), (21) непрерывными на данной области.

Вывод. 1. Если в системе дифференциальных уравнений порядок расположения особенности совпадает с производным функции по каким-то аргументам, тогда в случае тождественного выполнения условия совместности таких систем решение изучаемой системы уравнений в точках линии вырождения имеют особенности $(n-2)$ -го порядка при $n > 1$, а при других значениях $n=1, n < 1$, непрерывны на данной области.

2. Если в системах уравнений в полных дифференциалах ее количество независимых переменных добавляются новые независимые переменные, как аргументы, то добавленные независимые переменные в изучаемых системах уравнений, считаются как параметрами, и они не влияют на качество многообразий и единственность решений

исходных задач.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Михайлов Л.Г. Некоторые переопределённые системы уравнений в частных производных с двумя неизвестными функциями. / Л.Г.Михайлов // – Душанбе: Дониш, 1986,- 116 с.
2. Михайлов Л.Г., Бильман Б.М. О некоторых системах уравнений с частными производными первого порядка.. / Л.Г.Михайлов, Б.М.Бильман//- Доклады АН Тадж.ССР,-1979, т.22 (№5), -С. 88-90.
3. Рузметов Э. Исследование некоторых переопределённых систем дифференциальных уравнений на плоскости. /Э.Рузметов// – Докл.АН Тадж. ССР, 1977, т.20, №10, С.6-9.
4. Рузметов Э. Дифференциальные уравнения с параметром и их приложения к исследованию некоторых переопределённых систем уравнений в частных производных. /Э.Рузметов//-Монография, – Душанбе, 1994, 241 с.
5. Рузметов Э. Об одной задаче теории дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Сб. научных трудов ИМ СО АН СССР, 1986, с. 54-76.
6. Раджабов Н., Рузметов Э., Фозилов С. Интегральные представление многообразия решений для одного класса системы дифференциальных уравнений первого порядка $2n$ - сингулярной линией на плоскости. – Изв. АН Тадж. ССР,1992, №2(3), с. 35-39.
7. Шарипов Б. Автореферат кандидатской диссертации, Явные формулы представления многообразия решений некоторых переопределённых систем уравнений в частных производных. Душанбе, ТНУ, !985,- 15с.
8. Шарипов Б. О поведении решений одного класса систем в полных дифференциалах с сингулярными коэффициентами. / Б.Шарипов //- Материалы международной конференции посвящённой 70- летию ТНУ и 80- летию академика АН РТ Раджабова Н., – Душанбе: ТНУ, 2018,-с. 333-339.
9. Норкулов Р.О. Представления решений одного класса систем дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка с сингулярными коэффициентами. Вестник науки. Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. РФ,Уфа, 2024, С. 7-17.
10. Норкулов Р.О. Представление решения систем нелинейных уравнений в частных производных 2-го порядка с сингулярными коэффициентами. “Вестник Хорогского университета” №4(32) ISSN 2664-5696, 2024г.,стр.229-240
11. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений, / В.В.Степанов // -Л.: ГИФ-МЛ, 1959, 465 с.
12. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. /Г.М. Фихтенгольц//- М.: Наука, Т.1. - 1970, 548 с.

**ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА СИСТЕМ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ**

В предлагаемой работе рассматриваются некоторые квазилинейные системы дифференциальных уравнений, трёх и многих переменных в классе непрерывно дифференцируемых функций. Учитывая условия совместности систем, создаются взаимосвязь между данными функциями так, чтобы их условия совместности по всем переменным выполнялись тождественно, а многообразия их решений находятся определёнными формулами. Также исследуются поведения решений систем в точках линий вырождения. Один из уравнений системы считается регулярным, а другие уравнения считаются с сингулярными коэффициентами, причём во всех системах, одна из независимой переменной считается параметром. В результате интегрирования, находятся решения исходных систем,

содержащих одно произвольное постоянное и одну функцию, двух и более независимых переменных. Во многих случаях, решение систем на данной области непрерывно по всем независимым переменным.

Ключевые слова: квазилинейные системы уравнений, непрерывно-дифференцируемость функций второго порядка, сингулярные линии и поверхностей, частные решения и многообразия решений системы.

Сведения об авторе: Норкулов Раджаб Олимшоевич – 734055, Республика Таджикистан, г.Душанбе, пр.Борбад 48/5, Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана, старший преподаватель кафедры гуманитарных и естественно-математических дисциплин Академия туризма МУТПТ. E-mail: rajab_56@mail.ru

REPRESENTATIONS OF SOLUTIONS OF ONE CLASS OF SYSTEMS OF SECOND-ORDER PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH SINGULAR COEFFICIENTS

This paper considers certain quasilinear systems of differential equations in three and several variables in the class of continuously differentiable functions. Given the compatibility conditions for the systems, relationships are created between these functions such that their compatibility conditions for all variables are satisfied identically, and the manifolds of their solutions are found using specific formulas. The behavior of the solutions to the systems at points on degeneracy lines is also investigated. One of the equations in the system is assumed to be regular, while the other equations are considered to have singular coefficients. In all systems, one independent variable is considered a parameter. Integration yields solutions to the original systems containing one arbitrary constant and one function of two or more independent variables. In many cases, the solution to the systems in a given domain is continuous in all independent variables.

Key words: quasilinear systems of equations, continuously differentiable second-order functions, singular lines and surfaces, particular solutions and manifolds of solutions of the system.

Information about the author: Norkulov Rajab Olimshoevich - 734055, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Borbad Ave. 48/5, International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan, senior lecturer of the Department of Humanities and Natural Sciences, Academy of Tourism of the International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan. E-mail: rajab_56@mail.ru

ПЕШНИҲОДИ ҲАЛЛИ ЯК СИНФИ СИСТЕМАИ МУОДИЛАҲОИ ДИФФЕРЕНСИАЛӢ БО ҲОСИЛАҲОИ ХУСУСИИ ТАРТИБИ ДУЮМ БО КОЭФФИТСИЕНТҲОИ СИНГУЛЯРӢ

Дар ин мақола системаҳои муодилаҳои квазихаттии дифференсиалӣ бо се ва якчанд тағирёбанда дар синфи функсияҳои бефосила дифференсиронидашаванда баррасӣ мешаванд. Бо назардошти ҳамҷоягии системаҳо, байни ин функсияҳо робитаҳо ба вуҷуд оварда мешаванд, ки шартҳои ҳамҷоягии онҳо барои ҳамаи тағирёбандаҳо яхела қонеъ карда шаванд ва бисёршаклии ҳалли онҳо бо истифода аз формулаҳои мушаххас пайдо карда шаванд. Рафтори ҳалли системаҳо дар нуқтаҳо дар хатҳои сингулярӣ низ таҳқиқ карда мешавад. Яке аз муодилаҳо дар система бефосила ҳисобида мешавад, дар ҳоле ки муодилаҳои дигар дорои коэффитсиентҳои сингулярӣ ҳисобида мешаванд. Дар ҳама системаҳо, як тағирёбандаи мустақил параметр ҳисобида мешавад. Интегралҳо ҳалли системаҳои аслиро медиҳад, ки як доими ихтиёрӣ ва як функцияи ду ё зиёда тағирёбандаи новобастаро дар бар мегиранд. Дар бисёр мавридҳо, ҳалли системаҳо дар соҳаи додашуда аз рӯи тағирёбандаҳои новобаста бефосила мебошанд.

Калидвожаҳо: системаҳои муодилаҳои квазихаттӣ, функсияҳои тартиби дуюми бефосила дифференсиронидашаванда, хатҳо ва сатҳҳои сингулярӣ, ҳалли хусусӣ ва бисёршаклии ҳалли система.

Маълумот оиди муаллиф: Норкулов Раджаб Олимшоевич – 734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Душанбе, хиёбони Борбад 48/5, Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон, муаллими калони кафедраи фанҳои гуманитарӣ ва табиӣ-риёзии Академияи сайёҳии ДБССТ. E-mail: rajab_56@mail.ru

ТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ n -ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ФУНКЦИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ H_2

Холмамадова Ш.А.

Хорогский государственный университета имени М.Назаршоева

В статье рассматриваются точные значения n -поперечников классов функций $\mathcal{F}_m^{(r)}(h)$, $\mathcal{F}_{m,a}^{(r)}(h)$, $W_{m,q}^{(r)}(h)$, $W_{m,q,a}^{(r)}(h)$ в пространстве H_2 .

Прежде чем сформулировать основные результаты статьи, приведем несколько определений и обозначений общего характера.

Пусть $S = \{x \in H_2 : \|x\| \leq 1\}$ – единичный шар в H_2 ; M – выпуклое центрально-симметричное подмножество в H_2 . $\Lambda_n \subset H_2$ – n -мерное подпространство; $\Lambda^n \subset H_2$ – подпространство коразмерности n ; $L : H_2 \rightarrow \Lambda_n$ – линейный непрерывный оператор, переводящий элементы пространства H_2 в Λ_n ; $L^\perp : H_2 \rightarrow \Lambda_n$ – непрерывный оператор линейного проектирования пространства H_2 на подпространство Λ_n . Величины

$$b_n(M, H_2) = \sup\{\sup\{\varepsilon > 0; \varepsilon S \cap \Lambda_{n+1} \subset M\} : \Lambda_{n+1} \subset H_2\},$$

$$d^n(M, H_2) = \inf\{\sup\{\|f\|_2 : f \in M \cap \Lambda^n\} : \Lambda^n \subset H_2\},$$

$$d_n(M, H_2) = \inf\{\sup\{\inf\{\|f - g\|_2 : g \in \Lambda_n\} : f \in M\} : \Lambda_n \subset H_2\},$$

$$\lambda_n(M, H_2) = \inf\{\inf\{\sup\{\|f - Lf\|_2 : f \in M\} : L H_2 \subset \Lambda_n\} : \Lambda_n \subset H_2\},$$

$$\pi_n(\mathfrak{M}, H_2) = \inf\{\inf\{\sup\{\|f - \mathcal{L}^\perp f\|_2 : f \in \mathfrak{M}\} : \mathcal{L}^\perp H_2 \subset \Lambda_n\} : \Lambda_n \subset H_2\}$$

называют соответственно бернштейновским, гильбертовским, колмогоровским, линейным и проекционным n -поперечниками множества M в пространстве H_2 . Указанные n -поперечники монотонны по n и в гильбертовом пространстве H_2 удовлетворяют соотношения [1,4].

$$b_n(M; H_2) \leq d^n(M; H_2) \leq d_n(M; H_2) = \lambda_n(M; H_2) = \pi_n(M; H_2). \quad (1)$$

В работе [5] доказаны теоремы, в которых получены точные оценки для наилучшего приближения $En(f)_{H_2}$, через усредненных значений $\omega_m(f^{(r)}; t)$ и $\omega_m(f_a^{(r)}; t)$, в предположении, что приближающая функция $f \in H_p^{(r)} \cap H_{p,a}^{(r)}$, $1 \leq p \leq 2$. В соответствие с полученными результатами введём в рассмотрении следующих классов аналитических функций. При любых $m, n \in N, z \in Z^+$, $0 < q \leq 2$ и $h > 0$ определим классы функций

$$\begin{aligned} \mathcal{F}_m^{(r)}(h) &:= \mathcal{F}(m, n, r : h) = \left\{ f \in H_2^{(r)} : \frac{1}{h} \int_0^h \omega_m^{2/m}(f^{(r)}; t)_{H_2} dt \leq 1 \right\}, \\ \mathcal{F}_{m,a}^{(r)}(h) &:= \mathcal{F}_a(m, n, r : h) = \left\{ f \in H_{2,a}^{(r)} : \frac{1}{h} \int_0^h \omega_m^{2/m}(f_a^{(r)}; t)_{H_2} dt \leq 1 \right\}, \\ W_{m,q}^{(r)}(h) &:= W_q(m, n, r : h) = \left\{ f \in H_2^{(r)} : \int_0^h \omega_m^q(f^{(r)}; t)_{H_2} dt \leq 1 \right\}, \end{aligned}$$

$$W_{m,q,a}^{(r)}(h) := W_{q,a}(m, n, r : h) = \left\{ f \in H_{2,a}^{(r)} : \int_0^h \omega_m^q(f_a^{(r)}; t)_{H_2} dt \leq 1 \right\}.$$

Имеют место следующие утверждения

Теорема 1. При всех $m, n \in \mathbb{N}$, $r \in \mathbb{Z}^+$ и соответственно $n > r$, $0 < h \leq \pi/(n-r)$, $0 < h \leq \pi/n$ справедливы равенства

$$\delta_n(\mathcal{F}_m^{(r)}(h), H_2) = 2^{-m/2} \alpha_{n,r}^{-1} \left(1 - \frac{\sin(n-r)h}{(n-r)h} \right)^{-m/2} \quad (2)$$

$$\delta_n(\mathcal{F}_{m,a}^{(r)}(h), H_2) = 2^{-m/2} n^{-r} \left(1 - \frac{\sin nh}{nh} \right)^{-m/2}, \quad (3)$$

где $\delta_n(\cdot)$ – любой из вышеперечисленных n -поперечников $b_n(\cdot)$, $d^n(\cdot)$, $d_n(\cdot)$, $\lambda_n(\cdot)$, $\pi_n(\cdot)$. Все поперечники реализуются частной суммы Тейлора $T_{n-1}(z, f) = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n z^n$ разложение $f(z)$ в единичном круге $|z| < 1$.

Доказательство. Не умаляя общности докажем соотношение (2), поскольку (3) доказывается по аналогичной схеме. Используя неравенство (1) и определения класса $\mathcal{F}_m^{(r)}(h)$ запишем оценку сверху

$$\sup \left\{ E_n(f)_{H_2} : f \in \mathcal{F}_m^{(r)}(h) \right\} \leq 2^{-m/2} \alpha_{n,r}^{-1} \left(1 - \frac{\sin(n-r)h}{(n-r)h} \right)^{-m/2}. \quad (4)$$

Для оценки снизу бернштейновского n -поперечника класса $\mathcal{F}_m^{(r)}(h)$ вводим в рассмотрение $(n+1)$ -мерную сферу

$$S_{n+1} = \left\{ p_n(z) : \|p_n\|_{H_2} = 2^{-m/2} \alpha_{n,r}^{-1} \left(1 - \frac{\sin(n-r)h}{(n-r)h} \right)^{-m/2} \right\},$$

и докажем, что $S_{n+1} \subset \mathcal{F}_m^{(r)}(h)$. В работе [6] доказано, что для произвольного полинома $p_n(z)$ имеет место неравенство

$$\omega_m \left(p_n^{(r)}; t \right)_{H_2} \leq 2^{m/2} \alpha_{n,r} (1 - \cos(n-r)t)_*^{m/2} \|p_n\|_{H_2}, \quad (5)$$

где

$$(1 - \cos kt)_* = \{1 - \cos kt, \text{ если } 0 < kt \leq \pi; 2, \text{ если } kt \geq \pi\}. \quad (5')$$

Из неравенства (5), при условии $(n-r)h \leq \pi$, сразу получаем.

$$\begin{aligned} \frac{1}{h} \int_0^h \omega_m^{2/m} \left(p_n^{(r)}; t \right)_{H_2} dt &\leq 2 \|p_n\|_{H_2}^{2/m} \frac{1}{h} \int_0^h (1 - \cos(n-r)t) dt = \alpha_{n,r}^{2/m} \leq \\ &\leq 2 \alpha_{n,r}^{2/m} \left(1 - \frac{\sin(n-r)h}{(n-r)h} \right) \|p_n\|_{H_2} = 1 \end{aligned}$$

Таким образом $S_{n+1} \subset \mathcal{F}_m^{(r)}(h)$ и мы имеем оценку с низу

$$b_n(\mathcal{F}_m^{(r)}(h), H_2) \geq b_n(S_{n+1}, H_2) = 2^{-\frac{m}{2}} \alpha_{n,r}^{-1} \left(1 - \frac{\sin(n-r)h}{(n-r)h} \right)^{-\frac{m}{2}} \quad (6)$$

Требуемое равенство (2) получается из сравнения оценки сверху (4) и снизу (6). Теорема 1 доказана.

Теорема 2. При $m, n, r \in \mathbb{N}$, соответственно $0 < h \leq \pi/(n-r)$, $n > r$, $1 \leq q \leq 2$, $0 < h \leq \pi/n$, $1/r < q \leq 2$ справедливы равенства

$$\delta_n \left(W_{m,q}^{(r)}(h), H_2 \right) = 2^{-m} \alpha_{n,r}^{-1} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{(n-r)t}{2} \right)^{mq} dt \right)^{-1/q}, \quad (7)$$

$$\delta_n \left(W_{m,q,a}^{(r)}(h), H_2 \right) = 2^{-m} n^{-r} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{nt}{2} \right)^{mq} dt \right)^{-1/q}, \quad (8)$$

где $\delta_n(\cdot)$ – любой из n -поперечников $b_n(\cdot)$, $d^n(\cdot)$, $d_n(\cdot)$, $\lambda_n(\cdot)$, $\pi_n(\cdot)$. Всех n -поперечников в пространстве H_2 реализует частная сумма $T_{n-1}(z, f) = \sum_{k=0}^{n-1} c_n z^{n-k}$ разложение $f(z)$ в единичном круге $|z| < 1$.

Доказательство. Приводим, например, доказательство (7). Используя неравенство (4) с учётом определения класса $\left(W_{m,q}^{(r)}(h) \right)$, запишем оценку сверху

$$\begin{aligned} \delta_n \left(W_{m,q}^{(r)}(h), H_2 \right) &\leq E_{n-1} \left(W_{m,q}^{(r)}(h), H_2 \right) \leq \\ &\leq 2^{-m} \alpha_{n,r}^{-1} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{(n-r)t}{2} \right)^{mq} dt \right)^{-1/q}. \end{aligned} \quad (9)$$

Как и при доказательстве предыдущей теоремы, введя в рассмотрение шар

$$\tilde{S}_{n+1} = \left\{ p_n(z) : \|p_n\|_{H_2} = 2^{-m/2} \alpha_{n,r}^{-1} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{(n-r)t}{2} \right)^{mq} dt \right)^{-1/q} \right\},$$

покажем, что $\tilde{S}_{n+1} \subset W_{m,q}^{(r)}(h)$. В самом деле, из неравенства (6) сразу получаем

$$\left(\int_0^h \omega_m^q(p_n^{(r)}, t) dt \right)^{1/q} \leq 2^{m/2} \alpha_{n,r} \|p_n\|_{H_2} \left(\int_0^h (1 - \cos(n-r)t)^{mq/2} dt \right)^{1/q} = 1$$

и включение $\tilde{S}_{n+1} \subset W_{m,q}^{(r)}(h)$ доказано, потому согласно определению бернштейновского n -поперечника получаем оценки снизу

$$\begin{aligned} b_n \left(W_{m,q}^{(r)}(h), H_2 \right) &\geq b_n \left(\tilde{S}_{n+1}, H_2 \right) \geq \\ &\geq 2^{-m} \alpha_{n,r}^{-1} \left(\int_0^h \left(\sin \frac{(n-r)t}{2} \right)^{mq} dt \right)^{-1/q}. \end{aligned} \quad (10)$$

Требуемое равенство (3) получаем из сопоставлении неравенств (9) и (10), чем и завершаем доказательство теоремы 2.

АДАБИЁТ

1. Pinkus A. n -Width in Approximation Theory - Berlin: Springer –Verlag, 1985, 292 p.

2. Привалов И.И. Граничные свойства аналитических функций. – М.: Гостехиздат, 1950, 350с.
3. Смирнов В.И., Лебедев Н.А. Конструктивная теория функций комплексного переменного. – М.-Л.:Наука, 1964.
4. Стечкин С.Б. Оценка остатка ряда Тейлора для некоторых классов аналитических функций // Изв. АН СССР, сер. мат., 1953, т.17, №6, с.461-472.
5. Холмамадова Ш.А. Наздиккунии беҳтарини функсияҳои $f \in H_p^{(r)} \cap f \in H_{p,a}^{(r)}$. Конференсияи байналмилалии илмӣ-назариявӣ бахшида ба 30-солагии иҷлосияи XVI-уми Шурои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва 30-солагии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев дар мавзӯи “Рушди илм ва маориф дар шароити ҷаҳоншавӣ дар мисоли шароити кӯҳистон: мушкилот, равишҳои нав ва таҳқиқотҳои дахлдор”. – Хоруғ: 2022. с.143-147
6. Тайков Л.В. Поперечники некоторых классов аналитических функций // Матем. заметки, 1977, т.22, №2, с.285-295.

ТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ n-ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ФУНКЦИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ H_2

В статье рассматриваются вопросы, связанные с наилучшей полиномиальной аппроксимацией и вычислением n-поперечников классов аналитических в единичном круге функций, задаваемых модулями непрерывности высших порядков граничных значений производных в пространстве H_2 .

Ключевые слова: наилучшее приближение, модуль непрерывности, n- поперечники.

Сведения об авторах: Холмамадова Ш. А. кандидат физико-математических наук, Хорогский государственный университет им. М.Назаршоева, E-mail: kholmamadova.shoguna@gmail.com, Phone: +992 935295354

ҚИМАТҲОИ АНИҚИ n-ҚУТРҲОИ БАЪЗЕ СИНФҲОИ ФУНКСИЯҲО ДАР ФАЗОИ H_2

Дар мақола масъалаҳои вобаста ба наздиккунии беҳтарини полиномиалӣ ва ҳисобкунии n-қутрҳои синфҳои функсияҳои аналитикӣ дар доираи воҳидӣ, ки тавассути модулҳои бефосилагии тартиби олии қиматҳои ҳудудии ҳосилаҳояшон дар фазои H_2 дода шудаанд, баррасӣ мешаванд.

Калидвожаҳо: Наздиккунии беҳтарин, модули бефосилагӣ, n-қутрҳо.

Маълумот оиди муаллиф: Холмамадова Ш.А. номзади илмҳои физика-математика, Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев, E-mail: kholmamadova.shoguna@gmail.com, Phone: +992 935295354

EXACT VALUES OF n-WIDTHS OF CERTAIN CLASSES OF FUNCTIONS IN THE SPACE H_2 .

The paper considers issues related to the best polynomial approximation and the calculation of n-widths of classes of functions, analytic in the unit disk, defined by higher-order moduli of continuity of the boundary values of their derivatives in the space H_2 .

Keywords: best approximation, modulus of continuity, n- widths.

Information about the authors: Kholmamadova Sh.A Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Khorog State University named after M.Nazarshoev, E-mail: kholmamadova.shoguna@gmail.com, Phone: +992 935295354

УДК: 547.432

ТАҲҚИҚИ ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ МАҲЛУЛҲОИ ПАЙВАСТАГИҲОИ
КОМПЛЕКСИИ ОҲАН(III) БО TSC ВА FTSC

Бобокалонов Т.Б.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Усули кондуктометрӣ яке аз усулҳои дақиқ ва қулай барои омӯзиши таркиб, сохт ва хосиятҳои пайвастагиҳои координатсионӣ ба ҳисоб меравад. Ин усул имкон медиҳад, ки хусусияти электролитӣ, дараҷаи диссоциатсия ва мавҷудияти ионҳои озод дар маҳлул муайян карда шавад [1, 2]. Бо вучуди ин, истифодаи усули кондуктометрӣ дар химияи координатсионӣ бо як қатор маҳдудиятҳо алоқаманд аст. Аввалан, аксари пайвастагиҳои комплекси дар маҳлулҳои обӣ ба гидролиз дучор мешаванд, ки дар натиҷа таркиб ва сохти онҳо тағйир меёбад. Дуюм, бисёре аз комплексҳои, ки дар таркиби худ лигандҳои мураккаби органикӣ доранд, ҳам дар об ва ҳам дар аксари ҳалкунандаҳои органикӣ ҳалшавандагии маҳдуд нишон медиҳанд. Сеюм, то имрӯз қиматҳои ҳаддии ҷараёнгузаронии молярӣ барои намудҳои гуногуни электролитҳо танҳо барои шумораи маҳдуди ҳалкунандаҳо муайян карда шудаанд, ки ин имконияти истифодаи усулро барои баъзе системаҳо маҳдуд месозад.

Ҳангоми омӯзиши ҷараёнгузаронии электрикии комплексҳои оҳан(III) бо тиосемикарбазид (TSC) ва 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) мо низ бо чунин мушкилот рӯ ба рӯ гардидем. Маълум шуд, ки комплексҳои синтезшуда дар аксари ҳалкунандаҳои органикӣ, ки барои онҳо қиматҳои стандартӣ нокилият маълуманд, амалан ҳал намешаванд. Дар об низ ҳалшавандагии ин пайвастагиҳо хеле паст мебошад.

Бо вучуди ин, тавассути гарм кардани маҳлулҳо ба мо муяссар гардид, ки барои баъзе комплексҳои синтезшуда маҳлулҳои обии устувор бо консентратсияи камтар аз $1,4 \times 10^{-3}$ мол/л омода намоем [3-4]. Дар асоси ченкуниҳои кондуктометрӣ қиматҳои ҷараёнгузаронии хос ва ҷараёнгузаронии молярӣ ин маҳлулҳо муайян карда шуданд. Натиҷаҳои бадастомада нишон доданд, ки комплексҳои таҳқиқшуда дар маҳлулҳои обӣ ҳамчун электролитҳои заиф рафтор мекунанд. Қиматҳои ҷараёнгузаронии молярӣ онҳо нисбат ба электролитҳои пурра диссоциатсияшаванда хеле паст буда, ин ҳолат ба табиати координатсионии пайвастагиҳо ва дараҷаи маҳдуди ионизатсияи онҳо дар маҳлул вобаста мебошад.

Таҳлили маълумотҳои таҷрибавӣ нишон медиҳад, ки дар маҳлулҳои обӣ қисми зиёди молекулаҳои комплекси шакли нейтралӣ ё камиионизатсияшударо нигоҳ медоранд. Ин натиҷаҳо бо маълумотҳои спектроскопӣ ва дигар усулҳои физикию химиявии тадқиқот мувофиқат намуда, барои муайян намудани хусусияти банди байни иони марказии Fe(III) ва лигандҳои TSC ва FTSC аҳамияти муҳим доранд.

Дар ҷадвали 1 қиматҳои вобастагии ҳароратии ҷараёнгузаронии молярӣ электрикии маҳлулҳои обии комплексҳои оҳан(III) бо тиосемикарбазид (TSC) ва 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) оварда шудаанд.

Ҷадвали 1.

*Маълумот оид ба вобастагии ҳароратии ҷараёнгузаронии молярӣ
электрикии маҳлулҳои обии комплексҳои синтезшуда, $C = 1,4 \cdot 10^{-3}$ мол/л*

№ п/п	Пайвастҳои комплекси	$\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$				
		93K	98K	03K	08K	313K
1	$[\text{Fe}(\text{TSC})_2\text{SO}_4]_2\text{SO}_4$	279	292	331	362	397
2	$[\text{Fe}(\text{TSC})_3]_2(\text{SO}_4)_3$	587	648	712	732	760
3	$[\text{Fe}(\text{FTSC})_2\text{SO}_4]_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	232	243	250	265	291
4	$[\text{Fe}(\text{FTSC})_3]_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	523	553	560	590	610
5	$[\text{Fe}(\text{FTSC})_2(\text{NO}_3)_2]\text{NO}_3$	75	90	99	110	119

Таҳлили маълумотҳои ҷадвал нишон медиҳад, ки бо баланд шудани ҳарорат ҷараёнгузаронии электрикии ҳамаи комплексҳои синтезшуда меафзояд. Ин ҳолат ба назарияи электргузаронии маҳлулҳо мувофиқат намуда, аз ҷиҳат шудани ҳаракатнокии ионҳо дар натиҷаи афзоиши ҳарорат шаҳодат медиҳад.

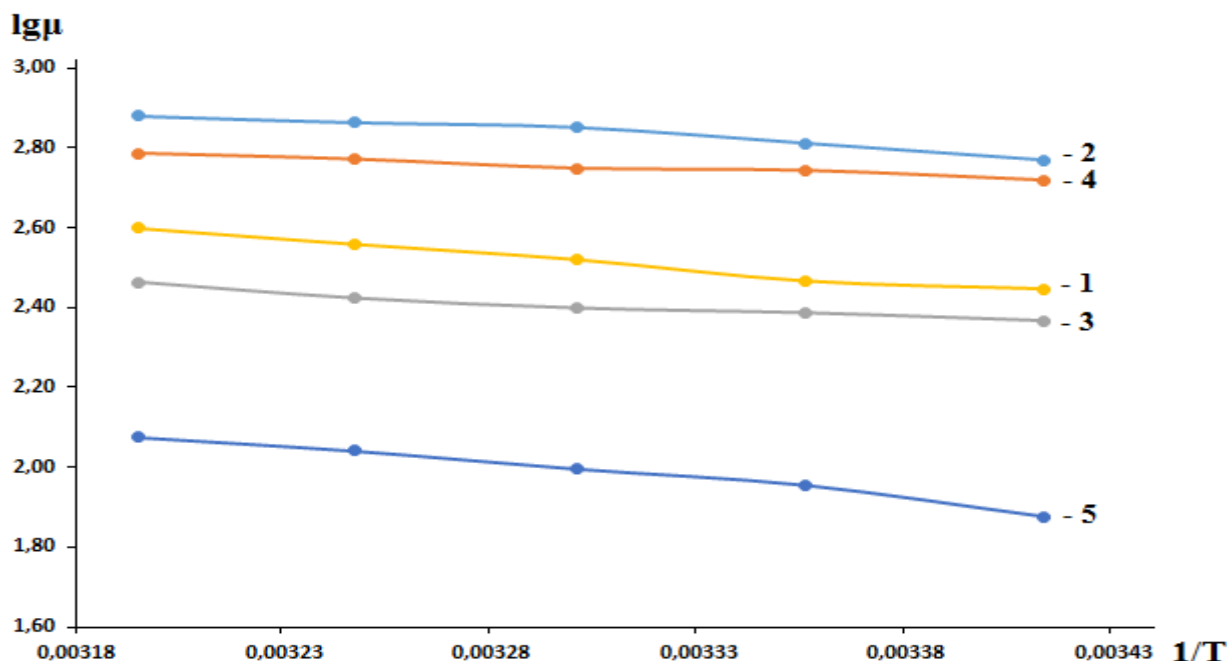
Бо муқоисаи қиматҳои ҷараёнгузаронии молярии комплексҳо дар ҳарорати 298 К бо маълумотҳои қори [5], имконият пайдо мешавад, ки навъи электролитии онҳо муайян карда шавад. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки комплекси сульфатии оҳан(III), ки дар таркибаш ду молекулаи тиосемикарбазид (TSC) дорад, ба гурӯҳи электролитҳои навъи 2:1 мансуб мебошад. Комплекси дигари сульфатӣ, ки дорои се молекулаи TSC аст, ноқилияте нишон медиҳад, ки барои электролитҳои ҳангоми диссоциатсия панҷ ион ҳосилкунанда хос мебошад. Комплекси нитратии оҳан(III) бо 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) бошад, аз рӯи қиматҳои ҷараёнгузаронии молярӣ ба электролитҳое мувофиқат мекунад, ки ҳангоми диссоциатсия ду ион ҳосил менамоянд.

Энергияи фаъолнокии ҷараёнгузаронӣ яке аз нишондиҳандаҳои муҳими ҳаракатнокии ионҳо дар маҳлул ба ҳисоб меравад. Барои муайян намудани ин параметр маълумотҳои таҷрибавии вобастагии ҷараёнгузаронии молярӣ аз ҳарорат истифода шуданд (ҷадвали 1). Энергияи фаъолнокиро метавон ҳам бо усули аналитикӣ ва ҳам бо усули графикӣ ҳисоб кард. Дар қори мазкур усули графикӣ бо истифода гардид, ки аз

рӯи муодилаи $\lg \mu = -\frac{2,3E_a}{R} \frac{1}{T}$ кор мекунад ва он барои таҳлили маълумотҳои

таҷрибавӣ қулай ва дақиқ мебошад [6]. Барои ин вобастагии $\lg \mu = f(1/T)$ сохта шуд (расми 1). Аз рӯи хатҳои ҳосилшуда тангенс кунҷи нишебӣ ($tg\alpha$) муайян гардида,

баъдан бо истифода аз муодилаи мувофиқ $tg\alpha = -\frac{E_a R}{2,3}$ қиматҳои энергияи фаъолнокии ҷараёнгузаронии комплексҳои таҳқиқшуда ҳисоб карда шуданд.



Расми 1. Вобастагии $\lg \mu = f(1/T)$ барои комплексҳои таркибашон: 1) $[\text{Fe}(\text{TSC})_2\text{SO}_4]_2\text{SO}_4$; 2) $[\text{Fe}(\text{TSC})_3]_2(\text{SO}_4)_3$; 3) $[\text{Fe}(\text{FTSC})_2\text{SO}_4]_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 4) $[\text{Fe}(\text{FTSC})_3]_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 5) $[\text{Fe}(\text{FTSC})_2(\text{NO}_3)_2]\text{NO}_3$

Дар ҷадвали 2 қиматҳои энергияи фаъолнокии ҷараёнгузаронии комплексҳои синтезшудаи оҳан(III) бо тиосемикарбазид (TSC) ва 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) дар муҳити обӣ оварда шудаанд.

Чадвали 2.

Энергияи фаъолнокии чараёнгузаронии комплексҳои синтезшудаи оҳан(III)
бо тиосемикарбазид ва 1-формил-3-тиосемикарбазид

№ п/п	Пайвастагиҳо	-tga	E _{фаъолн.} , кал/мол
1	[Fe(TSC) ₂ SO ₄] ₂ SO ₄	732,18	2646,67
2	[Fe(TSC) ₃] ₂ (SO ₄) ₃	510,97	1847,05
3	[Fe(FTSC) ₂ SO ₄] ₂ SO ₄ ·4H ₂ O	428,31	1548,25
4	[Fe(FTSC) ₃] ₂ (SO ₄) ₃ ·4H ₂ O	296,75	1072,69
5	[Fe(FTSC) ₂ (NO ₃) ₂] ₂ NO ₃	897,72	3245,06

Аз маълумотҳои чадвали 2 бармеояд, ки қимати пасттарини энергияи фаъолнокӣ ба комплексе мувофиқ аст, ки ҳангоми диссоциатсия панҷ ион ҳосил менамояд. Ин ҳолат нишон медиҳад, ки ҳаракати ионҳо дар маҳлул барои чунин комплекс бо сарфи камтари энергия сураат гирифта, раванди интиқоли заряд осонтар амалӣ мешавад.

Муайян гардид, ки барои комплексҳои, ки як лиганди яхела доранд, аммо дар сфераи берунашон атсидолигандҳои гуногун ҷой гирифтаанд, қиматҳои энергияи фаъолнокӣ ба таври назаррас фарқ мекунанд. Ин падида аз таъсири табиати анионҳои берунисферагӣ ба дараҷаи диссоциатсия, гидрататсия ва ҳаракатнокии ионҳо дар маҳлул шаҳодат медиҳад. Чунин фарқият махсусан дар мисоли комплексҳои сульфатӣ ва нитратии оҳан(III) бо 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) равшан мушоҳида мешавад.

Бо мақсади омӯзиши таъсири концентратсия ба хусусиятҳои электролитии комплексҳои синтезшуда, вобастагии чараёнгузаронии молярии маҳлулҳо аз дараҷаи серобкунӣ таҳқиқ карда шуд.

Чадвали 3.

Маълумот оид ба вобастагии концентратсионии чараёнгузаронии молярии
маҳлулҳои комплексҳои синтезшуда дар ҳарорати 298 К

№ п/п	Пайвастиҳои комплекси	$\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{мол}^{-1}$			
		Концентратсияи комплексҳо, мол/л			
		$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
1	[Fe(TSC) ₂ SO ₄] ₂ SO ₄	274	297	322	343
2	[Fe(TSC) ₃] ₂ (SO ₄) ₃	532	555	589	615
3	[Fe(FTSC) ₂ SO ₄] ₂ SO ₄ ·4H ₂ O	226	253	260	271
4	[Fe(FTSC) ₃] ₂ (SO ₄) ₃ ·4H ₂ O	521	541	560	585
5	[Fe(FTSC) ₂ (NO ₃) ₂] ₂ NO ₃	75	81	88	90

Аз маълумотҳои дар чадвали 3 овардашуда бармеояд, ки ҳангоми кам шудани концентратсия (серобкунӣ) барои ҳамаи шаклҳои комплекси таҳқиқшуда қимати чараёнгузаронии молярии электрикӣ меафзояд. Ин қонуният новобаста аз навъи электролитии комплексҳо мушоҳида мешавад.

Муайян гардид, ки вобастагии чараёнгузаронии молярӣ (μ) аз решаи квадрати концентратсия ($\sqrt{C}$) хусусияти хаттӣ дорад. Чунин рафтор барои электролитҳои қавӣ хос буда, аз дараҷаи баланди диссоциатсияи комплексҳо дар маҳлули обӣ шаҳодат медиҳад. Афзоиши чараёнгузаронии молярӣ ҳангоми сербкунӣ бо коҳиш ёфтани таъсири мутақобилаи байнионӣ ва зиёд шудани ҳаракатнокии ионҳо дар маҳлул вобаста мебошад.

Ҳамин тавр, натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳанд, ки комплексҳои синтезшуда дар маҳлули обӣ ҳамчун электролитҳои нисбатан қавӣ рафтор намуда, хусусиятҳои электрохимиявии онҳо ба қонуниятҳои маълуми назарияи электролитҳои қавӣ мувофиқат мекунанд.

АДАБИЁТ:

1. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев – М.: Мир, - 2003. - 592 с.
2. Ваҳобова Р.У. Усулҳои электрохимиявии таҳлил / Р.У. Ваҳобова, М.Т. Норова, Г.Ч. Ҳамзаева, И.Ш. Идиев, – Душанбе, - 2020. - 272 с.
3. Бобокалонов Т.Б. Синтез и физико-химические исследования комплексных соединений железа(III) с TSC / Т.Б.Бобокалонов, С.М.Сафармамадзода // От химии к технологии шаг за шагом. – 2024. Т. 5, вып. 3. С. 8-22 URL: <https://chemintech.ru/ru/nauka/issue/5357/view>
4. Бобокалонов Т.Б. Кондуктометрические исследования комплексов железа(III) с тиосемикарбазидом / Т.Б. Бобокалонов, С.М. Сафармамадзода, С. Анушервони // Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Аналитическая химия и её значение в развитии естественных и технических наук» (23октября 2025 года), – Душанбе: 2025, -С. 106-109.
5. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений / Ю.Н. Кукушкин – М.; Высшая школа. 1985. – 559с.
6. Горбачева, С.В. Практикум по физической химии / С.В. Горбачева // – М.; Высшая школа. -1974. – 496 с.

ТАҲҚИҚИ ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ МАҲЛУЛҲОИ ПАЙВАСТАГИҲОИ КОМПЛЕКСИИ ОҲАН(III) БО TSC ВА FTSC

Дар ин кор натиҷаҳои таҳқиқоти кондуктометрии раванди комплекссозилкунии оҳан(III) бо тиосемикарбазид (TSC) ва 1-формил-3-тиосемикарбазид (FTSC) дар маҳлулҳои обӣ пешниҳод шудаанд. Усули кондуктометрия имкон медиҳад, ки таркиб ва устувории комплексҳои ҳосилшуда муайян карда шавад. Дар ҷараёни таҳқиқот қонуниятҳои тағйирёбии ҷараёнгузаронӣ ҳангоми боҳамтаъсиркунии Fe^{3+} бо TSC ва FTSC муайян гардидаанд, ки гувоҳӣ аз ҳосилшавии пайвастиҳои устувори координатсионӣ медиҳанд.

Калидвожаҳо: кондуктометрия, ҷараёнгузаронӣ, комплекссозилкунӣ, оҳан(III), тиосемикарбазид, 1-формил-3-тиосемикарбазид.

Маълумот дар бораи муаллиф: Бобокалонов Тоҷиддин Баротмаҳмадович – номзади илмҳои химия, дотсент, мудири кафедраи химияи таҳлилии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, Нишони: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17; E-mail: tojiddin.8989@mail.ru, Тел.: (+992) 918 15 70 26.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРОВ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА(III) С TSC И FTSC

В данной работе представлены результаты кондуктометрических исследований комплексообразования железа(III) с тиосемикарбазидом (TSC) и 1-формил-3-тиосемикарбазидом (FTSC) в водных растворах. Метод кондуктометрии позволяет определить состав и устойчивость образующихся комплексов. В ходе эксперимента выявлены закономерности изменения электропроводности при взаимодействии Fe^{3+} с TSC и FTSC, что свидетельствует о формировании стабильных координационных соединений.

Ключевые слова: кондуктометрия, электропроводность, комплексообразования, железо(III), тиосемикарбазид, 1-формил-3-тиосемикарбазид.

Сведения об авторах: Бобокалонов Тоҷиддин Баротмаҳмадович - кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой аналитической химии Таджикского национального университета. 734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки, 17; E-mail: tojiddin.8989@mail.ru, тел.: (+992)918157026.

ELECTROCHEMICAL STUDY OF SOLUTIONS OF IRON(III) COMPLEXES WITH TSC AND FTSC

This paper presents the results of a conductometric study of iron(III) complexation with thiosemicarbazide (TSC) and 1-formyl-3-thiosemicarbazide (FTSC) in aqueous solutions. Conductometry allows us to determine the composition and stability of the resulting complexes. The

experiment revealed patterns in electrical conductivity changes during the interaction of Fe^{3+} with TSC and FTSC, indicating the formation of stable coordination compounds.

Keywords: *conductometry, electrical conductivity, complexation, iron(III), thiosemicarbazide, 1-formyl-3-thiosemicarbazide.*

About the authors: *Bobokalonov Tojiddin Barotmakhmadovich -Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Analytical Chemistry of the Tajik National University. 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe city, Rudaki Avenue, 17; E-mail: tojiddin_8989@mail.ru, tel.: (+992)918 15 70 26*

УДК: 536.12.34(06)

**ОМУЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ МАҲЛУЛҲО ТАВАССУТИ
МУАЙЯН НАМУДАНИ ЧАСПАКИИ ДИНАМИКӢ ВА НИШОНДИҲАНДАИ
ШИКАСТИ РУШНОӢ**

Давлатов Р.Ҷ.

Донишгоҳи давлати омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни

Таҳқиқот ва пешрафти илмию техникӣ ҳамчун нерӯи асосии инноватсия амал карда, барои рушди устувори техника, технология ва маводҳо шароити зарурӣ фароҳам меорад. Ин раванд имкон медиҳад, ки системаҳо ва моддаҳо бо хосиятҳои пешбинишуда тарҳрезӣ ва истеҳсол шаванд, самаранокӣ афзоиш ёбад, истеъмоли энергия коҳиш ёбад ва амният беҳтар гардад. Ҳадаф аз ин гуна таҳқиқот фаҳмиши амиқи равандҳои мебошад, ки сохтор, рафтор ва қобилияти мутобиқшавии маводҳоро дар шароити гуногун муайян мекунанд. Таҳқиқоти систематикӣ аксаран хосиятҳои физико-химиявии маводҳоро дар бар мегиранд.

Часпакии динамикӣ яке аз нишондиҳандаҳои муҳими реологӣ буда, ба таври мустақим ба қобилияти ҷараён гирифтани мавод дар шароити тағйирёбандаи ҳарорат ё фишор таъсир мерасонад. Шикасти рӯшноӣ хосияте дорад, ки мавод чи гуна рушноиро ҳангоми гузаштан аз муҳитҳои гуногун қач мекунад ва он барои тарҳрезии системаҳои оптикӣ, сенсорҳо ва наномуҳандисӣ аҳамияти калон дорад. Маълумоте, ки дар натиҷаи чунин таҳқиқот ба даст меоянд, на танҳо табиати физикӣ ва химиявии маводро равшан месозанд, балки иҷозат медиҳанд, ки самтҳои истифодаи амалии онҳо бо дақиқӣ муайян карда шаванд. Дар маҷмӯъ, омӯзиши ҳамаҷонибаи хосиятҳои маводҳо ба таҳияи технологияҳои нав, афзоиши самаранокии истеҳсолот ва пайдоиши соҳаҳои комилан нави саноат мусоидат мекунанд, ки дар ниҳоят ба рушди илмию техникӣ ва иқтимоиву иқтисодӣ таъсири мусбат мерасонад.

Тайёр кардани маҳлулҳои дорои полимерҳо, аз ҷумла полистирол, ба омилҳои гуногуни физикӣ ва химиявӣ вобастааст. Дар ин раванд пеш аз ҳама хусусиятҳои ҳалшавандагӣ ва бухоршавии ҳалкунанда ба ҳисоб гирифта мешаванд, зеро ин омилҳо сифат, устуворӣ ва такрорпазирии маҳлуло муайян мекунанд. Барои кам кардани талафи ҳалкунанда ва таъмини шароити яхела, омодаسازیи маҳлулҳо дар муҳити герметикӣ анҷом дода шуд. Ин имкон медиҳад, ки раванди бухоршавӣ маҳдуд гардида, концентратсияи ниҳой дақиқ нигоҳ дошта шавад. Яке аз марҳилаҳои муҳим дар омодаسازیи чунин системаҳо раванди варамшавӣ (swelling) мебошад. Варамшавии зараҳои полистирол одатан пеш аз раванди ҳалшавӣ буда, ба воситаи воридшавии бо суръати молекулаҳои ҳалкунанда ба сохтори гранул ё зарраҳои полистирол сурат мегирад.

Дар вақти тайёр кардани маҳлулҳо тартиби дуруст илова кардани полистирол ба ҳалкунанда нақши калидӣ мебозад. Агар ин тартиб риоя карда нашавад, эҳтимол дорад, ки дар сатҳи маҳлул қабати желатинмонанди аз гранулҳои варамии полистирол ба вучуд ояд. Ин қабат монеаи диффузия гардида, воридшавии минбаъдаи молекулаҳои ҳалкунанда ба дохили гранулҳоро душвор мегардонад. Дар натиҷа, раванди ҳалшавӣ суст шуда, вақти умумии омодаسازیи маҳлулҳо зиёд мешавад.

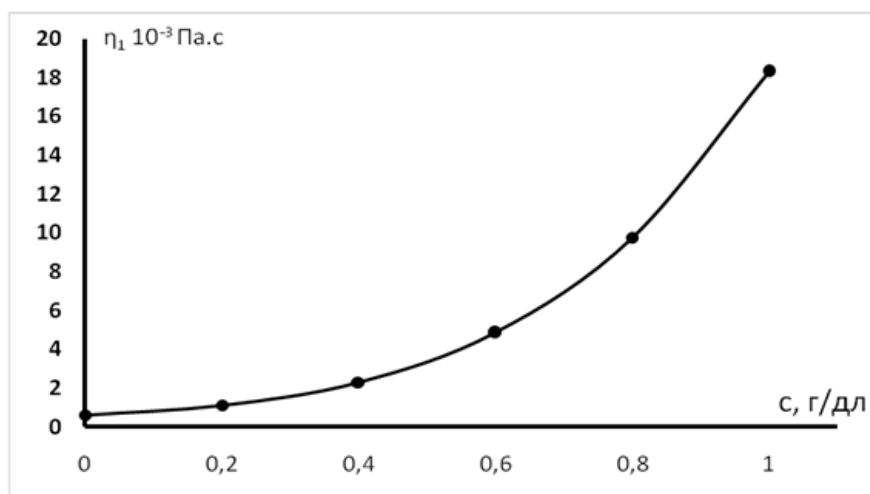
Вакте, ки чунин қабати варамёфта пайдо мешавад, лозим меояд, ки гранулҳои ба желатин монандшуда аз рӯи сатҳи ҳалкунанда хориҷ карда шаванд. Ин амал, гарчанде зарурӣ, вале вақти корро дароз мекунад ва самаранокии равандро паст месозад. Бо мақсади ба даст овардани маҳлулҳои якхела, устувор ва комилан ҳалшуда, намунаҳоро 2–3 ҳафта дар ҳарорати хона дар зарфҳои герметикӣ нигоҳ дошта шуданд. Ин шароит имкон медиҳад, ки варамшавии пурра ва гузариш ба ҳалшавии комил бидуни таъсири омилҳои беруна сурат гирад. Давомнокии дарозмуддати нигоҳдорӣ инчунин ба он мусоидат мекунад, ки ҳалкунанда дар дохили структураи полимер баробар паҳн шуда, системаи ягонаи монанд ба даст оварда шавад. Таҳқиқи маҳлулҳои полимерӣ бо концентратсияҳои гуногуни полистирол (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 г/дл) дар ҳалкунандаи бензол бо мақсади омӯзиши хусусиятҳои физико-химиявӣ ва равандҳои ҳалшавӣ анҷом дода шуд. Миқдори дақиқи полистирол бо истифода аз тарозуҳои аналитикӣ муайян карда шуд, то ки тайёркунии маҳлулҳо бо дақиқии баланд сурат гирад. Пас аз тайёр кардани маҳлулҳо, ба пурраги ҳалшавӣ бо таваҷҷӯҳ нишондиҳандаи шикасти рушной санҷида шуд, ки ин усул имкон дод, ки қисми нолозим ва ноқоми полимер зуд ошкор гардад.

Барои тозагии маҳлул, филтратсия тавассути филтри шишагӣ гузаронида шуд. Дар ин раванд ба тозагӣ ва покизагии зарфҳои истифодашуда ва ҳалкунандагон диққати махсус дода шуд, зеро ҳар гуна ифлосӣ метавонад ба самаранокии ченкунӣ ва натиҷаҳои таҳқиқот таъсир расонад. Тозакунӣ полистирол тавассути чудо кардани маҳлул аз бензол анҷом дода шуд, ки раванди он бо усулҳои мувофиқ ба маълумотҳои манбаъҳои [5–8] сурат гирифтааст.

Маҳлулҳои тайёршуда дар моеъи шишагӣ ва беранг гирифта шуда, таҳлил дар микроскоп нишон дод, ки системаи полимерӣ якхела ва ҳалшуда мебошад. Дарачаи тозагии ҳалкунандаҳо ҳамчунин бо муқоисаи доимӣҳои физикӣ асосӣ бо маълумотҳои адабиётӣ санҷида шуд, то аз мувофиқат бо стандартҳои лабораторӣ ва тадқиқотҳои пешина итминон ҳосил шавад.

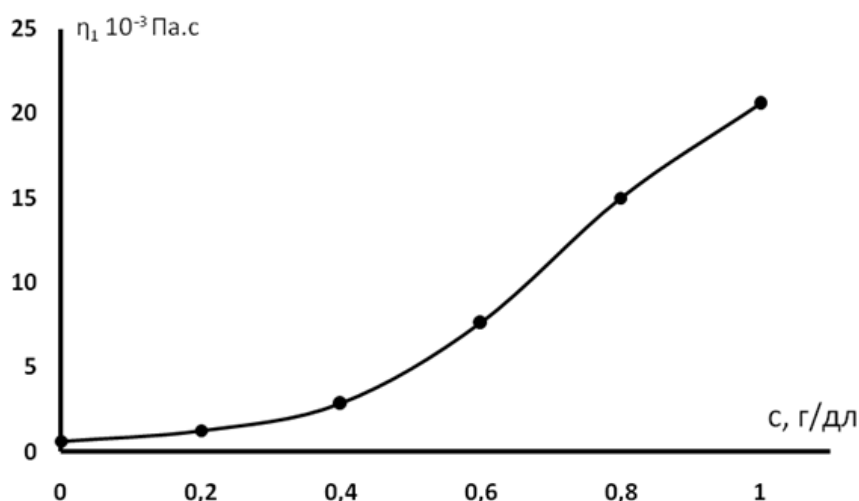
Барои чен кардани часпакии динамикии системаи бензол бо полистирол, аз вискозиметри найчагӣ истифода карда шуд. Ин усул имкон медиҳад, ки рафтори ҷараёни маҳлул ва таъсири концентратсияи полимер ба часпакиро дақиқ муайян намояд.

Ҳамзамон, барои санҷиши нишондиҳандаи шикасти рӯшной дар ҳароратҳои гуногун (300–333 К) ва фишори 0,101 Мпа аз рефрактометри лаборатории типӣ 454-В2М истифода карда шуд. Ин таҷҳизот ба таҳлилгарон имкон медиҳад, ки тағйирёбии шикасти рӯшной вобаста ба ҳарорат ва концентратсияи полимерро ба таври дақиқ ва стандартизатсияшуда чен кунанд, ки барои омӯختани хусусиятҳои оптикӣ ва реологӣ аҳамияти калон дорад. Ин тадқиқот як раванди мукаммали оморасозӣ ва ченкунии хусусиятҳои маҳлулҳои полимери фароҳам овард ва асоси таҷрибавии пӯшидаи таҳлили физико-химиявӣ системаи бензолу полистиролро таъмин намуд. Барои муайян кардани часпакии динамикии маҳлулҳои таҳқиқшаванда, вискозиметри найчагӣ ба таҷҳизот мучахҳаз карда шуд, ки имкон медиҳад таъсири концентратсия ва массаи молекулярӣ ба рафтори ҷараёни маҳлул ба таври дақиқ арзёбӣ гардад. Дар Расми 1 натиҷаҳои бори якум барои коэффисиенти часпакии динамикӣ (η , $\times 10^{-3}$ Па·с) барои маҳлулҳои полистирол дар ҳалкунандаи бензол пас аз 15 шабонарӯз нигоҳдорӣ нишон дода шудаанд. Ин маълумотҳо нишон медиҳанд, ки пас аз як давраи муайяни варамшавӣ ва ҳалшавӣ маҳлулҳо ба ҳолати устуворӣ расидаанд, ки барои таҳлилҳои минбаъда ва муқоисаи хусусиятҳои физико-химиявӣ асоси дақиқ фароҳам меорад. Маълумоти дар расм овардашуда инчунин имконият медиҳад, ки тағйироти часпакӣ вобаста ба концентратсияи полистирол ва массаи молекулярӣ ба таври визуалӣ таҳлил карда шаванд ва ҳамзамон ҳамчун асоси эмпирикӣ барои параметргузориҳои моделҳои математикӣ ва санҷиши дурусти ин натиҷаҳои таҷрибавӣ дар таҳлили рафтори реологӣ маҳлул истифода мегарданд.



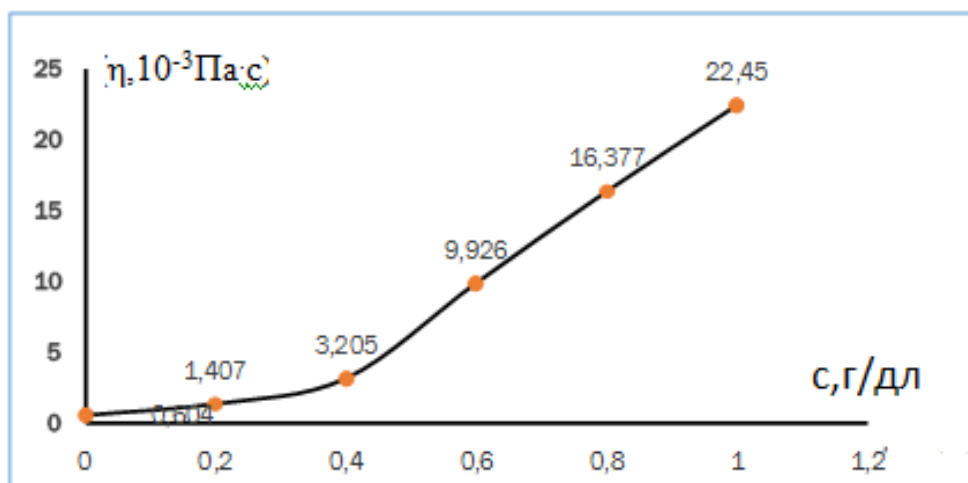
Расми1 - Табдили коэффисиенти часпакии динамикӣ дар бензол аз консентрасия (полистирол) дар шароити муқаррарӣ (ченкунии аввал).

Дар расми 2 коэффисиенти часпакии динамикӣ ($\eta, 10^{-3} \text{Па}\cdot\text{с}$) барои маҳлулҳои полистирол (маҳлулқунанда бензол) баъди гузаштани 151 шабонарӯз бори дувуми натиҷагирӣ оварда шудааст.

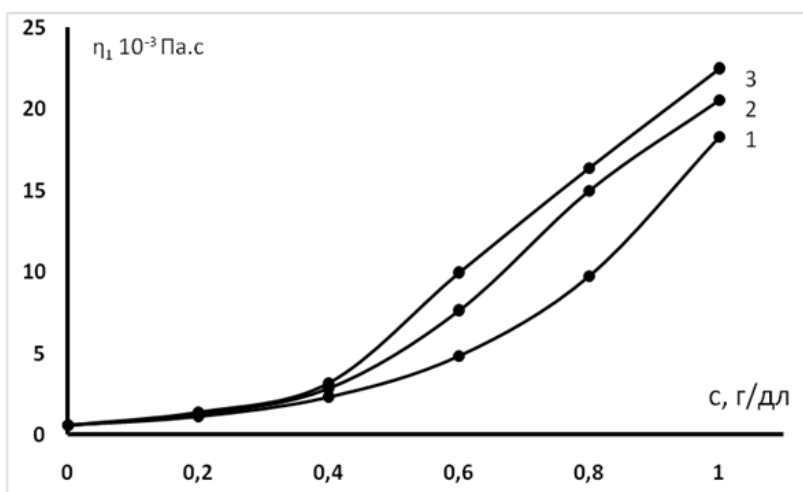


Расми 2 - Табдили коэффисиенти часпакии динамикӣ (η) аз консентрасияи моддаи ҳалшаванда (полистирол) дар шароити муқаррарӣ (ченкунии дуюм).

Дар расми 3 натиҷаҳои бори сеюми ченкунии коэффисиенти часпакии динамикӣ ($\eta, \times 10^{-3} \text{Па}\cdot\text{с}$) барои полистирол дар ҳалқунанда бензол пас аз 350 шабонарӯз нигоҳдорӣ оварда шудаанд. Ин маълумотҳо нишон медиҳанд, ки пас аз давраи дарозмуддати нигоҳдорӣ маҳлулҳо ба ҳолати устувор ва пурра муттаҳид шуда расидаанд. Тағйироти часпакии динамикӣ нисбат ба натиҷаҳои аввалини 15 шабонарӯзӣ нишон медиҳад, ки равандҳои варамшавӣ, диффузия ва муттаҳидшавии молекулаҳои полимер дар маҳлул бо мурури вақт ба ҳолати баробар ва статсионарӣ мерасанд. Маълумотҳои дар расм буда имконият медиҳанд, ки таъсири консентратсия ва массаи молекула ба часпакии ниҳони маҳлулҳои полимерӣ таҳлил карда шаванд ва ҳамзамон барои пешгӯии рафтори гидродинамикӣ ва модели равандҳои диффузионӣ ва реологӣ истифода шаванд.



Расми 3 -Коэффициенты часпакии динамикӣ (η) аз консентрасияи моддаи ҳалшаванда (полистирол) дар шароити муқаррарӣ (сеюмин ченкунӣ).



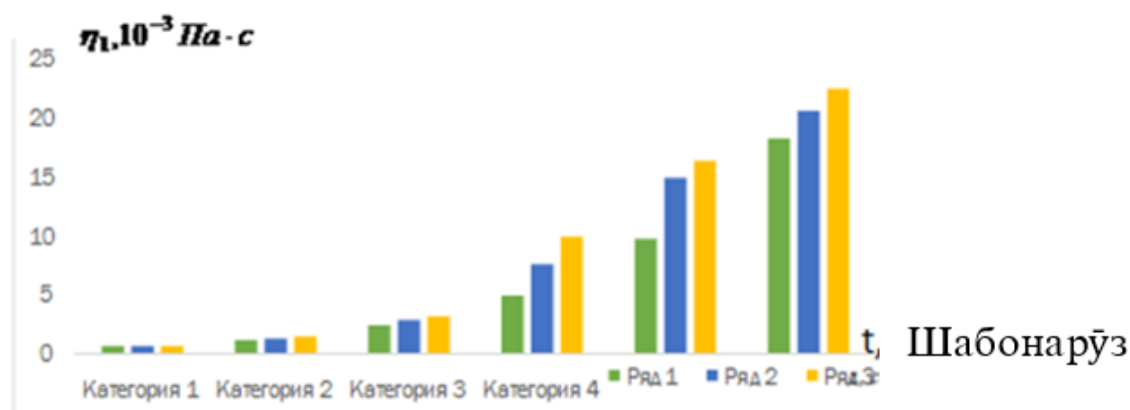
Расми 4 - Тавсифи тағйироти коэффиенти часпакии динамикӣ (η) аз консентрасияи полистирол дар фишори атмосфери ва ҳарорати хона.

Мувофиқи расми 4, таҳлилҳои силсилави оид ба коэффиенти часпакии динамикӣ (η) дар ҳарорати хона ва фишори атмосферӣ нишон медиҳанд, ки бо афзоиши зичии маҳлул, ки натиҷаи ҳалшавии полистирол дар бензол мебошад η бо тарзи параболикӣ ва экспоненсионалӣ афзоишмеебад [9, 10, 11]. Ин рафтор нишон медиҳад, ки ҳангоми баланд шудани консентратсияи полимер дар маҳлул, ҷараёни маҳлул мураккаб шуда, муқовимат ба ҷараёнокӣ (часпакӣ) ба таври назаррас меафзояд.

Натиҷаҳои таҷрибавӣ дар ҷадвали 1 ва Расми 5 пешниҳод гардидаанд, ки дар онҳо равандҳои вобаста ба консентратсия, массаи молекула ва давомнокии ҳалшавӣ нишон дода шудаанд. Ин маълумотҳо имкон медиҳанд, ки таъсири зичии маҳлул ва хусусиятҳои физико-химиявӣ ба часпакии динамикӣ ба таври дақиқ арзёбӣ карда шавад ва барои таҳияи модели математикӣ ва пешгӯии рафтори гидродинамикии маҳлулҳои полимерӣ истифода шаванд [9, 10, 11].

Ҷадвали 1 Тағйирёбии коэффиенти часпакии динамикии ($\eta_1, 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$) маҳлулҳои системаи бензол ва полистирол дар вақтҳои гуногуни ҳалшавандагӣ.

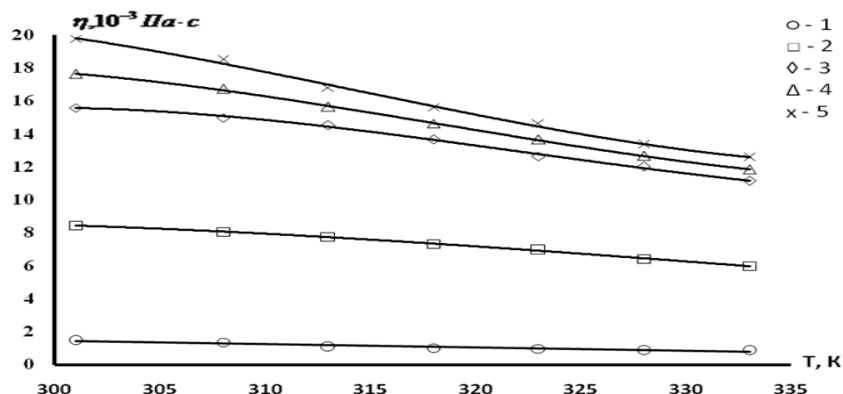
c, г/дл	t, шабонарӯз	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$\eta_1, 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	15	0,604	1,12	2,299	4,845	9,753	18,306
$\eta_2, 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	151	0,604	1,239	2,837	7,6	15,01	20,569
$\eta_3, 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$	350	0,604	1,407	3,205	9,926	16,377	22,45



Расми 5 - Гистограммаи тағйирёбии коэффисиенти часпакии динамикии ($\eta_1, 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$) маҳлулҳои системаи бензол ва полистирол дар вақтҳои гуногуни ҳалшавӣ.

Тавре ки аз ҷадвали 1 ва расми 5 мушоҳида мешавад, коэффисиенти часпакии динамики (η) вобаста ба вақти ҳалшавӣ тағйир мекунад: бо афзоиши вақти нигоҳдорӣ, η камшуда, ба ҳолати устувори маҳлул наздик мешавад. Дар ҳамин ҳол, боziёдшавии консентратсияи полистирол, коэффисиенти часпакии динамики мувофиқи қонуни параболаи афзоиш меёбад, ки нишон медиҳад таъсири консентратсия ба муқовимати ҷараёни маҳлул хеле назаррас аст [9, 10, 11]. Ин нишон медиҳад, ки консентратсияи полимер ба ҷойгирии молекулаҳо ва ташаккули матритсаи ҳалшуда таъсир мерасонад, ки ба меъёри ҷараённокӣ ва ҳаҷми молекулаи дар дохили маҳлул таъсир мерасонад.

Маълумоти таҷрибавӣ, ки бо истифода аз вискозиметри капиллярӣ ва рефрактометри лаборатории типии 454-Б2М дар фишори атмосферӣ ва ҳароратҳои гуногун ба даст оварда шудааст, на танҳо коэффисиенти часпакиро нишон медиҳад, балки инчунин нишондодҳои шикасти рӯшноӣ (refractive index) барои ҳар як консентратсияи полимер ва давраи нигоҳдорӣ муайян карда шудаанд. Ин маълумотҳо ба тариқи ҷадвалҳо ва расмҳо ба намоиш гузошта шудаанд [9, 10, 11], ки таҳлили ҳамзамони хусусиятҳои реологӣ ва оптикӣ дар шароити гуногуни таҷрибавиро имконпазир мегардонад. Муҳим аст, ки дар ин таҳқиқот ҳам таъсири давомнокии ҳалшавӣ, ҳам массаи молекулавӣ ва консентратсияи полимер, ва ҳам ҳарорат ва шароити фишор ба коэффисиенти часпакӣ ва шикасти рӯшноӣ ба таври систематикӣ арзёбӣ шудааст. Аз ин рӯ, маълумоти пешниҳодшуда асоси бозътимоди таҳлили гидродинамикӣ ва моделсозии рафтори маҳлулҳои полимери фароҳам меорад, ки метавонад барои пешгӯии хусусиятҳои амалии маҳлулҳо дар саноат ва лабораторияҳо истифода шавад. Илова бар ин, таҳлил нишон медиҳад, ки ҳангоми баланд шудани консентратсияи полимер, ҷараёни ҳалшавӣ каме суст мешавад, ки боиси афзоиши муваққатии η мегардад. Ин нишон медиҳад, ки дар марҳилаҳои аввалини ҳалшавӣ, равандҳои диффузионӣ ва воридшавии молекулаҳои маҳлулкунанда ба матритсаи полимер ба таври назаррас ба хусусиятҳои реологӣ таъсир мерасонанд. Дар маҷмӯъ, натиҷаҳои таҷрибавӣ як тамоси мустақим байни консентратсия, вақт ва хусусиятҳои реологӣ ва оптикӣ маҳлулҳоро нишон медиҳанд, ки дар асоси он қонуниятҳои тағйирёбии параметрҳои система муайян гардида, барои таҳияи моделҳои математикӣ ва пешгӯии рафтори минбаъдаи маҳлул дар шароити гуногун истифода мешаванд.



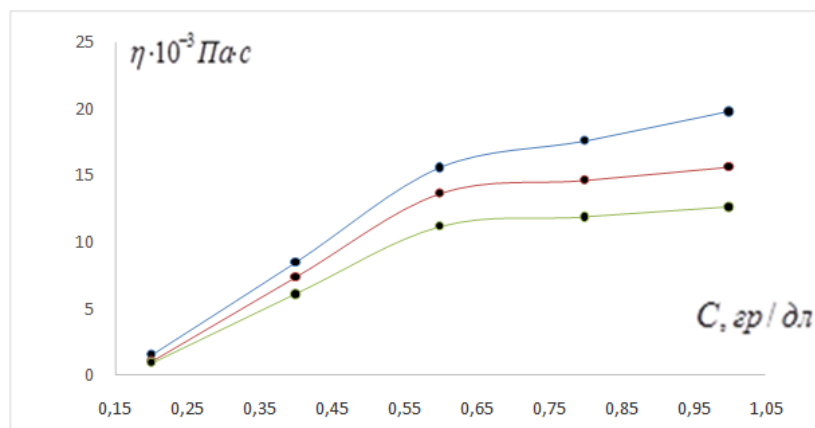
Расми 6. Вобастагии коэффисиенти часпакии динамикӣ аз ҳарорат ва консентратсияи полистирол дар моддаҳои таҳқиқшаванда:

1- 0,2 г/дл; 2- 0,4 г/дл; 3- 0,6 г/дл; 4- 0,8 г/дл; 5- 1,0 г/дл.

Чунон ки аз расми 6 мушоҳида мешавад, бо афзоиши ҳарорат, коэффисиенти часпакии динамикӣ (η) барои маҳлулҳои таҳқиқшаванда кам мешавад, ки ин ба сабаби афзоиши ҳарорати молекулаҳо ва суръати бештар шудани ҳаракати онҳо ва дар натиҷа паст шудани муқовимат ба ҷараёни маҳлул мебошад. Афзоиши ҳарорат раванди диффузия ва ҳалшавии полимерҳоро те змекунад, ки боиси камшавии часпакии динамикӣ мегардад ва ба ҳолати устувори гидродинамикӣ наздиктар мешавад.

Дар ҳамин ҳол, б озиёдшавии консентратсияи полистирол дар бензол, коэффисиенти часпакии динамикӣ мутобиқи вобастагии экспоненсиалӣ меафзояд, ки ин ба зиёдшавии зичии система ва таъсири байнимолекулавии занҷирҳои полимерӣ вобаста буда, дар расми 7 ба таври возеҳ инъикос ёфтааст. Ин рафтор нишон медиҳад, ки бо афзоиши консентратсия, миқдори молекулаҳои полимер дар маҳлул зиёд шуда, ҳамдигарро печонида ва маҳдуд намуда, муқовимати ҷараёнокӣ ба таври назаррас зиёд мегардад.

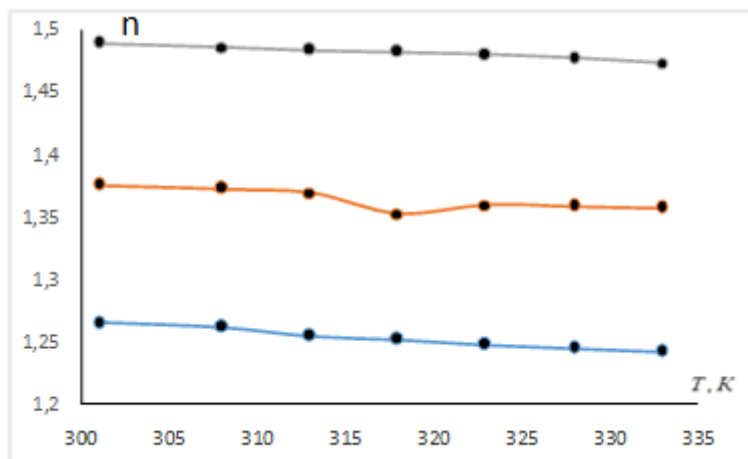
Илова бар ин, таҳлил нишон медиҳад, ки таъсири ҳарорат ва консентратсия ба коэффисиенти часпакии динамикӣ бо ҳамдигар ҳамоҳанг нест, балки ҳамзамон ду омил ба таври гуногун ба рафтори маҳлул таъсир мерасонанд. Ҳарорат коэффисиенти часпакиро коҳиш медиҳад, дар ҳоле ки консентратсия онро зиёд мекунад. Дар маҷмӯъ, натиҷаҳои расмҳо нишон медиҳанд, ки барои пешгӯии хусусиятҳои реологии маҳлулҳои полистирол+бензол зарур аст, ки ҳам таъсири ҳарорат ва ҳам таъсири консентратсияро ҳамзамон ба назар гирифт.



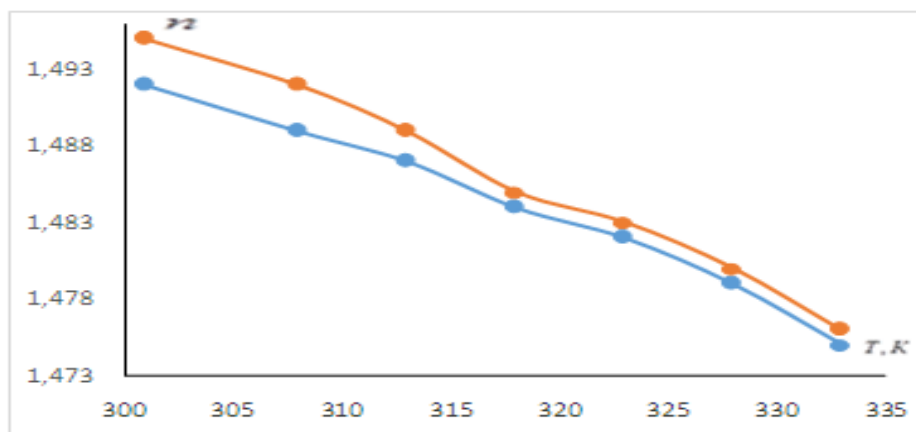
Расми 7 - Пайвандии коэффисиенти часпакии динамикӣ барои намунаҳои бензол аз консентратсияи полистирол дар ҳароратҳои $T_1=301\text{K}$; $T_2=318\text{K}$; $T_3=333\text{K}$.

Барои андозагирии нишондиҳанда ишикасти рушноӣ дар маҳлулҳои системаи бензол ва полистирол, мо усули рефрактометриро истифода бурдем. Ин усул имконият медиҳад, ки нишондиҳандаи шикасти рушноӣ дар моддаҳои моеъ ва маҳлулҳо бо дақиқии баланд ва дар диапазони васеи ҳароратҳо чен карда шавад. Дар таҷрибаҳо мо, диапазони ҳароратаз 293 К то 334 К фаро гирифта шуда, андозагирӣ дар фишори атмосферӣ сурат гирифт.

Дастгоҳи рефрактометрӣ имкон медиҳад, ки тағйироти хурди нишондиҳандаи шикаст дар натиҷаи таъсири консентратсия ва массаи молекулавӣ муайян карда мешаванд. Хатогиҳои умумии андозагирӣ дар шакли нисбӣ бо эътимоди $\alpha=0,95$ баробар ба $\sigma n = 0,01\%$ муайян шудааст, ки нишон медиҳад, маълумот хеле дақиқ ва такроршаванда мебошанд. Барои таъмини дурустӣ ва эътимоднокии натиҷаҳо, дастгоҳ бо гузаронидани андозагирҳои назоратӣ санҷида шуд. Дар ин марҳила оби дистиллят ва оби ошомиданӣ ҳамчун намунаи назоратӣ истифода шуданд. Натиҷаҳои андозагирии назоратӣ нишон доданд, ки нишондиҳандаи шикасти рушноӣ дар маркази хато мутобиқ ба маълумоти адабиёт аст, ки ба эътимоднокии таҷриба ишора мекунад. Барои арзёбии таъсири консентратсияи полистирол ба нишондиҳандаи шикасти рушноӣ, таҳлилҳо дар диапазони ҳароратӣ (293–334 К) ва фишори $P = 0,101$ МПа анҷом дода шуданд. Маълумот нишон медиҳанд, ки бо афзоиши консентратсияи полимер, нишондиҳандаи шикаст низ ба таври систематикӣ тағйир меёбад. Ин раванд ба таъсири молекулаҳои полимер ба дисперсияи рушноӣ ва тағйирёбии индекси нисбии маҳлул вобаста аст. Натиҷаҳои ба даст омада дар расмҳои 8 ва 9 нишон дода шудаанд [9], ки дар онҳо тағйироти нишондиҳандаи шикаст дар шароити ҳарорат ва консентратсияи гуногун визуалӣ ва таҳлиلى пешниҳод шудааст. Ин маълумот барои моделсозӣ, пешгӯии хусусиятҳои оптикӣ ва таҳлили равандҳои физико-химиявӣ дар маҳлулҳои полимерӣ аҳамияти калон дорад. Ҳамчунин, таҳлили систематикӣ имкон медиҳад, ки таъсири ҳарорат ва консентратсия ба индексҳои шикаст дар шароити амалӣ ва лабораторӣ ба таври дақиқ арзёбӣ гардад, ки барои тарҳрезии таҷрибавӣ ва саноатии системаҳои маҳлулҳои полистирол+бензолро истифода мебаранд, асоси муътабар фароҳам меорад.



Расми8 - Нишондиҳандаи шикасти рушноӣ (n) барои маҳлулҳои бензол бо полистирол вобаста ба ҳарорат: 1- 0,2 г/дл; 2-0,4 г/дл; 3- 0,6 г/дл.



Расми 9 - Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рушноӣ (n) барои намунаҳои таҳқиқшудаи системаи бензол ва полистирол аз ҳарорат ва консентратсияи полистирол: 4 - 0,8 г/дл; 5- 1,0 г/дл.

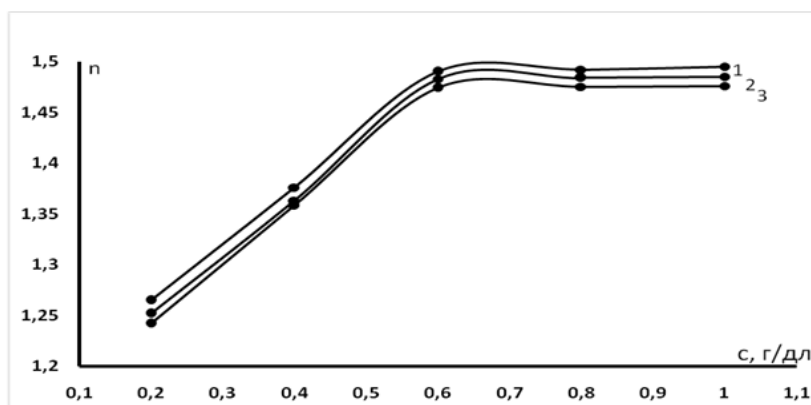
Чунон ки аз расми 9 мушоҳида мешавад, бо афзоиши ҳарорат нишондоди шикасти рушноӣ дар маҳлулҳои $C_6H_6 + 0,8$ г/дл ПС ва $C_6H_6 + 1,0$ г/дл ПС ба таври назаррас коҳиш меёбад. Дар муқоиса бо маҳлулҳои камтар консентратсиядор, яъне $C_6H_6 + 0,2$ г/дл ПС, $C_6H_6 + 0,4$ г/дл ПС ва $C_6H_6 + 0,6$ г/дл ПС, шиддати ҳатти мустақим дар график хеле бештар ба назар мерасад. Мо чунин тағйиротро бо зиёдшавии зичии маҳлул рабт медиҳем. Илова кардани 0,8 ва 1,0 г/дл полистирол ба бензол боиси он мегардад, ки маҳлул ба ҳолати хеле шадид ё рафшуда мегузарад. Дар ин марҳила, ҳокаи полистирол пурра дар бензол ҳал мешавад ва ҳаҷми умумии маҳлул кам мешавад, ки ин боиси афзоиши зичӣ мегардад. Бо афзоиши зичӣ, индекси нишондиҳандаи шикасти рушноӣ ҳам тағйир меёбад, зеро нишондиҳандаи шикасти рушноӣ аз зичии модда вобаста аст.

Аз ин рӯ, вобастагии коэффисиенти ҳаҷмӣ ба ҳарорат, ки одатан ҳаттӣ ҳисобида мешавад, дар маҳлулҳои консентратсияи баланд коҳиш меёбад. Ин раванд ба коҳиш ёфтани нишондоди шикасти рушноӣ дар маҳлулҳои $C_6H_6 + 0,8$ г/дл ПС ва $C_6H_6 + 1,0$ г/дл ПС оварда мерасонад. Ба ибораи дигар, афзоиши ҳарорат ва консентратсияи полистирол ҳамзамон ба тағйироти оптикӣ маҳлул таъсири назаррас мерасонанд, ки барои таҳлили равандҳои физико-химиявӣ ва пешгӯии хусусиятҳои оптикӣ маҳлулҳо аҳамияти калон дорад [1,2,10].

Ҷадвали 2. Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ (n)-и маҳлулҳои омӯхташуда аз ҳарорат бо консентратсияи гуногуни полистирол- $2.5 \cdot 10^3$ (ПС-148).

Консентрасия/ T, K	301	308	313	318	323	328	333
$C_6H_6 + 0,2$ г/дл ПС	1,265	1,262	1,255	1,252	1,248	1,245	1,242
$C_6H_6 + 0,4$ г/дл ПС	1,376	1,373	1,370	1,363	1,360	1,359	1,358
$C_6H_6 + 0,6$ г/дл ПС	1,490	1,487	1,485	1,483	1,481	1,478	1,474
$C_6H_6 + 0,8$ г/дл ПС	1,492	1,489	1,487	1,484	1,482	1,479	1,475
$C_6H_6 + 1,0$ г/дл ПС	1,495	1,492	1,489	1,485	1,483	1,480	1,476

Дар расмҳои 8, 9 ва ҷадвали 2 натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавии нишондиҳандаи шикасти рушноӣ маҳлулҳо вобаста ба консентратсияи полистирол дар вобастагӣ ба ҳарорат дар фишори атмосферӣ пешкаш шудаанд.



Расми10 – Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рушноӣ (n) намунаҳои таҳқиқшавандаро аз консентрасияи полистирол дар ҳолати $T=\text{const}$: $T_1=301\text{K}$; $T_2=318\text{K}$; $T_3=333\text{K}$.

Чӣ тавре ки аз ҷадвали 2 ба назар мерасад, бо баландшавии ҳарорат нишондиҳандаи шикасти рушноӣкам мешавад, ва бо афзоиши консентрасияи полистироли навъи- $2,5 \cdot 10^3$ (ПС-148) (n) ба таври экспоненсиалӣ меафзояд (расми 10).

Мувофиқи расми 10 ва ҷадвали 2, дар ($T=\text{const}$) нишондиҳандаи шикасти рушноӣ барои консентрасияи $0,6$ г/дл тақрибан мувофиқи қонуни хатӣ меафзояд, ва сипас бо афзоиши консентрасияи полистирол дар бензол, дар доираи ҳатогҳои андозагирӣ нишондиҳандаи шикасти рушноӣ доимӣ мемонад.

Ҳангоми тайёр кардани маҳлули системаи бензол ва полистирол, сифат ва ҳосиятҳои маҳлули таҳқиқшаванда ба вақти ҳалшавии полистирол дар бензол вобаста аст. Вақти ҳалшавии полистирол дар бензол дар давоми тайёр кардани ин маҳлулҳо аз 0 то 350 шабонарӯз тағйир ёфт.

Таҳқиқоти пешниҳодшуда ба омӯзиши ҳамаҷонибаи хусусиятҳои реологӣ ва оптикӣ маҳлулҳои системаи «бензол + полистирол» равона шудааст. Ин тадқиқот масъалаҳои ҳалшавӣ, варамшавӣ, таъсири концентратсия, вақт ва ҳароратро ба ҳисоби динамикӣ ва нишондиҳандаи шикасти рушноӣ дар шароити фишори атмосферӣ баррасӣ мекунад. Бо дарназардошти аҳамияти системаҳои полимерӣ дар саноати муосир, аз ҷумла дар истеҳсоли маводҳои композитӣ, таҷҳизоти оптикӣ, нанотехнология ва полимерҳои функционалӣ, натиҷаҳои ба дастмада дорои арзиши илмӣ ва амалӣ мебошанд.

Аввалан, раванди оморасозии маҳлулҳои полистирол дар бензол ба тарзи қатъӣ стандартизатсия шудааст. Оморасозӣ дар зарфҳои герметикӣ ва нигоҳдории дарозмуддат (то 350 шабонарӯз) имкон дод, ки таъсири вақт ба ҳолати варамшавӣ, диффузия ва ҳалшавии пурра дақиқ арзёбӣ карда шавад. Таҳлилҳо нишон доданд, ки дар марҳилаҳои аввал қабати варамёфтаи желмонанд дар сатҳи маҳлул метавонад раванди диффузияро маҳдуд созад ва ҳалшавиро суст намояд. Бо вучуди ин, нигоҳдории тӯлонӣ ва оморасозии дуруст имкон дод, ки система яхела, устувор ва аз ҷиҳати фазаӣ муттаҳидшуда ба даст оварда шуд.

Дар қисми реологӣ тадқиқот коэффисиенти ҳиспакии динамикӣ (η) бо усули вискозиметрии найчагӣ чен карда шуд. Натиҷаҳо нишон доданд, ки η бо зиёд шудани концентратсияи полистирол мувофиқи қонуни параболӣ ва экспоненсиалӣ меафзояд. Ин афзоиш бо зиёдшавии ҳамкориҳои байнимолекулӣ, печиш ва маҳдудияти ҳаракати макромолекулаҳои полимер марбут аст. Таҳлили таъсири вақт нишон дод, ки η пас аз 15, 151 ва 350 шабонарӯз тағйир ёфта, ба ҳолати устувор вобаста ба дараҷаи пурраи ҳалшавӣ мерасад. Ин рафтор равандҳои диффузионӣ ва муттаҳидшавии полимерро дар бензол тасдиқ мекунад: дар марҳилаҳои аввал η баландтар буда, бо мурури вақт ба арзишҳои устувор наздик мешавад.

Дар баробари таҳқиқоти реологӣ, хусусиятҳои оптикӣ маҳлулҳо низ бо усули

рефрактометрӣ омӯхта шуданд. Натиҷаҳо нишон доданд, ки нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ (n) бо зиёдшавии консентратсияи полистирол афзоиш меёбад ва бо баландшавии ҳарорат баръакс коҳиш меёбад. Ин рафтор ба тағйироти зичӣ, таркиби фазавӣ ва дисперсияи оптикӣ маҳлӯл вобаста аст. Таҳлил нишон дод, ки дар маҳлӯлҳои консентратсияи баланд (0,8 ва 1,0 г/дл) таъсири ҳарорат ба n назаррас мебошад. Сабаб дар он аст, ки дар ин шароит зичии маҳлӯл бештар тағйир меёбад ва нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ низ ба таври хаттӣ коҳиш меёбад. Баръакс, дар маҳлӯлҳои камконсентратсия ин тағйирот камтар ба назар мерасад.

Қадвалҳо ва расмҳои пешниҳодшуда нишон медиҳанд, ки вобастагии n аз T ва c дорои хусусияти мураккаб буда, барои моделсозии математикӣ ва пешгӯии рафтори оптикӣ дар системаҳои полимерӣ асоси бозътимод фароҳам меорад. Дар ҳарорати собит, n дар консентратсияҳои то 0,6 г/дл тақрибан мутобиқи қонуни хаттӣ меафзояд, вале дар баландтар аз он тағйирот то андозае тофта ва ба як ҳолати қариб доимӣ наздик мешавад.

Ҳамин тариқ, тадқиқоти мазкур робитаи байни параметрҳои асосии физико-химиявии системаи бензол ва полистирол ҳарорат, консентратсия, вақт, ҳаспакии динамикӣ ва нишондиҳандаи шикасти рӯшноиро — ба таври комплексӣ нишон медиҳад. Натиҷаҳо барои тарҳрезии равандҳои саноатӣ, муайянкунии ҳосиятҳои технологӣ ва таҳияи моделҳои назариявии рафтори маҳлӯлҳои полимерӣ муфид мебошанд. Ин таҳқиқот дар баррасии равандҳои варамшавӣ, диффузия ва таъсирҳои гидродинамикӣ саҳми арзанда гузошта, барои табиқии амалии полистирол дар муҳитҳои органикӣ асоси илмӣ фароҳам меорад.

АДАБИЁТ:

1. Карапетянц, М.Х. Химическая термодинамика. – М.: Химия, 1975. – 512с.
2. Tait P.G. Report on Some of the Physical Properties of Water. – 1888. – V.47.
3. Брандт, З. Статистические методы анализа наблюдений. – М.: Мир, 1975. – 312с.
4. Адаменко, И.И., Самойленко Л.П. Уравнение состояния избыточный объем тройных маҳлӯлов системы н-гептан–н-гексадекан–н-додекан // Физика жидкого состояния. – Киев, 1983. – №3. – С. 38–41.
5. Ван Кревелен, Д.В. Свойства и химическое строение полимеров. / Ван Кревелен Д.В // М.: 1976. 414с.
6. Черепенников, Д.В. Некоторые возможности прогнозирования свойства полимеров / Черепенников Д.В. // Применение полимерных материалов в машиностроении: Краткий тез. докл. обл. науч.-техн. конф., Тамбов, 1977. С.10-12.
7. Годовский, Ю.К. Теплофизика полимеров. / Годовский Ю.К. // М., 1982, 280с.
8. Черепенников, И.А. Приближенная оценка теплопроводности полимеров по молекулярным данным / Черепенников И.А. // Краткий тез. докл. обл. науч.-техн. конф., – Тамбов: 1977. С.8-10.
9. Давлатов, Р. Дж. Взаимосвязь между теплопроводностью и вязкостью маҳлӯлов полистирола и бензола. / М.М. Сафаров, А. Неъматов, Р. Дж. Давлатов, А.Г. Мирзомамадов // Материалы 8 Международной научно-практической конференции “Перспективы развития науки и образования”, посвященной 25-летию Государственной независимости Республики Таджикистан и 60-летию ТТУ имени акад. М.С. Осими (3-4 ноября 2016г.), часть 2, – Душанбе: С.193-196.
10. Davlatov, R.J. Thermo physical properties of solutions of the system benzene + polystyrene. / A. Nematov, R.J Davlatov, M.A. Abdulloev, S.S. Rafiev, D.Sh. Khakimov // 20th Symposium on Thermo physical Properties, June 24-29, 2018 in Boulder, Colorado, p.165.
11. Давлатов, Р. Дж. Взаимосвязь между динамической вязкостью и коэффициентом преломления света маҳлӯлов в зависимости от температуры

при атмосферном давлении./ М.М.Сафаров, Р.Дж. Давлатов, А. Неъматов, Д.Ш. Хакимов, А.Р. Раджабов //Материалы международной научно-практической конференции «Независимость-основа развития энергетики страны», 22-23 декабря 2017 года, Хатлонская область, Бохтарский район, Республика Таджикистан. посвященной к празднованию Дня энергетиков. – С. 113-116.

ОМУЌИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ МАҲЛУҲО ТАВАССУТИ МУАЙЯН НАМУДАНИ ЧАСПАКИИ ДИНАМИКӢ ВА НИШОНДИҲАНДАИ ШИКАСТИ РУШНОӢ

Таҳқиқот ва пешрафти илмю техники Ҳамчун нерӯи асосии инноватсия амал карда, барои рушди устувори техника, технология ва маводҳо шароити зарурӣ фароҳам меорад. Ин раванд имкон медиҳад, ки системаҳо ва моддаҳо бо хосиятҳои пешбинишуда тарҳрезӣ ва истеҳсол шаванд, самаранокӣ афзоиш ёбад, истеъмоли энергия коҳиш ёбад ва амният беҳтар гардад. Ҳадаф аз ин гуна таҳқиқот фаҳмиши амиқи равандҳои мебошад, ки сохтор, рафтор ва қобилияти мутобиқшавии маводҳоро даршароити гуногун муайян мекунад. Таҳқиқоти систематикӣ аксаран хосиятҳои физико-химиявии маводҳоро дар бар мегиранд.

Часпакии динамикӣ яке аз нишондиҳандаҳои муҳими реологӣ буда, ба таври мустақим ба қобилияти чараён ғирифтани мавод дар шароити тағйирёбандаи ҳарорат ё фишор таъсир мерасонад. Шикасти рӯшноӣ хосияте дорад, ки мавод чи гуна рушноро ҳангоми гузаштан аз муҳитҳои гуногун қач мекунад ва он барои тарҳрезии системаҳои оптикӣ, сенсорҳо ва наномуҳандисӣ аҳамияти калон дорад.

Калидвожаҳо: экспоненциалӣ, реологӣ, муҳити герметикӣ, қонуни параболӣ, конформатсияҳо, макромолекула, кроссовер, тарозуҳои аналитикӣ, раванди варамшавӣ, калобаҳо, сохти макроскопӣ, гистограмма консентратсия, усули рефрактометрӣ.

Маълумот дар бораи муаллиф: Давлатов Рустамҷон Ҷабборович – доктори фалсафа (Phd) физикаи техникӣ, мудири кафедраи методикаи таълими технология ва соҳибкори Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни. Суроға: 734003, ш. Душанбе, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Рӯдакӣ, 121. Тел.: (+992) 909799979. E-mail: rd1532663@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ПУТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА

В результате экспериментального исследования концентрации полистирола+бензола был сделан вывод, что с увеличением концентрации полистирола в бензоле динамическая вязкость увеличивается, показатель преломления света увеличивается до концентрации СБНБ +0,6 г/дл полистирола, а затем с увеличением концентрации полистирола в бензоле показатель преломления света остается постоянным. В растворе системы бензола и полистирола измеряется показатель преломления света и динамическая вязкость, зависящая от температуры и времени растворения, при увеличении температуры показатель преломления света и динамическая вязкость уменьшаются. С течением времени увеличивается как показатель преломления света, так и динамическая вязкость.

Ключевые слова: экспоненциальный, реологический, герметичная среда, параболический закон, конформации, макромолекула, кроссовер, аналитические шкалы, процесс набухания, нити, макроскопическая структура, гистограмма концентрации, рефрактометрический метод.

Сведения об авторе: Давлатов Рустамджон Джаборович – доктор философии (PhD) по технической физике, заведующий кафедрой методики преподавания технологий и предпринимательства Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни. Адрес: 734003, г. Душанбе, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 121. Тел.: (+992) 909799979. E-mail: rd1532663@gmail.com

STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOLUTIONS BY DETERMINING DYNAMIC VISCOSITY AND REFRACTIVE INDEX

As a result of an experimental study of the concentration of polystyrene+benzene, it was

concluded that with an increase in the concentration of polystyrene in benzene, the dynamic viscosity increases, the refractive index of light increases to a concentration of C₆H₆ +0.6 g/dl of polystyrene, and then with an increase in the concentration of polystyrene in benzene, the refractive index of light remains constant. In a solution of a benzene and polystyrene system, the refractive index of light and dynamic viscosity are measured, depending on the temperature and time of dissolution. As the temperature increases, the refractive index of light and dynamic viscosity decrease. Over time, both the refractive index of light and the dynamic viscosity increase.

Keywords: *exponential, rheological, hermetic medium, parabolic law, conformations, macromolecule, crossover, analytical scales, swelling process, filaments, macroscopic structure, histogram concentration, refractometric method.*

Information about the author: Davlatov Rustamjon Jaborovich – Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Physics, Head of the Department of Technology Teaching Methods and Entrepreneur of the Tajik State Pedagogical University named after Sadriiddin Aini. Address: 734003, Dushanbe, Republic of Tajikistan, Rudaki Avenue, 121. Tel.: (+992) 909799979. E-mail:rd1532663@gmail.com

УДК: 546.26+547

СИНТЕЗИ 1,2-БИС(4-БРОМФЕНИЛ)-N,N,N',N'-ТЕТРАМЕТИЛЭТИЛЕН-1,2-ДИАМИН ВА ПАЙВАСТ НАМУДАНИ ОН БО ФУЛЛЕРЕН C₆₀

Зафарзода С.З., Рачабода С.И., Қодиров М.З., Умархонзода М.У., Олимзода Ё.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Дар кори мазкур усули содда ва самараноки синтези пайвастагии нави органикии синфи диамино-1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметил-этилен-1,2-диамин таҳия карда шудааст. Реаксиядарасоси таъсири бромбензол бо диметилформамид (ДМФА) дар муҳитишқории баланд (NaOH, pH 12) гузаронида шуд. Ақтуалнокии кор дар ба даст овардани лиганди нави бис-аминӣмебошад, ки дорои гурӯҳҳои фаъоли галогенӣ буда, қобиляти баланди ҳалшавандагӣ дар обро дорад. Усули пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки пайвастагии нави аз ҷиҳати биологӣ фаъолт бо ҳосилнокии ва тозагии баланди хроматографӣ ба даст оварда шудааст. Ин маҳсулот метавонад ҳамчун лиганд дар химияи координатсионӣ ва ҳамчун қисми асосӣ барои синтези нанокмпозитҳо дар асоси фуллеренҳо истифода гардад.

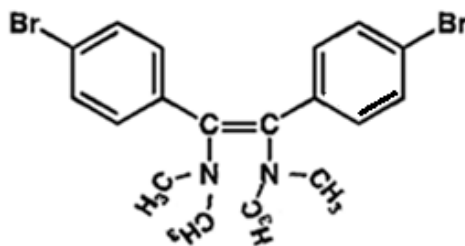
Ҳадафи асосии таҳқиқот коркарди маводи нави нанотехнологӣ мебошад, ки дорои хосиятҳои баланди биологӣ ва электронодонорӣ мебошад. Самараноки усули синтези ҳосилаи нави фуллерен C₆₀ бо лиганди органикии **1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин** баррасӣ шудааст.

Пайвастагии синтезшуда дар об хеле хуб ҳалшаванда буда, имкониятҳои васеъро барои истифода дар нанотиб ва фотоэнергетика фароҳам меорад. Маводи синтезшуда дорои потенциали баланд, ҳамчун агенти зидди бактериялӣ, зиддивирӯсӣ ва интиқолдиҳандаи электрон дар панелҳои офтобии наноструктурӣ хизмат намояд [4-11].

Ҳадафи кор усули коркарди пайвастагии нави органикӣ бо сохтори муайян мебошад. Синтези пайвастагии 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин [1. Патент 201700273] бо роҳиреаксияи бромбензол бо диметилформамид дар муҳитишқорӣ (NaOH) бо омехта кардан ба муддати 8 соат дар ҳарорати 60-70°C тавсиф карда мешавад. Ҳангоми омехта кардан, ранги маҳлул ба зардтоб тағйир меёбад ва pH ба нейтралӣ майл менамояд. Дар охир реаксия ба ду қисм чудо мешавад. Қабати поёнӣ чудо карда мешавад, ба воситаи асбоби бухоркунанда оби он бухор карда мешавад, то кристаллҳои устуворро ташкил диҳанд. Баъди бухор намудани об моддаро гирифта шуста тоза менамоем ва тавассути хроматографияи тунукқабат санчида мешавад. Маҳсулоти ҳосилшуда дорои ду изомери геометрӣ мебошад: *сис*- ва *транс*-, ки ҳосилнокӣ ва нуктаҳои обшавии гуногун доранд. Маҳсулот дар об хуб ҳалшаванда аст.

Ҳадафи ин усули коркарди содда ба даст овардани пайвастаи нави органикӣ бо сохти муайян мебошад. *Сис*- ва *транс*-изомерҳои 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-

тетраметилэтилен-1,2-диамин бо истифода аз хроматографияи тунукқабатнизмуайянкардашуд.

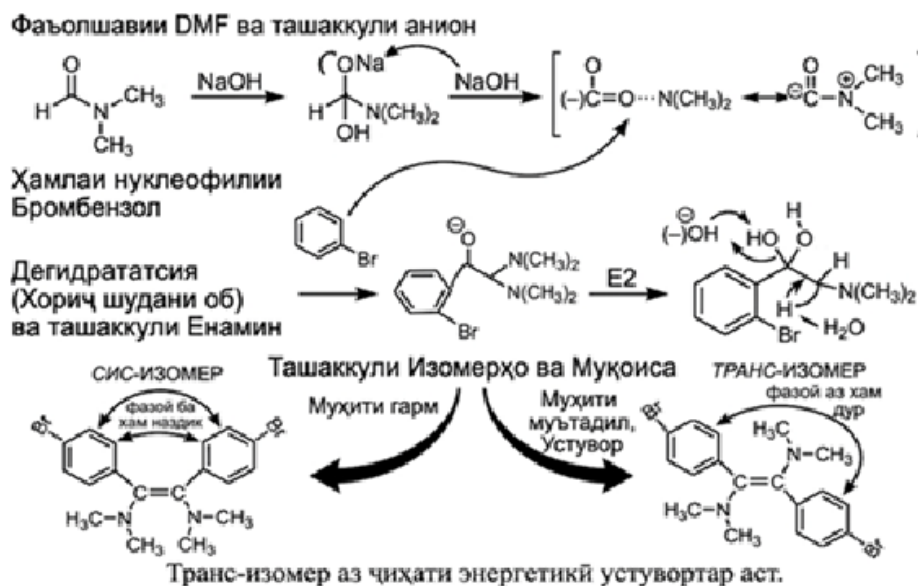


Қисмати амалӣ

Ба омехтаи 10 мл (11 г) 0.0975 мол бромбензол ва 10 мл (9.48 г) 0.13 мол диметилформаид, 15 мл 0.6 N NaOH (pH 12) илова карда мешавад. Омехтаи реаксия барои 7 соат дар ҳарорати 60-70°C омехта карда мешавад. Ҳангоми омехта кардан, ранги маҳлул ба зард тағйир меёбад ва pH ба нейтрал тағйир меёбад. Дар охири реаксия, омехта ба ду қабат ҷудо мешавад. Қабати поёни ҷудо карда ба воситаи асбоби бухоркунанда то пайдошудани кристаллҳои устувор бугронӣ карда мешавад. Маҳсулоти ҳосилшуда бо метаноли хунук шуста ва аз нав кристалл карда мешавад. 11.930 г пайвастагии хроматографияи тоза (1) бо баромади 79.95% ба даст оварда мешавад. $R_{f1} = 0.85$, йоди таҳиякунанда (A), $R_{f2} = 8.08$, йод (B), $R_{f3} = 0.71$ йод (C).

Механизми реаксия чунин аст:

Пайваст



намудани 1,2-бис(4-бромфенил)-n,n,n', n'-тетраметилэтилен-1,2-диамин бо фуллерен C₆₀

Ҳадафи мо усули коркарди пайвастагии нави органикӣ бо сохти муайян ва пайваст намудани он бо фуллерен C₆₀ мебошад. Синтези пайвастагии 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин бо фуллерен C₆₀[2,3] дар муҳити ишқорӣ (NaOH) бо омехта кардан ба муддати 10 соат дар ҳарорати 60-70°C гузаронида шуд. Ҳангоми омехта кардан, рангимаҳлул оҳиста-оҳиста ба қаҳваранг табдил ёфт ва pH ба нейтралӣ майл намуд. Моддаи синтезшуда дар об хеле ҳуб ҳалшаванда аст. Ҳадафи ин усули коркарди содда ба даст овардани пайвастаи нави аз ҷиҳати биологии фаъолои органикӣ бо сохти муайян мебошад. Пайваст намудани ин

модда, яъне **1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин**, бо фуллерен як раванди муҳими нанотехнологӣ мебошад.

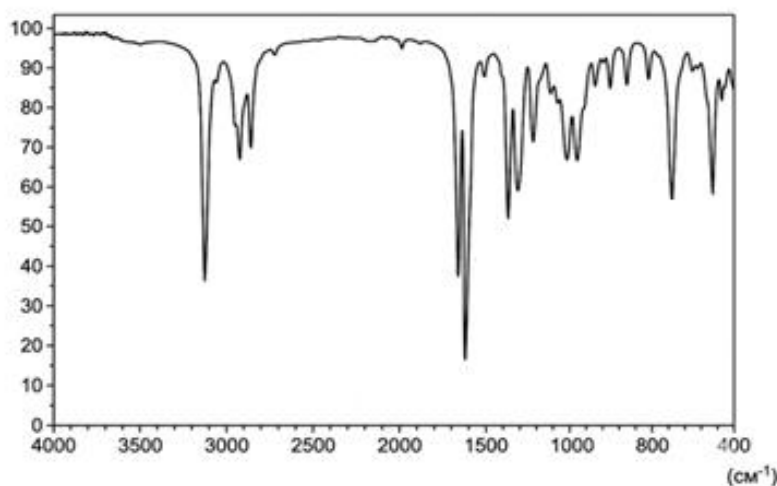
Дар ин ҳолат, банди дучандаи марказии лиганд (π -банд) бо яке аз бандҳои дучандаи фуллерен (пайванди 6,6 дар байни ду шашгӯша) таъсири мутақобиламекунад.

1. Банди $C=C$ -и лиганд дар мувозии банди $C=C$ -и фуллерен ҷойгир мешавад.
2. Электронҳои π -банди лиганд ва фуллерен бо ҳамомехташуда, ду банди нави сигма ҳосил мекунад.
3. Дар натиҷа дар сатҳи фуллерен ҳалқаи циклобутанӣ ба вуҷуд меояд, ки лиганд ба сатҳи болоии фуллерен C_{60} пайваست мешавад.

Ин модда метавонад: ҳамчун маводи зиддибактериалӣ вазиддидивирӯсӣ истифода шавад, дар панелҳои офтобии наноструктурӣ ҳамчун интиқолдиҳандаи электрон хизмат кунад.

Спектри инфрасурх (IR-) барои ин модда нишондиҳандаи гурӯҳҳои функционалии мушаххас мебошад. Аз баски ин модда дорои ҳалқаи ароматӣ, бандҳои дучандаи $C=C$, гурӯҳи аминӣ ва галоген (Br) мебошад, дар спектри қуллаҳои зерин намоён мешаванд: дар ҳудуди $3000-3100\text{ см}^{-1}$ қуллаҳои сусти пайдо мешаванд, ки баларзиши пайвандҳои $=C-H$ хосанд.

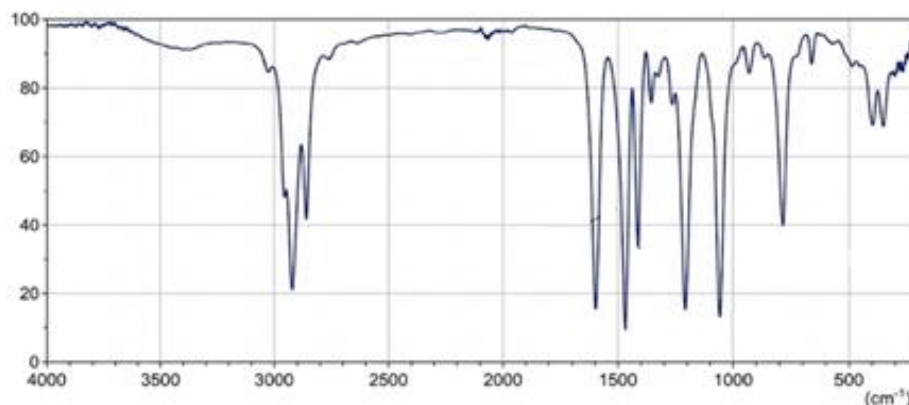
Дар ҳудуди $2800-2950\text{ см}^{-1}$ қуллаҳои миёна барои гурӯҳҳои метилӣ CH_3 дида мешаванд. Банди дучандаи $C=C$ ин қуллаи хеле муҳим аст ва дар ҳудуди $1620-1660\text{ см}^{-1}$ воқеъ мебошад. Ҳалқаи ароматӣ (Бензол): ларзишҳои скелетии ҳалқа дар ҳудуди $1450-1600\text{ см}^{-1}$ пайдо мешаванд. Пайванди $C-N$: дар ҳудуди $1100-1300\text{ см}^{-1}$ қуллаи миёна барои пайванди байникарбон ва нитроген дида мешавад. Дар ҳудуди $750-810\text{ см}^{-1}$ ва $670-700\text{ см}^{-1}$ қуллаҳои хос барои бензоли дар мавқеи 1-4 ивазшудаҷойгиранд. Пайванди $C-Br$: ин қулла дар ҳудуди $500-600\text{ см}^{-1}$ воқеъ аст. Муқоисаи сис-ва транс-дар спектр: транс-изомер: Одатан дар ҳудуди $960-980\text{ см}^{-1}$ қуллаи қавии ларзиши берун аз ҳамворӣ см^{-1} барои $=C-H$ дорад. Сис-изомер: ин қулла дар ҳудуди $690-710\text{ см}^{-1}$ пайдо мешавад (расми 1).



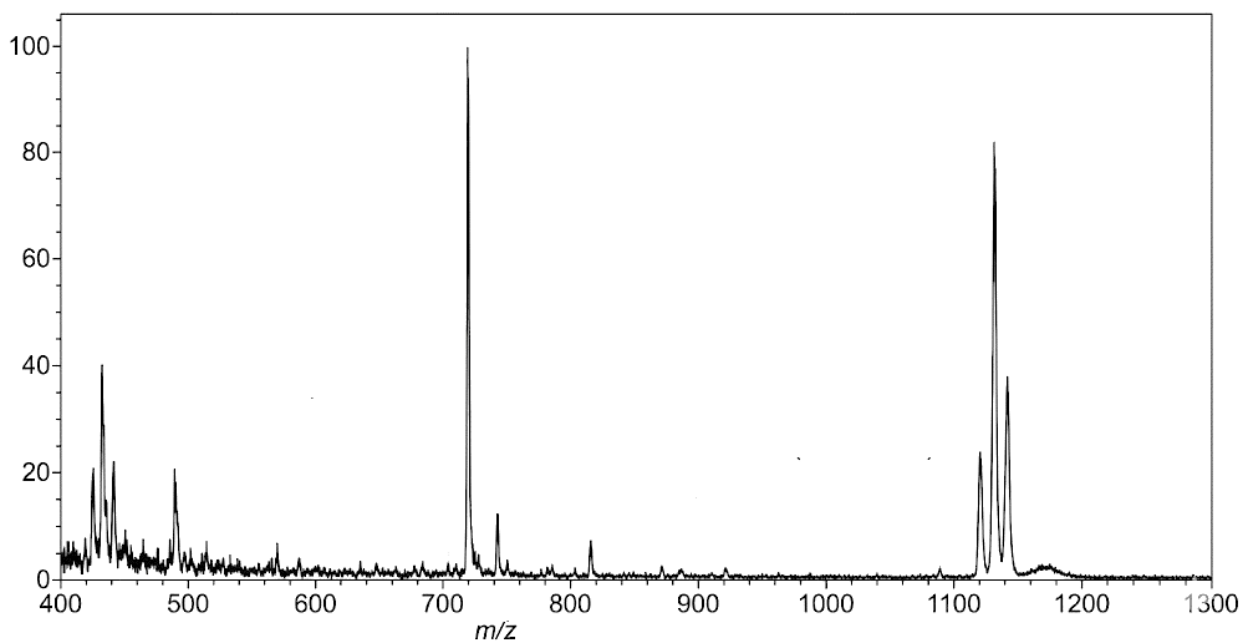
Расми 1. Спектри 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин

Дар майдони $2850-2960\text{ см}^{-1}$ қуллаҳои баланд, ки ба ларзишҳои валентии ба гурӯҳи $C-H$ дар гурӯҳҳои метилии ($-CH_3$) аминҳои сеюмин тааллуқ доранд. Мавҷудияти ин қуллаҳо тасдиқ мекунад, ки қисми аминии лиганд дар раванди синтез вайрон нашудааст. Бандҳои дучанда ва ҳалқаҳои ароматӣ ($C=C$) 1590 см^{-1} ва 1485 см^{-1} инҳо қуллаҳои хоси ларзишҳои скелетии ҳалқаҳои бензоли (фенилӣ) мебошанд. Азбаски дар сохт ду ҳалқаи бромфенилӣ мавҷуд аст, ин қуллаҳо хеле возеҳ намоёнанд. Дар майдони $1600-1650\text{ см}^{-1}$ қуллаи банди дучандаи марказии лиганд ($C=C$) қариб ноаён аст. Ин исбот мекунад, ки банди дучанда ба пайванди якчанда $C-C$ табдил ёфта, бо фуллерен ҳалқаи циклобутаниро ҳосил кардааст. Сигналҳои фуллерен (C_{60}) 1430 см^{-1} қуллаи хоси

фуллерен C_{60} . Дар фуллерени ҳолис он дар 1428 см^{-1} аст, вале ҳангоми пайваст кардани лиганд он каме тағйир меёбад. 520 см^{-1} ва 570 см^{-1} . Дар ҳудудҳои $1100\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ C-N, ки пайванди байни атомҳои карбон ва нитрогени гурӯҳҳои аминиро нишон медиҳад. Дар ҳудуди 1070 см^{-1} куллаи хос барои банди байни карбон бо галоген (C-Br) нишон медиҳад (расми 2).



Расми 2. 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диаминбо фуллерен C_{60} Муваффақияти раванди циклопайвастшавии [2+2]-и 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин бо кураи фуллерен C_{60} тавассути масс-спектрометрия тасдиқ карда шуд. Дар спектри маҳсули ниҳой иони молекулавии M^+ бо триплети бром (Br_2) дар соҳаи $m/z = 1150$ бо таносуби интенсивнокии назариявии 1:2:1 ба қайд гирифта шуд, ки ин мавҷудияти ду атоми бромро дар аддукт комилан исбот мекунад. Инчунин, мавҷудияти пики интенсивии фрагментарӣ дар соҳаи $m/z = 720$ мавҷудияти молекулаи C_{60} -ро нишон медиҳад (расми 3).



Расми 3. Масс-спектр 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диаминбо фуллерен C_{60}

АДАБИЁТ:

1. Зафаров С.З. Способ получения 1,2-N,N'-бис-аминотетраметил-1,2-п,п'-дихлордифенилэтилена/ Ш.Х.Халиков, С.З.Зафаров, М. Умархон // Регистр. номер: 02.1./006. 04.05.2017. Евразийское Патентное Ведомство. (21) 201700273 (13) А1. Бюллетень. Описание изобретения к евразийской заявке. - РФ. - С.1-14.

2. Сидоров Л.Н. Фуллерены: Учебное пособие / Л.Н. Сидоров, М.А. Юровская, А.Я. Борщевский. – М.: Экзамен, 2005. – 688 с.
3. Hirsch A. Fullerenes: Chemistry and Reactions / A. Hirsch, M. Brettreich. – Weinheim: Wiley-VCH, 2005. – 438 p.
4. Раджабов, С.И. Фармакологическая исследование новых производных глицерина с остатками фуллерена C_{60} при хроническом введении на белых крысах / С.И. Раджабов, Н.Ю. Самандаров, Р.А. Мустафокулова, А.А. Гулов, С.Х. Одинаев, М.Б. Каримов // Сборник материалов XIV Нумановские чтения, вклад молодых учёных в развитие химической науки, посвящённые «Году молодёжи». – Душанбе: 2017. – С. 212-213.
5. Раджабов, С.И. Конденсация аминокислотпропан-2-олов с фуллерена C_{60} / С.И. Раджабов, Р.А. Мустафокулова, А.А. Гулов // Сборник материалов XIV Нумановские чтения, вклад молодых учёных в развитие химической науки, посвящённые «Году молодёжи». – Душанбе: 2017. – С. 17-19.
6. Раҷабов, С.И. Таҳқиқи ҳосилаҳои глитсерин бо фталил аминокислотаҳои қатори алифатӣ ва фуллерен C_{60} / С.И. Раҷабов, Р.А. Мустафокулова // Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-назариявии ҳайати устодону кормандони ДМТ бахшида ба Дахсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028», «Соли рушди сайёҳӣ ва хунаҳои мардумӣ», «140-солагии Қаҳрамони Тоҷикистон Садриддин Айни» ва «70-солагии ДМТ». – Душанбе: 2018. – С. 664-665.
7. Раҷабов, С.И. Ҳосилаҳои нави глитсерин дар асоси фуллерен C_{60} / С.И. Раҷабов, А.А. Гулов, Р.А. Мустафокулова, М.Б. Каримов // Пайёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. – Душанбе: Сино, 2017. – №1/2. Бахши илмҳои табиӣ. – С. 162-165.
8. Раҷабов, С.И. Синтези ҳосилаҳои нави аминокислотагии эпихлоргидрин бо фуллерен C_{60} / С.И. Раҷабов, С.Х. Одинаев, А.А. Гулов, М.Б. Каримов // Маводи конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-назариявии ҳайати устодону кормандони ДМТ бахшида ба ҷашни «25-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон». – Душанбе: 2016. – С. 565-566.
9. Раджабов, С.И. Фармакологическая исследование производных аминокислотпропан-2-олов с остатками фуллерена C_{60} при хроническом введении на белых крысах / С.И. Раджабов, Н.Ю. Самандаров, Р.А. Мустафокулова, С.Э. Асоев, С.Х. Одинаев, М.Б. Каримов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава ТНУ, посвященной «20-ой годовщине дня национального единства» и «Году молодёжи». – Душанбе: 2017. – С. 540.
10. Раджабов, С.И. Синтез и модификации некоторых аминокислотпропан-2-олов с фуллерена C_{60} / С.И. Раджабов, Р.А. Мустафокулова, С.Х. Одинаев, М.Б. Каримов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава ТНУ, посвященной «20-ой годовщине дня национального единства» и «Году молодёжи». – Душанбе: 2017. – С. 541
11. Zafarov, S.Z. Synthesis of α -Amino Acid Derivatives of Fullerene C_{60} with Antiviral Properties / Sh. Khalikov, D.A. Sharipova, S.Z. Zafarov, M. Umarchon, M. Jalalifar // International Journal of Modern Chemistry. USA. - 2016. - 8(1). - P.1-18.

СИНТЕЗИ 1,2-БИС(4-БРОМФЕНИЛ)-N,N,N',N'-ТЕТРАМЕТИЛЭТИЛЕН-1,2-ДИАМИН ВА ПАЙВАСТ НАМУДАНИ ОН БО ФУЛЛЕРЕН C_{60}

Дар мақола усули самаранокӣ синтези пайвасти нави органикии 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин ва пайвасти намунаи он бо фуллерени C_{60} баррасӣ шудааст. Синтез дар муҳити ишқорӣ бо истифода аз бромбензол ва диметилформамид

гузаронида шуда, маҳсулоти ҳосилшуда бо ҳосилнокии баланд ба даст оварда шуд. Сохтор ва таркиби пайвастагиҳои синтезшуда бо усулҳои хроматографияи тунуққабат, спектроскопияи инфрасурх (IR) ва масс-спектрометрия тасдиқ гардиданд. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон медиҳанд, ки пайвастагии ҳосилшуда дар об хуб ҳалшаванда буда, метавонад ҳамчун лиганд дар химияи координатсионӣ, инчунин ҳамчун маводи умедбахш барои синтези нанокомпозитҳо, системаҳои фотоэнергетикӣ ва маводҳои дорои фаъолияти биологӣ истифода шавад.

Калидвожаҳо: 1,2-бис (4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин, фуллерен C₆₀, синтези органикӣ, лиганд, нанотехнология, спектроскопияи IR, масс-спектрометрия, хроматографияи тунуққабат.

Маълумот оиди муаллиф: Зафарзода Сорбон Зафар – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои химия, муалл.калони кафедраи химияи органикӣ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. Email: [Szafarov](mailto:Szafarov91@mail.ru) Телефон: +992-(937)-70-03-95.

Рачабзода Сирочиддин Икром – Донишгоҳи милли Тоҷикистон, д.и.х., профессори кафедраи химияи органикӣ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. E mail: ikromovich80@mail.ru. Телефон: (+992)-904600460.

Қодиров Мурод Зокирович – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи органикӣ. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. E mail: kaf.org.chem@mail.ru. Телефон: (+992)-935 98 38 47.

Умархонзода Мавзуна Умархон – Донишгоҳи Миллии Тоҷикистон, ассистенти кафедраи химияи органикӣ, ходими илми. Нишона: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 17. Email: Szafarov91@mail.ru. Телефон: +992-(937)700395.

Олимзода Ёсуман – докторанти PhD Институту илмию таҳқиқоти Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Нишона: 734025 Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе. Рудаки, 17. Тел: +992203915454.

СИНТЕЗ 1,2-БИС(4-БРОМФЕНИЛ)-N,N,N',N'-ТЕТРАМЕТИЛЭТИЛЕН-1,2-ДИАМИНА И ЕГО ПРИСОЕДИНЕНИЕ К ФУЛЛЕРЕНУ C₆₀.

В статье представлен эффективный способ синтеза нового органического соединения 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамина и его присоединения к фуллерену C₆₀. Синтез осуществлялся в щелочной среде с использованием бромбензола и диметилформамида, что позволило получить целевой продукт с высоким выходом. Структура и состав синтезированных соединений подтверждены методами тонкослойной хроматографии, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что синтезированное соединение хорошо растворимо в воде и может быть использовано в качестве лиганда в координационной химии, а также как перспективный материал для получения нанокомпозитов, фотоэнергетических систем и биологически активных соединений.

Ключевые слова: 1,2-бис(4-бромфенил)-N,N,N',N'-тетраметилэтилен-1,2-диамин, фуллерен C₆₀, органический синтез, лиганд, нанотехнология, ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия, тонкослойная хроматография.

Сведения об авторах: Зафарзода Сорбон Зафар - Таджикский национальный университет, кандидат химических наук, старш. преподаватель кафедры органической химии. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. Email: Szafarov Телефон: +992-(937)-70-03-95.

Раджабзода Сироджиддин Икром – Таджикский национальный университет, д.х.н., профессор кафедры органической химии. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, улица Рудаки, 17. E-mail: ikromovich80@mail.ru. Телефон: (+992)-904600460.

Қодиров Мурод Зокирович – Таджикский национальный университет, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. E mail: kaf.org.chem@mail.ru. Телефон: (+992)-935 98 38 47.

Умархонзода Мавзуна Умархон – асистент кафедры органической химии Таджикского национального университета. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. Email: Szafarov91@mail.ru. Телефон: +992-(937)-70-03-95.

Олимзода Ёсуман – докторант PhD Научно-исследовательского института Таджикского национального университета. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17. Тел: +992203915454.

SYNTHESIS OF 1,2-BIS(4-BROMOPHENYL)-N,N,N',N'-TETRAMETHYLETHYLENE-1,2-DIAMINE AND ITS CONJUGATION WITH FULLERENE C₆₀.

This paper presents an efficient method for the synthesis of the novel organic compound 1,2-bis(4-bromophenyl)-N,N,N',N'-tetramethylethylene-1,2-diamine and its conjugation with C₆₀ fullerene. The synthesis was carried out in an alkaline medium using bromobenzene and dimethylformamide, resulting in a high-yield target product. The structures of the synthesized compounds were confirmed by thin-layer chromatography (TLC), infrared (IR) spectroscopy, and mass spectrometry. The obtained compound exhibits good water solubility and can be used as a ligand in coordination chemistry, as well as a promising material for the preparation of nanocomposites, photoelectronic systems, and biologically active materials.

Keywords: 1,2-bis(4-bromophenyl)-N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine, C₆₀ fullerene, organic synthesis, ligand, nanotechnology, IR spectroscopy, mass spectrometry, thin-layer chromatography.

Author Information: Zafarovzoda Sorbon Zafar - Tajik national university, candidate of chemical sciences, Senior Lecturer, Department of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 17. E-mail: Szafarov91@mail.ru. Phone: +992-(937)-70-03-95.

Rajabzoda Sirojiddin Ikrom - Tajik National University, D.E., Professor of the Department of Organic Chemistry. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Street, 17. E-mail: ikromovich80@mail.ru. Phone: (+992)-904600460.

Kodirov Murod Zokirovich - Tajik national University, candidate of chemical sciences, associate professor organic chemistry department. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue 17. E mail: kaf.org.chem@mail.ru. Phone: (+992)-935 98 38 47.

Umarhonzoda Mavzuna Umarhon - TNU, Assistant of the Department of Organic Chemistry. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 17. E-mail: Szafarov91@mail.ru. Phone: +992-(937)-70-03-95.

Olimzoda Yosuman – PhD student at the Research Institute of the Tajik National University. Address: 17 Rudaki Ave., Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan. Tel: +992203915454

УДК: 615. 322: 581.19.

**ТАҲҚИҚИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ФЛАВОНОИДИИ
РАСТАНИҲОИ НАМУДИ RIBESL. ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ**

Каримова З. Д., Имомназаров Б. А., Мусоев С. М. Раҳмихудоева М. Г.,

Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев

Дар ҷаҳон зиёда аз 205 намуди растани қарақот (смородина) дучор мешаванд, ки вобаста аз гуногуннамудӣ ва шароити иқлимиашон ҷуғрофияи паҳншавии он низ фарқ мекунад [1]. Дар флораи Тоҷикистон чинси қарақотҳо (RibesL.) бо якчанд намуди хурдӣ ва навъҳои зиёди парваришшаванда маълум ҳастанд. Дар таркиби флораи Помири Ғарбӣ асосан се намуди қарақот- RibesvillosumWaal. Ex. Roxb., R. janczewskii, Rojark ва R. meyeriMaxim дучор мешаванд [2].

RibesvillosumWaal. Ex. Roxb (қарақотипашмин)- буттаи бисёрсола буда, баландиаш ба 1- 2 метр мерасад. Шохаҳои ҷавони он ранги сабзи равшан дошта, бо мӯякҳо пӯшида шудаанд. Баргҳои оддӣ буда, дарозӣ ва барашон то 5-10 см мешавад. Гулҳои асосан косашакл мебошанд. Вобаста ба иқлим ва ҷойгиршавӣ аз сатҳи баҳр моҳҳои май-июн гул мекунад. Моҳҳои июл- август пухта мерасад. Қарақоти пашмин бештар дар нишебҳои сангдор ва серхарсанг дар баландҳои 2000-4350 м. дар ҳаман ноҳияҳои ВМКБ дучор мешавад. Дар тибқи мардумии Бадахшон ҳамчун воситаи пешоброн ва муолиҷаи касалиҳои пуст истифода бурда мешавад. Ribesjanczewskii (қарақоти Янчевский) – буттаи бисёрсолаи ҳазонрезӣ миёнкад аст.

Баландии он одатан то 1,5 метр мерасад. Баргҳои ин намуди растанӣ 3-5- паррагӣ мебошанд. Гулҳои қарақоти Янчевский дар намуди хӯшагулҳои овезон ё нимхобида ҷойгир шудаанд. Меваҳо шакли кура дошта, ҳангоми пурра пухтан ранги сурхи тирраро мегиранд ва дар моҳҳои июл-август мепазанд. Ин растанӣ ба шароити Кӯҳистони Бадахшон тобовар буда, дар баландҳои 2200-3200 метр аз сатҳи баҳр мерӯяд. Қарақоти Янчевский ҳамчун як чинси флораи Помири Ғарбӣ барои минбаъд гузаронидани тадқиқотҳои физико-химиявӣ оиди муайян кардани таркиби химиявии он объекти хеле муҳим арзёбӣ мегардад. Дар тибби мардумии Кӯҳистони Бадахшон қисмҳои руизаминии ин растанӣ барои муолиҷаи касалиҳои авитаминоз, камхунӣ (анемия) ва устувории қори дил тавсия дода мешавад.

Ribes meyeri Maxim (Қарақоти Мейер)- растании буттагии бисёрсола буда, яке аз намудҳои устувор ва паҳшуда ба шумор меравад. Баландии растанӣ аз 90 то 250 см мебошад. Баргҳои растанӣ пайдарпай ҷойгир шуда, дарозӣ ва барашон ба 3-6 см баробар аст. Гулҳои растанӣ хӯшашакл буда, дарозии онҳо 3- 8 см. ташкил медиҳад. Буттамеваи растанӣ дарозрӯя буда, дар вақти пухта расиданаш ранги сурхи тираро мегирад. Гулкунӣ қарақоти Мейер моҳҳои май – июн ва мевабандиаш аз моҳи август оғоз меёбад. Дар баландҳои 2100-3800 м. аз сатҳи баҳр дар ҳамаи ноҳияҳои ВМКБ дучор мешавад. Тибқи маълумотҳои илмӣ пешниҳодшуда баргҳо ва меваи растанӣ манбаи асосии моддаҳои фаъоли биологӣ, аз ҷумла флавоноидҳо, витамини С, антосианҳо ва лейкоантосианҳо мебошад.

Оиди муайян кардани таркиби химиявии растанӣҳои намуди қарақот, аз ҷумла пайвастиҳои фенолӣ қорҳои зиёде анҷом дода шудаанд [3,4,5,6]. Тадқиқҳои химиявӣ доир ба омӯзиши таркиби химиявии намудҳои қарақоти манотиқи Кӯҳистони Бадахшон ҳанӯз ҳам нокифӣ мебошанд. Бинобарин таҳқиқи яке аз гурӯҳҳои моддаҳои фаъоли биологӣ – флавоноидҳо дар таркиби ин намуди растанӣҳо муҳим арзёбӣ мегардад.

Барои тадқиқот қисмҳои рӯизаминии хушкшудаи 3 намуди растанӣ қарақот (қарақоти пашмин, қ. Янчевский ва қ. Мейер), ки дар фазаи муғҷабандӣ, гулкунӣ ва мевабандӣ қарор доштанд, мавриди омӯзиш қарор гирифтаанд. Растанӣҳои тадқиқшаванда дар ҳудуди Боғи ботаникии Помир, моҳҳои май - августи соли 2024-2025 ҷамъоварӣ карда шудаанд. Таҳлили сифатии флавоноидҳо бо методи хроматография дар рӯи қоғаз ва қабати тунук(пластинкаи «Silufol») ва истифодабарии системаҳои ҳалкунанда бутанол-кислотаи атсетат-об дар нисбати 4:1:5 ва маҳлули 15%-и кислотаи атсетат ба роҳ монда шуд. Ба сифати реагенти аёнкунанда маҳлули 5%-и обӣ- спиртии хлориди алюминий истифода бурда шуд [7]. Таҳлили миқдории флавоноидҳои растанӣҳои омӯхташаванда аз рӯи усули Вилсон бо модификатсияи Гусева ва Нестюк [8] гузаронида шуд. Ҳамчун намунаи муқоисавӣ гликозиди квертетсин-рутин истифода бурда шуд.

Миқдори нисбии флавоноидҳо бо усули санҷиши визуалии интенсивнокии моддаҳои аёншуда дар хроматограмма пеш ва баъд аз қоркарди он бо маҳлули хлориди алюминий муайян карда шуд. Дар натиҷаи қоркарди хроматограмма бо реактивҳои махсуси аёнкунанда ва азназаргузаронии он дар зерӣ таъсири нурҳои ултрабунафш ин ё он гурӯҳи флавоноидҳо муайян карда шудаанд. Натиҷаи тадқиқотҳо дар ҷадвали 1 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1. Таркиби сифатии пайвастагиҳои полифенолии растаниҳои намуни *RibesL.* (қисмҳои рӯизаминии растаниҳо)

Намуни растани	Миқдори флавоноидҳои дар хроматография аёншуда	Муайянкунии гурӯҳи флавоноидҳо бо $AlCl_3$	Агликони флавоноидҳо
<i>Ribes villosum</i>	4	Флавонолҳо, флавонолҳо, изофлавонолҳо	Апигенин, кверсетин, Агликони номаълум
<i>Ribes janczewskii</i>	6	Флавонолҳо, флавонолҳо	кверсетин, кемпферол
<i>Ribes meyeri</i>	6	Флавонолҳо, флавонолҳо	лютеолин, апигенин, кверсетин, кемпферол, мирисетин, астрагалин

Натиҷаҳои дар ҷадвал овардашуда нишон медиҳанд, ки таркиби растаниҳои намуни *Ribes* аз ҷиҳати гуногунии флавоноидҳо аз ҳамдигар фарқ дошта, аз рӯи мавҷудияти флавоноидҳо дар хроматограммаи растаниҳои *Ribes meyeri* афзалият дорад. Муайян карда шуд, ки растаниҳои омехташуда асосан флавонолҳо ва флавонолҳоро синтез мекунанд. Агликони асосии флавоноидҳо дар растаниҳои омехташуда кверсетин ва кемпферол мебошанд.

Таҳқиқоти пешниҳодшуда нишон медиҳанд, ки флавоноидҳо асосан дар гул, барг, мева, поя ва нисбатан камтар дар реша синтез мешаванд. Бо ин мақсад лозим доништа шуд, ки таҳлили миқдории флавоноидҳои растаниҳои таҳқиқшаванда мавриди омӯзиш қарор дода шаванд. Дар ҷадвали 2 оиди миқдори флавоноидҳо дар растаниҳои омехташуда маълумот дода шудааст.

Ҷадвали 2. Миқдори флавоноидҳо дар узвҳои алоҳидаи растаниҳои намуни *RibesL.* (фазаи гулкунӣ)

Намуни растани	Миқдори флавоноидҳо (%) нисбат ба намунаи растани дар ҳаво хушккардашуда			
	барг	гул	поя	реша
<i>Ribes villosum</i>	1,3	2,8	1,1	-
<i>Ribes janczewskii</i>	2,2	3,1	1,7	-
<i>Ribes meyeri</i>	2,8	3,9	2,2	-

Натиҷаҳои ҷадвал нишон медиҳанд, ки миқдори нисбатан зиёдтари суммаи флавоноидҳо дар гули растаниҳои *Ribes meyeri* (3,9%), ва *Ribes janczewskii* (3,1%) мушоҳида мешавад. Дар барги растаниҳо он аз 1,3% *Ribes villosum* то 2,8% *Ribes meyeri* тақсим медиҳад. Дар пояи растаниҳо миқдори камтарини флавоноидҳо ва дар решаи растаниҳо фақат осори онҳо мушоҳида мегардад.

Азбаски аз рӯи гуногуннамудӣ ва миқдори флавоноидҳо *Ribes meyeri* дар байни растаниҳои омехташуда афзалият дорад, лозим доништа шуд, ки бо истифода аз усулҳои гуногуни хроматография моддаҳои индивидуалиро ҷудо намуда, сохти химиявии онҳоро муайян намоем. Бо ин мақсад барои ҷудо намудани флавоноидҳо қисмҳои рӯизаминии ин растани (100 г.) бо маҳлули 70%- спирти этил экстраксия карда шуд.

Экстракт то ҳосилшавии шарбати ғализ бухор карда шуда, сероб кунонида шуд. Маҳлули обӣ мунтазам бо хлороформ, этилатсетат ва спирти бутил коркард карда шуд. Фраксияҳои этилатсетатӣ ва бутанолӣ аз рӯи натиҷаҳои хроматографӣ мавҷудияти 6 адад

флавоноидҳоро нишон додаанд. Бо истифода аз хроматографияи калонкагӣ бо адсорбенти полиамидӣ 3 адад флавоноидҳоро ҷудо намуда, дар асоси таҳлили спектрҳои нурҳои ултрабунафш, қимати R_f ва муқоиса бо намунаҳои дақиқ сохти онҳо муайян карда шуд.

Хосиятҳои физико-химиявӣ ва константаҳои флавоноидҳои ҷудокардашуда дар ҷадвали 3 ҷой дода шудаанд.

Ҷадвали 3. Хосиятҳои физико- химиявии флавоноидҳои ҷудокардашуда аз қисмҳои рӯизаминии *Ribes meyeri*

модда	таркиб	Т.ғудох. ⁰ С	α / β	R_f БУФ 4:1:5	Моддаи муайянкардашуда
А	$C_{15}H_{22}O_7$	189-190	-12,5	0,45	Рутин
В	$C_{15}H_{10}O_6$	310-312	68	0,78	Кверсетин
С	$C_{15}H_{10}O_6$	272-275	-	0,83	Кемпферол

Гидролизи кислотагии экстракти обӣ- спиртии ҳамаи растаниҳои омӯхташуда нишон дод, ки агликони ҳамаи моддаҳои зохиршуда дар хроматограмма асосан кверсетин ва кемпферол мебошанд.

Хулоса

1. Таҳқиқоти флавоноидҳои растаниҳои намуди *Ribes*: *Ribes villosum*, *Ribes janczewskii* ва *Ribes meyeri*, ки дар шароити Кӯҳистони Бадахшон дучор мешаванд, ба растаниҳои флавоноиддошта мансуб мебошанд.

2. Нишон дода шуд, ки агликони флавоноидҳои муайянкардашуда дар растаниҳои омӯхташуда асосан кверсетин ва кемпферол мебошанд.

3. Аз рӯи миқдор ва гуногунии флавоноидҳо дар байни растаниҳои омӯхташуда намуди *Ribes meyeri* афзалият дошта барои омӯзиши амиқ ва ҳамаҷонибаи флавоноидҳо тавсия дода мешавад.

АДАБИЁТ:

1. Хаммер К. Э., Дейл А. Садоводства рода *Ribes* L. Ж. Forest pathology. том 40, 2010, с.251-263.
2. Иконников С. С. Определитель высших растений Бадахшана. – Ленинградское отд- е изд. Наука 1979, 400 с.
3. Тараканова О. А., Торопова А. А. « Флавоноиды и антиоксидантная активность листьев *Ribes nigrum* в зависимости от фазы вегетации. // Ж. Химия растительного сырья, – № 2, 2021, с.115- 122
4. Қудратов С., Шарифов Ҷ., Саидзода С. Ш. Муайян кардани миқдори умумии флавоноидҳо дар барг ва меваи намудҳои *Ribes* L. Паёми донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Силсилаи илмҳои табиӣ, – 2022, №23, с. 142-148
5. Дейнека В. И., Григорьев Ю. В., Дейнека Л. А. Антоцианы и другие флавоноиды плодов растений рода *Ribes* L. Ж. Научные ведомости Белгородского университета. Серия: Медицина, Фармация, – 2013, с. 194- 199
6. Макаренко О.А. Левицкий А.П. Флавоноиды черной смородины. Фармацевтический журнал, – 2019, №4, с. 65-75.
7. Бандюкова В.А., Шинкаренко А.Л. Качественный анализ флавоноидов в растительном материале при помощи хроматографии на бумаге. (Методические рекомендации). Пятигорск, 1972.
8. Гусева А. Р., Нестюк М. Н. К методике определения флавоновых веществ в растениях.-Биохимия, т.18, вып. 4.

ТАҲҚИҚИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ФЛАВОНОИДИИ РАСТАНИҲОИ НАМУДИ (*RIBES* L.) ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ

Дар мақола доир ба таҳлили сифатӣ ва миқдории флавоноидҳои растаниҳои намуди *Ribes* (қарақот) дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда маълумот дода шудааст. Дар қисмҳои рӯизаминии 3 намуди растаниҳои *Ribes*: *Ribes villosum*, *Ribes janczewskii* ва *Ribes meyeri* мавҷудияти флавоноидҳо исбот гардида, муайян карда шуд, ки флавоноидҳои асосии растаниҳои омухташуда кверцетин, кемпферол ва гликозидҳои онҳо мебошанд. Нишон дода шуд, ки дар байни растаниҳои омухташуда *Ribes meyeri* ҳам аз ҷиҳати гуногуннамудӣ ва ҳам аз рӯи миқдори флавоноидҳо афзалият дорад.

Калидвожаҳо: растаниҳои намуди *Ribes* L., флавоноидҳо, хроматография, кверцетин, кемпферол, таҳлили сифатӣ ва миқдории флавоноидҳо.

Маълумот дар бораи муаллифон: Каримова Зебинамо Давлатбековна - Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, муаллими калони кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)933130309. Email: kzebinamo@gmail.com

Имомназаров Булбулназар Ақназарович - Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, дотсенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)931066714. Email: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Мусоев Суроб Мамадҷорович - Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, дотсенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)934172489. Email: smusoev1960@gmail.com

Раҳмихудоева Марворӣ Гуламадковна - Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, ассистенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хиёбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)935009711. Email: rahmikhudoevamarvori@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАСТЕНИЙ РОДА (*RIBES* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПАМИРА

В статье представлены результаты качественного и количественного анализа флавоноидов растений рода *Ribes* (смородина), проведенного на основе выполненных исследований. В надземных частях трёх видов растений рода *Ribes* — *Ribes villosum*, *Ribes janczewskii* и *Ribes meyeri* — было доказано наличие флавоноидов. Установлено, что основными флавоноидами исследованных растений являются кверцетин, кемпферол и их гликозиды.

Показано, что среди изученных видов *Ribes meyeri* обладает преимуществом как по разнообразию флавоноидных соединений, так и по их количественному содержанию.

Ключевые слова: растения рода *Ribes* L., флавоноиды, хроматография, кверцетин, кемпферол, качественный и количественный анализ флавоноидов.

Сведения об авторах: Каримова Зебинамо Давлатбековна — старший преподаватель кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемур, 28. Тел.: (+992)933130309. E-mail: kzebinamo@gmail.com

Имомназаров Булбулназар Ақназарович — доцент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемур, 28. Тел.: (+992)931066714. E-mail: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Мусоев Суроб Мамадҷорович — доцент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемур, 28. Тел.: (+992)934172489. E-mail: smusoev1960@gmail.com

Раҳмихудоева Марворӣ Гуламадковна — ассистент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева.

Адрес: Республика Таджикистан, г. Хоруг, проспект Шириншо Шотемура,
28.Тел.: (+992)935009711. E-mail: rahmikhudoevamarvori@gmail.com

RESEARCH OF FLAVONOID COMPOUNDS IN PLANTS OF THE GENUS (RIBES L.) UNDER THE CONDITIONS OF THE WESTERN PAMIR

The article presents the results of a qualitative and quantitative analysis of flavonoids in plants of the genus *Ribes* (currant), based on conducted studies. The presence of flavonoids was confirmed in the aerial parts of three *Ribes* species: *Ribes villosum*, *Ribes janczewskii*, and *Ribes meyeri*. It was established that the main flavonoids of the studied plants are quercetin, kaempferol, and their glycosides.

The results showed that among the studied species, *Ribes meyeri* is superior both in the diversity of flavonoid compounds and in their quantitative content.

Keywords: plants of the genus *Ribes* L., flavonoids, chromatography, quercetin, kaempferol, qualitative and quantitative analysis of flavonoids.

Information about the authors: Karimova Zebinamo Davlatbekovna — Senior Lecturer, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev.

Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 933130309. E-mail: kzebinamo@gmail.com

Imomnazarov Bulbulnazar Aknazarovich — Associate Professor, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 931066714.

E-mail: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Musoev Surob Mamadyorovich — Associate Professor, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992)934172489. E-mail: smusoev1960@gmail.com

Rahmikhudoeva Marvori Gulamadovna — Assistant, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 935009711. E-mail: rahmikhudoevamarvori@gmail.com

УДК: 6 547 (075.8)

**ТАҲҚИҚОТИ ХУСУСИЯТҲОИ ЗИДДИВИРУСИИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНИИ
МОДИФИКАТСИЯШУДА БО ФУЛЛЕРЕН C₆₀ НИСБАТ БА ВИРУСИ
ГЕПАТИТИ С**

Олифтаева Ж.А., Муқбилшоева Н.А.

Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев

Бо истифода аз усулҳои гуногуни экстраксия, аз ҷумла маҳлулҳои ишқорӣ пиррофосфат, диметилсулфоксид ва маҳлули гидроксиди натрий, кислотаҳои гуминӣ аз таркиби ангиштҳо ҷудо карда шуданд. Кислотаҳои гуминӣ (КГ) - омехтаи мураккаби пайвастаҳои калонмолекулаи органикӣ табиӣ мебошанд. Дар таркиби ангишт онҳо дар натиҷаи миллионҳо сол дар раванди пушиши растаниҳо ва организмҳои фавтидашуда зерӣ таъсири микроорганизмҳо, об ва оксиген ба амал омадаанд. Онҳо моддаҳои фаъоли биологӣ ҳисоб мехуранд. Ба ғайр аз моддаҳои органикӣ инчунин 25-30 макро ва микроэлементҳо доранд. Массайи молекулашон аз 4000 то ба 200 000 Дальтон мерасад. Компонентҳои асосии онҳо аминокислотаҳо, микро-элементҳо, минералҳо, полисахаридҳо, витаминҳо, пептидҳо, сафедаҳо, полифенолҳо, моддаҳои даббоғӣ ва ғ

мебошанд. Кислотаҳои гуминӣ формулаи аниқ надоранд, дар шакли конгломерат аз чилди бо гуруҳҳои фаъол насбгардида иборат мебошанд. Ин боиси фаъолияти баланди биологиро соҳиб шудани онҳо гардидааст. Онҳо ҳамчун стимуляторҳои танзимкунандаи сабзиш, устувори ва серхосилии растаниҳо мебошанд. Аз онҳо даҳҳо доруҳои барои инсон зарурро ба монанди «Гумавит» ва ғ тайёр намудаанд. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки вобаста ба усули экстраксия ва навъи ангишт баромади кислотаҳои гуминӣ аз 10 то 22%-ро ташкил медиҳад. Муайян гардид, ки ҷузьҳои таркибии кислотаҳои гуминӣ ҳангоми экстраксия дар шакли комплекси ҷудо мешаванд.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки истифодаи усули пирофосфатӣ барои ангишти кони «Шӯроб» самараноктарин буда, имконият медиҳад то 22% кислотаҳои гуминӣ ҳосил карда шаванд. Сохтор ва таркиби химиявии маҳсулоти ҳосилшуда мавриди таҳлил қарор дода шуд [1, 3].

Мақсади кори мо муайян намудани кислотаҳои гуминӣ таркиби баъзе ангиштҳои Ватанӣ ва модификатсияи онҳо бо фуллерен C_{60} мебошад. Ин кор бори аввал иҷро карда мешавад. Қисми асосии таҳқиқоти мазкур ба синтези комплекси фуллерени C_{60} бо кислотаҳои гуминӣ аз ангишти «Шӯроб» ҷудошуда бахшида шудааст.

Муайян карда шуд, ки комплекси ҳосилшудаи C_{60} -КГ ҳангоми омӯзиши фаъолияти зиддивирӯсӣ нисбат ба вируси гепатити С дар шароити *in vitro* бо истифода аз ҳуҷайраҳои Vero қобилияти боздоштани репликасияи вирусро нишон медиҳад [2, 5].

Вируси гепатити С соли 1989 муайян карда шуд. То он вақт вирусҳои гепатити А ва В аллакай маълум буда, хусусиятҳои биологӣ ва роҳҳои мубориза бар зидди онҳо хуб омӯхта шуда буданд. Агар барои пешгирии гепатити А ва В вакцинаҳо ва доруҳои зиддивирӯсии самаранок таҳия гардида бошанд, барои гепатити С то ҳол вакцинаи муассир ва доруи дорои самаранокӣ пурра дастрас нест. Аз ин рӯ, ин беморӣ ҳамоно яке аз масъалаҳои муҳими соҳаи тандурустӣ ба ҳисоб меравад [6].

Дар амалияи клиникӣ барои паст намудани суръати афзоиши вирус асосан интерферонҳо ва баъзе доруҳои зиддивирӯсӣ, аз ҷумла рибавирин, истифода мешаванд. Бо вучуди ин, сирояти музмини вируси гепатити С метавонад ба рушди сиррози ҷигар ва карсиномаи гепатоселлюлярӣ оварда расонад. Аз ин рӯ, ҷустуҷӯи пайвастиҳои нави дорои фаъолияти зиддивирӯсӣ аҳамияти махсус дорад.

Бо дарназардошти ин, фаъолияти зиддивирӯсии комплекси синтезшудаи C_{60} -КГ мавриди омӯзиш қарор дода шуд.

Комплекси C_{60} -КГ пеш аз истифода ду маротиба дар муҳити ғизоии Eagle MEM ҳал карда шуда, аз маҳлули ибтидоӣ бо таносуби 1:10 силсилаи маҳлулҳои қорӣ омода карда шуданд.

Ба сифати доруи муқоисавӣ рибавирин (истехсоли Федератсияи Россия), ки ҳамчун доруи стандартӣ зидди вируси гепатити С истифода мешавад, интиҳоб гардид.

Барои арзёбии ситотоксикӣ ва фаъолияти зиддивирӯсии комплекси C_{60} -КГ хати ҳуҷайравии Vero, ки аз ҳуҷайраҳои гурдаи эмбриони маймунӣ сабзи африқой гирифта шудааст, истифода гардид. Ҳуҷайраҳо аз коллексияи фарҳанги ҳуҷайравии лабораторияи давлатии вирусшиносии Федератсияи Россия дастрас карда шуданд [7].

Ҳамаи таҷрибаҳо дар ҳуҷайраҳои якҷабатаи якрӯза, ки дар планшетҳои фарҳангии пластикии 96-чуқурчагӣ парвариш карда шуда буданд, гузаронида шуданд. Хати ҳуҷайравии Vero қобилияти баланди дастгирии репликасияи вируси гепатити С (генотипи 1b)-ро доро мебошад.

Арзёбии ситотоксикӣ комплекси C_{60} -КГ бо истифода аз силсилаи консентратсияҳои гуногун дар ҳуҷайраҳои Vero гузаронида шуд. Пас аз 72 соати инкубатсия дар ҳарорати 37°C , дараҷаи зиндамонии ҳуҷайраҳо муайян карда шуда, консентратсияи ситотоксикӣ миёна (CC_{50}) ҳисоб карда шуд. Натиҷаҳои бадастомада дар ҷадвали 1 оварда шудаанд.

Барои омӯзиши фаъолияти зиддивирӯсӣ штамми ситопатогении вируси гепатити С (генотипи 1b) истифода гардид, зеро ин генотип бо қобилияти баланди репликасия ва паҳншавӣ фарқ мекунад.

Фаъолияти зиддивирсии комплекси C_{60} -КГ дар шароити *in vitro* бо усули микрометодӣ муайян карда шуд. Барои ин ба ҳар як чуқурчаи планшети 96-чуқурчагӣ 200 мкл суспензияи ҳуҷайраҳои Vero ворид карда шуд. Ҳуҷайраҳо дар муҳити Eagle MEM, ки бо L-глутамин, пенициллин (100 ЕД/мл), стрептомицин ва 7% зардоби феталии ҳайвони шохдори калон ғанӣ гардонида шуда буд, парвариш карда шуданд.

Пас аз ташаккули қабати яклухти ҳуҷайраҳо ба ҳар як чуқурча 200 мкл суспензияи вирус илова карда шуд. Комплекси C_{60} -КГ дар ҳаҷми 20–25 мкл дар се марҳила истифода гардид: 6 соат пеш аз сирояткунӣ, ҳамзамон бо сирояткунӣ ва 6 соат баъд аз сирояткунӣ. Планшетҳо дар ҳарорати 37°C ва атмосфераи дорои 5% CO_2 ба муддати 120 соат инкубатсия карда шуданд. Дар гурӯҳи назоратӣ дар охири таҷриба таъсири ситопатогении вирус дар 95–100%-и ҳуҷайраҳо мушоҳида гардид.

Самаранокии зиддивирсии комплекси C_{60} -КГ аз рӯи дараҷаи боздоштани таъсири ситопатогении вирус ва маҳдуд намудани раванди репликатсияи он арзёбӣ карда шуд. Барои ин концентратсияи самараноки EC_{95} , яъне концентратсияе, ки на камтар аз 95%-и ҳуҷайраҳои сироятшударо аз таъсири вирус муҳофизат менамояд, муайян карда шуд.

- а) ҳуҷайраҳои Vero (v) + C_{60} КГ + ВГС(ҳимоя намудан) (C_{60} КГ на кам аз 95% ҳуҷайраҳои Vero (v)-ро бояд ҳимоя кунад) нисбат ба a^1 чи қадар ҳуҷайраҳои Vero (v)-ро нест намудааст.
- a^1) ҳуҷайраҳои Vero (v) + C_{60} КГ + ВГС(нест намудан) нест намудааст.

Натиҷаҳои гирифташуда дар ҷадвалҳои 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1

Фаъолияти зиддивирсии C_{60} - КГ нисбати инфексияи ба вучудовардаи вируси гепатити С дар култураи ҳуҷайраҳои Vero - E6 (5-рузагии баъди захролуд намудани ҳуҷайраҳои Vero)

Вақти дохил намудани C_{60} КГ ва дору - эталон	Номи дору	TC_{50} (мкг/200мкл)	EC_{95} (мкг/200мкл)	EC_{50} (мкг/200мкл)	ХТИ
24 соат пеш аз зах-ролуд намудани ҳу- чайраҳо бо вирус	C_{60} - КГ	> 20.0	1.25	0.62	> 32
	Рибоверин доруи муолиҷавӣ	10.0	1.25	0.62	16
Зуд, баъди бо вирус захролуд намудани Vero - E6	C_{60} - КГ	> 20.0	5.0	> 2.5	> 8.0
	Рибоверин	10.0	5.0	> 2.5	> 4.0
24 соат баъди захролуд намудани Vero - E6 бо вирус	C_{60} - КГ	> 20.0	10.0	5.0	> 4.0
	Рибоверин	10.0		> 2.5	> 4.0

Чи тавре, ки аз натиҷаҳои ҷадвалҳои 1 мебинем дар 5 рӯзагии баъди захролуд намудани ҳуҷайраҳои Vero (v) вакте, ки дар таҷрибаи назоратӣ бе иштироки модда (C_{60} КГ) ҳуҷайраҳои Vero (v) захролуд карда шуданд, вирусҳои ГС авҷ гирифта зиёда аз 95% он ҳуҷайраҳоро нобуд кардаанд. Аммо ҳосияти зиддивирсии C_{60} -КГ нисбати инфексияи дохил намудани ВГС ба култураи ҳуҷайраҳои Vero (v) айён аст. Ҳосияти зидди вирусии модда дар муддати 24 соат то захролудкунии ҳуҷайраҳо бо ВГС аз ҳама максималӣ мебошад.

Дар ҳолати илова намудани модда (C_{60} -КГ) зуд баъди захролуд намудани ҳуҷайраҳои Vero (v) бо ВГС ХТИ барои рибоверин ба 4 баробар буд, аммо аз C_{60} -КГ зиёд буд. Ҳамин ҳел қонуният ҳангоми иловаи модда баъди 24 соати захролудкунӣ дида мешавад. EC_{95} барои C_{60} - КГ 10 мкг/200мкл нисбат ба рибоверин зиёдтар мебошад.

Хулоса

Натиҷаҳои ба дастоварда ҳам аз ҷиҳати илмӣ ва ҳам аз ҷиҳати амалӣ хеле назаррас ва муҳим мебошанд. Вале бояд қайд кард, ки пайвастаи фуллерен C_{60} - КГ ҳамчун мавод(препарат) барои тайер намудани доруи зидди касалии гепатити С метавон истифода кард. Комплекс фуллерен C_{60} - КГ бояд зинаҳои санҷиши in Vivo - ро гузарад, ин бошад ҳамон вақте амалӣ мегардад, ки дору бояд санҷиши клиниро низ гузарад. (Таҳқиқоти зиддивирӯсӣ дар Институти Вирусологияи ба номи Ивановский Д.И. ш. Москва гузаронида шудааст)

АДАБИЁТ:

1. Кухаренко Т.А. Реакции гуминовых кислот с нейтральными солями. Сообщение 2. Хим. Тверд. Топл. -1973. -Т. 8. -№ 9. -С. 803-813.
2. Сысков К.И., Кухаренко Т.А. Определение конститутивных групп в углях и их составных частях сорбционным способом. Заводск. лаб. -1947. -Т. 13(1). -С.25-28.
3. Harvey G.R., Boran D.A., Tokar J.M. The structure of marine fulvic and humic acids. Mar. -Chem. -1983. -V.12. - P. 119-132.
4. Платонов В.В., Клявина О.А., Воль-Эпштейн А.Б., Ивлева Л.Н., Таболенко Н.В., Окушко В.Д. Озонирование нейтральных кислородосодержащих соединений первичной каменноугольной смолы. ХТТ. -1987. -Т.1. -С. 88-91.
5. Попова, О.В. Научные основы электрохимического модифицирования лигнинов / Попова, О.В. // Дисс. док. хим. наук. Саратов. РГБ ОД. - 2006. - 291 С.
6. Расата Озараса., Доминика Салмон Церона. Вирусный гепатит. Хронический вирусный гепатит С./ Издательство ГЭОТАР-МЕДИА 2021
7. Раджабов, С.И. Синтез и модификации некоторых аминокислотпропан-2-олов с фуллерена C_{60} / С.И. Раджабов, Р.А. Мустафокулова, С.Х. Одинаев, М.Б.Каримов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава ТНУ, посвященной «20-ой годовщине дня национального единства» и «Году молодежи». – Душанбе: 2017. – С. 541

ТАҲҚИҚОТИ ХУСУСИЯТҲОИ ЗИДДИВИРУСИИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНИИ МОДИФИКАТСИЯШУДА БО ФУЛЛЕРЕН C_{60} НИСБАТ БА ВИРУСИ ГЕПАТИТИ С

Бо ёрии истифодаи усулҳои гуногуни маҳлулҳои шиқории пирофосфат, диметилсулфоксид ва маҳлули шиқории натрий кислотаҳои гуминиро аз таркиби ангишти экстраксия кардем. Муққарар намудем, ки баромади маҳсули кислотаҳои гуминӣ дар онҳо гуногун буда аз 10 то 22% - ро ташкил медиҳад. Ҳангоми санҷиши муайян гардид, ки компонентҳои таркиби кислотаҳои гуминӣ дар якҷоягӣ дар шакли комплекс экстраксия мешаванд. Бояд қайд кард, ки бо усули пирофосфатӣ аз таркиби ангишти «Шӯроб» то 22% кислотаҳои гуминиро экстраксия карда гирифтём ва таркиби онро таҳлил намудем. Натиҷаҳои ба дастоварда ҳам аз ҷиҳати илмӣ ва ҳам аз ҷиҳати амалӣ хеле назаррас ва муҳим мебошанд. Вале бояд қайд кард, ки пайвастаи фуллерен C_{60} - КГ ҳамчун мавод(препарат) барои тайер намудани доруи зидди касалии гепатити С метавон истифода кард. Комплекс фуллерен C_{60} - КГ бояд зинаҳои санҷиши in Vivo - ро гузарад, ин бошад ҳамон вақте амалӣ мегардад, ки дору бояд санҷиши клиниро низ гузарад.

Калимаҳои калидӣ: ангишт, кислотаҳои гуминӣ, гумус, гуматҳо,, фуллерен C_{60} , вирус, гепатит С, экстраксия.

Маълумот оид ба муаллифҳо: Олифтаева Жола Абдулнӣёзовна- номзоди илмҳои химия, дотсенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев. Телефон: 935704888. Email: zhola_oliftaeva@mail.ru Суроға: 736000, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ВМКБ, ш.Хоруғ, х.Ибони Ш.Шоҳтемур 109.

Муқбилишоева Нилуфар Аноятшоевна-докторант PhD курси 2 аз руи ихтисоси химияи

INVESTIGATION OF THE ANTIVIRAL PROPERTIES OF FULLERENE C₆₀-MODIFIED HUMIC ACIDS AGAINST THE HEPATITIS C VIRUS

This work examines the extraction of the supra molecule of humic acids (HA) and its modification with fullerene C₆₀ in order to obtain antiviral and antibacterial drugs of broad action. Extracted from the sum of various organic hydrophobic and hydrophilic compounds containing such active functional groups as -OH, -COOH, -NH₂, -NH-, -RO-, etc. To add C₆₀ to HA, it was necessary to develop conditions for the condensation of these substances. For this, it was necessary to select solvents for the dissolution of C₆₀ and HA. These solvents were p-dichlorobenzene and DMSO, respectively.

The reaction was carried out at a temperature of 60-800C and pH = 10 with vigorous stirring. To add C₆₀ to HA, it was necessary to develop conditions for the condensation of these substances. For this, it was necessary to select solvents for the dissolution of C₆₀ and HA. These solvents were p-dichlorobenzene and DMSO, respectively. The reaction was carried out at a temperature of 60-800C and pH = 10 with vigorous stirring. In this experiment, the pathogenic genotype HCV - 1b was used, which is more likely than other genotypes of the virus to induce chronic infection in the body and cause cirrhosis of the liver. The obtained complex C₆₀ - HA was used in the studies. The medicinal preparation ribaverin was used as a positive control. To assess the cytotoxic and antiviral activity of C₆₀ - HA, we used the kidneys of the green monkey embryo, the vaccine clone - Vero (v), obtained from the collection of cell cultures of the laboratory of the State collection of the N.N. Gamaleia "viruses of Moscow, RF, Vero (v) cells were grown on Eagle's medium supplemented with 10% fetal calf serum, glutamine, and 100 U / ml penicillin and streptomycin.

Thus, C₆₀ has antiviral activity against HCV infection in Vero (v) cell cultures. The maximum indicators of the antiviral activity of C₆₀ - HA in Vitro were found during prophylactic use (treatment of cells 24 hours before their infection with the virus). The data of the antiviral activity of the provided substances in Vitro in most variants of the experiment are comparable with the indicators of the antiviral activity of the reference drug ribavirin.

Keywords: coal, gumic acids, gumus, fullerene C₆₀, virus, gepatite C, genotip, hybridoma, exstraction

Information about the authors: Zhola A. Oliftaeva – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of General Chemistry, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Phone: +992 935 70 48 88 E-mail: zhola_oliftaeva@mail.ru Address: 109 Sh. Shotemur Avenue, Khorog 736000, GBAO, Republic of Tajikistan.

Nilufar A. Mukbilshoeva – PhD doctoral student (2nd year) in Chemistry, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Phone: +992 263 92 E-mail: Address: 109 Sh. Shotemur Avenue, Khorog 736000, GBAO, Republic of Tajikistan.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОВИРУСНЫХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОМ C₆₀, В ОТНОШЕНИИ ВИРУСА ГЕПАТИТА С

В этом опыте использовали патогенный генотип ВГС - 1b, способный чаще чем другие генотипы вируса индуцировать в организме хроническую инфекцию, вызвать цирроз печени. В исследованиях использовали полученный комплекс C₆₀ - ГК. В качестве положительного контроля использовали лечебный препарат - рибавирин. Для оценки цитотоксических и антивирусной активности C₆₀ - ГК использовали почки эмбриона зелёной мартышки, вакцинный клон - Vero (v), полученный из коллекции клеточных культур лаборатории Государственной коллекции ФГБУ «НИЦЭМ им. Гамалеи» вирусов г. Москвы РФ клетки Vero (v) выращивали на среде Игла с добавлением 10% сыворотки крови эмбриальной сыворотки телят, глутамина и 100 Ед/мл пенициллина и стрептомицина. В опытах использовали однодневный моно слой клеток, выращенный в 96- луночных пластиковых культуральных панелях. Линия клеток Vero (v) является высокочувствительной для репликации генотипа 1b ВГС.

Антивирусный эффект препарата оценивали по их способности предотвращать развитие инфекционного процесса в клетках, а именно вирус индуцированного цитопатогенного эффекта (ЦПЭ). Это позволяло определять: а) ЕС₉₅-эффективную концентрацию вещества, способствовавшего сохранению жизнеспособности не менее 95% зараженных ВГС клеток по

сравнению с контрольными ВГС инфицированными культурами, которые обрабатывали веществом; б) EC_{50} - эффективную концентрацию вещества, способствовавшего сохранению жизнеспособности 50% зараженных ВГС клеток по сравнению с контрольными ВГС инфицированными культурами, где происходило гибель более 95% клеток монослоя. EC_{50} и EC_{95} устанавливали в опытах, в которых вещества в не цитотоксических дозах вносили за 24 часа до заражения монослоя клеток, в момент заражения и через 24 часа после заражения клеток. Результаты учитывали на 5-й и 7-й дни после заражения клеток. в) Рассчитывали химиотерапевтического индекс (ХТИ) - показатель широты терапевтического действия, представляющий собой отношение его максимальной переносимой дозы (TC_{50}) к минимальной эффективной EC_{50} .

Ключевые слова: уголь, гуминовые кислоты, гумусы, гуматы,, фуллерен C_{60} , вирус, гепатит С, экстракция.

Сведения об авторах: Олифтаева Жола Абдулнӣзовна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей химии Хорогского государственного Университета имени М. Назаршоева. Телефон: +992 935 70 48 88 E-mail: zhola_oliftaeva@mail.ru Адрес: 736000, Республика Таджикистан, ГБАО, г. Хорог, проспект Ш. Шотемура, 109.

Мукбилшоева Нилуфар Аноятшоевна – докторант (PhD), 2-го курса по специальности «Химия», Хорогский государственный Университет имени М. Назаршоева. Телефон: +992 263 92 E-mail: Адрес: 736000, Республика Таджикистан, ГБАО, г. Хорог, проспект Ш. Шотемура, 109.

УДК. 547.577.112.6

СИНТЕЗИ ОКТАПЕПТИДИ ДИМЕРИИ

Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo

СаидовС.С., ШоевС.Х., Каримова З.Д., Олифтаева Ж.А.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев

Синтези пептидҳо ва омӯзиши хосияти биологии онҳо аҳамияти хело муҳим дорад. Вақтҳои охир бошад, маълум гашт, ки синтез намудани пептидҳои кӯтоҳкардашудаи димерӣ хосияти баланди биологиро зоҳир менамоянд [1].

Дар кафедраи химияи органикӣ як самти кори илмӣ ба синтез намудан ва омӯхтани пептидҳо равона карда шудааст. Маълум аст, ки пептидҳои димерии бо купрукчаи диаминоалканҳо пайваستкардашуда, хосияти биологии онҳоро зиёд менамояд. Хусусан, омӯхтани пептидҳои опиоидӣ, ки ба воситаи ретсепторҳо ба мағзи сар таъсир расонида, қобиляти аналгетикӣ, яъне дардгумкуниро зоҳир менамоянд, ки хеле мароқовар ва замонавӣ мебошад.

Бо ин мақсад, мо октапептиди димерии N,N-бис-карбобензоксипролил-фенилаланил-пролил-глитсил-диаминоэтанро синтез намудем. Октапептиди димерии Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo ба тарзи классикии химияи пептидҳо дар маҳлул синтез карда шудааст. Барои ҳифз намудани N^α-аминогурӯҳи пролин ва фенилаланин ва глитсин ҳимоякунандаи карбобензоксibenзоксиро интихоб карда, барои ғаёол намудани гурӯҳи карбоксилии онҳо, эфири п-нитрофенилиро истифода намудем.

Дар кори иҷрошуда, аминокислотаҳои қатори L- истифода карда шуда, ҳосилаҳои онҳо бо методикаҳои стандартӣ [2, с.15] синтез карда шудаанд.

Тозагии пайвастҳои синтезшуда ва ҷараёни реаксияро бо воситаи вараки тунукқабатаи хроматографӣ, дар пластинкаи “Силуфол-UV-254” (Чехия) ва “Merck” (Германия) дар системаҳои таркиби зерин аниқ намудем:

А: хлороформ- метанол (60-13)

Б: хлороформ- метанол-кислотаи атсетат (сирко) (90:10:5)

В: пиридин- кислотаи атсетат-об-этилатсетат (20:6:11:90)

Г: н-бутанол-об-кислотаи атсетат (3:1:1)

Д: н-бутанол-об-метанол (10:5:2)

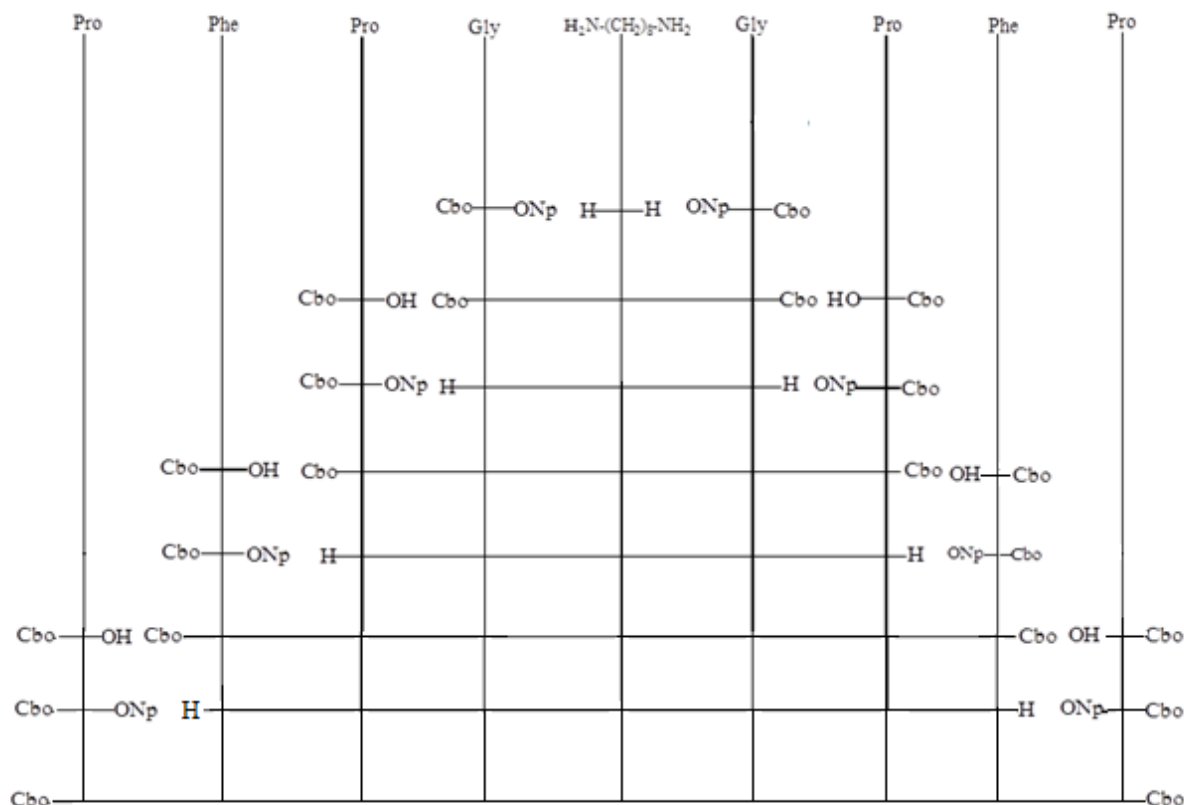
Е: толуол-диоксан-сиклогексан-этанол (10:6:3:1)

Ж: бензол-атсетон-кислотаи атсетат (100:50:2)

Хроматограмма тавассути маҳлули 0,05% нингидрин дар атсетон ё хлоронидани хроматограммаи баъдӣ бо ҳаҷмҳои баробари омехтаи 0,5% маҳлули KI ва маҳлули бензидин дар кислотаи атсетати 2% гузаронида шуд.

Ҳарорати ғудозиш тавассути дастгоҳи гармидиҳии Боэтсиус (Германия) бо суръати 4⁰C/дақ. муайян карда шуд.

Нақшаи синтези октапептиди димерии Cbo- Pro -Phe-Pro-Gly- NH--(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe Pro -Cbo



Синтези Cbo-Gly-OH [2, с.117]. Ба колбаи курашакли ҳаҷмаш 100 мл 2,5г (33,76 ммол) глитсинро гирифта, дар 33,75 мл ишқори натрийи 1н. ҳал кардем ва колбаро бо яҳоб хунук карда, маҳлулро тавассути омехтакунаки магнитӣ ба омехтан шурӯъ намудем. Дар ҳамин шароит ба маҳлули ҳосилшуда 5,65 мл карбобензоксихлорида оҳиста - оҳиста илова кардем. Барои дар ҳудуди 8-9 нигоҳ доштани муҳит ба маҳлул ҳамзамон маҳлули 1н. ишқори натрийро низ ба миқдори 33,75 мл (33,76 ммол) илова намудем. Пас аз пурра сарф шудани карбобензоксихлорид, маҳлули ҳосилшударо 3 соат дар ҳарорати хонагӣ нигоҳ доштем ва барои аз байн бурдани карбобензоксихлориди зиёдатӣ омехтаро то гум шудани бӯи карбобензоксихлорид бо эфир якчанд маротиба экстраксия кардем. Маҳлули обиро бо HCl-и 5н то pH=2,5-3 турш кардем ва тақсони ҳосилшударо полонида, аз этилатсетат табаллур (кристаллизатсия) намудем. Баромад: 5,70 г (88,78%), T_{гуд.}=118-119⁰C, R_f 0,63(A), 0,88 (Б), 0,54(Е).

Синтези Cbo-Gly-ONp[2]. 4,75г (22,75 ммол) Z-Gly-OH ва 3,5(22,75ммол) HONp-ро дар 50мл этилатсетати навбугроникардашуда ҳал намудем. Маҳлули ҳосилшударо то -15-20⁰C бо ёрии омехтаи яху намак хунук карда баромадем. Ҳамзамон 5гр (24,25 ммол) дисиклогексилкарбодиимидро дар этилатсетат ҳал карда, бо маҳлули аввала илова карда шуд ва дар давоми 1 соат маҳлулро омехта намудем. Пас аз анҷоми реаксия омехтаро дар

муддати 3 соат дар ҳарорати хона нигоҳ доштем.

Тақшони ҳосилшударо аз дисиклогексилмочевина полонида, этилатсетатро дар вакуум бугронӣ карда, моддаи боқимондаро аз спирти изопропанол табаллур намудем.

Баромад: 1,6 (89%), $T_{гуд.}=130-132^{\circ}\text{C}$, R_f 0,79(A), 0,72(B), 0,47(E), 0,63(D), 0,52(Ж).

Синтези Cbo- Pro-OH. Ба колбаи курашакли ҳаҷмаш 200 мл 5,0 г (30,45 ммол) пролин гирифта, онро дар 18 мл маҳлули 2 Н гидроксиди натрий ҳал намудем. Колбаро бо яҳоб хунук карда, маҳлули ҳосилшударо бо истифода аз омехтакунаки магнитӣ пайваста омехта мекардем. Дар шароити хунуккунӣ ба маҳлул 6,24 мл карбобензоксихлорид (Cbz-Cl)-ро қатра-қатра илова намудем.

Бо мақсади нигоҳ доштани муҳити реаксионӣ дар ҳудуди $\text{pH} = 8-9$, ҳамзамон ба омехта 6,24 мл маҳлули гидроксиди натрий илова карда шуд. Пас аз пурра анҷом ёфтани реаксия ва сарф шудани карбобензоксихлорид, омехтаи реаксионӣ дар ҳарорати хонагӣ ба муддати 3 соат нигоҳ дошта шуд.

Барои хориҷ намудани карбобензоксихлориди боқимонда, омехтаро бо эфири диэтилий якчанд маротиба экстраксия намудем. Сипас маҳлули обиро бо маҳлули 5 Н кислотаи хлорид (HCl) то $\text{pH} = 2,5-3$ турш кардем. Дар натиҷа маҳсулот дар шакли моддаи равшанмонанд чундо гардид.

Моддаи ҳосилшударо чундо намуда, дубора дар маҳлули 2 н гидроксиди натрий ҳал кардем ва сипас бо маҳлули 5 н кислотаи хлорид аз нав турш намудем. Дар натиҷа маҳсулот қисман дар шакли кристалл ҳосил гардид. Барои баланд бардоштани дараҷаи тозагӣ, кристаллҳои ҳосилшударо дар этилатсетат ҳал намуда, маҳлули органикиро дар воронкаи ҷудокунанда бо маҳлули 5 Н кислотаи хлорид шустем. Қабати органикиро чундо намуда, то муҳити нейтралӣ бо об шуста, баъдан ҳалкунанда тавассути бугронӣ хориҷ карда шуд. Дар натиҷа кристаллҳои тозаи N-карбобензоксипролин ба даст оварда шуданд.

Баромад: 8 г (88,46%), $T_{гуд.}=110-112^{\circ}\text{C}$, R_f 0,63(A), 0,74 (B), 0,46(Ж).

Синтези Cbo- Pro-ONp. 6г (24,09 ммол) карбобензоксипролин ва 2,37мл (24,09 ммол) N-метилморфолин ва 3,55г (25ммол) пара-нитрофенолро дар 100мл этилатсетати навбугроникардасуда ҳал намудем. Маҳлули ҳосилшударо то -30°C бо ёрии омехтаи яху намак хунук карда, ба он 7,2мл изобутилхлорформинатро илова намуда, дар муддати ду соат дар ҳамин ҳарорат онро омехта намудем. Баъд омехтаи реаксиониро ба ҳарорати хонагӣ оварда, онро дар муддати як шабонарӯз дар яхдон нигоҳ дошта шуд.

Моддаро бо маҳлули 1н H_2SO_4 , 1н NaHCO_3 коркард намуда, баъдан бо об онро то муҳити нейтрал шуста баромадем. Маҳлулро дар вакуум бугронӣ карда, аз спирти изопропанол табаллур намудем. Баромад: 7,63г (81%), $T_{гуд.}=97-97,5^{\circ}\text{C}$, R_f 0,82(A), 0,75(B), 0,43(E).

Синтези Cbo-Phe-OH. Ба колбаи курашакли ҳаҷмаш 250мл 6,2г (60,8ммол) фенилаланилро гирифта, дар 60,8мл 1н NaOH ҳал намудем ва колбаи реаксиониро бо яҳоб хунук намуда, маҳлулро бо воситаи омехтакунаки магнитӣ ба омехтан шурӯъ намудем. Дар ҳамин шароит ба маҳлули ҳосилшуда 8,5мл карбобензоксихлоридро тадричан илова карда шуд. Барои дар ҳудуди 8-9 нигоҳ доштани муҳит ба маҳлул ҳамзамон 60,8мл маҳлули 1н ишқори натрийро илова намудем. Пас аз пурра сарф шудани карбобензоксихлорид маҳлули реаксиониро 2 соат дар ҳарорати хонагӣ нигоҳ доштабарои пурра аз байн рафтани карбобензоксихлориди зиёдатӣ то гум шудани бӯйи Z-Cl бо эфир якчанд маротиба экстраксия намудем. Маҳлули обиро бо HCl- 5н то $\text{pH} = 2,5-3$ турш карда шуд ва тақшони ҳосилшударо филтр намуда, аз этилатсетат ду маротиба табаллур (кристаллизатсия) кардем. Баромад: 8,4г (72,6%) R_f (A)= 0,64; R_f (B)=0,37; R_f (B)= 0,53. $T_{гуд.} = 87-87,5^{\circ}\text{C}$

Синтези Cbo-Phe-ONp. 5 г (17,71ммол) карбобензоксифенилаланин ва 2,46 г (17,71 ммол) паранитрофенолро дар 100мл этилатсетати навбугроникардасуда ҳал намудем. Маҳлули ҳосилшударо то $-15-20^{\circ}\text{C}$ бо ёрии омехтаи яху намак хунук кардем.

Баъд 3,65 (17,71 ммол) дисиклогексилкарбодиимидро дар 20мл этилатсетат ҳал карда, ба маҳлули аввала илова намудем ва дар ҳамон шароит, дар давоми 4 соат

маҳлуло омехта кардем. Пас аз анҷоми реаксия омеhtarо то сахар дар ҳарорати хонагӣ нигоҳ доштем. Такшони ҳосилшударо полонида, этилатсетатро дар вакуум бугронӣ намудем. Моддаи ҳосилшударо бо истифода аз усули такшонкунӣ дар этилатсетат ҳал намуда, 2 маротиба аз эфир такшон намудем ва иловагӣ аз пропанол-2 табаллур намудем. Баромад: 5,9г (82%). $T_{гуд.}=125-126^{\circ}C$, Rf (A) 0,89, (B) 0,75, (Г) 0,45.

Синтези Cbo - Gly- NH-(CH₂)₂-NH- Gly- Cbo [2, с.61]. Бамаҳлули 2,5г (7,56 ммол) эфирипара-нитрофенилибензилоксикарбонил-глитсин, ки дар 10 мл диметилформамид ҳалкардашуда буд, 0,25мл (3,66ммол) этилендиаминроилованамуда, онро дар муддати 24 соат омехта кардем. Баъди ба итмом расидани реаксия такшони афтодаро полонида, бо маҳлули 1н HCl шустем. Баъдан ду маротиба бо этилатсетат чӯшонида, онро полонида хушк намудем. Баромад: 1г (59,04%). $T_{гуд.}=210^{\circ}C$, Rf (A) 0,52, (B)0,55, (Г) 041.

Синтези Cbo - ProGly- NH-(CH₂)₂-NH- Gly- Pro-Cbo[3, с.61]. 0,7г(1,58ммол) Cbo-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Cbo дар диметилформамиди гарм ҳал намуда, бо ёрии катализатори 10%-и Pd/C гидрогенолиз намудем. Пасон катализаторро полонида, ба филтрат 1,22г(3,25ммол) Cbo- Pro-ONp илова кардем. Омехтаи реаксиониро дар муддати як шабонарӯз дар ҳарорати хонагӣ омехта намудем. Диметилформамидро бугронӣ карда, боқимондаро дар этилатсетат ҳал намуда, онро пай дар пай бо 0,5н NaHCO₃, об, 2% H₂SO₄ баъдан бо об то нейтрал шудани муҳит шуста, бо Na₂SO₄ хушк намудем. Этилатсетатро бугронӣ намуда, боқимондаро аввал аз эфир бо гексан ва пасон аз этилатсетат бо эфир такшон намудем. Баромад: 0,63г (63%). $T_{гуд.}=92-94^{\circ}C$, Rf (A) 0,99, (B)0,47, (E) 041.

Синтези Cbo – Phe- ProGly- NH-(CH₂)₂-NH- Gly- Pro-Phe- Cbo. 0,63г(0,99)Cbo-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Cbo дар диметилфор-мамиди гарм ҳал намуда, бо ёрии катализатори 10%-и Pd/C гидрогенолиз намудем. Пасон катализаторро полонида, ба филтрат 0,46г (1,1ммол)Cbo- Phe-ONp илова намудем.Омехтаи реаксиониро дар муддати як шабонарӯз дар ҳарорати хонагӣ омехта кардем. Диметилформамидро бугронӣ намуда, боқимондаро дар этилатсетат ҳалкарда онро пай дар пай бо 0,5н NaHCO₃, об, 2% H₂SO₄ баъдан бо об то нейтрал шудани муҳит шуста, бо Na₂SO₄ хушк намудем. Этилатсетатро бугронӣ карда, боқимондаро аз эфир кристаллизатсия намудем. Баромад: 0,72г (67,8%). $T_{гуд.}=99-100^{\circ}C$, Rf (A) 0,51, (Б)0,4744.

Синтези Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo. 0,35г(0,37ммол) Cbo - Phe- Pro Gly- NH-(CH₂)₂-NH- Gly- Pro- Phe- Cבודардиметилформамидигармҳалнамуда, бо 10% Pd/C дармуддати 5 соат гидрогенолиз намудем. Катализаторро полонида, маҳлуло бугронӣ кардем. Боқимондаро дар вакуум-эксикатор дар болои КОН хушк намудем. Моддаи ҳосилшударо дар 5мл диметилформамид ҳал намуда, ба он 0,28г (0,75 ммол)Cbo-Pro-ONp илова кардем.Реаксия дар муддати як шабонарӯз гузашт. Баъди коркарди стандартӣ маҳсули охираро бо воситаи хроматографияи маноравӣ дар колонкаи (2,5x25см) бо силикогели тамғаи L-100/160 ҳангоми элюиронӣ бо системаи «Ж» бо метанол тоза намудем. Баъди бугронии метанол 0,24г (57,6%) моддаи кристаллиро ҳосил намудем. $T_{гуд.} 114-115^{\circ}C$, $[\alpha]_D^{22} = -59,6^{\circ}$ [C 0,7 MeOH], Rf 0,6 (A), 0,34 (Б).

АДАБИЁТ:

1. Грос, Э. И. Основные методы образования пептидных связей. / Э. И. Майфенхофер Грос // – М.: Мир, 1983. – С. 40-57.
2. Гершкович, А.А. Синтез пептидов. Реагенты и методы / А.А.Гершкович, В.К. Кибирев // -Киев Наукова думка, 1987. -39с.
3. Саидов С.С. Синтез нового димерного дипептида N,N'-бис-бензилоксикарбонил-глицил-октаметилендиамина / С.С. Саидов., С.Х. Шоев, Х.Ч. Камилов // Материалы Республиканской конференции на тему: «Роль современных методов анализа в развитие науки и производства», посвящённой

20-летию развития естественно-научных, точных и математических дисциплин в области науки и образования (2020-2040 годы)», – Душанбе. –2022. – С.110-113.

СИНТЕЗИ ОКТА ПЕПТИДИ ДИМЕРИИ

Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo

Дар кори илмӣ синтези октапептиди димерӣ оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки ин реаксия бо истифодаи усули эфирҳои фаъол ва карбодиимидӣ дар диметилформамид фаъол мегузарад.

Калидвожаҳо: карбобензоксид, глицин, пролин, фенилаланин, тетраметилендиамин, октапептиди димерӣ, эфирҳои фаъол.

Маълумот доир ба муаллифон: Саидов Самир Сангинмуродович – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои кимиё, дотсенти кафедраи химияи органикӣ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хiebони Рудаки, 17. Телефон: (+992) 909097799. E-mail: s.samir.61@mail.ru

Шоев Сухбатullo Ҳидоятulloевич – Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, номзади илмҳои кимиё, н.и.х., муаллими калони кафедраи химияи органикӣ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хiebони Рудаки, 17. Телефон: (+992) 90-738-83-27. E-mail: Suhbatuiio-1980@mail.ru

Каримова Зебинамо Давлатбековна – Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, муаллими калон, мудири кафедраи химия ва технологияи химиявӣ. Суроға: 73600, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хоруғ, хiebони Ш.Шоҳтемур 109. Телефон: (+992) 93-313-03-09 E-mail:

Олифтаева Жола Абдулнӣзовна – Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, номзади илмҳои химия, дотсенти кафедраи химия ва технологияи химиявӣ. Суроға: 73600, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хоруғ, хiebони Ш.Шоҳтемур 109. Телефон: (+992) 93-570-48-88, E-mail: zhola_oliftaeva@mail.ru

СИНТЕЗ ДИМЕРА ОКТА ПЕПТИДА

Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo

В научной работе представлен синтез димерного октапептида. Показано, что данная реакция протекает с использованием метода активных эфиров и карбодиимидов в активном диметилформамиде.

Ключевые слова: карбобензоксид, глицин, пролин, фенилаланин, тетраметилендиамин, димерный октапептид, активные эфиры.

Сведения об авторах: Саидов Самир Сангинмуродович – Таджикский национальный университет, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 909097799. E-mail: s.samir.61@mail.ru

Шоев Сухбатullo Ҳидоятulloевич – Таджикский национальный университет, кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры органической химии. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: (+992) 90-738-83-27. E-mail: Suhbatuiio-1980@mail.ru

Каримова Зебинамо Давлатбековна – старший преподаватель, заведующая кафедрой химии и химической технологии Хорогский государственный университет имени М. Назаршоева. Адрес: 736000, Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ш. Шотемур, 109. Телефон: (+992) 93-313-03-09 E-mail:

Олифтаева Жола Абдулнӣзовна – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии Хорогский государственный университет имени М. Назаршоева. Адрес: 736000, Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ш. Шотемур, 109. Телефон: (+992) 93-570-48-88 E-mail: zhola_oliftaeva@mail.ru

SYNTHESIS OF AN OCTAPEPTIDE DIMERS

Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH₂)₂-NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo

This paper presents the synthesis of a dimeric octapeptide. It is shown that this reaction proceeds using the active ester method and carbodiimides in active dimethylformamide.

Keywords: carbobenzoxo, glycine, proline, phenylalanine, tetramethylenediamine, dimeric octapeptide, active esters.

Information about the authors: Saidov Samir Sanginmurodovich- candidate of chemical sciences, associate professor organic chemistry department of Tajik national University.

Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue 17. **Phone:** 909097799, **E-mail:** s.samir61@mail.ru

Shoev Suhbatullo Hidoyatulloevich-Tajik national university, Candidate of Chemical Sciences, assistant of the Department of organic Chemistry of the Tajik National University, Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. **Phone:** 90-738-83-27. **E-mail:** Suhbatuiio-1980@mail.ru

Karimova Zebinamo Davlatbekovna – Senior Lecturer, Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: 109 Sh. Shotemur Avenue, Khorog 736000, Republic of Tajikistan. **Phone:** (+992) 93-313-03-09 **E-mail:**

Oliftoeva Zhola Abdulniyozovna – Candidate of Chemical Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: 109 Sh. Shotemur Avenue, Khorog 736000, Republic of Tajikistan. **Phone:** (+992) 93-570-48-88 **E-mail:** zhola_oliftoeva@mail.ru

УДК: 546.593

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ $\text{H[AuCl}_2\text{]}$ С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ ПРИ 298К

Сафармамадзода С.М.^а, Мубораккадмов Д.А.^а, Мабаткадамзода К.С.^а,
Акимбекзода Х.А.^б, Одилова З.А.^б

^аТаджикский национальный университет

^бХорогский государственный университет им. М. Назаршоева

Соединения золота(I), как правило, характеризуются координационным числом два и линейной геометрией координационного окружения. Для них также характерна высокая лабильность, обуславливающая быстрый обмен лигандами. Окислительно-восстановительное равновесие системы $[\text{AuX}_2]^-/\text{Au}^0$ может быть представлено следующим уравнением: $[\text{AuX}_2]^- + e^- \rightleftharpoons \text{Au}^0 + 2\text{X}^-$. Согласно литературным данным [1], стандартные электродные потенциалы галогенидных комплексов золота(I) составляют: $E^0([\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}) = 1,151 \pm 0,002$ В, $E^0([\text{AuBr}_2]^-/\text{Au}) = 0,961 \pm 0,003$ В и $E^0([\text{AuI}_2]^-/\text{Au}) = 0,580 \pm 0,005$ В. Следует отметить, что процессы лигандного обмена в комплексах золота(I) протекают значительно быстрее, чем в соединениях золота(III).

Методом потенциометрии с использованием электрода первого рода в работе [2] исследованы константы устойчивости комплексов золота(I) и ряда d-переходных металлов с 6-меркаптопурином. Установлено, что в растворе NH_4Cl золото(I) образует комплекс состава $[\text{Au}(\text{NPM})(\text{MP}) \cdot x\text{HCl}]$, для которого общая константа устойчивости составляет $\lg \beta_2 = 19,3 \pm 0,6$. В последние годы значительное внимание уделяется исследованию комплексов золота(I) с аминокислотами. Так, в работе [3] методом потенциометрического титрования изучено взаимодействие золота(I) с цистеином. Установлено образование бис(цистеинатного) комплекса золота(I) состава $[\text{Au}(\text{Cys})_2]^{3-}$, для которого определён окислительно-восстановительный потенциал $E^0 = 0,144 \pm 0,001$ В. На основании полученного значения авторы сделали вывод о высокой устойчивости образующегося комплекса. Показано, что координация цистеина осуществляется через тиольную и аминогруппы молекулы. Сравнение значений стандартных потенциалов с литературными данными [4,5] свидетельствует о том, что устойчивость комплекса $[\text{Au}(\text{Cys})_2]^{3-}$ несколько ниже устойчивости сульфитного комплекса $[\text{Au}(\text{SO}_3)_2]^{3-}$ ($E^0 = 0,105$ В [4]) и сопоставима с устойчивостью тиосульфатного комплекса $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ($E^0 = 0,148$ В [5]). В работе [6] с использованием золотого электрода исследован процесс комплексообразования золота(I) с анионом метионина (Met^-). Для системы $[\text{Au}(\text{Met})_2]^-/\text{Au}$ определено значение стандартного потенциала $E^0 = 0,537$ В. Полученное

значение свидетельствует о меньшей устойчивости образующегося комплекса по сравнению с тиольными комплексами золота(I), описанными в работах [2,4,5,7,8,9], а также с комплексом золота(I) с цистеином [3].

Взаимодействие комплекса $[\text{AuCl}_2]^-$ с 2-этилимидазолом в интервале температур 278–318 К было исследовано авторами работы [10]. С использованием программного комплекса KEV определены состав и общие константы устойчивости образующихся соединений. Установлено, что при низких концентрациях лиганда протонированная форма 2-этилимидазола, $(\text{H}_2\text{ЭИ})^+$, взаимодействует с комплексом золота(I) согласно уравнению: $[\text{AuCl}_2]^- + (\text{HЭИ})^+ \rightleftharpoons [\text{HЭИAuCl}_2]$. При увеличении концентрации лиганда процесс комплексообразования протекает ступенчато с образованием частиц $[\text{Au}(2\text{ЭИ})\text{Cl}]$ и $[\text{Au}(2\text{ЭИ})_2]^+$. При температуре 298,15 К значения общих констант устойчивости составляют: $\lg\beta_1([\text{Au}(2\text{ЭИ})\text{Cl}]) = 4,41 \pm 0,04$; $\lg\beta_2([\text{Au}(2\text{ЭИ})_2]^+) = 10,81 \pm 0,01$; $\lg\beta_3([\text{AuCl}_2\text{HЭИ}]) = 13,88 \pm 0,04$. В работе [11] методом потенциометрического титрования исследованы закономерности комплексообразования в системе $[\text{AuCl}_2]^-$ –2-метилимидазол в интервале температур 278–318 К. На основании обработки экспериментальных данных установлены состав и стехиометрия образующихся комплексных форм, а также определены значения их общих констант устойчивости. Показано, что взаимодействие золота(I) с 2-метилимидазолом протекает по ступенчатому механизму с последовательным образованием комплексных частиц $[\text{Au}(2\text{МИ})\text{Cl}]$, $[\text{Au}(2\text{МИ})_2]^+$ и $\text{H}(2\text{МИ})[\text{AuCl}_2]$. Рассчитанные при 298,15 К значения общих констант устойчивости составляют: $\lg\beta_1 = 4,47 \pm 0,03$; $\lg\beta_2 = 10,87 \pm 0,02$ и $\lg\beta_3 = 14,04 \pm 0,04$. Полученные результаты свидетельствуют о существенном влиянии концентрации лиганда на равновесие комплексообразования и подтверждают способность 2-метилимидазола эффективно координироваться с ионом золота(I) с образованием устойчивых комплексных соединений.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что комплексообразование золота(I) с различными азотсодержащими лигандами изучено недостаточно полно. Несмотря на имеющиеся сведения о взаимодействии золота(I) с производными имидазола, данные о его комплексообразовании с 1,2,4-триазолом в растворах практически отсутствуют. В связи с этим исследование процесса взаимодействия золота(I) с 1,2,4-триазолом, установление состава образующихся комплексов и определение их констант устойчивости являются актуальными задачами, представляющими как теоретический, так и практический интерес для координационной химии соединений золота.

Экспериментальная часть

В работе использовали 1,2,4-триазол, предварительно очищенный перекристаллизацией из воды (температура плавления 119–121 °С), хлорид калия марки «ос. ч.», безводный сульфит натрия марки «х. ч.» и бидистиллированную воду. Тетрахлорауратную кислоту $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ получали растворением золота чистотой 99,99 % по методике, описанной в работе [11]. Содержание золота и хлора в растворах $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ определяли согласно методикам, приведённым в источниках [12, 13].

Растворы золота(I) готовили восстановлением комплекса $[\text{AuCl}_4]^-$ до $[\text{AuCl}_2]^-$ сульфита натрия в среде, содержащей 1,0 моль/л KCl , по реакции: $\text{AuCl}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{AuCl}_2^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$. Для предотвращения диспропорционирования ионов $[\text{AuCl}_2]^-$ и исключения образования металлического золота в реакционную систему добавляли гидроксид натрия [14].

Изучение взаимодействия $\text{H}[\text{AuCl}_2]$ с 1,2,4-триазолом проводили методом потенциометрического титрования. В качестве индикаторного электрода использовали золотой электрод, изготовленный из проволоки пробы 999,9, а в качестве электрода сравнения – хлоридсеребряный электрод ЭВЛ-1МЗ (ООО «ИнтерМашСнаб»). Измерения выполняли на рН-метре рН-150МП с применением полумикробюретки объёмом 5 мл и ценой деления 0,01 мл. Исследования проводили при постоянном значении рН 5,5 и на

фоне 1 моль/л KCl. Ионную силу растворов поддерживали на уровне 0,1 моль/л путём введения перхлората натрия. Для каждой температуры измерения повторяли 2–3 раза. Время достижения равновесного потенциала составляло 10–15 мин. Необходимый температурный режим обеспечивали с помощью водяного термостата с точностью поддержания температуры $\pm 0,5$ °C. Расчёт равновесных концентраций реагентов, установление состава образующихся комплексов и определение их суммарных констант устойчивости выполняли с использованием программного комплекса KEV [15].

Обсуждение результатов

Потенциал системы $[\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}^0$ определяется концентрацией комплекса $[\text{AuCl}_2]^-$ в растворе и описывается уравнением Нернста. Согласно литературным данным [1], стандартный потенциал данной системе составляет $1150 \pm 0,002$ мВ. В ранее выполненной работе [10] нами было рассчитано значение стандартного потенциала, равное 1148,7 мВ, при величине углового коэффициента 59,18 мВ. Полученные результаты хорошо согласуются с опубликованными литературными данными.

Корректное определение термодинамических параметров процессов комплексообразования требует предварительного изучения кислотно-основных свойств используемого органического лиганда. В работе [16] представлены результаты потенциометрического титрования 1,2,4-триазола раствором соляной кислоты, на основании которых была определена константа ионизации лиганда. Значение константа кислотной ионизации 1,2,4 – триазола при 298 оказалась $\text{pK}_a = 11,76 \pm 0,07$.

При введении 1,2,4-триазола в систему $[\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}$ при температуре 298 К наблюдается постепенное снижение потенциала без резких изменений его величины (рис. 1). Такой характер изменения потенциала свидетельствует о протекании реакции комплексообразования между $\text{H}[\text{AuCl}_2]$ и 1,2,4-триазолом и указывает на отсутствие окислительно-восстановительных превращений золота(I). Нелинейный вид зависимости потенциала от величины $-\lg[\text{TP}]$ подтверждает, что образование комплексов происходит последовательно, в несколько стадий.

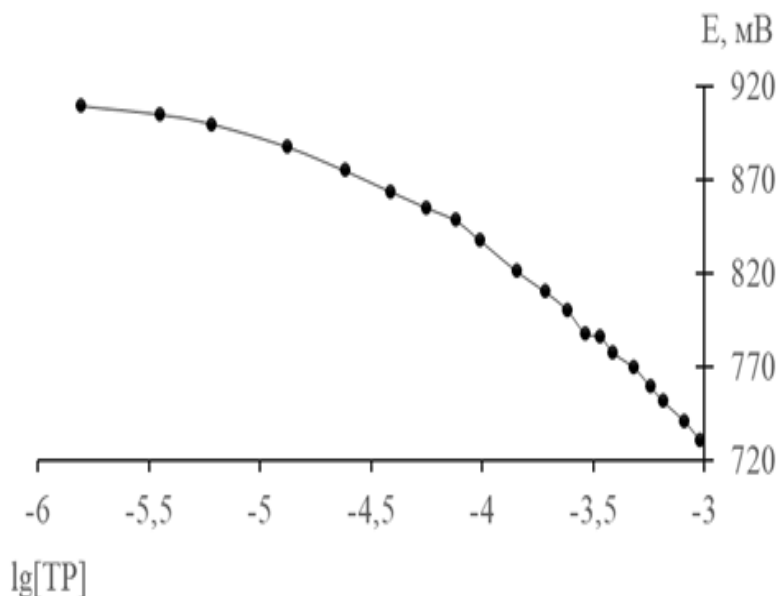
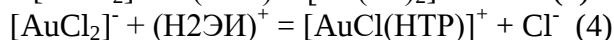
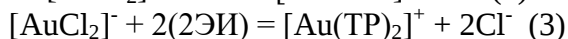
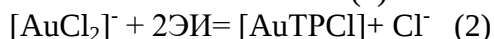
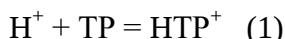


Рис. 1. Зависимость E от $\lg[\text{TP}]$ для 1,2,4-триазольных комплексов золота (I) при 298 К, $I=0,1$ моль/л NaClO_4

Для расчёта констант устойчивости комплексных соединений, формирующихся в системе $[\text{AuCl}_2]^-$ –1,2,4-триазол, использовали программный комплекс KEV. В качестве исходных данных в программу вводили значения потенциала системы $[\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}^0$ и её углового коэффициента, концентрации комплекса $[\text{AuCl}_2]^-$ и лиганда в каждой точке титрования, а также параметры реакции протонирования 1,2,4-триазола. Кроме того, при моделировании учитывали предполагаемые реакции комплексообразования между

ионом $[\text{AuCl}_2]^-$ и молекулами 1,2,4-триазола, которые потенциально могут протекать в исследуемой системе:



В таблице 1 представлены равновесные концентрации ионов $[\text{AuCl}_2]^-$, свободного 1,2,4-триазола (TP), протонированной формы лиганда $[\text{HTP}]^+$, а также образующихся комплексных соединений, рассчитанные с использованием программного комплекса KEV. Экспериментальные значения потенциала системы $[\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}^0$ (Еэксп.), полученные в ходе потенциометрического титрования, и соответствующие им теоретические значения потенциала (Етеор.), рассчитанные программой KEV, представлены на рисунке 2 в виде зависимостей Еэксп. и Етеор. от величины $\lg[\text{TP}]$.

Таблица 1. Равновесные концентрации ионов $[\text{AuCl}_2]^-$, свободного 1,2,4-триазола и образующихся комплексных соединений в системе $[\text{AuCl}_2]^-$ -1,2,4-триазол при 298 К, рассчитанные с использованием программы KEV. Исходные концентрации: $C_{\text{TP}} = 4,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л, $C_{[\text{AuCl}_2]^-} = 1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $C_{\text{KCl}} = 1$ моль/л; ионная сила раствора $I = 0,1$ моль/л.

$[\text{AuCl}_2]^-$ $\cdot 10^6$ моль/л	$[\text{TP}]$ $\cdot 10^4$ моль/л	$[\text{HL}^+]$ $\cdot 10^9$ моль/л	$[\text{Au}(\text{TP})\text{Cl}]$ $\cdot 10^5$ моль/л	$[\text{Au}(\text{TP})_2]^+$ $\cdot 10^5$ моль/л
85,4445	0,01570	0,06396	1,39809	0,01746
71,8124	0,03558	0,14493	2,66336	0,07540
59,3164	0,06091	0,24800	3,76586	0,18249
38,6272	0,13333	0,54222	5,36788	0,56939
24,2816	0,24194	0,98225	6,12320	1,17865
15,3608	0,38739	1,56918	6,20232	1,91161
10,0810	0,56332	2,27558	5,91908	2,65282
6,90914	0,76231	3,06990	5,48966	3,32943
4,92371	0,97901	3,92945	5,02425	3,91338
2,79035	1,44259	5,74938	4,19559	4,81537
1,76462	1,92774	7,62714	3,54561	5,43793
1,20628	2,42139	9,51056	3,04442	5,86495
8,73547	2,91563	11,3695	2,65467	6,15798
0,66089	3,40599	13,1884	2,34619	6,35772
0,51830	3,88818	14,9529	2,10048	6,49769
0,34447	4,82595	18,3189	1,73272	6,65283
0,24664	5,72500	21,4683	1,47176	6,70358
0,18618	6,58438	24,4116	1,27777	6,69362
0,11833	8,18791	29,7388	1,00983	6,57834
0,08298	9,64926	34,4202	0,83459	6,40711

Математическая обработка результатов потенциометрического титрования с использованием программы KEV показала, что удовлетворительное согласование

экспериментальных и расчётных данных достигается в рамках модели, предполагающей последовательное замещение хлорид-ионов в координационной сфере комплекса $[\text{AuCl}_2]^-$ молекулами 1,2,4-триазола согласно реакциям (2) и (3). В результате расчётов были определены общие константы устойчивости образующихся комплексов золота(I): $\lg\beta_1([\text{Au}(\text{TP})\text{Cl}]) = 5,02 \pm 0,02$ и $\lg\beta_2([\text{Au}(\text{TP})_2]^+) = 8,92 \pm 0,01$ при температуре 298 К. Как было установлено ранее [16], взаимодействие золота(III) с 1,2,4-триазолом протекает ступенчато и сопровождается образованием четырёх комплексных частиц различного состава. Сопоставление процессов комплексообразования золота(I) и золота(III) с данным лигандом свидетельствует о более высокой термодинамической устойчивости комплексов золота(III), что обусловлено большей поляризующей способностью трёхвалентного иона металла и его повышенным сродством к азотсодержащим донорным центрам лиганда. Следует отметить, что образование комплекса по реакции (4) в исследуемых условиях не наблюдается. Это связано с тем, что при выбранном значении pH 1,2,4-триазол, согласно данным о его кислотно-основных свойствах [16], преимущественно присутствует в растворе в нейтральной молекулярной форме. Вследствие крайне низкой концентрации депротонированных форм лиганда их участие в процессах координации практически исключено.

Корректность метода и надёжность рассчитанных констант устойчивости подтверждаются хорошим совпадением экспериментальной ($E_{\text{экс.}}$) и теоретической ($E_{\text{теор.}}$) кривых (рис. 2).

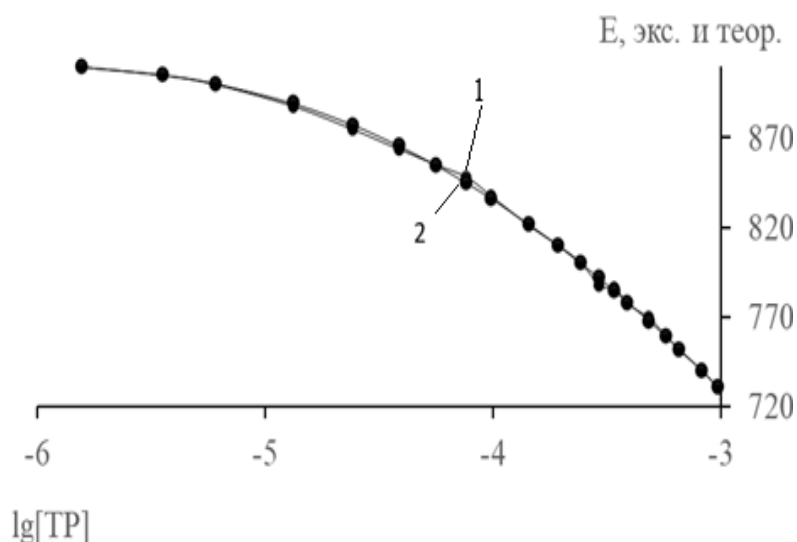


Рис. 2. Зависимость $E_{\text{экс. и теор.}}$ от $\lg[\text{TP}]$: 1- $E_{\text{экс.}}$ и 2- $E_{\text{теор.}}$.

Близкое совпадение кривых свидетельствует о высокой точности определения констант устойчивости и достоверности полученных результатов.

С целью установления областей преобладания различных комплексных форм в системе $[\text{AuCl}_2]^-$ –1,2,4-триазол– H_2O при 298 К были построены диаграммы распределения равновесных частиц, отражающие изменение их относительного содержания в зависимости от состава раствора (рис. 3).

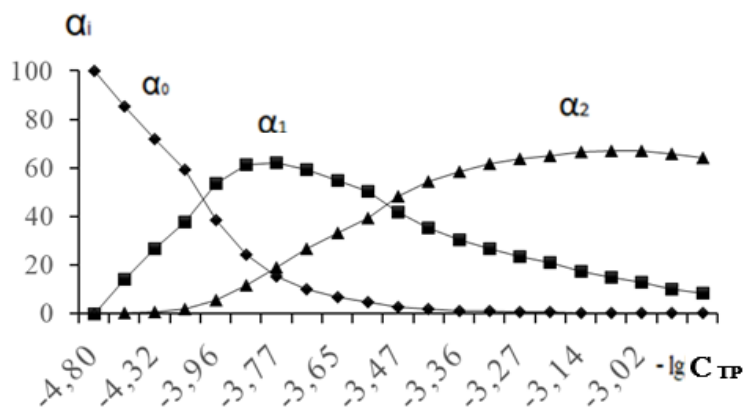


Рис. 3. Кривые распределения комплексов золота (I) с 1,2,4-триазолом. $I=0,1$ моль/л. $T=298\text{K}$: α_0 - $[\text{AuCl}_2]^-$; α_1 - $[\text{Au}(\text{TP})\text{Cl}]$; α_2 - $[\text{Au}(\text{TP})_2]^+$.

Как следует из диаграммы распределения, в системе $[\text{AuCl}_2]^-$ -1,2,4-триазол- H_2O при низких концентрациях лиганда доминирующей формой является комплекс состава $[\text{Au}(\text{TP})\text{Cl}]$, относительное содержание которого достигает 62 %. При увеличении концентрации 1,2,4-триазола наблюдается смещение равновесия в сторону образования комплекса $[\text{Au}(\text{TP})_2]^+$, выход которого составляет 66,9 % от теоретически возможного.

Полученные данные о формировании и распределении комплексных форм в зависимости от концентрации лиганда были использованы при разработке оптимальных условий синтеза соответствующих соединений.

Вывод

В ходе проведенного потенциометрического исследования системы $[\text{AuCl}_2]^-$ -1,2,4-триазол- H_2O при 298 К установлено, что взаимодействие протекает по ступенчатому механизму с последовательным замещением хлорид-ионов молекулами лиганда и образованием комплексных частиц состава $[\text{Au}(\text{TP})\text{Cl}]$ и $[\text{Au}(\text{TP})_2]^+$. Рассчитаны константы устойчивости, характеризующие термодинамическую стабильность образующихся координационных соединений.

Показано, что предложенная модель комплексообразования адекватно описывает экспериментальные данные, что подтверждается удовлетворительным совпадением экспериментальных и теоретических зависимостей потенциала. Установлено, что распределение комплексных форм в растворе определяется концентрацией лиганда и смещением равновесий в системе.

Полученные результаты позволяют охарактеризовать механизм комплексообразования золота(I) с 1,2,4-триазолом и могут быть использованы при оптимизации условий синтеза соответствующих координационных соединений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пещевский Б.И., Белеванцев В.И., Земсков С.В. Новые данные по химии соединений золота в растворах // Известия СО АН СССР. Серия химических наук. – 1976. – Т. 4. – № 2. – С. 24-45.
2. Гельфман М.И. Константы неустойчивости комплексов PtII , PdII , AuI и AgI с 6-меркаптопурином / М. И. Гельфман, Н. А. Кустова // Журн. неорганической химии. – 1969. – Т. 14. – вып.1. – С. 212-215.
3. Черняк А. С. Изучение комплексов золота (I) с цистеином в щелочной среде / А. С. Черняк, Л. Ф. Щестопалов // Журн. неорганической химии. – 1976. – Т. 21. – вып.3. – С. 851-853.
4. Пещевский Б.И., Еренбург А.М. Устойчивость некоторых серосодержащих соединений золота(I) в водных растворах // Известия СО АН СССР. Серия химических наук. – 1970. – № 9. – С. 83-87.
5. Pouradier J., Gadet M-C. Electrochimie des sels d'or. VII Aurothiosulfate // Journal de Chimie Physique. – 1969. – V. 66. – P. 109-112.

6. Минеев Г.Г. Биометаллургия золота. – М.: Металлургия, 1989. – 160с.
7. Пещевский Б. И. Гидролиз хлорокомплексов золота (III) / Б. И. Пещевский, В. И. Белеванцев, Н. В. Курбатова // Журн. неорган. химии. – 1971. – Т. 16. – вып.7. – С. 1898-1901.
8. Белеванцев В.И., Пещевский Б.И., Цвелодуб Л.Д. Тиомочевинные комплексы золота(I) в водном растворе // Журнал неорганической химии. – 1986. – Т. 31. – № 12. – С. 3065-3068.
9. Groenewald T. Electrochemical studies on gold electrodes in acidic solutions of thiourea containing gold(I) thiourea complex ions // Journal of Applied Electrochemistry. – 1975. – V. 5. – P. 71-78.
10. Сафармамадзода С.М. О взаимодействиях $[AuCl_2]^-$ с 2 - этилимидазолом в интервале температур 278 – 318 К / С.М.Сафармамадзода, Дж. С. Курбонбеков, Д.А. Мубораккадамов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. - 2024. №1. -С.135-145.
11. Бахроми Д. Комплексообразование золота(I) с 2-метилимидазолом / Д. Бахром, С.М. Сафармамадзода, Д.А. Мубораккадамов // Изв. вузов. Химия и хим. Технология. - 2023. -Т.66. вып.4. -С.27-34.
12. Турабджанов С.М. Рахмова Л.С., Отакузиева В.У., и др. Избирательное экстракционно-спектрофотометрическое определение золота (III) непосредственно в органической фазе. Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2019. № 8. 62с.
13. Матвейко Н.П. Определение хлора в нерудных материалах методом ионометрии. Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2010. – № 18. – С. 129
14. Миронов И. В., Харламова В. Ю. Комплексы золота (I) в сульфитно-тиосульфитных водных растворах. ИХХ, СО РАН, Журн. неорган. химии, 2016. Т. 61. №1. С. 129.
15. Интернет-ресурсы. Е.И.Капустин. – Решение некоторых классов математических задач в программе Excel.Невинномысской химический колледж, г. Невинномысск (exponenta.ru/educat/systemat/Kapustin/014.asp).
16. Сафармамадов С.М., Мубораккадамов Д.А. Мабаткадамова К.С. Комплексообразование золота(III) с 1,2,4-триазолом. Изв. АН РТ. Душанбе. 2015. №3(160). – С. 65 - 72.

БОҲАМТАЪСИРКУНИИ $H[AuCl_2]$ БО 1,2,4-ТРИАЗОЛ ДАР 298 К

Таъсири мутақобилаи $H[AuCl_2]$ бо 1,2,4-триазол бо истифода аз титркунии потенциометрӣ дар 298 К омӯхта шуд. Ҳосилиаши ду пайвастагии комплекси бо сабаби иваз кардани ду иони хлориди зарраи $[AuCl_2]^-$ бо молекулаҳои 1,2,4-триазол муқаррар карда шуд. Таркиби стехиометрӣ ва константаҳои умумии устувории комплексҳои ҳосилшуда муайян карда шуданд. Нишон дода шуд, ки константаҳои устуворӣ аз шумораи молекулаҳои координатсияшудаи лиганд вобастаанд. Инчунин муайян карда шуд, ки устувории комплексҳои триазолии тилло (I) нисбат ба устувории комплексҳои мувофиқи тилло (III) пасттар аст.

Калидвожаҳо: потенциометрия, тилло (I), 1,2,4-триазол, константаҳои устуворӣ, барномаи KEV.

Дар бораи муаллифон: Сафармамадзода Сафармамад Муборакшо – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи ғайриорганикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: хиёбони Рӯдакӣ, 17, Душанбе, 734025, Тел.: +992938270404, E-mail: sash65@mail.ru;

Мубораккадамов Даврон Аҳмадҷонович – номзоди илмҳои химия, докторанти кафедраи химияи ғайриорганикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. . Суроға: хиёбони Рӯдакӣ, 17, Душанбе, 734025, Суроға: 734025, Тел.: +992501219086, E-mail: d.amadjon@mail.ru;

Мабатқадамзода Кимё Сабзқадим – доктори илмҳои химия, профессори кафедраи химияи ғайриорганикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Суроға: хиёбони Рӯдакӣ, 17, Душанбе, 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: +992935436503, E-mail: kimyo84@mail.ru;

Акимбекзода Хазон Азизмад – номзади PhD, факултети илмҳои табиӣ, Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев. Суроға: хiebони Шириниох Шохтемур, 28, Хоруғ, М41, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Тел.: +992935427477, E-mail: hazonakimbekova@gmail.com.

Одилова Зулайхо Абдолбековна -Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, унвонҷӯ, муаллимаи калони кафедраи химияи умумӣ. Суроға:735000, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хоруғ, хiebони Ш.Шохтемур 109. E-mail: zulaykh79@gmail.com Тел.: (+992) 93-350-52-82.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ H[AuCl₂] С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ ПРИ 298К

Методом потенциометрического титрования при температуре 298К изучены закономерности взаимодействия H[AuCl₂] с 1,2,4-триазолом. Установлено образование двух комплексных соединений вследствие замещения двух хлорид-ионов частица [AuCl₂]⁻ молекулами 1,2,4-триазола. Для образующихся комплексов определены стехиометрический состав и значения общих констант устойчивости. Показано, что величины констант устойчивости зависят от количества координированных молекул лиганда. Выявлено также, что устойчивость триазольных комплексов золота(I) уступает устойчивости соответствующих комплексов золота (III).

Ключевые слова: *потенциометрии, золота(I), 1,2,4-триазолом, констант устойчивости, программа KEV.*

Сведения об авторах: *Сафармамадзода Сафармамад Муборакишо – д.х.н., профессор кафедры неорганической химии, Таджикский национальный университет. Адрес:734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки,17. Тел: +992938270404,E-mail:sash65@mail.ru;*

Мубораккадамов Даврон Ахмаджонович – к.х.н., докторант кафедры неорганической химии, Таджикский национальный университет. Адрес:734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки,17. Тел: +992501219086, E-mail: d.amadjon@mail.ru;

Мабаткадамзода Кимё Сабзкадам – д.х.н., профессор кафедры неорганической химии, Таджикский национальный университет. Адрес:734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки,17. Тел: +992935436503, E-mail: kimyo84@mail.ru;

Акимбекзода Хазон Азизмамад – соискатель факультета естественных наук, Хорогский государственный университет имени М. Назаршоев. Адрес: М41, Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Шириниох Шахтемур, 28. Тел: +992935427477, E-mail: hazonakimbekova@gmail.com.

Одилова Зулайхо Абдолбековна- Хорогский государственный Университет им.М.Назаршоева, соискатель, старший преподаватель кафедры общей химии. Адрес:735000, Республика Таджикистан, г.Хорог,пр Ш.Шохтемур 109. E-mail: zulaykh79@gmail.com Тел.: (+992) 93-350-52-82.

INTERACTIONS OF H[AuCl₂] WITH 1,2,4-TRIAZOLE AT 298 K

The interactions of H[AuCl₂] with 1,2,4-triazole were studied using potentiometric titration at 298 K. The formation of two complex compounds was established due to the substitution of two chloride ions of the [AuCl₂]⁻ particle by 1,2,4-triazole molecules. The stoichiometric composition and overall stability constants of the resulting complexes were determined. The stability constants were shown to depend on the number of coordinated ligand molecules. It was also found that the stability of gold(I) triazole complexes is inferior to the stability of the corresponding gold(III) complexes.

Keywords: *potentiometry, gold(I), 1,2,4-triazole, stability constants, KEV program.*

About the authors: *Safarmamadzoda Safarmamad Muboraksho – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Inorganic Chemistry, Tajik National University. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Tel.: +992938270404, E-mail: sash65@mail.ru;*

Muborakkadamov Davron Akhmadjonovich – Candidate of Chemical Sciences, Doctoral Student, Department of Inorganic Chemistry, Tajik National University. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Tel.: +992501219086, E-mail: d.amadjon@mail.ru;

Mabatkadamzoda Kimyo Sabzkadam – Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Inorganic Chemistry, Tajik National University. Address: 17 Rudaki Avenue, Dushanbe, 734025, Republic of Tajikistan. Tel: +992935436503, Email: kimyo84@mail.ru;

Akimbekzoda Khazon Azizmad – PhD candidate, Faculty of Natural Sciences, M. Nazarshoev

Khorog State University. Address: 28 Shirinshhokh Shahtemur Avenue, Khorog, M41, Republic of Tajikistan. Tel: +992935427477, Email: hazonakimbekova@gmail.com.

Odilova Zulaykho Abdolbekovna - Khorog State University named after M. Nazarshoev, applicant, senior lecturer of the Department of general chemistry. Address: 735000, Republic of Tajikistan, Khorog, Sh. Shokhtemur Ave. 109. E-mail: zulaykh79@gmail.com Тел.: (+992) 93-350-52-82.

УДК: 546.562.

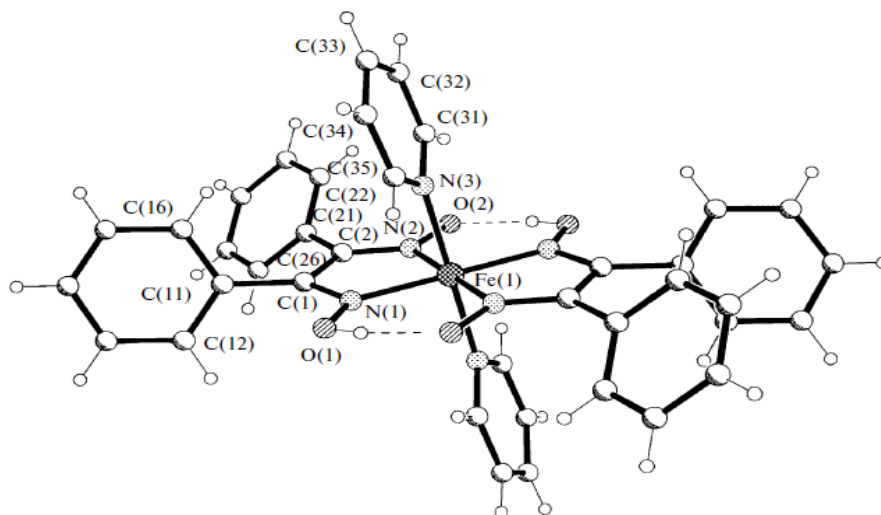
**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРОВ
КОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II) С 4-МЕТИЛ- 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛОМ**

Шоедарова З.И., Мабаткадамзода К.С., Курбонмамадова С.М.,

Таджикский национальный университет

Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева

Известно, что препараты на основе координационных соединений (на основе платины, витамин B12, комплексоны, антидоты) применяются в химиотерапии, как антидоты для связывания выведения из организма токсичных тяжелых металлов. Данные соединения на основе переходных металлов ускоряют многие процессы, протекающие в химической промышленности. Ряд координационных соединений применяются в катализе [1-4]. В работе [5] представлены биологические свойства некоторых комплексных соединений с азот и серосодержащими органическими лигандами. В литературе имеются сведения о комплексообразовании ряда металлов с азот-содержащими и кислородсодержащими органическими лигандами. Работы [6-9] посвящены изучению образования комплексных соединений кадмия, цинка, золота, серебра с тиосодержащими органическими лигандами. В водном и спиртовом растворе получены комплексные соединения Fe^{3+} с 3-амино-1,2,4-триазолом, 4-амино-1,2,4-триазолом, 3,5-диамино-1,2,4-триазолом и другими производными триазола [10]. Определены составы образующихся комплексов и сделан вывод о способе координации изученных производных триазола к комплексообразователю. Показано, что в водном растворе существует равновесие между 2-Н и 4-Н-изомерами, которое зависит от полярности растворителя, а в рассматриваемом случае сдвинуто в сторону 2-Н-изомера. Установлено, что ион железа (III) координирует 3-амино-1,2,4-триазол посредством атома N(4). Особенности строения α -бензилдиоксиматных комплексов Fe(II) с пиридином состава $[Fe(DfgH)_2Py_2]$, $[Fe(DfgH)_2Py_2] \cdot A$, (DfgH-моноанион α -бензилдиоксима, A- Py, ДМФА или метилэтилкетон) исследованы в работе [11]. Для полученных комплексов обсуждены способы включения растворителей в кристалл и их функция в формировании структуры. Показано, что в комплексе состава $[Fe(DfgH)_2Py_2] \cdot ДМФА$ (молекулярные комплексы Fe(II) образует двумерные сетки, между которыми расположены цепочки сольватных молекул ДМФА. Выявлено, что диамагнетизм и параметры ГР-спектров подтверждают нахождение Fe в степени окисления +2 в низкоспиновом состоянии. При этом, общим для всех комплексов является октаэдрическая транс-конфигурация полиэдров железа. Представлена структура комплекса состава $[Fe(DfgH)_2Py_2]$:



В данном соединении межатомные расстояния Fe(1)-N(диоксим) в среднем равны 1,902(2), 1,900(2), 1,896(2) и 1,891(4) Å. Установлено, что в каждой структуре координационный октаэдр атома железа немного вытянут в направлении пиридинового цикла. В экваториальной плоскости октаэдра наблюдаются две внутримолекулярные водородные связи O-H...O между двумя органическими анионами DfgH⁻ с образованием псевдомакроцикла.

В работах [12-14] об определении энергии активности и электропроводности растворов некоторых органических и неорганических соединений в водно-органических растворах.

Анализ литературы показал, что в литературе отсутствуют данные по изучению электропроводности растворов комплексов меди с 4-метил-1,2,4-триазолтилом в водно-ацетоновых и водно-диметилформамидных растворах..

Экспериментальная часть

Исходными соединениями служили соль дигидрат хлорид меди (II) и 4-метил-1,2,4-триазолтиол марки «ч.д.а.». Электропроводность растворов комплексов в соответствующем растворителе измеряли в закрытой ячейке с использованием моста переменного тока Р5021 при частоте $1 \cdot 10^4$ Гц, поддержание температуры составляло $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Исходная концентрация комплексов меди (II) и 4-метил-1,2,4-триазолтиолом в растворе составило $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Температура опыта составила 298 К. Методика синтеза координационных соединений представленных в настоящей работе приведены в [16].

Результаты и их обсуждения

Изучая способности электрической проводимости растворов комплексов, можно отнести их тому или иному типу электролитов и получать сведения о внешнесферных ионах. В данной работе приводятся экспериментальные результаты по исследованию молярной электрической проводимости растворов синтезированных комплексов Cu (II) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом (L) при различных концентрациях.

В таблице 1 приведены результаты молярной электрической проводимости в растворах диметилформамиде (ДМФА) и ацетоне с разной концентрации.

Таблица 1

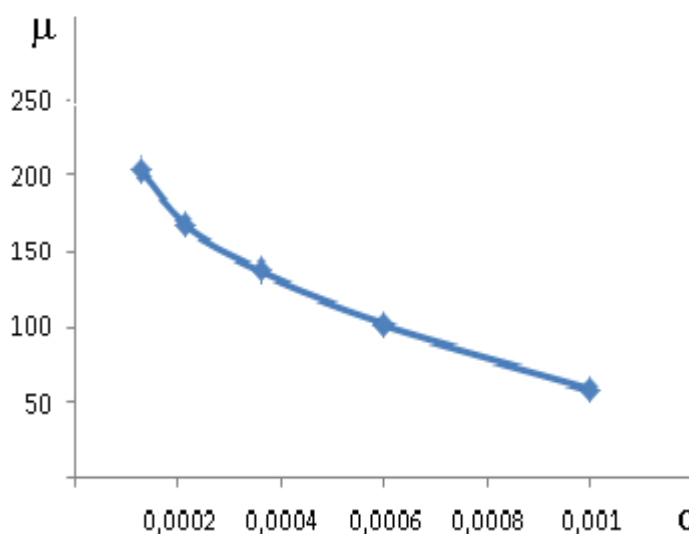
Данные молярной электрической проводимости комплексов Cu (II) с 4- метил -1,2,4- триазолтиолом с разной концентрации при 298 К

№	Соединение	Растворитель	Концентрация комплекса, моль/л					
			$\mu, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$					
			$1 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$2,16 \cdot 10^{-4}$	$1,30 \cdot 10^{-4}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$
1	CuCl ₂ ·L	Ацетон	12,1	15,83	19,72	23,61	29,32	46,29
2	CuCl ₂ ·2L	Ацетон	13,5	19,0	23,61	27,77	33,18	45,01
3	CuCl ₂ ·3L	ДМФА	57,9	76,16	101,66	137,03	167,43	204,47

Данные таблицы 1 показывают, что с уменьшением концентрации раствора наблюдается последовательное увеличение всех значений молярной электрической проводимости. Для комплекса состава CuCl₂·2L в среде ацетона при концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л значение молярной электрической проводимости равна $13,5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$, после разбавления раствора это величина возрастает до $45,01 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. При концентрации $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л молярная электропроводность трехзамещенного комплекса $57,9 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$, что соответствует слабым электролитам.

Проведенные нами исследования показали, что полученные комплексы Cu (II) с 4- метил -1,2,4- триазолтиолом относятся к слабым или неэлектролитного типа.

На рис. приведен зависимости молярной электрической проводимости от концентрации раствора комплекса для комплекса состава CuCl₂·3L.

Рис. Зависимость $\mu = f(C)$ для состава комплекса CuCl₂·3L

Как видно из рисунка эта зависимость имеет нелинейный характер, что характерно для слабых электролитов.

С использованием метода Фуосса и Брея [15] были определены константы диссоциации синтезированных координационных соединений Fe (II), Fe (III) и Cu (II) с 4- метил 1,2,4 триазолтиолом -5.

В таблице 2 приведены величины $\text{tg}\alpha$, γ_{∞} и констант диссоциации для комплексов Cu (II) с 4- метил 1,2,4 триазолтиолом -5

Таблица 2

Данные по определению tga , γ_{∞} и констант диссоциации комплексов $Cu(II)$ с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом -5

№	Соединение	tga	γ_{∞}	K_d
1	$CuCl_2 \cdot L$	0,0002	45,45	$8,82 \cdot 10^{-8}$
2	$CuCl_2 \cdot 2L$	0,0003	32,25	$2,88 \cdot 10^{-7}$
3	$CuCl_2 \cdot 3L$	0,00003	23,25	$6,93 \cdot 10^{-7}$

Из данных таблицы 2 видно, что констант диссоциации 4-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов меди (II) имеют значения соответствующих для очень слабых электролитов.

Таким образом, по результатам проведенных исследований электропроводности растворов координационных соединений меди (II) определен тип электролита, к которым они относятся. Установлено, что с возрастанием температуры для всех синтезированных координационных соединений электропроводность возрастает. С разбавлением растворов комплексов наблюдается увеличение молярной электрической проводимости. Для комплексов неэлектролитного типа эта зависимость не линейна (эти соединения относятся к слабым электролитам). Для комплексов электролитного типа зависимость μ от концентрации линейна, что характерно для сильных электролитов. Анализ литературы показывает, что природа металла и органического лиганда мало влияют на проводимость комплексов. Выявлено, что энергия активация электропроводности комплексов уменьшается с ростом температуры не зависимо от природы металла и органического лиганда, что связано с разрушением структуры раствора при повышении температуры, которое приводит к облегчению перемещения комплексных ионов в растворе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Arnold P.L. Magnesium and zinc complexes of functionalized, saturated N-heterocyclic carbene ligands: carbenelability and functionalisation and lactidepolymerisation catalysis / P.L. Arnold, I.J. Casely, Z.R. Turner, R. Bellabarbab, R.B. Tooze // Dalton Trans.–2009.–P.7236-7247.
2. Лякин О.Ю. Оксо-комплексы высоковалентного железа в катализе окислительных реакций/ О.Ю.Лякин, А.А. Штейнман // Кинетика и катализ. – 2012. –Т.53. –№.6. – С.738-759.
3. Штейнман А.А Структура и каталитическая активность нового комплекса железа(II) с тетрадентатным карбоксамидным лигандом. влияние внешнесферного донора на хемоселективность металлокомплексного катализатора/ А.А. Штейнман // Журн. неорг. химии. – 2012. –Т.57. –№.10. – С.1413-.
4. Гончарова Т.В. Каталитическая активность комплексов серебра с ди(имидазолилил)алканами./ Т.В.Гончарова, А.С. Потапов //Ползуновский Вестник. –2015.–Т.1.– №.4.–С.92-94.
5. Логинова Н.В. Биоактивные комплексы серебра с серосодержащими производными пирокатехина-новое направление для создания препаратов комбинированной терапии смешанных инфекций/ Н.В.Логинова // Вестник БГУ. – 2012. –Сер.2. –№.3.– С.3-15.
6. Федоров В.А. Комплексообразование кадмия с тиомочевинной в водно-этанольных растворах при разных ионных силах/ В.А.Федоров, А.В.Федорова, Г.Г. Нифантьева //Журн. неорг. химии.–1975.–Т.XX. –Вып.10.–С.2625-2629.
7. Тулюпа Ф.М. Взаимодействие цинка и кадмия с производными тиомочевины в водно-диметилформамидных растворах/ Ф.М.Тулюпа, Е.Я.Байбарова,

- В.В.Мовчан, О.Г. Дзюба //Журн. неорг. химия.–1979.–Т.ХХIV. –Вып.2.–С.389-395.
8. Сафармамадзода С.М. Взаимодействие золота (III) с тиопирином при pH=3./ С.М.Сафармамадзода, С.Б.Сурайё, К.С. Мабаткадамзода //Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава сотрудников и студентов ТНУ. 2020. С.56-57.
 9. Сафармамадов С.М. Комплексные соединения серебра (I) с N,N-этилентииомочевинной / С.М. Сафармамадов, А.С. Содатдинова, //Вестник ТНУ. Сер. естеств. наук. – Душанбе, 2015. – № 1/1 – С.123-128.
 10. Бармин М.И. Координационные соединения Fe(III) с аминокпроизводными 1,2,4-триазола/ М.И.Бармин, Е.Л.Касатикова, И.Б.Караулова, В.В. Мельников // Коорд. химия.–1996.–Т.22.№.6.–С.462-465.
 11. Булхак И. Особенности строения сольватов α -бензилдиоксиматов железа (II) с пиридином/ И.Булхак, П.Н.Боурош, О.А.Болога, В.Лозан, Чиобэникэ, Я.Липковский, Т.Ф.Митина, Ю.А. Симонов// Журн. неорг. химия.–2010.–Т.55.–№7.–С.1111-1121.
 12. Артемкина Ю.М. Энергия активации электропроводности растворов 1-бутил-3-метилпиридиний бис{(трифторметил) сульфонил}имида в диметилсульфоксиде / Ю.М. Артемкина, И.А. Акимова, В.В. Щербаков //Успехи в химии и химической технологии. 2018. Т. 32. № 7 (203). С. 77-79.
 13. Гороховская Э.А. Особенности определения энергии активации удельной электропроводности растворов электролитов /Э.А. Гороховская., Ю.М.Артемкина, И.А. Акимова, В.В. Щербаков //Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 3 (213). С. 92-94.
 14. Акимова И.А., Электропроводность концентрированных растворов 1-бутил-3-метилпиридиний бис{(трифторметил)сульфонил}имида в диметилсульфоксиде / И.А. Акимова, Ю.М. Артемкина, В.В. Щербаков //Успехи в химии и химической технологии. 2018. Т. 32. № 7 (203). С. 35-37.
 15. Евстратова К.И. Физическая и коллоидная химия/К.И.Евстратова, Купина Н.А.-Москва,1990-486с.
 16. Шоедарова З.А.КомплексообразованиеFe(II), Fe(III) иCu (II) с 1,2,4-триазолтиолами. Автореф.дисс... канд.хим.наук. – Душанбе,2017. – 27с.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРОВ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II) С 4-МЕТИЛ- 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛОМ

С применением кондуктометрического метода исследован электропроводности растворов комплексов Cu(II) бо 4-метил-1,2,4-триазолтиол в водно-органических растворах. Выявлено, что констант диссоциации 4-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов меди (II) имеют значения соответствующих для очень слабых электролитов.

Ключевые слова: электропроводность, медь(II), 4-метил- 1,2,4-триазолтиол, водно-органический растворитель.

Сведения об авторах: Шоедарова Замира Азимишоевна –к.х.н., и.о. доцент кафедры химической технологии, Таджикский национальный университет. Тел:+992934038181.E-mail:shoedarova.2011@mail.ru;

Мабаткадамзода Кимё Сабзкадам –д.х.н., и.о. профессора кафедры неорганической химии, Таджикский национальный университет. Адрес:734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки,17. Тел: +992935436503E-mail:kimyo84@mail.ru;

Курбонмамадова Сухайло Муминовна – соискатель факультета естественных наук, Хорогский государственный университет имени М. Назаршоев. Адрес: М41, Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Шириниох Шахтемур, 28. Тел: +992937035823, E-mail:muminova79@gmail.com;

ОМУӢЗИШИ ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ МАҲЛУЛИ ПАЙВАСТҲОИ КОМПЛЕКСИИ МИСИ (II) БО 4-МЕТИЛ- 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛ

Бо истифода аз усули кондуктометрӣ электрогузарони маҳлули пайвастҳои комплекси Cu(II) бо 4-метил-1,2,4-триазолтиол дар маҳлули обӣ -органикӣ омӯхта шуд. Муайян карда шуд, ки қиммати диссоциатсияи пайвастҳои комплекси мис(II) бо 4-метил-1,2,4-триазолтиол барои электролитҳои заиф мувофиқ мекунад.

Калидвожаҳо: электрогузаронӣ, миси(II), 4-метил- 1,2,4-триазолтиол, маҳлули обӣ-органикӣ

Маълумот дар бораи муаллифон: Шоедарова Замира Азимишоевна – номзоди илмҳои химия, и.в.дотсенти кафедраи технологияи химиявии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел: +992934038181. E-mail: shoedarova.2011@mail.ru;

Мабатқадамзода Кимё Сабзқадам – д.и.х., и.в., профессори кафедраи химияи зайриорганикии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел: +992935436503. E-mail: kimyo84@mail.ru;

Қурбонмамадова Сухайло Мӯминовна – унвончуи факултети табиатиносии Донишгоҳи давлатии Хоруг ба номи М.Назаршоев Тел: +992937035823. E-mail: mumnova79@gmail.com;

STUDY OF THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOLUTIONS OF COPPER(II) COMPLEXES WITH 4-METHYL-1,2,4-TRIAZOLETHIOL

The electrical conductivity of solutions of Cu(II) complexes with 4-methyl-1,2,4-triazolethiol in aqueous organic solutions was studied using the conductometric method. It was found that the dissociation constants of 4-methyl-1,2,4-triazolethiol copper(II) complexes have values corresponding to very weak electrolytes.

Keywords: electrical conductivity, copper(II), 4-methyl-1,2,4-triazolethiol, aqueous-organic solutions.

Information about the authors: Shoedarova Zamira Azimshhоеvna –PhD, Acting Associate Professor of the Department of Chemical Technology, Tajik National University. Tel: +992934038181, E-mail: shoedarova.2011@mail.ru;

Mabatqadamzoda Kimyo Sabzkadam –D.Sc., Acting Professor of the Department of Inorganic Chemistry, Tajik National University. Tel: +992935436503, E-mail: kimyo84@mail.ru;

Kurbonmamadova Sukhaylo Muminovna –PhD candidate of the Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. E-mail: mumnova79@gmail.com; Tel: +992937035823.

УДК: 633.12

ПТИЦЫ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА**Абдулназаров А.Г., Ёрмамадова А., Куканбекова М., Хучамов Ш.****Памирский биологический институт им. академик Х.Ю.Юсуфбекова
Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева**

Общая протяжённость речной сети Западного Памира складывается за счёт многочисленных боковых притоков [1, с. 2]. Из относительно крупных боковых притоков главных артерий рек Западного Памира можно отметить правые притоки Пянджа - Мульводж, Абхарв, Гармчашма, Баджув, Хуф, Вомар, Висхарв и многие другие, которые представляют наибольший интерес с точки зрения изучения фауны птиц региона. Всего в реках Пяндж, Гунт и Шохдара по данным О.Е. Агаханянца [3] впадает свыше сотни притоков различной протяжённости и объёма воды.

Все реки Западного Памира имеют ледниковой и снеговой тип питания. Общая площадь современного оледенения на Памире составляет свыше 8000 км², а число ледников - 1083 [4, с. 5]. Половодья в реках Западного Памира наступают в июле и в августе, когда температура воздуха поднимается до уровня, достаточного для таяния ледников. Дождевой сток не играет существенной роли в питании западно-памирских рек. Меженный период в реках Западного Памира наступает в феврале и марте [6].

Реки Западного Памира отличаются высоким уровнем твёрдого стока. Количество взвешенных частиц в реке Бартанг в отдельные годы достигает 4.8 млн. тонн [80]. Твёрдый сток рек Памира является материальной основой для формирования речных террас, широких пойм и островов, которые впоследствии становятся объектами лесного и сельскохозяйственного освоения. В дальнейшем на Западном Памире они формируют характерные для водно-болотных угодий орнитологические комплексы.

Немаловажную роль в формировании орнитофауны водно-болотных угодий Западного Памира играют озера. По данным разных авторов, общее количество озёр на территории всего Памира составляет более 1500 водоёмов разного размера от 3 км до десятки м [7, с. 8]. Значительное количество мелких водоёмов расположено на территории Западного Памира. Абсолютное большинство озёр Западного Памира расположено на высокогорьях от 3000 до 3500 м над ур. м. Наиболее крупными озёрами Западного Памира являются Турумтайкуль, Друмкуль и Ойкуль. В связи с абсолютной высотой и труднодоступностью, орнитофауна высокогорных водоёмов Западного Памира до наших исследований оставалась абсолютно неизученной.

Постоянные стационарные исследования для изучения водно-болотных угодий и околотовных птиц были проведены на стационаре «Ниводак». Под регулярным маршрутным и стационарным наблюдением находился боковой приток р. Пяндж - горная река Хуфенз. Во время экспедиционных исследований были собраны материалы по фауне птиц большинства крупных рек Западного Памира и их боковых притоков. Виды птиц, посещающие водно-болотные биотопы с целью кормёжки, отнесены к группе залётно-кормящихся. Многие виды птиц находят подходящие станции гнездования (тугайные заросли, поля, скалы, жилые помещения и пр.) в побережных зонах рек и озёр.

Результаты наших исследований показывают, что в пределах водно-болотных угодий и их окрестностях встречаются 44 вида птиц. К категории гнездящихся относятся 19 видов, к оседлым – 6 видов, к зимующим – 13 вида и к залётно-кормящимся – 16 видов (приложение, таблица 1). Прилётно-гнездящимися видами водно-болотных угодий Западного Памира являются чомга, огарь, скопа, кряква, камышница, пастушок, перевозчик, малый зуёк, скалистая и городская ласточки, зимородок, черноспинная, горная, и белая трясогузки. Оседлыми птицами этих биотопов являются большой

крохаль, синяя птица, бурая оляпка, белобрюхая оляпка, белошапочная горихвостка и белоножка. Шилогость, гоголь, чирок-свистунок, красноносый нырок, вальдшнеп и горный дупель в реках Западного Памира встречаются во время перелёта и на зимовке. Кряква – является единственный вид, который на Западном Памире встречается на гнездовье, перелёте, а также и на зимовке.

Фоновыми видами зимнего населения птиц прибрежных участков рек Западного Памира являются скалистый поползень и краснокрылый стенолаз. Указанных видов в прибрежных зонах рек привлекает бесснежная береговая полоса который является основным местом кормёжки этих птиц. К многочисленным зимующим видам прибрежных зон рек Западного Памира относится краснобрюхая горихвостка. Этот вид здесь встречается исключительно в зимний период. Остальные 21 вид (приложения, таблица 1) относятся к залётным формам.

Таблица 5.1.6.1. - Гнездовая фауна водоплавающих и околоводных птиц Западного Памира

Название видов	Характер пребывания	Высота распространения			Оценка состоян ия численн ости
		от 800 до 1600 м над ур. м.	от 1600 до 2800 м над ур. м.	от 2800 до 4500 м над ур. м.	
1. Чомга	n	-	-	+	RR
2. Большой крохаль	s	+	+	+	R
3. Кряква	n	+	+	+	R
4. Огарь	n	+	+	+	R
5. Скопа	n	+	+	+	RR
6. Пастушок	n	+	+	-	RR
7. Камышница	n	+	+	-	R
8. Малый зуёк	n	+	+	-	R
9. Перевозчик	n	+	+	+	C
10. Зимородок	n	+	+	-	C
11. Городская ласточка	n	+	+	+	CC
12. Белобрюхая оляпка	s	+	+	+	C
13. Бурая оляпка	s	+	+	+	CC
14. Синяя птица	s	+	+	-	CC
15. Белошапочная горихвостка	s	-	+	+	CC
16. Белоножка	s	+	+	-	C
17. Чернospинная трясогузка	n	+	+	+	C
18. Белая трясогузка	n	+	+	+	CC
19. Горная трясогузка	n	+	+	+	CC

Продолжение таблицы 5.1.6.1.

Всего видов	19	17	18	13	
Гнездящиеся	13	12	12	9	
Оседлые	6	5	6	4	

Примечания:

1. s - оседлые, n - гнездящиеся, (+) - встречается редко, (-) - не встречается.
2. RR – редкий, R – малочисленный, C – обычный, CC – многочисленный.

Гнездовая фауна водно-болотных угодий Западного Памира включает 19 видов, в том числе 13 гнездящихся и 6 оседлых видов птиц (таблица 5.1.6.1). Такие виды птиц как чомга, большой крохаль, кряква, огарь, пастушок, камышница, малый зуёк и перевозчик являются типичными водно-болотными видами. Эти виды гнездятся в подходящих для них стациях до определённых вертикальных поясов.

Самый верхний предел гнездования чомги, огаря, малого зуйка и перевозчика является оз. Турумтайкуль (3520 м над ур. м.). Кряква не гнездится на оз. Турумтайкуль. Места её гнездования нами были обнаружены в ущелье Танимас (верховья долины р. Бартанг) на высоте 4200 м над ур. м., т.е. гораздо выше, чем в оз. Турумтайкуль.

Единственное место гнездования скопы на Западном Памире по-прежнему остаётся оз. Друмкуль на высоте 3000 м над ур. м.

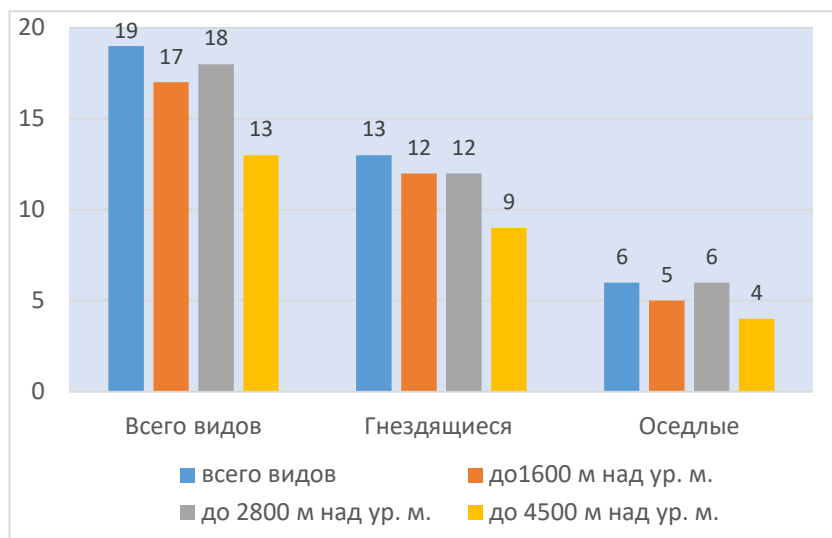
В результате полевых исследований нам впервые удалось доказать гнездование камышницы и пастушки на территории Западного Памира. Самыми высокими местами гнездования для камышницы являются пойменные заболоченные участки урочища Чавнроб в Рушанском районе (2000 м над ур. м.), а для пастушки самые высокие места гнездования на Западном Памире (стационар «Тем», 2100 м. над ур. м) являются заболоченные участки с редкими кустарниковыми растениями.

Типичными обитателями прибрежных участков рек Западного Памира являются бурая и белобрюхая оляпки, верхний предел вертикального распространения, которых достигает до 4000 м над ур. м.

Зимородок, городская ласточка, синяя птица, белошапочная горихвостка и белоножка, по сути, являются склерофильными видами и гнездятся в оврагах, на обрывах скал и других типичных горных стациях. Однако, всегда обязательным условием для гнездования этих видов является близость водного источника, в связи с чем, они попадают в список птиц водно-болотных угодий Западного Памира.

Белая, черноспинная и горная трясогузки являются обычными гнездящимися видами береговой линии высокогорных рек Западного Памира. Они охотно селятся и гнездятся под прибрежными кустарниковыми и полукустарниковыми растениями, иногда совсем рядом с водой.

Рисунок 5.1.6.1. - Соотношение количества видов гнездовой фауны птиц водно-болотных угодий Западного Памира в зависимости от их вертикального расположения



Анализ данных вертикального распространения гнездящихся птиц водно-болотных угодий Западного Памира показывает, что до высотных пределов 1600 м над ур. м. из 19 видов птиц гнездовой фауны встречаются 17 (12 гнездящихся и 5 оседлых) видов птиц. В пределах угодий, расположенных выше 1600-2800 м над ур. м. встречаются 18 (12 гнездящихся и 6 оседлых) видов. В облепиховых зарослях,

расположенных от 2800 до 4500 м над ур. м. встречаются 13 (9 гнездящихся и 4 оседлых) вида птиц.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Усков, Ю.С. Реки Таджикистан [Текст] / Ю.С. Усков // Природа и природные ресурсы. – Душанбе: Дониш, 1982. – С. 226-249.
2. Агаханянц, О.Е. Основные проблемы физической географии Памира [Текст] / О.Е. Агаханянц. – Душанбе: Изд. АН Тадж. ССР, 1965. – Ч.1. – 240 с.
3. Алешинская, З.В. Природные особенности Северного Памира и Алайской долины в конце позднего плейстоцена и в голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа) [Текст] / З.В. Алешинская, А.А. Никонов, Г.М. Шумова // Изв. АН СССР / Сер. геогр. – 1985. – №2. – С. 87-94.
4. Забиров, Р.Д. Оледенение Памира [Текст] / Р.Д. Забиров. – Географгиз, 1955. – 293 с.
5. Забиров, Р.Д. Оледенение Памира [Текст] / Р.Д. Забиров. – Л.: Географгиз, 1965. – 372 с.
6. Юсуфбеков, Х.Ю. Улучшение пастбищ и сенокосов Памира и Алайской долины [Текст] / Х.Ю. Юсуфбеков. – Душанбе: Дониш, 1968.
7. Ахроров, Рыбохозяйственное освоение водоёмов [Текст] / Ф. Ахроров, Г. Каримов, Е. Грищенко // Зоологическая наука Таджикистана за 60 лет. – Душанбе: Дониш, 1985. – С. 170-181.
8. Ахроров, Ф. Некоторые итоги акклиматизации рыб и их кормовых организмов в водоёмах Таджикистана [Текст] / Ф. Ахроров, Н. М. Мирзоев, М. М. Алибаева // Вестник Таджикского государственного национального университета / Серия естественных наук. – 2007. – №5. – С. 67-72.

ПАРАНДАГОНИ ҲАВЗАҲОИ ОБИЮ БОТЛОҶИИ ПОМИРИ ҒАРБӢ

Дар мақолаи мазкур маълумотҳои аниқ оиди хусусиятҳои сифатӣ ва миқдории олами парандагони Помири Ғарбӣ оварда шудаанд. Ҳамзамон оиди паҳншавии амудии парандагони лонагузор ва муқимӣ вобаста аз ҷойгиришавии амудии обанборҳо ва минтақаҳои лонагузори онҳо маълумотҳои муфасссал ҷой дода шудаанд.

Калидвожаҳо: *парандагони муқимӣ, парандагони лонагузор, паҳншавии амудӣ, обию ботлоқӣ, склерофилӣ.*

Маълумот дар бораи муаллифон: *Абдулназаров А.Г., доктори илмҳои биологӣ, директори Институти биологии Помир ба номи Х.Юсуфбекови АМИТ. Email: abdulnazar0470@gmail.com*

Ёрмамадова А.Ё.-муаллими калони кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев.

Куканбекова М.С.- муаллими калони кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев

Хучамов Ш., ходими илмии Институти биологии Помир ба номи Х. Юсуфбекови АМИТ, Email: shhujamov@lis.ru

ПТИЦЫ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА

В данной статье приводятся точные данные о качественных и количественных характеристиках птичьего мира Западного Памира. При этом имеются подробные сведения о вертикальном распространении гнездящихся и обитающих птиц в зависимости от вертикального расположения водоемов и мест их гнездования.

Ключевые слова: *оседлые птицы, гнездящиеся птицы, вертикальное распространение, водно-болотные, склерофильные.*

Абдулназаров А.Г., доктор биологических наук, директор Памирского биологического института им. Х.Юсуфбекова НАНТ. abdulnazar0470@gmail.com

Ёрмамадова А.Ё.-старший преподаватель кафедры биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаршоева

Куканбекова М.С. - страший преподаватель кафедры биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаршоева

Худжамов Ш., научный сотрудник Памирского биологического института им. Х. Юсуфбекова НАНТ. Email: shhujamov@lis.ru

BIRDS OF THE WETLANDS OF THE WESTERN PAMIRS

This article provides accurate data on the qualitative and quantitative characteristics of the bird world of the Western Pamirs. At the same time, detailed information is available on the vertical distribution of nesting and resident birds, depending on the vertical location of reservoirs and their nesting sites.

Keywords: *sedentary birds, nesting birds, vertical distribution, wetland, sclerophyll.*

Abdulnazarov A.G., Doctor of Biological Sciences, Director of the Pamir Biological Institute named after H.Yusufbekov NANT. abdulnazar0470@gmail.com

Yormamadova A.Y.-The senior teacher of biology Department of Krorog StateUniversity named after M.Nazarshoev, E-mail- azatmoy@gmail.com, Phone: +992930550186

Kukanbekova M.S.- The senior teacher of biology Department of Krorog StateUniversity named after M.Nazarshoev, E-mail- azatmoy@gmail.com, Phone: +992935996719.

Khudjamov Sh., researcher at the Pamir Biological Institute named after H. Yusufbekov NANT. Email: shhujamov@lis.ru

УДК: 581.8 (575.3)

ХУСУСИЯТҲОИ НАВДАҲОСИЛКУНИИ ТАМАШК (RUBUS IDAEUS L.) ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ

Асмаатбекова Ф.Я.

Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев

Дар солҳои охир масъалаи омӯзиши захираҳои генетикии растаниҳои мевадиханда ва мутобиқшавии онҳо ба шароити гуногуни иқлимӣ аҳамияти махсус пайдо намудааст. Ҷумҳурии Тоҷикистон, махсусан минтақаи Помири Ғарбӣ, бо шароити нодирӣ табиӣ ва иқлимии худ ҳамчун яке аз минтақаҳои муҳими таҳқиқоти ботаникӣ ва агробиологӣ шинохта мешавад. Дар ҷунин шароит омӯзиши зироатҳои буттамевагӣ, аз ҷумла тамашк (*Rubus idaeus* L.), аҳамияти калон дорад.

Тамашк яке аз зироатҳои арзишманди буттамевагӣ буда, меваҳои он бо таркиби бойи витаминҳо, моддаҳои фаъоли биологӣ, антиоксидантҳо ва микроэлементҳо фарқ мекунад. Меваҳои тамашк ҳам дар шакли тару тоза ва ҳам дар саноати коркарди маҳсулоти ҳӯрокворӣ васеъ истифода мешаванд.

Яке аз хусусиятҳои муҳими биологии тамашк қобилияти баланди навардосилкунӣ мебошад. Аз ташаккули навардҳои ҷойивазкунанда ва решагӣ рушди бутта, ҳосилнокӣ, қобилияти барқароршавӣ ва афзоиши вегетативии растанӣ вобастагии калон дорад.

Тамашк ба оилаи Rosaceae Juss. тааллуқ дошта, яке аз зироатҳои муҳимтарини буттамевагӣ ба ҳисоб меравад. Дар ҳаҷон талабот ба маҳсулоти тамашкӣ сол аз сол зиёд шуда, он ҳамчун манбаи муҳими маҳсулоти ғизоӣ ва доруворӣ эътироф гардидааст. Меваҳои тамашк дорои витаминҳои С, А, В1, В2, В6, Е ва РР, инчунин қандҳо, кислотаҳои органикӣ, пектинҳо ва микроэлементҳо мебошанд. Ин таркиб ба меваҳои тамашк арзиши баланди ғизоӣ ва табобатӣ мебахшад [1].

Дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон, махсусан дар минтақаҳои кӯҳии Бадахшон, тамашк метавонад ҳамчун зироати ояндадори соҳаи боғдорӣ истифода шавад. Шароити мусоиди радиатсионӣ ва тозагии муҳити зист барои ташаккули меваҳои дорои сифати баланд замина фароҳам меорад.

Тамашк растании бисёрсола буда, қисми зеризаминии он солҳои зиёд фаъол менамояд, вале қисми рӯизаминиаш давраи ҳаётии дусола дорад. Дар соли аввал навардҳои ҷавон ташаккул ёфта, дар соли дуюм онҳо гул карда, ҳосил медиҳанд. Баъди мевадихӣ

навдаҳои дузола хушк мешаванд ва ҷойи онҳоро навдаҳои ҷавон ишғол мекунанд [2].

Системаи реша аз решапоя ва решаҳои паҳлӯй иборат буда, маҳз аз ҳамин решаҳо навдаҳои нав ташаккул меёбанд. Ин хусусият барои афзоиши вегетативӣ ва таҷдиди табиӣ растанӣ аҳаммияти калон дорад.

Яке аз аломатҳои муҳими ботаникии тамашк қобилияти баланди навдахосилкунӣ мебошад, ки барои нигоҳ доштани маҳсулноки ва мутобиқшавии растанӣ ба шароити гуногуни муҳити зист мусоидат менамояд. Навдахосилкунӣ яке аз муҳимтарин равандҳои биологӣ дар ҳаёти тамашк мебошад. Ин раванд рушди минбаъдаи бутта, ташаккули қисми рӯизаминӣ, ҳосилнокӣ ва давомнокии ҳаёти растаниро муайян мекунанд. Дар қисми зеризаминии растанӣ муғчаҳои зиёди хобида ҷойгир мешаванд. Дар шароити мусоид ин муғчаҳо ғайбгардида, навдаҳои ҷавон ҳосил мекунанд. Навдаҳои нав асосан аз ҳисоби муғчаҳои решапоя ва решаҳои паҳлӯй ташаккул меёбанд [4].

Дар шароити Помири Ғарбӣ оғози сабзиши навдаҳо одатан ба даҳаи сеюми моҳи март ё аввали моҳи апрел рост меояд. Дар ин давра ғайбгардиҳои физиологӣ решаҳо зиёд шуда, қабби об ва моддаҳои ғизоӣ ғайбгардад.

Қобилияти навдахосилкунӣ хусусияти ирсӣ дошта, аз навъ вобаста мебошад. Баъзе навъҳо шумораи зиёди навдаҳои решагӣ ҳосил намуда, зуд паҳн мешаванд, дар ҳоле ки навъҳои дигар бо навдахосилкунии нисбатан суст фарқ мекунанд. Дар растании тамашк чор намуди асосии навдаҳо фарқ карда мешаванд [5].

Ин навдаҳо аз қисми марказии решапоя ташаккул ёфта, баъди хушк шудани навдаҳои дузола онҳоро иваз мекунанд. Онҳо асоси ҳосили соли ояндаро ташкил медиҳанд. Аз муғчаҳои ҷойгиршуда дар решаҳои паҳлӯй ташаккул ёфта, воситаи асосии афзоиши вегетативии тамашк ба ҳисоб мераванд. Дар истехсолот онҳо ҳамчун маводи ниҳолшинонӣ истифода мешаванд [6].

Дар соли дуҷуми ҳаёт аз муғчаҳои генеративӣ ташаккул ёфта, ҳосили асосии растаниро таъмин мекунанд. Аз муғчаҳои бағалӣ инкишоф ёфта, қисми зиёди гул ва меваҳоро дар худ ҷой медиҳанд. Миқдори онҳо яке аз нишондиҳандаҳои муҳими маҳсулноки мебошад [3].

Шароити тадқиқот ва объектҳои омӯзиш

Тадқиқотҳо дар қитъаҳои таҷрибаии Боғи ботаникии Помир ба номи А.В. Гурский гузаронида шудаанд. Объекти тадқиқот навъҳои гуногуни тамашк, аз ҷумла Беглянка, Новость Кузьмина, Блестящая ва Ранний Сюрприз буданд.

Натиҷаҳои тадқиқот

Яке аз нишондиҳандаҳои муҳими баҳодиҳии қобилияти навдахосилкунӣ ва мутобиқшавии тамашк ба шароити муҳити зист омӯзиши хусусиятҳои морфологӣ навдаҳо мебошад. Нишондиҳандаҳои морфологӣ имкон медиҳанд, ки дараҷаи рушд, ҳолати физиологӣ ва қобилияти маҳсулнокии растанӣ муайян карда шавад. Ба нишондиҳандаҳои асосии морфологӣ навдаҳо баландӣ, диаметри поя, шумораи баргҳо, дарозии байнибуғумҳо, дараҷаи шохаронӣ ва сатҳи пухтарасии навдаҳо дохил мешаванд.

Дар шароити Помири Ғарбӣ рушди морфологӣ навдаҳо зерини таъсири омилҳои гуногуни муҳити зист, аз ҷумла ҳарорат, намнокӣ, рӯшноӣ ва хусусиятҳои хок сурат мегирад. Баландкӯҳ будани минтақа, радиатсияи баланди офтобӣ ва фарқияти назарраси ҳарорати шабонарӯзӣ ба ташаккули навдаҳои нисбатан мустаҳкам ва хуб инкишофёфта мусоидат менамоянд.

Ҷадвали 1.- Хусусиятҳои морфологӣ навдаҳои тамашк.

Хелҳои навдаҳои тамашк	Баландӣ (см)	Диаметр (см)	Шумораи баргҳо (адад)
Навдаҳои ҷойивазкунанда	185,4 ± 3,1	1,6 ± 0,05	32,5 ± 1,2
Навдаҳои решагӣ	148,6 ± 2,8	1,2 ± 0,04	24,7 ± 1,1

Натиҷаҳои дар ҷадвали 1 овардашуда нишон медиҳанд, ки байни навдаҳои

қойивазкунанда ва навдаҳои решагии тамашк аз рӯи нишондиҳандаҳои морфологӣ фарқияти муайян мавҷуд аст. Ин фарқиятҳо пеш аз ҳама ба хусусиятҳои биологӣ онҳо ва нақши ҳар як навъ навда дар ҳаёти растанӣ вобаста мебошанд.

Таҳлилҳо нишон доданд, ки баландии миёнаи навдаҳои қойивазкунанда $185,4 \pm 3,1$ см-ро ташкил медиҳад, дар ҳоле ки баландии навдаҳои решагӣ $148,6 \pm 2,8$ см мебошад. Аз ин маълумот бармеояд, ки навдаҳои қойивазкунанда нисбат ба навдаҳои решагӣ тақрибан 36,8 см баландтар мебошанд. Ин ҳолат аз он шаҳодат медиҳад, ки навдаҳои қойивазкунанда дорои қобилияти баланди афзоиш буда, дар ташаккули ҳосили соли оянда нақши асосӣ мебозанд.

Диаметри миёнаи навдаҳои қойивазкунанда $1,6 \pm 0,05$ см муайян карда шуд, ки нисбат ба навдаҳои решагӣ ($1,2 \pm 0,04$ см) зиёд мебошад. Ғафсии бештари поя нишон медиҳад, ки навдаҳои қойивазкунанда бофтаҳои механикӣ хуб инкишофёфта доранд ва метавонанд ба таъсири омилҳои номусоиди муҳити зист, аз ҷумла шамол, сармо ва тағйирёбии ҳарорат беҳтар муқовимат намоянд. Илова бар ин, дар чунин навдаҳо миқдори зиёди моддаҳои захиравӣ ҷамъ шуда, онҳо зимистонро беҳтар паси сар мекунанд.

Аз рӯи шумораи баргҳо низ фарқияти назаррас ба мушоҳида мерасад. Дар навдаҳои қойивазкунанда ба ҳисоби миёна $32,5 \pm 1,2$ адад барг ташаккул ёфтааст, дар ҳоле ки дар навдаҳои решагӣ ин нишондиҳанда $24,7 \pm 1,1$ адад-ро ташкил медиҳад (ҷадвали 1). Шумораи зиёди баргҳо барои баланд шудани сатҳи фотосинтез мусоидат намуда, имконият медиҳад, ки моддаҳои органикӣ бештар ҳосил шаванд. Ин ҳолат ба рушди минбаъдаи навдаҳо ва ташаккули муғчаҳои генеративӣ таъсири мусбат мерасонад.

Мушоҳидаҳо нишон доданд, ки байни ҳамаи нишондиҳандаҳои морфологӣ робитаи мусбат мавҷуд аст. Навдаҳое, ки баландии бештар доранд, одатан диаметри калонтар ва шумораи зиёди баргҳо низ доранд. Ин нишон медиҳад, ки рушди ҳамаи узвҳои навда ба ҳамдигар алоқаманд буда, дар маҷмӯъ сифати умумии наводро муайян мекунанд.

Ҳамин тариқ, натиҷаҳои ҷадвал нишон медиҳанд, ки навдаҳои қойивазкунанда аз рӯи баландӣ, ғафсӣ ва шумораи баргҳо нисбат ба навдаҳои решагӣ бартарӣ доранд. Ин хусусиятҳо аҳамияти калони биологӣ дошта, барои ташаккули ҳосили соли оянда ва нигоҳ доштани маҳсулнокии бутта нақши ҳалқунанда мебозанд. Дар айни замон навдаҳои решагӣ бештар барои афзоиши вегетативӣ ва васеъ намудани майдони кишт хизмат мекунанд. Аз ин рӯ ҳар ду намуди навдаҳо дар ҳаёти растанӣ тамашк аҳамияти муҳим дошта, якдигарро пурра менамоянд.

Яке аз нишондиҳандаҳои муҳимтарин баландии навдаҳо мебошад. Баландии навдаҳо қувваи сабзиш ва қобилияти рушди растаниро инъикос мекунад. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки дар шароити Помири Ғарбӣ баландии навдаҳои яқсолаи тамашк вобаста ба навъ ва шароити парвариш аз 120 то 220 см-ро ташкил медиҳад. Дар навъҳои серқувват баландии навдаҳо бештар буда, онҳо бо рушди хуби қисми рӯизаминӣ фарқ мекунанд. Навдаҳои баланд одатан миқдори зиёди баргҳо ва муғчаҳои генеративӣ ташаккул дода, барои ҳосили соли оянда аҳамияти калон доранд.

Мушоҳидаҳо нишон доданд, ки афзоиши босуръати баландии навдаҳо асосан дар моҳҳои май ва июн ба амал меояд. Дар ҳамин давра навдаҳо қисми зиёди баландии худро ба даст меоранд. Дар нимаи дуюми тобистон суръати афзоиш тадриҷан кам шуда, растанӣ ба ҷамъ намудани моддаҳои захиравӣ ва пухтарасии бофтаҳо мегузарад. Дар натиҷа навдаҳо ба зимистонгузаронӣ омода мешаванд.

Баландии навдаҳо ба шароити нигоҳубин низ вобастагӣ дорад. Дар қитъаҳое, ки обёрии мунтазам ва ғизодиҳии кофӣ таъмин карда шудааст, навдаҳо нисбатан баландтар инкишоф меёбанд. Баръакс, дар шароити норасоии намӣ ва ғизо суръати афзоиши онҳо паст гардида, баландии умумии навдаҳо кам мешавад.

Дар баробари баландӣ, диаметри навдаҳо низ яке аз нишондиҳандаҳои муҳимми

сифати онҳо мебошад. Ғафсии поя нишондиҳандаи дараҷаи рушди бофтаҳои механикӣ ва гузаронандаи растанӣ буда, ба устуворӣ ва қобилияти зимистонгузаронии он таъсири калон мерасонад. Дар шароити Помири Ғарбӣ диаметри миёнаи навдаҳо дар қисмати миёнаи поя аз 0,8 то 1,8 см муайян карда шуд.

Навдаҳои ғафс нисбат ба навдаҳои борик устувории бештар дошта, ба таъсири ҳарорати паст, шамолҳои сахт ва дигар омилҳои номусоиди муҳити зист бештар муқовимат мекунанд. Илова бар ин, дар чунин навдаҳо захираи бештари моддаҳои ғизӣ чамъ гардида, онҳо дар фасли баҳори соли оянда рушди ғаёолтар нишон медиҳанд.

Дар рафти тадқиқот муайян карда шуд, ки байни баландӣ ва диаметри навдаҳо робитаи мусбат вучуд дорад. Навдаҳои хуб рушдкарда одатан ҳам баланд ва ҳам ғафс мебошанд. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки дар шароити Помири Ғарбӣ қисми зиёди навдаҳо то охири давраи вегетатсия дараҷаи хуби пухтарасиро ба даст меоранд. Ин ҳолат ба шарофати радиатсияи баланди офтобӣ ва фарқияти назарраси ҳарорати шабонарӯзӣ ба вучуд меояд. Маҳз ҳамин омилҳо ба чамъшавии моддаҳои пластикӣ ва мустаҳкамшавии бофтаҳои поя мусоидат менамояд.

Ҷадвали 2 - Нишондиҳандаҳои навдаҳосилкунии навъҳои тамашк дар шароити Помири Ғарбӣ.

Навъҳои тамашк	Шумораи навдаҳои ҷойивазкунанда (адад/бутта)	Шумораи навдаҳои решагӣ (адад/бутта)	Баландии миёнаи навдаҳо (см)	Диаметри миёнаи навдаҳо (см)
Беглянка	7,2 ±0,3	14,5 ±0,5	165,4 ±2,6	1,2 ±0,04
Новост Кузмина	8,6 ±0,4	18,3 ±0,6	184,7 ±3,1	1,5 ±0,05
Блестящая	9,4 ±0,5	21,6 ±0,7	198,5 ±3,4	1,7 ±0,06
Ранний сюрприз	6,8 ±0,3	12,7 ±0,4	154,3 ±2,8	1,1 ±0,04
Ҳосили миёна	8,0 ±0,4	16,8 ±0,6	175,7 ±3,0	1,4 ±0,05

Маълумотҳои дар ҷадвали 2 овардашуда натиҷаҳои омӯзиши қобилияти навдаҳосилкунии навъҳои гуногуни тамашкро дар шароити Помири Ғарбӣ инъикос менамоянд. Дар рафти тадқиқот нишондиҳандаҳои асосии морфологӣ ва биологии навдаҳо, аз ҷумла шумораи навдаҳои ҷойивазкунанда, шумораи навдаҳои решагӣ, баландии миёна ва диаметри навдаҳо мавриди омӯзиш қарор гирифтанд. Ин нишондиҳандаҳо барои баҳодиҳии қобилияти мутобиқшавӣ ва маҳсулнокии навъҳо аҳаммияти муҳим доранд.

Таҳлили маълумотҳо нишон дод, ки байни навъҳои омӯхташуда аз рӯи ҳамаи нишондиҳандаҳои навдаҳосилкунӣ фарқиятҳои муайян мавҷуд мебошанд. Ин фарқиятҳо пеш аз ҳама ба хусусиятҳои генетикии навъҳо ва қобилияти онҳо барои мутобиқшавӣ ба шароити иқлимии баландкӯҳи Помири Ғарбӣ вобаста мебошанд.

Аз рӯи шумораи навдаҳои ҷойивазкунанда нишондиҳандаи баландтарин дар навъи Блестящая ба қайд гирифта шуд. Дар ин навъ ба ҳисоби миёна 9,4 ±0,5 адад навдаи ҷойивазкунанда дар як бутта ташаккул ёфт. Ин нишондиҳанда нисбат ба дигар навъҳои омӯхташуда бештар буда, аз қобилияти баланди таҷдидшавии бутта шаҳодат медиҳад. Навдаҳои ҷойивазкунанда асоси ҳосили соли ояндаро ташкил медиҳанд, бинобар ин зиёд будани шумораи онҳо хусусияти мусбати биологӣ ба ҳисоб меравад.

Дар ҷойи дуюм навъи Новост Кузмина қарор дорад, ки дар он ба ҳисоби миёна 8,6 ±0,4 адад навдаи ҷойивазкунанда ташаккул ёфт. Ин нишондиҳанда аз сатҳи миёнаи ҳамаи навъҳо баландтар буда, мутобиқшавии хуби навъро ба шароити муҳити зист

нишон медиҳад.

Навъи Беглянка аз рӯи шумораи навдаҳои ҷойивазкунада $7,2 \pm 0,3$ адад нишон дод, ки ба нишондиҳандаи миёна наздик мебошад. Гарчанде ки ин навъ нисбат ба Блестящая ва Новост Кузмина камтар навда ҳосил намудааст, аммо қобилияти навдахосилкунии он барои парвариш дар шароити минтақа қаноатбахш арзёбӣ мегардад.

Нишондиҳандаи пасттарин дар навъи Ранний сюрприз мушоҳида гардид, ки ҳамагӣ $6,8 \pm 0,3$ адад навдаи ҷойивазкунада ҳосил намуд. Ин ҳолат метавонад ба хусусиятҳои ирсӣ ва суръати нисбатан пастӣ ташаккули навдаҳои ҷавон вобаста бошад.

Ҳангоми омӯзиши навдаҳои решагӣ низ фарқиятҳои назаррас мушоҳида гардиданд. Бештарин шумораи навдаҳои решагӣ дар навъи Блестящая ба қайд гирифта шуд, ки ба ҳисоби миёна $21,6 \pm 0,7$ адад дар як буттаро ташкил намуд. Ин таҳлилҳо нишон медиҳад, ки навъи мазкур дорои қобилияти баланди афзоиши вегетативӣ мебошад. Чунин хусусият барои гирифтани маводи ниҳолшинонӣ ва васеъ намудани майдонҳои кишт аҳаммияти калон дорад.

Дар навъи Новост Кузмина шумораи навдаҳои решагӣ $18,3 \pm 0,6$ адад-ро ташкил намуд. Ин нишондиҳанда низ нисбатан баланд буда, имконият медиҳад, ки навъ бо роҳи афзоиши вегетативӣ самаранок паҳн карда шавад.

Дар навъи Беглянка ба ҳисоби миёна $14,5 \pm 0,5$ адад навдаи решагӣ ба қайд гирифта шуд. Ин нишондиҳанда аз ҳисоби миёна каме пасттар бошад ҳам, барои нигоҳ доштани маҳсулнокии ва таҷдиди буттаҳо кофӣ мебошад.

Камтарин шумораи навдаҳои решагӣ дар навъи Ранний сюрприз мушоҳида гардид, ҳамагӣ $12,7 \pm 0,4$ адад-ро ташкил намуд. Ин нишон медиҳад, ки қобилияти афзоиши вегетативии навъи мазкур нисбат ба дигар навъҳои омӯхташуда пасттар мебошад.

Яке аз нишондиҳандаҳои муҳимми сифати навдаҳо баландии онҳо мебошад. Таҳлилҳо нишон доданд, ки баландии миёнаи навдаҳо вобаста ба навъ аз 154,3 то 198,5 см тағйир меёбад.

Аз рӯи ин нишондиҳанда боз ҳам навъи Блестящая мавқеи аввалро ишғол намуд. Баландии миёнаи навдаҳои он $198,5 \pm 3,4$ см-ро ташкил дод. Баландии зиёди навдаҳо аз ғафлияти хуби физиологӣ ва қобилияти баланди нашъунамо шаҳодат медиҳад. Навдаҳои баланд одатан шумораи зиёди муғчаҳои генеративӣ ташаккул дода, барои ҳосили оянда аҳаммияти калон доранд.

Дар навъи Новост Кузмина баландии миёнаи навдаҳо $184,7 \pm 3,1$ см муайян карда шуд. Ин нишондиҳанда низ нисбатан баланд буда, аз рушди хуби қисми рӯизаминии растанӣ шаҳодат медиҳад.

Навъи Беглянка баландии миёнаи $165,4 \pm 2,6$ см нишон дод. Гарчанде ки ин нишондиҳанда нисбат ба ду навъи қаблӣ пасттар аст, аммо барои шароити баландкӯҳи Помир натиҷаи хуб ба ҳисоб меравад.

Баландии камтарин дар навъи Ранний сюрприз мушоҳида гардид, ки $154,3 \pm 2,8$ см-ро ташкил дод. Ин ҳолат бо дигар нишондиҳандаҳои нисбатан пастӣ навдахосилкунии ин навъ мувофиқат мекунад.

Диаметри навдаҳо низ яке аз нишондиҳандаҳои муҳимми морфологӣ мебошад. Навдаҳои ғафс одатан ба шароити номусоиди муҳити зист беҳтар тоб оварда, қобилияти баланди зимистонгузаронӣ доранд.

Таҳқиқот нишон доданд, ки диаметри калонтарин дар навъи Блестящая ба қайд гирифта шуда, $1,7 \pm 0,06$ см-ро ташкил дод. Ин нишон медиҳад, ки навдаи мазкур на танҳо баланд, балки аз ҷиҳати сохтори механикӣ низ хеле хуб инкишоф ёфтааст.

Дар навъи Новост Кузмина диаметри миёнаи навдаҳо $1,5 \pm 0,05$ см муайян карда шуд. Ин нишондиҳанда низ баланд буда, устувории хуби навдахоро таъмин менамояд.

Навъи Беглянка диаметри миёнаи $1,2 \pm 0,04$ см нишон дод. Ин навъ аз рӯи ғафсии поя нисбат ба Новост Кузмина ва Блестящая каме ақиб мемонад, вале барои рушди муътадил ва зимистонгузаронӣ мувофиқ мебошад.

Нишондиҳандаи пасттарин дар навъи Ранний сюрприз мушоҳида гардида, ҳамагӣ $1,1 \pm 0,04$ см-ро ташкил намуд. Ин ҳолат нишон медиҳад, ки навдаҳои ин навъ нисбатан бориқ буда, ба омилҳои номусоиди муҳити зист ҳассостаранд.

Ҳангоми муқоисаи ҳамаи нишондиҳандаҳо муайян гардид, ки байни шумораи навдаҳо, баландӣ ва диаметри онҳо робитаи мусбат мавҷуд аст. Навъҳои, ки шумораи зиёди навдаҳои ҷойивазкунонда ва решагӣ ташаккул медиҳанд, одатан баландии бештар ва диаметри калонтар низ доранд. Ин ҳолат махсусан дар навъҳои Блестящая ва Новост Кузмина равшан мушоҳида гардид.

Дар маҷмӯъ нишондиҳандаҳои миёнаи ҳамаи навъҳо чунин буданд: шумораи навдаҳои ҷойивазкунонда $8,0 \pm 0,4$ адад, шумораи навдаҳои решагӣ $16,8 \pm 0,6$ адад, баландии миёнаи навдаҳо $175,7 \pm 3,0$ см ва диаметри миёнаи онҳо $1,4 \pm 0,05$ см-ро ташкил дод. Ин маълумотҳо нишон медиҳанд, ки шароити иқлимии Помири Ғарбӣ барои рушди навдаҳои тамашк мусоид буда, аксари навъҳои омӯхташуда қобилияти хуби мутобиқшавӣ нишон медиҳанд.

Ҳамин тариқ, аз рӯи маҷмӯи нишондиҳандаҳои навдаҳосилкунӣ навъи Блестящая натиҷаҳои беҳтаринро нишон дод. Дар ҷойи дуюм навъи Новост Кузмина қарор гирифта, навъҳои Беглянка ва Ранний сюрприз нишондиҳандаҳои нисбатан пасттар доштанд. Натиҷаҳои бадастомада шаҳодат медиҳанд, ки навъҳои Блестящая ва Геракл барои парвариш дар шароити Помири Ғарбӣ аз ҷиҳати қобилияти навдаҳосилкунӣ ва мутобиқшавӣ ояндадор мебошанд.

Ҳангоми муқоисаи нишондиҳандаҳои морфологӣ навдаҳо муайян гардид, ки навдаҳои дорои баландии зиёд, диаметри калон ва дараҷаи баланди баргпӯшӣ аз ҷиҳати физиологӣ ғафлтар буда, қобилияти беҳтари зимистонгузаронӣ доранд. Онҳо дар баҳори соли оянда зудтар ба нашъунамо шурӯъ намуда, шумораи зиёди шохаҳои мевадиҳанда ташаккул медиҳанд.

Омӯзиши нишондиҳандаҳои морфологӣ навдаҳо нишон дод, ки дар шароити Помири Ғарбӣ тамашк навдаҳои нисбатан баланд, ғафс ва хуб рушдкарда ташаккул медиҳад. Баландии навдаҳо аз 120 то 220 см ва диаметри онҳо аз 0,8 то 1,8 см-ро ташкил намуд. Муайян карда шуд, ки байни нишондиҳандаҳои асосии морфологӣ робитаи зич мавҷуд буда, навдаҳои пурқувват барои ташаккули ҳосили баланд ва нигоҳ доштани маҳсулнокии устувори растанӣ аҳаммияти калон доранд. Омӯзиши ин хусусиятҳо барои интихоби навъҳои мутобиқ ва тақмили технологияи парвариши тамашк дар шароити Помири Ғарбӣ заминаи илмӣ фароҳам меорад.

АДАБИЁТ:

1. Александрова, Г.Д. Малина в саду. – Л.: Лениздат, 1989. - 93 с.
2. Бобнев, А.Д. Малина в Челябинской области / А.Д. Бобнев // Садоводство- №7. - 1980. - 23 с.
3. Витковский В.Л. Морфогенез плодовых растений. – Ленинград: Колос, 1984. – 207 с.
4. Воронина, А.И. Размножение и выращивание оздоровленного посадочного материала ягодных культур / А.И. Воронина. – Л.: Колос, 1977. - 96 с.
5. Волуэнев, А.Г. Ягодный сад / А.Г. Волуэнев. – Минск: изд-во Урожай, 1970. – 264 с.
6. Гляделкина А.С. Устойчивость сортов малины к температурным стрессорам зимнего периода // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - № 9. - 2008. - С. 27 - 31.
7. Груздов, С.Ф. Малина и ежевика / С.Ф.Груздов, Н.К. Смольянинова, А.П. Ниточкина. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 160 с.
8. Гурский А.В. Дикорастущие и культурные древесные растения Советского Бадахшана // Труды Таджикского филиала АН СССР. – Душанбе: 1951. -18 с.

9. Добренков Е.А. История создания, биоразнообразие коллекции рода *Rubus* L. Майкопской опытной станции и основные результаты оценки устойчивости образцов к стресс-факторам среды / Е.А. Добренков, Л.Г. Семенова, Е.Л. Добренкова // Вестник Майкопского государственного технологического университета. № 4,-2010.- С. 16 - 19.
10. Дорошенко, Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России: Монография / Т.Н. Дорошенко. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. -С.123.
11. Дубровская С.В. Малина, облепиха, рябина // Лечение без лекарств, № 1. 2012.– С.76–190.

ХУСУСИЯТҲОИ НАВДАҲОСИЛКУНИИ ТАМАШК (*RUBUS IDAEUS* L.) ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ

Дар мақола хусусиятҳои навдаҳосилкунии навъҳои гуногуни тамашк (*Rubus idaeus* L.) дар шароити Помири Ғарбӣ баррасӣ гардидаанд. Нақши навдаҳои ҷойивазкунанда ва решагӣ дар рушд, мутобиқшавӣ ва маҳсулнокии растани таҳлил шудааст. Муайян карда шудааст, ки шароити иқлимии минтақа ба ташиаккул ва рушди навдаҳо таъсири назаррас мерасонад. Навъҳои омӯхташуда аз рӯи қобилияти навдаҳосилкунӣ фарқ намуда, баъзе аз онҳо барои парвариш дар шароити баландкӯҳҳои Помир ояндадор мебошанд.

Калидвожаҳо: тамашк, *Rubus idaeus* L., навдаҳосилкунӣ, навдаҳои ҷойивазкунанда, навдаҳои решагӣ, Помири Ғарбӣ, мутобиқшавӣ, ҳосилнокӣ.

Маълумот дар бораи муаллиф: Асмаатбекова Фарзина Якубалишоевна – номзоди илмҳои биологӣ, ходими калони илмӣ Институти биологии Помир ба номи Х. Ю. Юсуфбеков, Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, омӯзгори кафедраи ботаника ва экологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев. Нишонӣ: Ҷумҳурии Тоҷикистон, Вилояти Мухтори Кӯҳистони Бадахшон, шаҳри Хоруғ. Почтаи электронӣ: farzinaasmatbekova@gmail.com. Телефон: +992 930 44 05 83

ОСОБЕННОСТИ ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ МАЛИНЫ (*RUBUS IDAEUS* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПАМИРА

В статье рассмотрены особенности побегообразования различных сортов малины (*Rubus idaeus* L.) в условиях Западного Памира. Проанализирована роль побегов замещения и корневых отпрысков в развитии, адаптации и продуктивности растений. Установлено, что климатические условия региона оказывают существенное влияние на формирование и развитие побегов. Изученные сорта различаются по способности к побегообразованию, при этом некоторые из них являются перспективными для возделывания в высокогорных условиях Памира.

Ключевые слова: малина, *Rubus idaeus* L., побегообразование, побеги замещения, корневые отпрыски, Западный Памир, адаптация, продуктивность.

Сведения об авторе: Асмаатбекова Фарзина Якубалишоевна - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Памирского биологического института имени Х. Ю. Юсуфбекова, Национальной академии наук Таджикистана, преподаватель кафедры ботаники и экологии Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, Горно-Бадахшанская автономная область, г. Хорог. E-mail: farzinaasmatbekova@gmail.com. Телефон: + 992930440583

SHOOT FORMATION CHARACTERISTICS OF RASPBERRY (*RUBUS IDAEUS* L.) UNDER THE CONDITIONS OF THE WESTERN PAMIR

This article examines the shoot formation characteristics of different raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars under the environmental conditions of the Western Pamir. The role of replacement shoots and root suckers in plant development, adaptation, and productivity is analyzed. The study revealed that the climatic conditions of the region have a significant influence on the formation and growth of shoots. The investigated cultivars differ in their shoot-forming ability, and some of them have shown considerable potential for cultivation in the high-mountain conditions of the Pamir.

Keywords: raspberry, *Rubus idaeus* L., shoot formation, replacement shoots, root suckers, Western Pamir, adaptation, productivity.

Author Information: FARZINA YAKUBALISHOEVNA ASMATBEKOVA – Candidate of Biological Sciences (PhD), Senior Researcher at the Kh. Yu. Yusufbekov Pamir Biological Institute of the National Academy of Sciences of Tajikistan; Lecturer at the Department of Botany and Ecology, Khorog State University named after M. Nazarshoev.

Address: Khorog, Gorno-Badakhshan Autonomous Region, Republic of Tajikistan. E-mail: farzinaasmatbekova@gmail.com. Phone: +992 930 44 05 83

УДК: 551.58:631.4:581.9 (575.32)

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА

Давлатбек С.Х.

Хорогский государственный университет им. М. Назаршоева

Западный Памир является одним из самых уникальных и сложных по физико-географическим характеристикам регионов Центральной Азии. Этот регион занимает юго-восточную часть Таджикистана — Горно-Бадахшанскую автономную область (ГБАО). Высокогорное положение, сильно расчлененный рельеф и удаленность от океанов создают для этого региона экстремальные природно-экологические условия (Мамадризохонов и др., 2020). Географическая изоляция, в сочетании с мощными горными системами Тянь-Шаня, Гиндукуша и Каракорума, формирует резко континентальный и аридный климат. Западный Памир, в отличие от Восточного, является более мягким регионом с глубокими долинами, но также отличается засушливым климатом. Исследования, проведенные О.Е. Агаханянцем (1966) и И.А. Канном (1965), показали, что Западный Памир является перспективным для развития горного садоводства и возделывания плодовых культур.

Западный Памир характеризуется орографической структурой, где преобладают высокие горные хребты и глубоко врезаемые речные долины. Для рельефа характерна неровная поверхность с ярко выраженной вертикальной зональностью. Основные формы земной поверхности: крутые горные склоны, конусы выноса, осыпи и террасы рек.

Высокая степень расчлененности рельефа ограничивает площади, пригодные для сельского хозяйства. Например, доля скал и осыпей в общей площади бассейна реки Бартанг составляет 76,2%, а в бассейне реки Язгулям — 58,4%. Это требует применения террасного земледелия и особого подхода к использованию водных и почвенных ресурсов.

Исследования проводились в период с 2022 по 2025 год и включали комплексный подход, основанный на нескольких методах. Для проведения метеорологического мониторинга был организован сбор и анализ данных, полученных с региональных метеостанций, расположенных в различных точках Западного Памира, таких как Хумроги, Хорог, Ишкашим, Ирхт и Джавшангоз. Эти станции охватывают высотный диапазон от 1751 до 3410 метров над уровнем моря, что позволило детально изучить климатические условия в зависимости от высоты.

Для оценки почвенного покрова региона использовались классификации И.А. Канны (1961) и С.С. Чербаря (1986), что обеспечило систематизацию почвенных типов и их характеристик в различных районах Западного Памира. Параллельно проводился геоботанический анализ растительности с использованием типологии, предложенной П.Н. Овчинниковым (1957) и О.Е. Агаханянцем (1966), что позволило выделить ключевые растительные зоны и их особенности в зависимости от высотных поясов.

Кроме того, для обработки количественных данных использовалась вариационная статистика, что обеспечило более точную и объективную интерпретацию полученных результатов. Такой комплексный подход позволил получить всестороннюю картину природных и климатических особенностей региона.

Результаты исследования показали, что климат Западного Памира имеет уникальные особенности, которые обуславливаются сочетанием высокой солнечной инсоляции, низкого атмосферного давления и значительной аридности региона. Метеорологические наблюдения, проведенные в рамках исследования, подтвердили наличие ярко выраженной вертикальной зональности температурного режима. С увеличением высоты температура снижается на 0,6-0,7°C за каждые 100 метров, что является характерной особенностью горных регионов с резкими перепадами высот. Эти данные подтверждают, что климат в более высоких районах значительно холоднее, что особенно важно для понимания агроклиматических условий региона и возможного развития сельского хозяйства в разных его частях.

Таблица 1: Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха (2022- 2025 гг.)

Станция	Высота, м	Январь, °C	Июль, °C	Среднегодовая, °C
Хумроги	1751	-5,4	+23,4	9,9
Хорог	2075	-7,6	+22,3	8,8
Ишкашим	2425	-8,3	+19,1	6,9
Ирхт	3290	-13,6	+15,2	1,3
Джавшангоз	3410	-17,6	+12,1	-2,2

Из анализа данных следует, что среднегодовая температура на Западном Памире действительно снижается с увеличением высоты. Летние температуры в Хороге могут достигать +36°C, что подчеркивает жаркие условия в более низких и густонаселенных долинах региона. В то же время, на Восточном Памире были зафиксированы рекордные морозы до -63°C, что ставит эту территорию в ряд самых холодных регионов Таджикистана и свидетельствует о значительном климатическом контрасте между различными частями Памира.

Что касается атмосферных осадков, то на Западном Памире они выпадают крайне редко и распределяются неравномерно, что еще больше усугубляет сложные климатические условия региона. Основной объем осадков приходится на зимний и весенний периоды, что важно для понимания водного баланса и потребности в орошении. Таблица 2, отражающая распределение осадков по метеостанциям в 2022-2025 годах, подтверждает, что несмотря на относительно высокие осадки в зимний период, их общий годовой объем остаётся низким. Это, в сочетании с низкой влажностью воздуха, которая иногда достигает всего 23%, создает трудные условия для произрастания древесных растений. В долинных районах для поддержания нормального роста растительности требуется искусственное орошение, что особенно важно для сельского и садоводческого хозяйства.

Таблица 2: Распределение осадков по метеостанциям (2022-2025гг.)

Месяцы	Хорог (2075 м)	Ишкашим (2425 м)	Джавшангоз (3410 м)
Январь	33	3	14
Апрель	45	16	30
Август	0	0	4
Ноябрь	21	5	12
Годовое	255	105	176

Следует отметить, что почвообразовательные процессы на Западном Памире происходят в условиях дефицита влаги, что оказывает значительное влияние на характер почв. В этих условиях также наблюдается интенсивное физическое выветривание. Почвы региона характеризуются высокой скелетностью и малой мощностью гумусового горизонта, что делает их малопригодными для традиционного сельского хозяйства. Основные типы почв включают светло-коричневые, занговые, гидроморфные и серые

пустынные почвы. Светло-коричневые почвы распространены на высотах 2000-3500 м и являются наиболее освоенными для садоводства, хотя и содержат лишь до 3% гумуса. Занговые почвы встречаются на высотах от 3400 до 4700 м и представляют собой высокогорные пустынно-степные почвы, которые очень каменистые и мало пригодны для земледелия. Гидроморфные почвы образуются в поймах рек и часто страдают от засоленности, а серые пустынные почвы встречаются на нижних террасах до 1800 м. На высотах более 5000 м почвенный слой почти отсутствует, и встречаются лишь скальные породы и ледники. Эти почвенные условия значительно ограничивают возможности для сельскохозяйственного освоения, что требует применения специфических методов земледелия, таких как террасное земледелие и искусственное орошение.

Растительный мир Западного Памира очень разнообразен, несмотря на суровые климатические и почвенные условия. Общий флористический состав насчитывает более 1142 видов растений, что подчеркивает богатое биологическое разнообразие региона. Растительность Западного Памира распределена по пяти вертикальным поясам. В нижних поясах, на высотах от 1700 до 2200 м, произрастают ксерофитные кустарники и элементы мелколиственных лесов, адаптированные к сухим условиям. В пределах высот 2200-3000 м доминируют опустыненные трагакантовые степи, в которых также преобладают растения, приспособленные к засушливым условиям. На высотах 2800-4000 м встречается пояс нагорных ксерофитов, растительность которого представлена главным образом травами и кустарниками, которые могут выдерживать высокие перепады температур и засушливые условия. В пределах 3800-4600 м располагаются криофильные пустоши с фрагментами высокогорных пустынь, где растительность значительно ограничена из-за низких температур и ограниченного количества осадков. Древесная растительность в регионе представлена в основном тугайными формациями вдоль рек (тополь, ива, облепиха) и арчовыми редколесьями, расположенными на склонах, где влажность и температура позволяют этим растениям существовать. Эти экологические особенности растительности Западного Памира подчеркивают адаптивные стратегии флоры региона к экстремальным климатическим условиям.

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод, что Западный Памир представляет собой уникальный и крайне сложный регион с экстремальными природно-климатическими условиями. Его высокогорное расположение, сочетание мощных горных цепей и глубоко врезуемых долин создают не только географическую изоляцию, но и определяют климатические особенности, которые в свою очередь формируют уникальную экосистему. Особенности этого региона, такие как высокая солнечная инсоляция, значительная аридность (сухость) и ярко выраженная вертикальная поясность, накладывают особые условия на флору и фауну, способствуя возникновению устойчивых экологических систем, в которых выживают только те виды, которые смогли адаптироваться к этим экстремальным условиям.

Высокая инсоляция, или интенсивное солнечное излучение, является одним из ключевых факторов, определяющих климатический режим региона. Солнечное тепло в сочетании с низким атмосферным давлением способствует повышенной интенсивности испарения и формированию аридного климата, что в свою очередь влияет на растительность. Аридность, или сухость, является важным элементом климатической картины Западного Памира, так как осадков в регионе выпадает крайне мало, и их распределение весьма нерегулярно, что осложняет развитие флоры и ограничивает сельскохозяйственное освоение.

В то же время вертикальная зональность, характеризующаяся выраженной изменчивостью климата в зависимости от высоты, создает своеобразные экологические зоны, в которых произрастают различные типы растительности, приспособленные к разным высотным условиям. Например, в нижних поясах преобладают ксерофитные кустарники и редколесья, которые обладают высокой устойчивостью к засушливым

условиям, а на более высоких высотах можно встретить травянистую растительность и даже фрагменты высокогорных пустынь.

Понимание этих факторов – от высокой инсоляции и аридности до вертикальной зональности - имеет крайне важное значение для рационального планирования сельскохозяйственной деятельности, включая горное садоводство и другие формы земледелия. Западный Памир, несмотря на его экстремальные природные условия, обладает значительным потенциалом для развития специфических видов сельского хозяйства, таких как горное садоводство, если подходить к этому процессу с учетом особенностей экосистемы региона.

Кроме того, защита и сохранение биоразнообразия региона являются важнейшими задачами в свете изменений климата и возрастающего воздействия человека на природные экосистемы. Понимание того, как экосистема Западного Памира адаптируется к этим условиям, поможет в принятии более обоснованных решений относительно охраны природы, устойчивого использования природных ресурсов и предотвращения деградации окружающей среды.

Таким образом, изучение и учет природно-климатических особенностей Западного Памира, его экосистем и биологического разнообразия являются необходимыми условиями для правильного и устойчивого использования этого региона, как в сельском хозяйстве, так и в более широком контексте охраны природы и сохранения культурного наследия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агаханянц, О.Е. Основные проблемы физической географии Памира / Агаханянц О.Е. – Душанбе: Дониш. 1966. -Ч.III.-244 с.
2. Канн, И.А. Почвы Юго-Восточного Памира// Изв.отд.с-х.и биол.наук.АН Тадж.ССР вып.4(7), 1961 -С.3-16.
3. Канн И.А.О почвах высокогорий Западного Памира // Почвоведение, №9,1965.С.16—25.
4. Мамадризохонов, А.А., Ғуломнабиев Д., Миршоев Р. Географияи Вилояти Мухтори Кухистони Бадахшон / Ғуломнабиев Д., Миршоев К. – Хоруғ: Логос Плюс, - 2020. -259 с.
5. Овчинников П.Н. Основные черты растительности и районы флоры Таджикистана //Флора Тадж. ССР. -М.,-Л.: Изл. АН СССР.-1957. -Т.1.-С.9—20.
6. Чербарь В.В. Генезис, классификация и основные закономерности географического распространения почв Западного Памира//Ред.ж.Изв.АН Тадж. ССР.Отд.биол.н. – Душанбе: 1986. -146 с.-Деп.в ВИНТИ.25.08.86.-N 6091-B86.

ТАҲЛИЛИ МАҚМУЌИИ ШАРОИТИ ТАБИЙ-ИҚЛИМӢ ВА ХУСУСИЯТҲОИ ЭКОЛОГӢ-ҶУҒРОФИИ ПОМИРИ ҒАРБӢ

Мақола таҳлили экологи-географии омилҳои табиӣ-иқлимӣи Помири Ғарбиро бо истифода аз маълумоти метеорологи барои солҳои 2022-2025 пешниҳод мекунад. Тадқиқотҳо вобастагии нобасомониҳои ҳарорат ва боришотро аз баландӣ ошкор карданд, ки нақши зоналии амудӣ дар таъини шароити климатӣ ва экосистемаҳои минтақаи мазкурро таъкид мекунад.

Таъсифи морфометрия рельеф, намудҳои хок ва сохтори растаниҳои таъсири хати қӯҳҳо, водиҳо ва намудҳои хок ба истифодаи замин ва кишоварзиро нишон медиҳад. Растаниҳои дар минтақа дар сарҳадҳои амудӣ тақсим мешавад: буттаҳои ксерофитӣ дар баландии паст ва растаниҳои сабзавотӣ дар сатҳҳои баландтар. Таҳлилот муҳимияти ҳисоб кардани зоналии амудиро дар нақшагирии фаъолиятҳои хоҷагӣ ва ҳифзи гуногуниаклии биологии минтақа таъкид мекунад.

Калидвожаҳо: *Помири Ғарбӣ, ГБАО, ади, зоналии амудӣ, режими ҳарорат, хокиҳо, гуногуниаклии биологӣ.*

Маълумот дар бораи муаллиф: Давлатбек С.Х. — декани факултети биологии Донишгоҳи давлатии Хоруг ба номи М. Назаршоев, номзади илмҳои биологӣ, дотсент. Телефон: 93 840 84 84.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА

Статья представляет эколого-географический анализ природно-климатических факторов Западного Памира на основе метеорологических данных за 2022-2025 гг. Исследования выявили зависимость температурных колебаний и осадков от высоты, подчеркнув роль вертикальной зональности в формировании климатических условий и экосистемы региона.

Описание морфометрии рельефа, типов почв и структуры растительности показывает влияние горных хребтов, долин и почвенных типов на использование земель и сельское хозяйство. Растительность региона распределена по вертикальным поясам: ксерофитные кустарники на низких высотах и травянистые растения на более высоких уровнях. Анализ подчеркивает важность учета вертикальной зональности при планировании хозяйственной деятельности и охране биоразнообразия региона.

Ключевые слова: Западный Памир, ГБАО, аридность, вертикальная зональность, температурный режим, почвообразование, биоразнообразие.

Сведения об авторе: Давлатбек С.Х. - декан биологического факультета Хорогского государственного университета им. М. Назаршоева, кандидат биологических наук, доцент. Тел.: 93 840 84 84.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS AND THE ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE WESTERN PAMIRS

The article presents an eco-geographical analysis of the natural and climatic factors of the Western Pamir based on meteorological data from 2022 to 2025. The study revealed the dependence of temperature fluctuations and precipitation on altitude, emphasizing the role of vertical zonation in shaping the climate conditions and ecosystem of the region.

The description of the morphometry of the relief, soil types, and vegetation structure shows the influence of mountain ranges, valleys, and soil types on land use and agriculture. The region's vegetation is distributed according to vertical belts: xerophytic shrubs at lower elevations and herbaceous plants at higher levels. The analysis highlights the importance of considering vertical zonation in planning economic activities and preserving the biodiversity of the region.

Keywords: Western Pamir, GBAO, aridity, vertical zonation, temperature regime, soil formation, biodiversity.

Author Information: Davlatbek S.Kh. - Dean of the Biological Faculty at the Khorog State University named after M. Nazarshoev, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor. Phone: 93 840 84 84.

УДК: 582.734 (735.3)

ПРИРОДНЫЙ ЗАКАЗНИК «ЧИЛДУХТАРОН» КАК ОБЪЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МУМИНОБОДСКОГО РАЙОНА

Давлатзода Ш.Д.

Кулябский государственный университет имени Абуабдуллоха Рудаки

Муминободский район расположен в юго-восточной части Хатлонской области Республики Таджикистан. Административным центром района является посёлок городского типа Чорсу. Территория района простирается более чем на 60 км с севера на юг и с запада на восток, занимая площадь около 900 км². Общая протяжённость административных границ составляет около 210 км, из которых 70 км приходятся на северную границу с Ховалингским районом, 50 км — на восточную границу с

Восейским районом, 40 км — на южную границу с Кулябским районом и 50 км — на западную границу с Дангаринским районом.

В данной части расположены основные населённые пункты района, включая посёлок Муминабад, что создаёт благоприятные условия для развития сельского хозяйства, культурно-познавательного и сельского туризма [1, с. 60].

В последние годы экологический туризм стал одним из наиболее динамично развивающихся направлений мировой туристической индустрии. Основной целью экотуризма является сохранение природных экосистем, рациональное использование природных ресурсов и поддержание экологического равновесия территорий. В современных условиях особое значение приобретает проблема экологически безопасного использования природных ресурсов и сохранения биоразнообразия как важнейшего компонента устойчивого развития регионов.

Биологическое разнообразие природной среды играет важную роль не только в поддержании устойчивости экосистем, но и выступает важным фактором развития туризма и рекреационной деятельности [3, с. 144]. В связи с этим Правительство Республики Таджикистан уделяет особое внимание вопросам устойчивого управления природными ресурсами, охраны окружающей среды и развития экологического туризма как одного из приоритетных направлений социально-экономического развития страны.

Исследование проводилось на основе комплексного подхода, предусматривающего оценку геоэкологических угроз и ограничений, связанных с использованием природных ресурсов Муминободского района для развития экологического туризма. Методологическую основу исследования составили сравнительно-географический, аналитический и системный методы, позволившие выявить современное состояние природно-ресурсного потенциала исследуемой территории и определить перспективы его рационального использования.

В качестве информационной и материальной базы исследования использовались данные научных публикаций, статистических материалов, государственных отчетов и результатов ранее проведенных исследований, посвящённых геоэкологическим процессам региона, деградации земель, опустыниванию, использованию природных ресурсов, трансформации гидрологического режима и состоянию биоразнообразия исследуемой территории. В работе также были использованы материалы национальных и международных источников, отражающие современное состояние природной среды и вопросы устойчивого природопользования.

Вопросы рационального использования природных ресурсов соответствуют приоритетным направлениям Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года, предусматривающей развитие туристической отрасли и усиление мер по охране окружающей среды [12].

В данном контексте природный заказник «Чилдухтарон», обладающий значительным гидрологическим потенциалом, ландшафтным разнообразием и высоким уровнем биоэкологической ценности, рассматривается как перспективная территория для развития экологического и рекреационного туризма. Уникальные природные комплексы заказника, богатство флоры и фауны, а также благоприятные природно-климатические условия создают предпосылки для организации различных форм экотуристической деятельности.

Развитие экологического туризма, ориентированного на изучение природной среды и местной культуры, может стать эффективным механизмом сохранения природного наследия и одновременно способствовать улучшению социально-экономического положения местного населения. Вместе с тем, несмотря на высокий природно-рекреационный потенциал территории, комплексные исследования инфраструктурной базы и механизмов управления биологическим и рекреационным потенциалом природного заказника «Чилдухтарон» до настоящего времени остаются недостаточно изученными.

Следует отметить, что эффективная система управления природными ресурсами должна быть направлена на сохранение экологических, социальных и экономических компонентов устойчивого развития. Реализация подобных мер создаёт условия для долгосрочного сохранения природного наследия, повышения уровня экологической безопасности и улучшения благосостояния сельского населения. В то же время отсутствие рационального природопользования может привести к деградации природной среды, снижению биоразнообразия и уменьшению туристической привлекательности территории.

Природный заказник «Чилдухтарон» рассматривается как территория с высоким уровнем биоразнообразия, обладающая значительным природным и рекреационным потенциалом. Понятие биоразнообразия охватывает все формы живых организмов, включая растения, животных, микроорганизмы, а также генетическое разнообразие и экосистемы [12].

Начиная с 2022 года, в рамках выполнения докторского диссертационного исследования проводится изучение биоразнообразия особо охраняемых природных территорий Хатлонской области Республики Таджикистан. Объектами исследования стали природные заказники Нурек, Чилдухтарон, Даштиджум и Сабзкух. В процессе работы были собраны и проанализированы материалы научных отчётов, публикаций и исследований, посвящённых геоэкологическим, биологическим и рекреационным ресурсам указанных территорий.

Особое внимание уделено исследованию природного заказника «Чилдухтарон», расположенного на территории Муминободского района. Проведённые полевые исследования, аналитические наблюдения и обработка практико-образовательных материалов позволили установить, что исследуемая территория характеризуется выраженной биогеографической дифференциацией и высотной поясностью. В ходе исследования были определены особенности распространения растительного и животного мира в зависимости от природно-климатических условий и высотных зон. Это позволило провести комплексную оценку биологического разнообразия, экологического состояния и рекреационного потенциала территории.

Результаты исследования показали, что природный заказник «Чилдухтарон» отличается богатым флористическим разнообразием и включает различные типы экосистем, а также редкие, лекарственные и пищевые виды растений региона. На территории заказника представлены лесные, степные, луговые, полупустынные и кустарниковые экосистемы, каждая из которых обладает собственными экологическими особенностями.

Ботанический анализ показал, что в пределах заказника зарегистрировано более 400 видов высших цветковых растений, относящихся к 189 родам и 65 семействам. Из общего числа видов 71,8 % составляют двудольные растения, а 25,4 % — однодольные, что свидетельствует о высоком уровне генетического разнообразия и адаптации растительных сообществ к различным экологическим условиям. Значительное место во флоре региона занимают пищевые, лекарственные и хозяйственно ценные растения [3, с. 267; 4, с. 245; 8, с. 18; 11, с. 43], что повышает социально-экономическую значимость территории.

Флора заказника адаптирована к высотному диапазону от 1500 до 2000 м над уровнем моря и находится в тесной зависимости от микроклиматических условий и почвенного состава. Основные растительные пояса условно подразделяются на три группы:

1. Саванновые и полусаванновые сообщества (1000–1200 м), характеризующиеся преобладанием засухоустойчивых видов растений и представителей горной фауны;
2. Можжевеловые и смешанные леса (1300–1700 м), в которых распространены древесные и кустарниковые формы растительности;

3. Криофильные растения и альпийские луга (1800–2000 м), приспособленные к суровым климатическим условиям высокогорий и отличающиеся низкой скоростью естественного восстановления.

Природный заказник обладает значительными природными ресурсами и высоким рекреационным потенциалом. Вместе с тем антропогенное воздействие, в частности интенсивный выпас коз и овец, оказывает отрицательное влияние на устойчивость экосистем и процессы их естественного восстановления. В связи с этим возрастает необходимость внедрения рациональной системы управления биологическими ресурсами региона, направленной на сохранение биоразнообразия, поддержание экологического равновесия и обеспечение устойчивого развития экологического туризма [7, с. 87].

Фауна природного заказника «Чилдухтарон» занимает ключевое место в поддержании экологической устойчивости территории и играет важную роль в сохранении биологического разнообразия. Результаты проведенных исследований показали, что животный мир заказника отличается высоким разнообразием и численностью, что является показателем экологического потенциала региона.

В лесных массивах и речных долинах наблюдаются крупные млекопитающие, включая медведей, волков, кабанов и представителей семейства кошачьих. На возвышенностях встречаются горные козы, олени и снежные барсы, хотя их популяции носят ограниченный и спорадический характер. Среди мелких млекопитающих зарегистрированы зайцы и длиннохвостые белки, а также горные козы и кабаны [10, с. 154]. Эти данные предоставляют важную информацию о генетическом составе и экологическом состоянии животного мира заказника, что имеет значение для разработки стратегий устойчивого управления экосистемами.

Орнитофауна территории характеризуется значительным разнообразием. В заповеднике отмечены виды горных и водоплавающих птиц, включая орлов, соколов, скоп и другие оседлые и сезонные виды. Разнообразие птиц является индикатором экологического здоровья и устойчивости природной среды.

Рептилии и амфибии также представлены на территории заказника, при этом лягушки и змеи играют важную роль в поддержании экологических цепей и функционировании экосистем.

Таким образом, фауна заповедника «Чилдухтарон» имеет не только биологическое, но и рекреационное значение, способствуя устойчивости экосистем и развитию экологического туризма. В то же время антропогенные факторы, включая выпас скота и трансформацию окружающей среды, создают угрозу для адаптации и роста популяций животных. Эти обстоятельства подчеркивают необходимость внедрения эффективных мер по устойчивому управлению биологическими ресурсами, направленных на сохранение экосистемной стабильности и обеспечение долгосрочной устойчивости территории.

Анализ биологических ресурсов природного заказника «Чилдухтарон» показывает, что его биоразнообразие обладает значительным экологическим и рекреационным потенциалом. Территории заповедника, расположенные в высокогорных и среднегорных районах, создают условия для организации экологического туризма и рекреационных мероприятий. Густые лесные массивы, обильные луга, озёра и природные водоёмы обеспечивают разнообразие среды, способствующее экологическому образованию и познавательному туризму. Такие условия позволяют не только привлекать туристов, заинтересованных в изучении местной флоры и фауны, но и проводить научные исследования структуры экосистем и анализа экологических процессов [7, с. 122].

Развитие экологического туризма в заказнике может решать две ключевые задачи:

1. Служить источником экономического развития и повышения уровня жизни местного населения;

2. Выступать эффективным инструментом охраны биологических ресурсов и экологического просвещения населения и посетителей.

Экологический туризм способствует формированию у населения навыков рационального природопользования и соблюдения норм охраны окружающей среды.

В то же время антропогенное воздействие, включая интенсивный выпас скота, строительство туристической инфраструктуры, добычу природных ресурсов и другие виды человеческой деятельности, представляет угрозу для устойчивости экосистем. Неэффективный выпас, например, приводит к сокращению численности растительных видов, деградации высокогорных лугов и ограничению среды обитания для редких и охраняемых животных. Эти процессы снижают адаптивность видов и ухудшают качество окружающей среды.

Для сохранения биологического разнообразия и устойчивого развития туризма необходимо внедрение мер рационального управления природными ресурсами. Они должны включать:

- непрерывный мониторинг состояния экосистем;
- оценку антропогенных нагрузок;
- интеграцию науки, общества и местных властей в процессы управления природными ресурсами.

Природный заказник «Чилдухтарон» обладает высоким биоразнообразием и включает лесные массивы, луга, водохранилища и озёра, которые создают благоприятные условия для отдыха, научной деятельности и экотуризма. Биоразнообразие территории является ключевым фактором устойчивого развития, обеспечивая как экологическую стабильность, так и социально-экономическую значимость региона.

Таким образом, заповедник «Чилдухтарон» может выступать модельной территорией для внедрения устойчивого управления экосистемами и развития экотуризма, сочетая охрану природного наследия с повышением благосостояния местного населения и сохранением природных ресурсов на долгосрочную перспективу.

Таким образом, проведённое исследование показало, что природный заказник «Чилдухтарон» и территория Муминободского района обладают значительным биологическим, геоэкологическим и рекреационным потенциалом, создающим благоприятные предпосылки для развития экологического туризма. Разнообразие природных ландшафтов, наличие лесных массивов, лугов, водных объектов, а также богатство флоры и фауны формируют уникальные природные комплексы, имеющие важное экологическое и социально-экономическое значение.

Установлено, что биоразнообразие заказника играет ключевую роль в поддержании устойчивости экосистем и одновременно выступает важным фактором развития рекреационной деятельности и экотуризма. Территория обладает благоприятными условиями для организации экологических маршрутов, познавательного туризма, научных исследований и экологического образования населения.

Вместе с тем результаты исследования свидетельствуют о высокой чувствительности природных экосистем к антропогенному воздействию. Интенсивный выпас скота, нерациональное использование природных ресурсов, развитие инфраструктуры без учета экологических ограничений и другие формы хозяйственной деятельности могут привести к деградации природной среды, снижению биологического разнообразия и ухудшению рекреационной привлекательности территории.

В связи с этим особое значение приобретает внедрение принципов устойчивого природопользования и экологического менеджмента. Реализация природосберегающих форм туризма, включая экологические тропы, этнотуристические и веломаршруты, агротуризм, а также лечебно-оздоровительные программы, позволит снизить антропогенную нагрузку и обеспечить сохранение структурно-функциональной

устойчивости природных комплексов.

Рациональное управление биологическими и рекреационными ресурсами должно основываться на систематическом экологическом мониторинге, научном подходе к использованию природных территорий и взаимодействию местных органов власти, научного сообщества и населения. Комплексное применение данных мер будет способствовать сохранению природного наследия, поддержанию геоэкологического равновесия и формированию условий для устойчивого социально-экономического развития Муминободского района.

Таким образом, природный заказник «Чилдухтарон» может рассматриваться как перспективная модель устойчивого развития экотуризма в Республике Таджикистан, сочетающая задачи охраны биоразнообразия, рационального природопользования и повышения уровня благосостояния местного населения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баротов, Ч.Қ. Географияи минтакаи Кӯлоб. – Душанбе: Бухоро, 2015.- 120 с.
2. Мамадризохонов, А.А. Экотуризм дар минтақаҳои кӯхистони Тоҷикистон.- Душанбе, 2013. – 484 с.
3. Вавилов, Н.И. Опыт по изучению происхождения культурных растений. – Ленинград: Изд-во АН СССР, 1934. – 480 с.
4. Запрягаева, В.И. Дикорастущие плодовые Таджикистана. – М.: – Л. –1964. -695 с.
5. Запрягаева, В.И. Лесные ресурсы Памиро-Алая. Л., 1976, 595 с.
6. Мамадризохонов, А.А. Экотуризм дар минтақаҳои кӯхистони Тоҷикистон. – Душанбе, 2013. -594 с.
7. Мамадризохонов, А.А. Ташкили фаъолияти сайёҳӣ. – Душанбе: Андалеб, 2016. -2016. -401 с.
8. Турдумамбетов, Б. Проблемы и перспективы развития туризма в горных условиях Кыргызской Республики/ Б. Турдумамбетов, – Бишкек: 2005. -175 с.
9. Саидов М. Флора и растительность Центральной Азии. – Душанбе: Ирфон, 2004. – 256 с.
10. Селиванов, И.А. Управление развитием туризма: Эколого-экономический аспект // Автореф. дис...канд.эконом наук. – М., 2005. -22 с.
11. Содиқов Р. Флора и экология горного региона Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 2012. – 378 с.
12. Содиқов, Р., Шарипов Х., Юсупов Ф. Биологическое разнообразие и рекреационный потенциал парка Искандаркуль // Вестник Таджикского национального университета. – 2011. – №3. – С. 45–58.
13. Стратегияи миллӣ..., (2016). Национальной стратегии развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. – Душанбе: 1 декабря 2016 года, № 636.

ПАРВАРИШГОҲИ «ЧИЛДУХТАРОН» ҲАМЧУН ОБЪЕКТИ ИҚТИДОРИ БИОЛОГӢ ВА ЭКОСАЙЁҲИИ НОҲИЯИ МУЪМИНОБОД

Дар мақола масъалаҳои истифодаи оқилона ва ҳифзи захираҳои биологии парваришгоҳи «Чилдухтарон» дар ноҳияи Муъминободи Ҷумҳурии Тоҷикистон баррасӣ шудаанд. Ҳадафи таҳқиқот арзёбии гуногунии биологӣ ва иқтидори рекреатсионии ҳудуд аз нуқтаи назари рушди сайёҳии экологӣ мебошад. Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки парваришгоҳ дорои гуногунии бойи флора ва фауна мебошад: зиёда аз 501 намуди растаниҳои олӣ ба қайд гирифта шудаанд, ки ба 218 авлод ва 76 оила тааллуқ доранд. Флора ба баландии 1730–4000 м мутобиқ гардида, шартан ба се гурӯҳи асосӣ ҷудо мешавад: ҷамоаҳои саваннаӣ ва нимсаваннаӣ, арчазорҳо ва ҷангалҳои омехта, инчунин растаниҳои криофилӣ ва марғзорҳои баландкӯҳӣ.

Фаунаи парваришгоҳ низ гуногун мебошад: ширхӯрони калон, хояндагон, парандаҳои кӯҳӣ ва обӣ, хазандагон ва обхокиён дар ҳудуд паҳн шудаанд. Таҳлил нишон дод, ки гуногунии биологӣ на танҳо захираи экологӣ, балки омил рушди сайёҳии устувор ва экосайёҳӣ низ мебошад.

Чангалзорҳо, марғзорҳо, қўлҳо ва обанборҳои табиӣ барои фаъолияти рекреатсионӣ ва илмӣ-таълимӣ имкониятҳои мусоид фароҳам меоранд.

Ҳамзамон таъсири антропогенӣ, аз ҷумла чаронидани чорво ва рушди инфрасохтор, метавонад боиси деградатсияи экосистемаҳо ва коҳиши ёфтани гуногунии биологӣ гардад. Таъбиқи чораҳои идоракунии устувори захираҳо ва мониторинги экосистемаҳо барои ҳифзи мероси табиӣ ва рушди устувори сайёҳӣ аҳаммияти стратегӣ дорад.

Калидвожаҳо: захираҳои биологӣ, гуногунии биологӣ, парваришгоҳи «Чилдухтарон», флора, фауна, экосистемаҳо, сайёҳии экологӣ, рекреатсия, идоракунии устувор, таъсири антропогенӣ, Тоҷикистон.

Маълумот дар бораи муаллиф: Давлатзода Шералӣ Давлат — мудири кафедраи Донишгоҳи давлатии Кӯлоб ба номи А. Рӯдакӣ, номзади илмҳои география. Тел.: +992 93 514 6201

ПРИРОДНЫЙ ЗАКАЗНИК «ЧИЛДУХТАРОН» КАК ОБЪЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МУМИНОБОДСКОГО РАЙОНА

В статье рассматриваются вопросы рационального использования и охраны биологических ресурсов природного заказника «Чилдухтарон» в Муминободском районе Республики Таджикистан. Цель исследования – оценка биоразнообразия и рекреационного потенциала территории с точки зрения развития экологического туризма. Исследования показали, что питомник обладает высоким разнообразием флоры и фауны: зарегистрировано более 501 вида высших растений, относящихся к 218 родам и 76 семействам. Флора адаптирована к высотному диапазону 1730–4000 м и условно делится на три основные группы: саванновые и полусаванновые сообщества, можжевельниковые и смешанные леса, криофильные растения и альпийские луга. Фауна заказника разнообразна: представлены крупные млекопитающие, грызуны, горные и водоплавающие птицы, пресмыкающиеся и амфибии. Анализ показал, что биоразнообразие является не только экологическим ресурсом, но и фактором развития устойчивого туризма и экотуризма. Лесные массивы, луга, озёра и природные водоёмы создают возможности для рекреационной и научно-образовательной деятельности. При этом антропогенные воздействия, такие как выпас скота и развитие инфраструктуры, могут приводить к деградации экосистем и снижению биологического разнообразия. Внедрение мер по устойчивому управлению ресурсами и мониторинг экосистем имеет стратегическое значение для сохранения природного наследия и устойчивого развития туризма.

Ключевые слова: биологические ресурсы, биологическое разнообразие, питомник «Чилдухтарон», флора, фауна, экосистемы, экологический туризм, рекреация, устойчивое управление, антропогенное воздействие, Таджикистан.

Сведения об авторе: Давлатзода Шерали Давлат — заведующий кафедрой Кулябского государственного университета им. А. Рудаки, кандидат географических наук. Тел.: +992 93 514 6201

NATURAL RESERVE ‘CHILDUKHTARON’ AS AN OBJECT OF BIOLOGICAL AND ECOTOURISM POTENTIAL OF MUMINABAD DISTRICT

The article examines issues related to the rational use and conservation of biological resources of the “Childukhtaron” Nature Reserve located in Muminabad District of the Republic of Tajikistan. The purpose of the study is to assess the biodiversity and recreational potential of the territory from the perspective of ecotourism development. The research results showed that the reserve possesses rich flora and fauna diversity: more than 501 species of higher plants belonging to 218 genera and 76 families have been recorded. The flora is adapted to altitudes ranging from 1730 to 4000 meters and is conventionally divided into three main groups: savanna and semi-savanna communities, juniper and mixed forests, as well as cryophilic plants and alpine meadows.

The fauna of the reserve is also diverse and includes large mammals, rodents, mountain and water birds, reptiles, and amphibians. The analysis demonstrated that biodiversity serves not only as an ecological resource but also as a factor for the development of sustainable tourism and ecotourism. Forests, meadows, lakes, and natural water reservoirs create favorable conditions for recreational, scientific, and educational activities.

At the same time, anthropogenic impacts such as livestock grazing and infrastructure

development may lead to ecosystem degradation and biodiversity loss. Therefore, the implementation of sustainable resource management measures and ecosystem monitoring is of strategic importance for preserving natural heritage and ensuring sustainable tourism development.

Keywords: *biological resources, biodiversity, “Childukhtaron” reserve, flora, fauna, ecosystems, ecotourism, recreation, sustainable management, anthropogenic impact, Tajikistan.*

Information about the author: *Davlatzoda Sherali Davlat — Head of the Department at Kulob State University named after A. Rudaki, Candidate of Geographical Sciences. Tel.: +992 93 514 6201*

УДК: 581.132:631:52

**ФОТОСИНТЕЗ И МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕРОДА У ХЛОПЧАТНИКА ПРИ
АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССАХ**

¹Джумаев Б.Б., ¹Абдуллаев А., ¹Абдуллаев Х.А., ²Гулмамад С. ³Сафарова С.С.

¹Институт ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии
наук Таджикистана,

²Хатлонский государственный медицинский университет

³Бохтарский государственный университет им. Носира Хусрава

Актуальность. В последние годы все более возрастает интерес к изучению физиолого-биохимических процессов у сельскохозяйственных культур в стрессовых условиях с целью выявления механизмов регуляции устойчивости и адаптации растений к неблагоприятным для них условиям [1]. (Кузнецов, Дмитриева, 2011).

Изучение физиолого-биохимических особенностей сложного метаболизма растений позволяет выявить степень отклонения в общем обмене веществ, синтетических процессов растений, связанных либо с действиями стрессовым факторами, либо с адаптационными перестройками в растительном организме. Результаты таких работ могут служить теоретической основой для разработки способов регуляции устойчивости растений к стрессорам.

Для детального изучения адаптации и физиологии устойчивости растений к стрессовым факторам используются различные методы и объекты исследований [2]. (Джумаев и др., 2001).

В настоящей работе для исследования действия абиотических факторов были использованы почвенная засуха, методы дефолиации и удаление плодовых органов (дефлорация) у различных генотипов средневолокнистого и тонковолокнистого хлопчатника на фотосинтетические показатели (УПП листа, ПИФ, интермедиаты восстановительного пентозофосфатного цикла (ИВПФ-цикла).

Материалы и методы исследования

Объектами исследования служили районированные сорта средневолокнистого хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) Гулистон и Шавкат-80 (селекции Института ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана, сорт Мехргон (селекции Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН), тонковолокнистые сорта хлопчатника 8386-В и 9326-В (селекции Института земледелия ТАСХН), а также инбредные линии Л-461 и 501, которые были ахотно предоставлены в наше распоряжение академиком АН Узбекистана Д.А.Мусаевым и профессором М.Ф.Абзаловым из генетической коллекции Ташкентского госуниверситета им. Мирзо Улугбека (Узбекистан).

Полевые опыты проводили на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений Национальной академии наук Таджикистана (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 830 м над ур. моря. Растения для опытов выращивались согласно агроселекционным рекомендациям по возделыванию хлопчатника в Таджикистане [3]. (Ахмедов и др., 2009).

Все эксперименты проводились в основном в фазах от начала цветения до массового плодообразования, так как этот период является наиболее чувствительным к недостатку воды, и растения чаще подвергаются действию водного стресса. Микрополевые опыты закладывались в трёхкратной повторности на делянках размером 25 м² (5 М X 5 М). Для изучения действия водного стресса, начиная с фазы начала цветения, часть растений не поливалась до фазы созревания (раскрытия коробочек). В течение этого срока через каждые 10 дней отбиралась почвенная проба для определения влажности в корнеобитаемой зоне.

УПП листа определяли с помощью специального листового бура площадью не менее 0.8 см². Высечки брали из центральной части листа между жилками, из той же части, которая обычно используется для измерений интенсивности видимого фотосинтеза. Высечки брали из пятого-шестого листьев от точки роста главного стебля в возрасте 20-25 дней и высушивали их до постоянного веса при температуре 100⁰С.

Потенциальную интенсивность фотосинтеза (ПИФ) определяли радиометрическим методом по поглощению ¹⁴CO₂ срезанными органами растения, при коротких экспозициях, по ранее описанному методу в работе [4].(Эргашев и др.,1971). Источником меченого углекислого газа служил карбонат натрия (Na₂¹⁴CO₂). Радиоактивность газовой смеси составила 40 МБК моль, концентрация CO₂ - 1%. Опыты по фиксации ¹⁴CO₂ проводили на 10-15 высечках площадью около 1 см². Экспозиция в камере с ¹⁴CO₂ продолжалась 60 с, после чего высечки быстро фиксировали в парах кипящего этанола. Затем пробы высушивали в термостате при температуре 67 ... 70⁰С. Высушенные пробы растирали в порошок и просчитывали радиоактивность порошка на пересчетном приборе ПСТ-10 с помощью торцового счетчика Т-25-БФЛ. Потенциальную интенсивность фотосинтеза рассчитывали по формуле, приведенной в работе [5]. Статистический анализ полученных данных проводили по Б.А.Доспехову [6] с использованием программы Microsoft Excel 2010. В таблицах приведены среднеарифметических величины из трех биологических повторностных и параллельных трёх аналитических определений.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения ПИФ, УПП семядольных листьев, ИВПФ-пути и продукты фотосинтеза в норме и при удалении листьев и плодовых элементов у генотипов

Таблица 1. Потенциальная интенсивность фотосинтеза и УПП семядольных листьев разных сортов и линий хлопчатника

Объекты	Семядольный лист	УПП, г/дм ²	ПИФ	
			мг ¹⁴ CO ₂ /г сухого вещества·ч	мг ¹⁴ CO ₂ /дм ² ·ч
Мехргон	М	0.281	42.7	152.0
	Б	0.350	37.3	107.0
Гулистон	М	0.260	41.1	158.0
	Б	0.321	36.8	115.0
8386-В	М	0.226	26.5	117.0
	Б	0.238	25.0	105.0
9326-В	М	0.274	24.7	88.0
	Б	0.280	16.1	58.0
Л-461	М	0.262	28.3	108.0
	Б	0.278	27.2	98.0
Л-501	М	0.292	21.3	73.0
	Б	0.277	17.2	62.0

Примечание: М-меньший по величине семядольный лист, Б – большой семядольный лист.

Средневолокнистого хлопчатника в условиях почвенной засухи, представлены в табл. 1-4. Как видно из табл.1, все изученные генотипы (за исключением инбредной цельнолистной линии Л-501) по величине УПП большого семядольного листа (БСЛ) превышают таковые меньшего по размеру семядольного листа (МСЛ). При сравнительном анализе данных по показателям ПИФ при расчёте на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{г}$ сухого вещества·ч наблюдается обратная картина, то есть у МСЛ этот показатель выше, чем у БСЛ (табл. 1 пятая колонка).

Однако, следует отметить, что на примерах генотипов разных растений показана прямая положительная корреляция между УПП настоящих листьев и интенсивностью видимого фотосинтеза, то есть генотипы с более высокой УПП листа имеют большую скорость фотосинтеза. При расчёте на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа·ч у всех линий и сортов значения ПИФ, БСЛ и МСЛ нивелируются, то есть они приблизительно одинаковы, за исключением средневолокнистого сорта Мехргон, у которого самая высокая УПП семядольного листа МСЛ – $152 \text{ мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа·ч, а самое низкое значение этого показателя имеет тонковолокнистый хлопчатник сорта – 9326-В - $58 \text{ мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа·ч.

Таблица 1. Интенсивность потенциального фотосинтеза и УППЛ у семядольных листьев разных сортов и линий хлопчатника

Объекты	Семядольный лист	УППЛ, $\text{г}/\text{дм}^2$	ПИФ	
			$\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{г}$ сухого вещества·ч	$\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ ·ч
Мехргон	М	0.281	42.7	152.0
	Б	0.350	37.3	107.0
Гулистон	М	0.260	41.1	158.0
	Б	0.321	36.8	115.0
8386-В	М	0.226	26.5	117.0
	Б	0.238	25.0	105.0
9326-В	М	0.274	24.7	88.0
	Б	0.280	16.1	58.0
Л-469	М	0.262	28.3	108.0
	Б	0.278	27.2	98.0
Л-501	М	0.292	21.3	73.0
	Б	0.277	17.2	62.0

Примечание: М меньше по величине семядольный лист, Б - большой семядольный лист.

Таким образом, полученные данные показывают, что для разных по величине семядольных листьев у растений хлопчатника характерны разные значения УППЛ и ПИФ. По-видимому, для формирования и дальнейшего развития фотосинтетического аппарата - настоящих листьев хлопчатника, разные семядольные листья хлопчатника, по всей вероятности, принимают неодинаковое участие.

Как видно из табл.2, у хлопчатника при отсутствии листьев основного поставщика ассимилянтов в прикорневых ПИФ как в расчёте на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа·ч, так и в расчёте на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{г}$ сухой массы листа·ч у сорта Шавкат-80 уменьшается на 28.9% и 21% соответственно. ПИФ в оставшиеся прицветниках при расчёте вышеуказанными способами также уменьшается у сорта Шавкат-80 на 50% и 47.3 соответственно. У сорта Гулистон, наоборот, ПИФ прицветников увеличивается на 33.3% и 52.1% соответственно.

Таблица 2. Интенсивность потенциального фотосинтеза в листьях при коробочке и нелистовых органах хлопчатника у сорта Шавкат-80 и сорта Гулистон при удалении листьев на фоне почвенной засухи

Название сорта и органа растения	Потенциальная интенсивность фотосинтеза	
	Мг $^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$	мг $^{14}\text{CO}_2/\text{г сухой массы} \cdot \text{ч}$
Шавкат- 80 (контроль)		
Листья при коробочке	38	43
Прицветники	10	19
Створка зелёной коробочки	2	0.6
Шавкат – 80 (опыт)		
Листья при коробочке	27-7%	-28,9%34-7.9%-21%
Прицветники	5+50%	-50%-9 -473%-47.3%
Створка зелёной коробочки	1.6	0.5
Гулистон (контроль)		
Листья при коробочке	39	53
Прицветники	9	19
Створка зелёной коробочки	1.6	0.32
Гулистон (опыт)		
Листья при коробочке	31-79.4-20.5	52-1.9%
Прицветники	12 33.8%	29
Створки зелёной коробочки	3	-

В табл.3 представлены данные по анализу потенциальной интенсивности фотосинтеза близлежащих к коробочке листьев и ПИФ не листовых (афилльных) органов хлопчатника сортов Шавкат-80 и Гулистон при удалении разных органов. Как видно из табл.3, высокие показатели ПИФ при расчёте как на мг $^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$, так на мг $^{14}\text{CO}_2/\text{сухой массы}$ наблюдается в варианте опыта с удалением коробочки. Самые минимальные показатели ПИФ во всех исследуемых вариантах обнаружены в створках зелёной коробочки.

Таким образом, при удалении разных органов хлопчатника на фоне почвенной засухи изменяется соотношение показателей ПИФ у фотосинтетических органов в целом у растений хлопчатника.

В табл.3 представлены данные по анализу потенциальной интенсивности фотосинтеза близлежащих к коробочкам листьев и ПИФ не листовых (амфилльных) органов хлопчатника сортов шавкат-80 и Гулистон при удалении разных органов. Как видно из табл.3, высокие показатели ПИФ при расчёте как на мг $^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{ч}$, так у ea мг $^{14}\text{CO}_2/\text{г сухой массы} \cdot \text{ч}$ наблюдается в варианте опыта с удалением коробочек. Самые минимальные показатели ПИФ во всех исследованных вариантах обнаружены в створках зелёной коробочки.

Таким образом, при удалении разных органов хлопчатника на фоне почвенной засухи изменяется соотношение показателей ПИФ у фотосинтезирующих органов в целом растений хлопчатника.

Таблица 3. Потенциальная интенсивность фотосинтеза близлежащей к коробочке листа и нелистовых органов хлопчатника сорта Гулистон при удалении разных органов в условиях почвенной засухи

Название органа растений	Потенциальная интенсивность фотосинтеза	
	мг ¹⁴ CO ₂ /дм ² .ч	мг ¹⁴ CO ₂ /г сухой массы. ч
Гулистон (контроль)		
Лист при коробочке	28.6	18
Прицветники	21	10
Створки зеленой коробочки	0.3	0.96
Гулистон (опыт – удаление лист)		
Прицветники	22.3	10.2
Створки зеленой коробочки	0.34	1.2
Гулистон (опыт – удаления коробочки)		
Лист при коробочке	48	33
Прицветники	28	13
Створки зелёной коробочки		
Гулистон (опыт – удалены прицветники)		
Лист при коробочке	30	23
Створке зелёной коробочки	0.4	1.3

Таблица 4. Распределение ¹⁴C среди продуктов фотосинтеза в листьях при коробочке и в нелистовых органах хлопчатника сорта Шавкат-80 и сорта «Гулистон» при частичном удалении плодозлементов в условиях почвенной засухи (в % от общей радиоактивности)

¹⁴ C-Соединения	Объекты											
	Шавкат - 80						Гулистон					
	Органы растения						Органы растения					
	Лист при коробочке		Прицветник		Створки зелёной коробочки		Лист при коробочке		Прицветник		Створки зелёной коробочки	
	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О
Старт	35.4	35.8	17.9	20.5	18.2	12.6	8.2	16.6	20.1	11.7	9.9	13.2
ФЭС	18.6	19.9	14.3	14.6	37.7	-		20.3	11.3	19.3	15.9	
ФГК	-	-	12.9	17.0	-	16.5	9.5			10.9		17.6
ФМФ							8.6					
ГМФ						11.3	13.5					19.2
Сахароза	38.2	25.3	34.2	32.6	35.1	49.6	46.1	47.4	38.3	42.2	39.8	50.0
Глицин, серин							8.5				12.6	
Аланин	7.8	16.2	14.3	4.2	8.9	5.0	5.6	12.7	16.9	7.3	9.0	
Моносахариды									7.2		7.4	
Гликолат	-	2.9	6.3	4.8	-	5.01			6.2	4.3	5.3	

Примечание: К- контроль, О – опыт.

В табл.4 представлены результаты анализа распределения ^{14}C среди продуктов фотосинтеза в листьях при коробочке в нелистовых органах хлопчатника сортов «Шавкат-80» и «Гулистон» при частичном удалении плодозлементов в условиях почвенной засухи.

Как видно из данных меченый углерод при 3 минутной экспозиции в основном обнаруживается среди интермедиатов восстановительного пентозофосфатного цикла (ИВПФ-цикла), сахарозе и аланине. В близлежащем в коробочке листа контрольных и опытных растений количество меченого углерода почти одинаково среди продуктов ИВПФ-цикла контрольных растений. В нелистовых органах контрольных растений, в частности, в прицветнике ^{14}C больше всего включается в продукты ИВПФ –пути, чем в опытном варианте. Что касается створки зелёной коробочки то ^{14}C в продуктах ИВПФ-цикла у контрольных и опытных растений соответственно составляет 38 и 27% у хлопчатника сортов «Шавкат-80» и «Гулистон» при частичном удалении плодозлементов в условиях почвенной засухи. У контрольных растений в листьях при коробочке и прицветнике меченый углерод больше всего включается в сахарозу по сравнению с данными органами у опытных растений. В створках зелёной коробочки наблюдается обратная картина, т.е почти 50% меченого углерода включается в сахарозу в органах опытных растений, а 35% в контроле. У хлопчатника сорта «Гулистон» в близлежащих к коробочке листьях контрольных и опытных растений количество включенного меченого углерода в сахарозу практически оказалось одинаковым. В нелистовых органах как в прицветнике, так и у створках зелёной коробочки в опытном варианте меченый углерод больше всего включается в сахарозу, чем в контроле. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что при частичном удалении плодозлементов меченый углерод обнаруживается среды продуктов ИПЦВ-цикла, больше всего включается в сахарозу. На основе классификации АТФ Макро и по результатам наших исследований, хлопчатник можно отнести к группе растений сахарозного типа метаболизма. Почвенная засуха приводит к накоплению радиоактивности в аланине («аланиновый эффект»). Такая закономерность сохраняется в листьях при коробочке у опытных и контрольных растений, аланин ^{14}C обнаруживается 5.6 и 12.7% соответственно.

Выводы

Установлено, что разных генотипов хлопчатника на фоне почвенной засухи значения удельной поверхностной плотности семядольного листа и потенциальной фотосинтеза различны. Самый высокий показатель ПИФ и на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{г}$ сухой вещества обнаруживается у средневолокнистого хлопчатника сорта «Гулистон» в листьях при коробочке. В створках зелёных коробочек дефолированных растений почти 50% меченого углерода включается в сахарозу. Эти факты говорят о том, что когда при дефоляции растение остаётся без основного «поставщика» ассимилятов – листьев, зеленные коробочки частично могут компенсировать их функцию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов, Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. – М.: Абрис, 2011.
2. Джумаев, Б.Б., Абдуллаев А., Абдурахмонова З.Н., Каримов Х.Х., Алиев К.А. Вестник Хорогского университета. – 2001, № 4. Серия-1, С. 131-141.
3. Ахмедов, Х.М., Набиев Т.Н., Бухориев Т.А. Научная система видения сельского хозяйства Таджикистана (на тадж.яз.). – Душанбе: Матбуот, 2009, 764 с.
- 4.Эргашев, А., Абдурахманова З.Н. и др. – Сб.Фотосинтез и использование солнечной радиации. – Л.:Наука, 1971, с.226-231.
5. Заленский О.В.,Семихатова О.А., Вознесенский В.Л. Методы применения радиоактивного углерода ^{14}C для изучения фотосинтеза. – 1955, Изд-во.М.:АН СССР. М,90 с.

6. Доспехов, В.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985, 351 с.
**ФОТОСИНТЕЗ И МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕРОДА У ХЛОПЧАТНИКА ПРИ
АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССАХ**

В работе приводятся результаты изучения действия экстремального экологического фактора почвенной засухи и физиологических стрессоров, частичное удаление листьев и плодоеlementов на потенциальную интенсивность фотосинтеза (ПИФ), удельную поверхностную плотность листа и продукты фотосинтеза - интермедаты восстановительного пентозофосфатного цикла (ИПВФ-пути), у различных генотипов средневолокнистого и тонковолокнистого хлопчатника. Установлено, что у разных генотипов хлопчатника значения УПП семядольных листьев и ПИФ неодинаковы. Самые высокие показатели ПИФ при расчете как на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2$ листа, ч, так и на $\text{мг}^{14}\text{CO}_2/\text{г}$ сухой массы листа, ч (соответственно 39 и 533) обнаружены у средневолокнистого хлопчатника сорта «Гулистан» в листьях при коробочке. В створках зелёных коробочках исследованных растений почти 50% меченого углерода включается в сахарозу.

Ключевые слова: хлопчатник, средневолокнистый и тонковолокнистый, почвенная засуха, удаление листа, коробочки, УПП семядольного листа, потенциальная интенсивность фотосинтеза, интермедаты ИПВФ-пути.

Сведения об авторах: Бахишullo Бокиевич Джумаев, доктор биологических наук, член-корреспондент НАНТ. 734017, Республика Таджикистана, г. Душанбе, ул. Карамова, 27. Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАНТ, E-mail: bahshullo@mail.ru

Абдуллаев Абдуманон, доктор биологических наук, профессор Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан, заведующий лабораторией биохимии фотосинтеза.

Абдуллаев Хамиджан Абдуллаевич – доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Таджикистан. Заведующий лабораторией фотосинтеза и продуктивности растений. . Тел: 918-61-28-42.

Султонмамади Гулмамад, заведующий кафедрой медицинской химии и экологии Хатлонского государственного медицинского университета тел: 50-106-19-90 E-mail: sulton.90@inbox.ru

Сафарова Сафаргул Саидовна. кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Тел: 918-72-03-59

**PHOTOSYNTHESIS AND CARBON METABOLISM IN COTTON UNDER
ABIOTIC STRESSES**

The paper presents the results of studying the effect of extreme environmental factors such as soil drought and physiological stressors, partial removal of leaves and fruit elements on the potential intensity of photosynthesis (PIF), specific surface density of the leaf (SSDL) and products of photosynthesis - intermediates of the reductive pentose phosphate cycle (IPPPC-pathway) in various genotypes of medium-fiber and fine-fiber cotton. It was found that the values of UPP of cotyledon leaves and PIF are not the same in different cotton genotypes. The highest PIF values calculated both as $\text{mg}^{14}\text{CO}_2/\text{dm}^2$ of leaf.h and $\text{mg}^{14}\text{CO}_2/\text{g}$ dry weight of leaf.h (39 and 533, respectively) were found in the medium-fiber cotton variety Guliston in the leaves at the boll. In the valves of green bolls of the studied plants, almost 50% of the labeled carbon is included in sucrose.

Key words: cotton, medium-fiber and fine-fiber, soil drought, leaf removal, bolls, cotyledon leaf UPP, potential photosynthetic intensity, intermediates of the IVPF pathway.

Information about the authors: Bakhshullo Bokievich Dzhumaev – Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Tajikistan (NAST). Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Tajikistan, 27 Karamov Street, Dushanbe 734017, Republic of Tajikistan. E-mail: bahshullo@mail.ru

Abdumanon Abdullaev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Tajikistan; Head of the Laboratory of Photosynthesis Biochemistry.

Hamidjon Abdulloevich Abdullaev – Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Tajikistan; Head of the Laboratory of Photosynthesis and Plant Productivity. Tel.: +992 918 61 28 42.

Gulmamad Sultonmamadi – Head of the Department of Medical Chemistry and Ecology,

Khatlon State Medical University. Tel.: +992 50 106 19 90. E-mail: sulton.90@inbox.ru

Safargul Saidovna Safarova – Candidate of Biological Sciences (PhD), Associate Professor, Department of General Biology, Bokhtar State University named after Nosiri Khusrav. Tel.: +992 918 72 03 59.

ФОТОСИНТЕЗИ ИҚТИДОРИ ВА МЕТАБОЛИЗМИ КАРБОН ДАР ГЕНОТИПҲОИ ПАХТА ҲАНГОМИ СТРЕССИ АБИОТИКӢ

Дар кор натиҷаҳои омӯзиши таъсири омилҳои шадиди экологӣ – хушксолии хок ва стрессҳои физиологӣ (қисман бартараф кардани баргҳо ва унсурҳои мева) – ба шиддатнокии эҳтимолии фотосинтез (ШЭФ), зичии хоси сатҳи барг ва маҳсулоти фотосинтез – интермедиатҳои роҳи барқароршавандаи пентозофосфатӣ (ИПВФ) – дар генотипҳои гуногуни пахтаи миёнаҳои ва борикнах оварда шудаанд. Муайян гардид, ки дар генотипҳои мухталифи пахта нишондиҳандаҳои зичии хоси сатҳи баргҳои сеядона ва шиддатнокии эҳтимолии фотосинтез яксон нестанд. Нишондиҳандаҳои баландтарини ШЭФ ҳангоми ҳисоб бо $\text{мг } ^{14}\text{CO}_2/\text{дм}^2 \text{ барг}\cdot\text{соат}$ ва $\text{мг } ^{14}\text{CO}_2/\text{г массаи хушкӣ барг}\cdot\text{соат}$ (мутаносибан 39 ва 533) дар пахтаи миёнаҳои навъи «Гулистон» дар баргҳо ҳангоми мавҷудияти кӯрак ба қайд гирифта шуданд. Дар пардаҳои кӯракҳои сабзи растаниҳои таҳқиқшуда қариб 50% карбони нишондодашуда ба таркиби сахароза дохил мегардад.

Калидвожаҳо: пахта, нахҳои миёна ва маҳин, хушксолии хок, канда шудани баргҳо, гизаҳо, барги cotyledon UPR, роҳҳои шиддатнокии эҳтимолии фотосинтетикӣ, мобайни (ШЭФМ).

Маълумот дар бораи муаллифон: Ҷумаев Баҳишullo Бокиевич – доктори илмҳои биологӣ, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. 734017, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, кӯчаи Карамов, 27. Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. E-mail: bahshullo@mail.ru

Абдуллаев Абдуманон – доктори илмҳои биологӣ, профессор, Институти ботаника, физиология ва генетикаи растаниҳои Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, мудири озмоишгоҳи биохимияи фотосинтез.

Абдуллаев Ҳамидҷон Абдуллаевич – доктори илмҳои биологӣ, профессор, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. Мудири озмоишгоҳи фотосинтез ва маҳсулнокии растаниҳо. Телефон: +992 918 61 28 42.

Султонмамадӣ Гулмамад – мудири кафедраи химияи тиббӣ ва экологияи Донишгоҳи давлатии тиббии Хатлон. Телефон: +992 50 106 19 90. E-mail: sulton.90@inbox.ru

Сафарова Сафаргул Саидовна – номзоди илмҳои биологӣ, дотсенти кафедраи биологияи умумии Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. Телефон: +992 918 72 03 59.

УДК: 574.4:551.583

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРИЙ ПАМИРА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

Мирзоева Р.Д., Абдураимова О.А.

Хорогский государственный университет им.М.Назаршоева

В XXI веке изменение климата стало одной из наиболее серьёзных глобальных экологических проблем. Повышение средней температуры воздуха, изменение режима осадков, учащение экстремальных природных явлений и ускоренное таяние ледников оказывают значительное влияние на природные экосистемы планеты [1, с. 52]. Особенно чувствительными к этим изменениям являются горные регионы, отличающиеся высокой экологической уязвимостью и сложной структурой природных ландшафтов [2, с. 41].

Горные системы играют важную роль в поддержании глобального экологического равновесия. Они являются источниками пресной воды, центрами биологического разнообразия и важными регуляторами климатических процессов [3, с. 63]. В этих регионах формируются уникальные природные комплексы, характеризующиеся высоким

уровнем эндемизма и приспособленности организмов к экстремальным условиям среды [4, с. 77].

Одним из ключевых факторов устойчивости природных систем является биологическое разнообразие, которое обеспечивает стабильность экосистемных процессов, поддерживает биогеохимические циклы и способствует адаптации природных комплексов к изменению климатических условий [5, с. 92].

Памир — одна из крупнейших горных систем Евразии, расположенная на территории Центральной Азии. Этот регион известен как «Крыша мира» и характеризуется уникальными природными условиями и высоким уровнем биологического разнообразия (6, с. 18). По данным исследований, флора региона насчитывает тысячи видов растений, а территория Памиро-Алая относится к числу мировых центров биоразнообразия [7, с. 34].

Биологическое разнообразие представляет собой совокупность всех форм жизни на Земле и включает генетическое, видовое и экосистемное разнообразие. Генетическое разнообразие отражает различия в наследственной информации внутри видов и обеспечивает их адаптацию к изменяющимся условиям среды [5, с. 94]. Видовое разнообразие характеризует количество и соотношение различных видов на определённой территории, тогда как экосистемное разнообразие отражает разнообразие природных комплексов и условий их существования [8, с. 56].

Высокий уровень биоразнообразия способствует устойчивости природных систем. Экосистемы с большим количеством видов обладают более сложной структурой и способны эффективнее реагировать на внешние воздействия [2, с. 47]. Наличие различных видов, выполняющих сходные экологические функции, позволяет компенсировать выпадение отдельных элементов экосистемы и поддерживать её устойчивость [5, с. 101].

В научных исследованиях широко используется концепция «очагов биоразнообразия», предложенная Норманом Майерсом. Она предполагает выделение регионов с высоким уровнем эндемизма и значительным количеством редких видов, находящихся под угрозой исчезновения [9, с. 45]. К таким регионам относится Памиро-Алайская горная система, где благодаря сложному рельефу, высотной поясности и разнообразию микроклиматических условий сформировался богатый и своеобразный растительный и животный мир [6, с. 27].

Памир расположен на территории Таджикистана, Китая, Афганистана и Кыргызстана, при этом значительная часть высокогорных ландшафтов находится в пределах Горно-Бадахшанской автономной области Республики Таджикистан [6, с. 15]. Природная среда региона характеризуется суровыми условиями, включая большие абсолютные высоты, резко континентальный климат, значительные температурные амплитуды и ограниченное количество осадков [7, с. 41].

Одной из важнейших особенностей природной структуры Памира является ярко выраженная высотная поясность, обусловленная значительными перепадами высот и особенностями климатических условий региона [3, с. 72]. По мере подъёма в горы постепенно изменяются температура воздуха, количество осадков, продолжительность вегетационного периода и характер почвенного покрова. Эти изменения оказывают влияние на формирование растительности и животного мира и приводят к последовательной смене природных комплексов [4, с. 89].

Высотная поясность является важным фактором формирования биологического разнообразия горных территорий. Разнообразие природных условий способствует формированию многочисленных экологических ниш, которые могут занимать различные виды растений и животных [2, с. 53].

Флора Памира отличается высоким уровнем разнообразия и включает большое количество эндемичных видов растений. По данным ботанических исследований, на территории Памира насчитывается более 1500 видов растений, тогда как в пределах

Памиро-Алайской системы зарегистрировано около 4300 видов сосудистых растений [7, с. 35].

Животный мир Памира также отличается значительным разнообразием и включает ряд редких и охраняемых видов, приспособленных к жизни в условиях высокогорных экосистем. Среди наиболее характерных представителей фауны региона можно отметить снежного барса (*Panthera uncia*), архара (*Ovis ammon*) и сибирского горного козла (*Capra sibirica*) [10, с. 118].

По данным экологических исследований, численность некоторых видов животных, в частности архара, в отдельных горных районах Памира может достигать десятков тысяч особей, что свидетельствует о сравнительно высокой сохранности природных экосистем региона [10, с. 121]. В целом животный мир Памира играет важную роль в поддержании экологического равновесия и функционировании природных сообществ.

Биологическое разнообразие оказывает значительное влияние на климатические процессы. Растительные сообщества участвуют в круговороте углерода, поглощая углекислый газ из атмосферы и аккумулируя его в биомассе и почве. Горные экосистемы регулируют водный режим территорий, способствуют накоплению углерода и предотвращают развитие эрозионных процессов. Кроме того, растительность укрепляет почвы и влияет на процессы таяния снегов и ледников, способствуя более равномерному распределению влаги.

Несмотря на высокую природную ценность региона, экосистемы Памира подвергаются воздействию ряда угроз, одной из которых является изменение климата. Повышение температуры, изменение режима осадков и учащение экстремальных природных явлений оказывают значительное влияние на высокогорные экосистемы.

К основным последствиям глобального потепления в горных регионах относятся ускоренное таяние ледников, изменение водного режима, деградация пастбищ и смещение ареалов распространения видов. Эти процессы могут нарушать экологическое равновесие природных систем и приводить к утрате отдельных видов.

В связи с этим сохранение биологического разнообразия становится одной из ключевых задач современной экологической политики. Для этого необходимо развитие сети особо охраняемых природных территорий, организация экологического мониторинга и рациональное использование природных ресурсов.

Важное значение имеет развитие экологического туризма, который может способствовать сохранению природных экосистем и повышению экономической привлекательности региона. Не менее важным является повышение экологической культуры населения и развитие научных исследований, направленных на изучение механизмов адаптации природных экосистем к изменению климата.

Таким образом, биологическое разнообразие является важнейшим природным механизмом обеспечения устойчивости экосистем к климатическим изменениям. Высокогорные экосистемы Памира выполняют важные экологические функции, включая регулирование климатических процессов, поддержание водного баланса и стабилизацию почвенного покрова. Сохранение биоразнообразия региона является необходимым условием устойчивого развития горных территорий и обеспечения экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 2391 p.
2. Одум, Ю. Основы экологии. – Москва: Мир, 1986. – 376 с.
3. Шварц, С.С. Экология сообществ. – Москва: Наука, 1980. – 240 с.
4. Агаханянц, О.Е. Основы физической географии Памира. – Душанбе: Дониш, 1965. – 278 с.

5. Гиляров, М.С. Экология и биосфера. – Москва: Наука, 1985. – 192 с.
6. Агаханянц, О.Е. Между Гиндукушем и Тянь-Шанем. История изучения природы Памира. – Душанбе: Дониш, 1982. – 320 с.
7. Флора Таджикской ССР. – Т.1–10. – Ленинград: Наука, 1957–1991.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование. – Москва: Мысль, 1990. – 639 с.
9. Myers N. Biodiversity hotspots for conservation priorities // Nature. – 2000. – Vol. 403. — P. 853–858.
10. Nowak, A., Nobis M. Red List of vascular plants of Tajikistan. – Krakow: Polish Academy of Sciences, 2017. – 215 p.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРИЙ ПАМИРА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

В статье рассматривается роль биологического разнообразия высокогорных экосистем Памира в условиях глобального изменения климата. Отмечается, что горные регионы являются одними из наиболее уязвимых природных территорий, где климатические изменения проявляются особенно интенсивно. Проанализированы природно-географические особенности Памира, включая выраженную высотную поясность, суровые климатические условия и разнообразие природных комплексов. Показано, что Памиро-Алайская горная система является одним из значимых центров биологического разнообразия Евразии, где сформировались многочисленные эндемичные виды растений и животных. Рассматриваются особенности флоры и фауны региона, их адаптационные механизмы к экстремальным условиям высокогорной среды, а также роль биоразнообразия в поддержании устойчивости экосистем. Особое внимание уделяется экологическим функциям горных экосистем, включая регулирование водного режима, накопление углерода, предотвращение эрозионных процессов и поддержание экологического равновесия. Проанализированы основные угрозы для биоразнообразия региона, связанные с глобальным потеплением, включая таяние ледников, деградацию пастбищ и изменение ареалов распространения видов. Подчеркивается необходимость сохранения биоразнообразия Памира посредством развития особо охраняемых природных территорий, экологического мониторинга и устойчивого природопользования.

Ключевые слова. биологическое разнообразие, изменение климата, Памир, высокогорные экосистемы, высотная поясность, эндемичные виды, устойчивость экосистем, экологическая безопасность.

Сведения об авторе. Мирзоева Р.Д., Ассистент кафедры биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаришоева, Тел. 50 144 01 71, ruxiy66@gmail.com

Абдураимова О.А., Ассистент кафедры биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаришоева, Тел.11 130 29 04, oshurmo_abduraimova@mail.ru

ГУНОГУНИИ БИОЛОГИИ БАЛАНДК/ЫЫОИ ПОМИР ЫАМЧУН ОМИЛИ УСТУВОР+ БА ТАЌИРЁБИИ ИЌЛИМ

Дар мақола нақши гуногунии биологӣ дар экосистемаҳои баландкӯҳи Помир дар шароити тағйирёбии глобалии иқлим баррасӣ карда мешавад. Қайд мегардад, киминтақаҳои кӯҳӣ аз ҷумлаи ҳудудҳои табиӣ беиштар осебпазир ба ҳисоб мераванд, ки дар онҳо тағйирёбии иқлим бо ишддати беиштар зоҳир мегардад. Хусусиятҳои табиӣ-географии Помир, аз ҷумла зина банди баландикӯҳӣ, шароити саҳти иқлимӣ ва гуногунии комплексҳои табиӣ таҳлил шудаанд. Нишон дода мешавад, ки системаи кӯҳии Помир-Алай яке аз марказҳои муҳими гуногунии биологии Евразия мебошад, ки дар он намудҳои зиёди эндемики наботот ва ҳайвонот ташаққул ёфтаанд. Хусусиятҳои флора ва фаунаи минтақа, механизмҳои мутабоқишавии онҳо ба шароити шадиди муҳити баландкӯҳ ва инчунин нақши гуногунии биологӣ дар нигоҳдоштани устувори экосистемаҳо баррасӣ мегарданд. Ба вазифаҳои экологӣ ва аҳамияти экосистемаҳои кӯҳӣ, аз ҷумла танзими режими об, ҷамъишавии карбон, пешгирии равандҳои эрозия ва нигоҳдории мувозинати экологӣ диққати махсус дода шудааст. Ҳамчунин таҳдидҳои асосии гуногунии биологии минтақа, ки бо гармишавии глобалӣ алоқаманданд, аз ҷумла обишавии пиряхҳо, таназзули чарогоҳҳо ва тағйирёбии ареали паҳншавии намудҳои таҳлил карда шудаанд. Зарурати ҳифзи гуногунии биологии Помир тавассути рушди ҳудудҳои махсус муҳофизат шавандаи табиӣ, мониторинги экологӣ ва истифодаи устувори захираҳои табиӣ таъкид карда мешавад.

Калидвожаҳо: Гуногунии биологӣ, тағйирёбииқлим, Помир, экосистемаҳои баландкӯҳ, зинабандии баландикӯҳӣ, намудҳои эндемикӣ, устувории экосистемаҳо, амнияти экологӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон. Мирзоева Рухия Давлатназаровна — ассистенти кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М. Назаршоев. Тел.: 50 144 01 71 ruxiy66@gmail.com.

Абдураимова Ошурмо Абдуламидовна -ассистенти кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев. Тел.:11 130 29 04 oshurmo_abduraimova@mail.ru

BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE PAMIR HIGHLANDS AS A FACTOR OF RESISTANCE TO CLIMATE CHANGE

The article examines the role of biodiversity in the high-mountain ecosystems of the Pamirs under conditions of global climate change. It is noted that mountain regions are among the most vulnerable natural areas where climate change manifests itself particularly intensively. The natural and geographical features of the Pamirs are analyzed, including pronounced altitudinal zonation, severe climatic conditions, and the diversity of natural complexes. It is shown that the Pamir-Alai mountain system is one of the significant centers of biodiversity in Eurasia, where numerous endemic species of plants and animals have evolved. The characteristics of the region's flora and fauna, their adaptive mechanisms to the extreme conditions of the high-mountain environment, and the role of biodiversity in maintaining ecosystem stability are considered. Special attention is given to the ecological functions of mountain ecosystems, including water regime regulation, carbon accumulation, prevention of soil erosion processes, and maintenance of ecological balance. The main threats to the region's biodiversity associated with global warming are analyzed, including glacier melting, pasture degradation, and changes in species distribution ranges. The necessity of preserving the biodiversity of the Pamirs through the development of protected natural areas, environmental monitoring, and sustainable natural resource management is emphasized.

Keywords.*biodiversity, climate change, Pamir, high-mountain ecosystems, altitudinal zonation, endemic species, ecosystem stability, environmental security.*

Author Information. *Mirzoeva Ruhiya Davlatnazarovna Assistant, Department of General Biology, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Tel.: +992 50 144 01 71, ruxiy66@gmail.com*

Abduraimova Oshurmo Abdulamidovna Assistant, Department of General Biology, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Tel.:+992 11 130 29 04, oshurmo_abduraimova@mail.ru

УДК: 634.743

ХУСУСИЯТҲОИ ЭКОЛОГИИ АНГАТИ ХУЛОНШАКЛ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКӯҳИ БАДАХШОН

Мусоев С.М., Имомназаров Б.А., Каримова З.Д., Бобчонова Г.М.

Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев

Маълумотҳои илмӣ нишон медиҳанд, ки аксарияти растаниҳои шифобахш, ки таркибашон аз моддаҳои гуногуни ғайрибиологӣ иборат мебошанд, барои муолиҷа дар тиб васеъ истифода бурда мешаванд. Вобаста ба шароитҳои табиӣ манотикҳои гуногуннамудии растаниҳо ба назар мерасад ва миқдори моддаҳои дорухӯр низ дар растаниҳо гуногун мебошад. Дар солҳои охири асри XX ва аввали асри XXI омӯзиши пурраи гуногуннамудии растаниҳо дар арсаи ҷаҳонӣ ба як қатор навоариҳои илмӣ таҷрибавӣ оварда расонид. Маълум гардид, ки вобаста ба шароитҳои гуногуни манотикҳо, бахусус, дар минтақаҳои номусоиду континенталӣ растаниҳо протсессҳои мутобиқшавиро аз сар гузаронида, барои ҳаётнигоҳдории худ моддаҳои зиёди гуногуни химиявиро захира мекунанд.

Яке аз манбаъҳои нисбатан муҳимми моддаҳои ғайрибиологӣ растанигӣ барои

дарёфт ва ҳосил намудани доруворӣ ин растани ангати хулоншакл (*Hipporhamnoides* L.) мебошад. Ба омузиши он на танҳо олимони соҳаи фарматсия, химия ва тиб, ҳамзамон биологҳо ва агрономҳо низ таваҷҷуҳи зиёдро зоҳир намуданд, ки он дар таркибаш мавҷуд ва дарёфти чандин пайвастагиҳои органикӣ, ки дар тибби муосир ва халқӣ истифода бурда мешуданд, алоқаманд буд. Дар байни олами растаниҳо ангати хулоншакл яке аз маъмултарин растани шифоии табиат ба ҳисоб меравад, ки инсонҳо аз меваи он аз замони қадим маводҳои доруворӣ, нушобҳо, қиём омода мекарданд.

Дар замони ҳозира аз тарафи олимони маълум гардидааст, ки барои муолиҷаи касалиҳо на фақат рағғани ангат, балки дигар қисмҳои он ба монанди барг, реша ва тана низ истифода бурда мешаванд, ки таркиби онҳо низ аз моддаҳои доругии фаъоли гуногун иборат мебошанд.

Муҳимияти омузиши ангат аз он иборат мебошад, ки дар шароити кӯҳсори Бадахшон, гарчанде қисмате аз масъалаҳо марбут ба таркиби химиявӣ, биология ва агротехникаи он бахшида шуда бошанд, дар солҳои охир дар самти омузиши ангат миқдори ками корҳои илмӣ ба нашр расидаанд. Маълум аст, ки дар шароити дигаргуншавии иқлим ва ҳамзамон таъсири антропогенӣ ба сенопопулятсияҳои ангати хулоншакл ва мавҷудияти корҳои ками илмӣ, моро водор намуд, ки оиди масъалаҳои омузиши хусусиятҳои экологияи он корҳои илмӣ-тадқиқотиро идома бахшем. Аз ин лиҳоз мақсади таҳқиқоти мазкур ба таҳлили назариявӣ ва эксперименталии хусусиятҳои экологии ангати хулоншакл бахшида шуда, дар он вазифаҳои зерин баррасӣ карда мешаванд:

- таҳлили мухтасари адабиёти муосир доир ба омузиши ангати хулоншакл ва экологияи он;

- омузиши хусусиятҳои экологии ангати хулоншакл дар шароити баландкӯҳи Бадахшон

Мавзӯ ва объекти таҳқиқот. Таҳқиқи экологияи паҳншавии ангат ва истифодаи оқилонаи захираҳои мавҷудаи табиӣ ангати хулоншакл вобаста ба шароитҳои табиӣ баландкӯҳи Бадахшон.

Усулҳои таҳқиқот. Истифодаи адабиёти муосир дар бораи хусусиятҳои экологияи гуногуншакли ангати хулоншакл, тадқиқотҳо бо усули пешбурди корҳои экспедитсионӣ-саҳроӣ, муайян намудани сенопопулятсияҳои табиӣ ангати хулоншакл ва ҳамзамон таълили шароитҳои табиӣ иқлимии баландкӯҳи Бадахшон, ки бевосита ба паҳншавию экологияи онҳо таъсири мусбӣ ё манфӣ доранд, арзёбӣ гардидаанд.

Натиҷаҳои тадқиқот.

Дар се даҳсолаи охир ангат ба туфайли кашфи моддаҳои фаъоли биологии таркиби мева ва хусусиятҳои пурсамару табобатии рағғани он, ки аз меваи ангат ба даст оварда мешавад, дар адабиёт ва илм яке аз растаниҳои шифой ба ҳисоб меравад. «Бе муболиға гуфтан мумкин аст, ки ҳеҷ ягон растании хуҷрӯи олами наботот ба худ чунин диққати ҷиддӣ ва шавқу ҳаваси зиёд ба мисли ангат ба худ ҷалб накардааст» [1]. Авҷи шавқу рағбат нисбати ангат, хусусан дар ҳудуди Иттиҳоди Шуравӣ, дар солҳои 70-80-и асри гузашта пайдо гардид. Чи хеле ки олим В. Фефелов [2] қайд мекунад, дар мамлакатҳои ғарбии Аврупо «... нисбати ангат дар ҳоли ҳозир рағбати зиёде ҷӣ аз тарафи истифодабарандагон ва ҷӣ аз тарафи олимони зоҳир шуда истодааст». Мисли он, ки пештар растании “женьшен” буд, имрӯзҳо дар хона нигоҳ доштани ягон намуди дору ё ҳуҷраҳои аз ангат тайёршуда нуфузи калон пайдо кардааст.

Моҳи сентябри соли 2003 дар Берлин аввалин Конгресси байналхалқӣ бахшида ба ангат баргузор гардидааст, ки дар қори ин ҷаласа аҳаммияти умумимардумиро нисбати ин растани аҷиб нишон медиҳад.

Ба омузиши таркиби биохимиявии меваи ангат ва аз ҷумла, рағғани он соли 1927 профессори Институти хоҷагии қишлоқи шаҳри Омск – В.Н. Ручкин асос гузошта буд. Маҳз аз тарафи ӯ рағғани ангат аз меваи ангат ва тухмии он ҷудо карда шуд ва таркиби ғоизии рағған дар меваи ангат – 8%, дар тухми он – 12-13% бо миқдори йоднокӣ

мутаносибан 75,7 ва 128,7 муқаррар карда шуд. Баъди кори илмӣ В.Н.Ручкин [3] таваҷҷӯ ба ангат зиёдтар шуд.

Ангат ҳамчун объекти омӯзишӣ пештар дар қорҳои илмӣ олимони минтақаи Сибир мавриди таҳлилу баррасӣ қарор гирифт. Дар натиҷаи ин қорҳои илмӣ Е.Е.Шишкина [4], Д.А.Ободовская [5], В.А.Девятнин [6] ва ғайраҳо дар меваи ангат витаминҳои С, Е, В₁, В₂, Р, каротин (провитамин А) ва раған муайян намуда, ба пешбурди қорҳои илмӣ дар ин самт асоси илмӣ гузоштанд. Ҳамин тариқ, муҳимияти истифодабарии ангат ҳамчун ашёи хом барои саноати витаминӣ муқаррар карда шуд.

Дар Тоҷикистон дар марҳилаи ҳозира гарчанде, ки қорҳои илмӣ ба омӯзиши ангат бахшида шудаанд, вале дар маҷмӯи ин растанӣ то кунун ба пуррагӣ омӯхта нашудааст. Бахусус, ба омӯзиши экология, полиморфизм, усулҳои афзоиш кам таваҷҷӯи зоҳир гардида, қорҳои селекционӣ то кунун оғоз нагардидаанд, ки навҳои нави ангатҳои ҷойдорӣ мақоми худро дар миқёси ангатпарварӣ наёфтаанд. Аз ин бармеояд, ки масъалаи омӯзиши ин растании нодир аз мавзӯҳои муҳим буда, кори маъмур ба андозае ин ҳолигиро пур мекунад.

Ангат растании васеъ паҳншуда ба ҳисоб рафта, дорои номҳои зерин мебошад: тоҷикӣ – ангат (ангед, ангет, ангад, ангид, ан-гақхор, хори чангак, хори чангал, чинхор, сарканон); лотинӣ – *Hipporhae rhamnoides* L; русӣ – облепиха крушиновидная (сибирский ана-нас, восковуха, джида, лагуний колючник, песчаная ягода, красный терновник); ишқошимӣ – гилгитак, гилгиток, сияхор; ваҳонӣ – гулгитак, гӯлгӯтак; шугнонӣ – рушонӣ – ҳиншудъ, галшудъ, чунг, язгуломӣ – гндаг; англисӣ – *Sea buckthorn*; немисӣ- *Sandorn*.

Дар Тоҷикистон ангат қариб дар ҳамаи системаи қуҳсори Помир-Алай ва ба қадри кофӣ қад-қади дарёи Сир, Ому, Зарафшон, Вахш, Қофарниҳон, Сурхоб, Хингоу ва Панҷ паҳн шудааст.

Мақоми асосии ангат дар сарзамини Вилояти Мухтори Қуҳистони Бадахшон - дар водии дарёи Панҷ ва шохобҳои он – Ванҷ, Бартанг, Ғунд, Шохдара, Танимас, Мурғоб, Обивисхарв ва дигар ҷойҳои назди чашмасорҳо мебошад.

Ангат аз руи шакли берунаи худ ангат ба категорияи бутта ва буттаҳои дарахтмонанд мансуб мебошад ва шакли ҳаётии худро вобаста аз шароитҳои экологияи табиӣ бо се усул ташкил медиҳад:

- пайдоиши шакл (намуди зоҳирӣ) аз ҳисоби наваҳои модарӣ, ки аз муғчаҳои хобидаи наваи асосӣ ташаккул меёбанд;
- пайдоиши анбуҳи одамногузар аз ҳисоби наваҳои ташаккулёфтаи решагӣ;
- пайдоиши наваҳои зич ва ташкил додани шакли “зонти” (соябон) ва “подушки” (шакли қадпасти руизаминӣ) [7].

Ангат дар қангалзорҳо 30% -и майдонро ташкил медиҳанд, ки қариб 60%-и он модина ва 40% дар аксарияти ноҳияҳои ВМКБ паҳн гардидааст.

Натиҷаҳои омӯзиши ангати ҳулоншакл дар шароити қуҳистони Бадахшон нишон медиҳанд, ки он асосан дар минтақаҳои кӯҳӣ, соҳили дарёҳо, лаб -лаби чашмаҳо ва ҷуйборҳо, заминҳои регдор, қариҳо ва санглох, ки миқдори муайяни об доранд, паҳн шудааст. Ангати ҳулоншакл дар мавзӯҳои паҳншавии худ дар ҳудуди Вилояти Мухтори Бадахшон аз баландии 1100 (лаб- лаби дарёчаи Висхарви ноҳияи Дарвоз) то баландии - 3600 (800) м аз сатҳи баҳр қад- қади дарёҳои Оқ-су, Помир ва Танимаси Помири шарқӣ паҳн гардидаанд.

Аксарияти ангатзорҳо дар мавзӯҳои сероб бо хокҳои қумдори аллювиалӣ паҳн гардида, бо хусусияти дар гирди атрофи худ дар доираи 10-20 м, ки қобилияти афзоиши решагӣ доранд, анбуҳ ё қангалзорҳои қалонро ташкил медиҳанд. Ин қангалзорҳо оҳиста - оҳиста васеъ гардида, плантатсияҳои истеҳсолиро ба вучуд овардаанд. Чунин ангатзорҳо дар ҳудуди ВМКБ бештар дар ноҳияҳои Ванҷ, Ишқошим, Роштқалъа, Шугнон ва Бартанги ноҳияи Рушон паҳн гардидаанд [8].

Ангатзорҳои мавҷуда шароитҳои экологии худро бештар дар маҷмаи буттаҳои

чангалӣ ба монанди бедҳои туронӣ- *Salix turanica* Nas, Илиензис- *Salix iliensis* Regel, Шуғнонӣ – *Salix Schugnanica* Goerz, сафедори помири – *Populus pamtirica* L. ва ҳамзамон буттаҳои мирикария (*Myricaria elegans* ва *M.sguamosa*. мутобиқ сохтаанд. Дар маҷмааҳои ангат бештар навъи *Clematis aorientalis* L. дучор меояд, ки дар навбати худ ба ангатзорҳо печида шуда, дар баъзе ҳолатҳо экологияи ангатзорҳоро хароб мегардонад. Дар яруси дуҷуми ангатзорҳо бештар настананҳо, зарғул (барбарис) ва бушол (жимолость) ҳамзистӣ намуда, барои беҳтар намудани шароитҳои таркиби хокии ангатзорҳо мусоидат менамоянд [9]. Дар шароити ҷангалзорҳои ҳудуди Вилояти Мухтори Кухистони Бадахшон дар аксарияти мавридҳо популятсияҳои ангати хулоншакл маҷмааҳои ангат-бед-сафедор бо намудҳои қадпасти буттагӣ ва алафҳои гуногуни зерин намудҳо ташкил карда, шароитҳои экологии ҳудро беҳтар мегардонанд. [8].

Дар экологияи ангат мавқеи асосиро намии замин мебозад. Натиҷаҳои солҳои охир нишон доданд, ки дар мавзёеҳое, ки ангатзорҳои сабзишдошта бо дигаргуншавии маҷрои дарёҳо, ки чанд сол аз набудани намо танқисӣ мекашиданд, оҳиста- оҳиста хушк шуда, ба хорзор табдил ёфта, дар ҳолатҳои ба сифати ҳезум ё панҷарабандӣ истифода мешаванд [8].

Паҳншавии ангати хулоншакл дар гуногуншароитӣ ва гуногуниклимии манотиқи Кухистони Бадахшон ба дигаргуншавии аломатҳои морфологӣ, биологӣ, физиологӣ ва экологияи ирсии онҳо оварда расонида, таркиби биохимиявии ангатзорҳо низ дар шароитҳои гуногуни экологӣ тасодуфан аз ҳамдигар фарқ доранд. Муайян карда шуд, ки вобаста ба шароитҳои гуногуни экологии ноҳияҳои Вилояти Мухтори Кухистони Бадахшон таркиби рағван дар меваи он гуногун мебошад. Дар ноҳияи Ишқошим то 11-12%, Ванҷ 9-10%, Шуғнон, Бартанг, Роштқалъа 6-8% -ро ташкил медиҳад.

Ангати хулоншакл (*Hippóphae rhamnóides*) бо тобоварии баланд ба шароити душвори табиӣ ва нақши муҳимаш дар ҳифзи муҳити зист тавсиф карда мешавад. Хусусиятҳои экологии ангати хулоншакл нишон медиҳанд, ки ин растанӣ на танҳо як манбаи витаминҳо, балки «муҳандиси» ҳақиқии табиат аст.

Хусусиятҳои асосии экологии ангати хулоншакл иборат мебошанд :

-Мутобиқат ба рушноӣ (нур) дорад, ангат растании ниҳоят рӯшноӣ дӯст аст. Он дар соя хуб инкишоф намеёбад ва агар дар зерин дарахтони дигар монад, зуд хушк мешавад. Мисоли хушкшавии он дар ҳолати печидашавии лиани *Clematis aorientalis* L.(“ломонос”) дар ҷангалзорҳо далели тасдиқкунандаи ин омил аст.

-Сарфи назар аз тобоварӣ ба хушкӣ, ангат дар наздикии обҳои ҷорӣ (соҳили дарёҳо, кӯлҳо) беҳтар намунамо мекунад. Он обҳои ҳаракатнакунанда ва ботлоқшударо дӯст намедорад.

-Ангат дар ҳокҳои мулоими регдор хубтар афзоиш ёфта, дар решаҳои худ нитробактерия дар гиреҳчаҳои махсус дорад, ки нитрогенро аз ҳаво гирифта, хокро бой мегардонанд. Аз ин рӯ, он метавонад дар заминҳои регзор ва санглохи камқувват низ афзоиш ёфта, онҳоро ҳосилхез кунад [8].

-Ин растанӣ ба тағйирёбии шадиди ҳарорат тоб мутобиқат пайдо намуда, ба хушкӣ, бодҳои саҳт ва сармои шадид (то -40-44 °C) тобовар аст. Решаҳои он ба шӯразамин ва ҳавои ифлос (газҳои нақлиёт) тобоварии баланд доранд, бинобар ин онро дар канори роҳҳо ва шаҳрҳо низ мешинонанд.

-Бо сабаби системаи решаи пурқувват ва паҳншавандаш, ангатро барои пешгирии эрозияи хок ва мустаҳкам кардани нишебҳои кӯҳӣ ва соҳили дарёҳо васеъ истифода мебаранд [9].

Ангат дар экосистемаҳои Помир бо хусусиятҳои махсуси экологияи биологӣ мутобиқ шудааст ва ҳамчун як навъи муфид ва муҳим барои муқовимат ба тағйироти экологӣ, афзоиш ва муҳофизат кардани фазоҳои экосистемавӣ метавонад нақши бузургро дар таҳкими сохтори экологӣ ва биологӣ бозад. Таҳқиқотҳо нишон медиҳанд, ки адаптатсияи ангати хулоншакл ба шароити мураккаби иқлимӣ ва экосистемавии кӯҳӣ як раванди амиқ аст, ки ба сохтани механизми мутобиқшавӣ ба ҳарорати об, муҳити зист

ва манбаъҳои ғизо асос ёфтааст. Механизмҳои мутобиқшавӣ ба об, ғизои гуногун ва пахншавӣ кӯмак мерасонанд, ки онҳо барои беҳтар кардани равандҳои метаболизм ва энергия дар шароити иқлими тағйирёбанда қобилият пайдо мекунанд [10].

Ангати хулоншакл дар шароити экосистемавии Помир ба мураккабии иқлим ва муҳити экосистемавӣ мутобиқ шуда, таҳаввулоти экологии минтақа ва тағйироти иқлимӣ ба биоморфология, биохимия ва физиологияи ин навъ таъсир мерасонад. Тағйироти муҳити табиӣ, хусусан гармшавии иқлим, норасоии манбаъҳои ғизо ва ифлосшавии муҳити зист, боиси мутобиқшавии амиқ дар протсессҳои физиологӣ ва биохимикӣ мегарданд.

Ангати хулоншакл (*Hippophae rhamnoides*) бо тобоварии баланд ба шароити душвори табиӣ ва нақши муҳимаш дар ҳифзи муҳити зист тавсиф карда мешавад.

Хулоса

1. Муайян карда шуд, ки ангати хулоншакл ба гуруҳи растаниҳои мезофилӣ мансуб буда, бештар лаб -лаби дарёҳо, дар ҷангалзорҳо, заминҳои намии миенадоштаи кӯҳу теппаҳо ва хокҳои сабуки аллювиалӣ паҳн гардидааст.

2. Ареали экологияи пахншавии он дар ҳудуди ВМКБ аз 1100 (Висхарви н. Дарвоз то 3800 (Танимаси н. Мурғоб) ташкил медиҳад.

3. Ангат растании намӣ ва равшандуст буда, дар шароитҳои гуногуни номусоиди табиӣ ВМКБ ҳамчун як навъи муфид ва муҳим барои муковимат ба тағйироти экологӣ, афзоиш ва муҳофизат кардани ҷазоҳои экосистемавӣ метавонад нақши бузургро дар таҳкими сохтори экологӣ ва биологӣ мебозад.

АДАБИЁТ:

1. Мичурин, И.В. Сочинения. – М.Селхозгиз, 1948. Т.4. 803 с.
2. Фёдоров, В.А. Сезонный ритм развития облепихи различного происхождения в культуре //Биология, аспекты интродукции, селекция и агротехника облепихи /Сб. науч.тр.ГСХИ.Горький, 1985. С64-71.
3. Ручкин, В.Н. Химический анализ плодов и масла облепихи//В.Н. Ручкин/Материалы к познанию химического состава растений, Омск, 1929. С.38-49.
4. Шишкина, Е.Е. Биохимическая характеристика сортов облепихи селекции НИИСС им. Лисавенко //Биол. аспекты интродукции, селекции и агротехники облепихи. – Горький: 1985. – С. 117-122.
4. Ободовская, Д.А. Облепиха как сырьё для витаминной промышленности /Д.А. Ободовская. – М.: Пищепромиздат, 1957. 27с.
5. Девятнин, В.А. Облепиха. /В.А.Девятнин Д.А.Ободовская // Природа, 1955, №9. С 102.
5. Корзинников, Ю.С. Особенности биологии и морфологии облепихи Западного Памира /Ю.С.Корзинников, Н.Б.Крымская, Н.Д.Гагечиладзе // Биология, химия и фармакология облепихи. – Новосибирск: Наука, 1983. С.19-24.
6. Мусоев, С.М. Биологические особенности облепихи крушиновидной на Западном Памире и вегетативное ее размножения. Дисс. канд. биол. наук. – Душанбе: 1997. 199с.
7. Запрягаева, В.И. Лесные ресурсы Памиро-Алая. – Л.: Наука, 1976. 594 с.
8. Кабулов, Д.Ф. Облепиха крушиновидная в Узбекистане. –Ташкент: 1981. 85с.

ХУСУСИЯТҲОИ ЭКОЛОГИИ АНГАТИ ХУЛОНШАКЛ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКЌҲИ БАДАХШОН

Дар мақола хусусиятҳои экологии ангати хулоншакл дар шароитҳои табиӣ ВМКБ омӯхта шуда, нишон дода шудааст, ки он ба гуруҳи растаниҳои мезофилӣ мансуб буда, бештар лаб -лаби дарёҳо, дар ҷангалзорҳо, заминҳои намии миенадоштаи кӯҳу теппаҳо ва хокҳои сабуки аллювиалӣ паҳн гардидааст. Ангатзорҳои мавҷуда шароитҳои экологии худро бештар дар

маҷмаи баттаҳои ҷангалӣ ба монанди бедҳои туронӣ- *Salix turanica* Nas, Илиензис- *Salix iliensis* Regel, Шуганонӣ – *Salix Schugnanica* Goerz, сафедори помирӣ – *Populus pamirica* L. ва ҳамзамон буттаҳои мирикария (*Myricaria elegans* ва *M.squamosa*.) мутобиқ сохтаанд.

Калидвожаҳо: ангати ҳулошиакл, экология, хокҳои аллювиалӣ, адаптатсия, растани мезофилӣ.

Маълумот дар бораи муаллифон: Мусоев Суроб Мамадҷорович-Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, дотсенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хийбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)934172489. Email: smusoev1960@gmail.com

Имомназаров Булбулназар Акназарович-Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, дотсенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хийбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)931066714. Email: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Каримова Зебинамо Давлатбековна- Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, муаллими калони кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хийбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)933130309. Email: kzebinamo@gmail.com

Бобҷонова Гулафруз Мамадҷоновна- Донишгоҳи давлатии Хоруғ ба номи М.Назаршоев, ассистенти кафедраи химия ва технологияи химиявии факултети илмҳои табиӣ. Суроға: ш.Хоруғ, Ҷумҳурии Тоҷикистон, хийбони Ширинишох Шотемур 28, тел.: (+992)935944449. Email: gulenbobconova@gmail.com

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЛЕПИХИ КРУШИВИДНОЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ БАДАХШАНА

В статье представлены результаты исследования экологических особенностей облепихи кустарниковой формы в природных условиях Горно-Бадахшанской автономной области. Установлено, что данный вид относится к группе мезофильных растений и характеризуется приуроченностью к прибрежным экотопам рек, лесным сообществам, умеренно увлажнённым почвам горных и предгорных территорий, а также лёгким аллювиальным субстратам. Выявлено, что существующие облепиховые заросли формируются преимущественно в составе кустарниково-лесных фитоценозов, представленных такими видами, как ива туркестанская — *Salix turanica* Nas., ива илийская — *Salix iliensis* Regel, ива шуганская — *Salix schugnanica* Goerz, тополь памирский — *Populus pamirica* L., а также кустарники рода мирикария (*Myricaria elegans*, *Myricaria squamosa*).

Ключевые слова: облепиха крушовидной, экология, аллювиальные почвы, адаптация, мезофильные растения.

Сведения об авторах: Мусоев Суроб Мамадҷорович — доцент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемура, 28. Тел.: (+992)934172489. E-mail: smusoev1960@gmail.com

Имомназаров Булбулназар Акназарович — доцент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемура, 28. Тел.: (+992)931066714. E-mail: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Каримова Зебинамо Давлатбековна — старший преподаватель кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук Хорогского государственного университета имени М. Назаршоева. Адрес: Республика Таджикистан, г. Хорог, проспект Ширинишох Шотемура, 28. Тел.: (+992)933130309. E-mail: kzebinamo@gmail.com

Бобдҷонова Гулафруз Мамадҷоновна — Хорогский государственный университет имени М. Назаршоева, ассистент кафедры химии и химической технологии факультета естественных наук. Адрес: г. Хорог, Республика Таджикистан, проспект Ширинишох Шотемура, 28. Тел.: (+992) 935944449. E-mail: gulenbobconova@gmail.com

ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PEAR-SHAPED SEA BUCKTHORN IN THE CONDITIONS OF THE BADAKHSHAN HIGHLANDS

The article presents the results of a study on the ecological characteristics of shrub-form sea buckthorn under natural conditions of the Gorno-Badakhshan Autonomous Region. It has been established that this species belongs to the group of mesophilic plants and is characterized by its association with riparian river ecotopes, forest communities, moderately moist soils of mountainous and foothill areas, as well as light alluvial substrates.

It has been revealed that existing sea buckthorn thickets are predominantly formed within shrub-forest phytocenoses represented by species such as Turkestan willow — *Salix turanica* Nas., Ili willow — *Salix iliensis* Regel, Shugnan willow — *Salix schugnanica* Goerz, Pamir poplar — *Populus pamirica* L., as well as shrubs of the genus *Myricaria* (*Myricaria elegans*, *Myricaria squamosa*).

Keywords: pear-shaped sea buckthorn, ecology, alluvial soils, adaptation, mesophilic plants.

Information about the authors: Musoev Surob Mamadyorovich — Associate Professor, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 934172489. E-mail: smusoev1960@gmail.com

Imomnazarov Bulbulnazar Aknazarovich — Associate Professor, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 931066714. E-mail: imomnazarovbulbulnazar58@gmail.com

Karimova Zebinamo Davlatbekovna — Senior Lecturer, Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences, Khorog State University named after M. Nazarshoev. Address: Republic of Tajikistan, Khorog, Shirinsho Shotemur Avenue, 28. Tel.: (+992) 933130309. E-mail: kzebinamo@gmail.com

Bobjonova Gulafroz Mamadjonovna — Khorog State University named after M. Nazarshoev, Assistant of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Faculty of Natural Sciences. Address: 28 Shirinsho Shotemur Avenue, Khorog, Republic of Tajikistan. Tel.: (+992) 935944449. E-mail: gulenbobconova@gmail.com

УДК: 634.21:581.4

НЕКОТОРЫЕ МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТНЫХ СОРТОВ АБРИКОСА (*Armeniaca vulgaris* Lam.) ЗАПАДНОГО ПАМИРА (РУШАНСКОЙ ДОЛИНЫ)

Содаткадамова Т.М., Куканбекова М.С.

Хорогский государственный университет им. М.Назаршоева

Западный Памир отличается благоприятными экологическими условиями для возделывания плодовых культур, особенно абрикоса. Среди местных форм выявлены высокопродуктивные сорта, пригодные для закладки садов промышленного типа. По климатическим характеристикам регион относится к Переднеазиатской или Средиземноморской климатической области, для которой характерны весенний максимум осадков и продолжительное засушливое лето.

Ковалев Н.В. отмечает что «Абрикос относительно теплолюбивое растение, для роста и развития его необходимо значительное количество тепла (до 25⁰С) и сравнительно не очень низкие температуры» [1].

Абрикос (*Armeniaca vulgaris* Lam.) является одной из древнейших и наиболее распространённых плодовых культур Западного Памира. Значительное разнообразие форм связано с длительной историей возделывания, перекрёстным опылением и семенным размножением. Ареал распространения абрикоса поднимается до 3120 м над уровнем моря — это наивысшая зона его произрастания в Западной Азии. Уникальные условия солнечной радиации и горный рельеф создают широкие возможности для формирования адаптированных местных форм.

Сумма эффективных температур в долине Рушанского района составляет 2623 °С), годовое количество осадков в основном в весенне-летнем периоде составляет 213 мм, которое способствуют нормальному росту и развития абрикоса [2].

По количеству деревьев абрикос уступает только шелковице. Изучение морфологических признаков местных форм Рушанской долины позволяет оценить потенциал их промышленного использования.

Цель исследования — изучение морфобиологических особенностей местных сортов абрикоса Рушанской долины Западного Памира и определение их хозяйственной ценности.

Задачи исследования:

1. Определить ареал произрастания абрикоса в зависимости от высотных поясов.
2. Изучить морфологические и биологические признаки местных форм.
3. Провести описание наиболее перспективных сортов для дальнейшего использования в промышленном садоводстве и селекции.

Объекты и методы исследование

Объектов исследования служили местные сорта и формы абрикоса Рушанской долины. Полевые наблюдения проводились в Рушанской долине в период активной вегетации. Морфометрические параметры плодов, косточек и листьев определялись по методике «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», 1999. [4].

Измерялись длина, ширина и масса плодов, а также параметры косточек и листовых пластинок. Климатические данные анализировались на основе материалов местных метеостанций.

Результаты и обсуждение

Ареал возделывания абрикоса в пределах Рушанской долины отличается значительной вертикальной протяжённостью и охватывает высоты от 1900 до 3000 м над уровнем моря. Такое распределение свидетельствует о высокой экологической пластичности абрикоса и его способности адаптироваться к сложным горным условиям Западного Памира.

С увеличением высоты наблюдается снижение среднегодовых температур, увеличение суточных амплитуд и сокращение продолжительности вегетационного периода, что влияет на сроки цветения и созревания плодов. Климат Рушанской долины относится к резко континентальному типу, с холодной продолжительной зимой и тёплым, сухим летом. Среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 120–250 мм, причём их основная часть выпадает весной, в период активного роста растений.

Высокая солнечная радиация (в среднем 2800–3000 часов солнечного сияния в год) и значительные суточные колебания температуры создают оптимальные условия для накопления сахаров и ароматических веществ в плодах. Это придаёт абрикосам, выращенным в Рушанской долине, насыщенный вкус, приятный аромат и яркую окраску, что повышает их товарную и пищевую ценность.

Высокая солнечная радиация (в среднем 2800–3000 часов солнечного сияния в год) способствует активному фотосинтезу, повышению содержания сахаров и каротиноидов в плодах. Благодаря этому абрикос, выращенный в условиях Рушанской долины, отличается выраженным вкусом, яркой окраской.

Совокупность климатических факторов — изобилие солнечного света, умеренные температуры, низкая влажность и хорошее дренирование почв — формирует уникальные условия для получения качественного урожая абрикоса. Эти особенности подтверждают, что Рушанская долина представляет собой один из наиболее перспективных микрорегионов Западного Памира для промышленного садоводства и селекционных исследований.

В результате экспедиционных исследований на территории Рушанской долины были выявлены и описаны несколько характерных местных форм абрикоса (*Armeniaca vulgaris* Lam.), представляющих интерес как для селекционной работы, так и для промышленного садоводства. Среди них особого внимания заслуживают формы «Цавзнулак» «Махмури» и «Тофчакнош», отличающиеся рядом хозяйственно ценных признаков, связанных с устойчивостью, долговечностью и качественными характеристиками плодов [3].

Из описанных форм абрикоса Рушана 15 форм имеют горькие ядра, 58 со сладкими ядрами, некоторые из них не имеют местное название, и называли их по местности, где их описали, например, Баррушан-1, Басид-3, Шпад-1. Все местные формы абрикос отличаются по размеру, окраски, весу плода и косточки (Таблица 1.).

Таблица 1. Некоторые морфобиологические особенности абрикоса Рушана

Форма абрикоса	Место нахождения (высота над ур. моря, м)	Плоды, вес, г	косточки		
			Размер, мм	Доля косточки, %	Доля ядра, %
Махмури	к. Баррушан, 1900	15-17	22*14*11 мм	11,0	31,1
Цавзнулак	к. Шпад, 1660	12-14	20*16*11	8,8	30,1
Тофчакнош	к. Шидз, 1780	10-13	35*23*11	6,6	27,8
Харбузанош	к. Дерзуд, 1950	12-15	27*19*11	6,3	23,6
Сафедак	к. Дех, 2200	10-13	21*19*11	8,5	26,6
Адждирх-махмури	к. Басид, 2500	7-9	22*16*10	13,5	28,9

Форма «Махмури»

Эта форма обнаружена в кишлаке Баррушан Рушанского района, где издавна культивируется в приусадебных садах. Дерево имеет значительный возраст — около 70 лет, что само по себе свидетельствует о долговечности и устойчивости к экстремальным условиям горного климата. Высота дерева достигает 8 м, высота штамба — 1,85 м, окружность — около 1,75 м. Крона мощная, раскидистая, округлой формы, диаметром до 8 м, что обеспечивает хорошее освещение листвы и равномерное формирование плодов.

Плоды округло-овальные, средние (23*16*10*мм), массой около 25 г. Кожица жёлтая, без подкожных точек, брюшной шов глубокий и хорошо выраженный. Мякоть сочная, плотная, жёлтая, очень сладкая, с высоким содержанием сахаров и низкой кислотностью. Плоды отличаются высокой транспортабельностью и универсальностью типа использования — пригодны для употребления в свежем виде, консервирования, сушки и приготовления джемов.

Косточка яйцевидной формы (22×14×11 мм), шероховатая, светло-коричневая, легко отделяется от мякоти. Масса косточки составляет 8,3 % от массы плода, ядро сладкое (25,8 % массы косточки). Листья крупные, широкояйцевидные (9,5×7,0 см), с заострённой вершиной и округлым основанием, черешки длиной около 3 см.

Таким образом, форма «Махмури» характеризуется высокой засухоустойчивостью, долголетием и отличными потребительскими качествами плодов, что делает её перспективной для промышленного и селекционного использования.

Форма «Тофчакнош»

Форма «Тофчакнош» была выявлена в кишлаке Барушан того же района и характеризуется рядом отличительных признаков. Это привитое дерево возрастом 20–23 года, высотой около 7 м, с окружностью штамба 0,87 м и высотой штамба 1,84 м. Крона раскидистая, но более компактная (диаметром до 5 м), что делает форму удобной для возделывания в малогабаритных и интенсивных садах.

Плоды крупные (54×42×34 мм), массой около 38 г, овальные, слегка уплощённые с боков. Кожица жёлтая, гладкая, брюшной шов чётко выражен. Созревание плодов приходится на вторую декаду июля — начало августа, что позволяет отнести сорт к группе среднепоздних. Мякоть плотная, очень сочная, сбалансированного вкуса с преобладанием сладких тонов и лёгкой кислинкой. По органолептическим свойствам плоды относятся к категории высококачественных десертных сортов.

Косточка средней величины, овально-вытянутая, хорошо отделяется от мякоти; ядро сладкое. Форма характеризуется регулярным плодоношением, высокой урожайностью и устойчивостью к засухе. Несмотря на меньшие размеры дерева, урожайность остаётся высокой за счёт крупноплодности и стабильного формирования завязей.

Таким образом, форма «Тофчакнош» сочетает крупноплодность, отличный вкус, транспортабельность и устойчивость к стрессовым условиям, что делает её ценным объектом для селекционной и агротехнической работы.

Форма «Цавзнулак»

Форма описана в Рушанском районе, к. Шпад. распространенная форма занимает второе место после формы абрикоса Махмури. Модельное дерево. Высота дерева достигает до 10 метров высоты, крона раскидистая, диаметром до 8 метров, высота штамба около 1,5 метра, окружность штамба до 1 метра.

Плоды среднего размера 30*29*28 мм, весом от 15-17 г, овально-округлой формы. Верхушка плода острая, поэтому называется «цавзнулак» в переводе острая. Окраска кожицы плода желтая иногда беловатая, мягкость сочная, сладкая, окраска желтая. Косточка хорошо отделяется от мякоти: поверхность гладкая, светло-коричневого цвета. Верхушка косточки острая, основание округлое.

Листья широко-яйцевидной формы, размером 85—70 см, длина черешка 3,6см, края зубчатые. Урожайная форма, универсального типа пользования.

Заключение

Проведённые исследования показали, что природно-климатические условия Западного Памира, и особенно Рушанской долины, создают уникальные предпосылки для успешного возделывания абрикоса. Комплекс природных факторов — высокая солнечная радиация, низкая влажность воздуха, продолжительный вегетационный период и хорошо дренированные почвы — способствует формированию плодов высокого качества, отличающихся насыщенным вкусом, яркой окраской и хорошей лёжкостью.

Широкая экологическая амплитуда (1900–3120 м над уровнем моря) подтверждает высокую адаптационную способность абрикоса к условиям горного земледелия. Форма «Махмури» отличается долговечностью, устойчивостью и универсальностью использования плодов, тогда как форма «Тофчакнош» выделяется крупноплодностью, гармоничным вкусом и стабильной урожайностью.

Обе формы представляют значительный интерес для дальнейшей селекции и промышленного разведения и могут служить ценным генетическим материалом для выведения новых сортов, адаптированных к горным условиям Центральной Азии.

На основании проведённых исследований, анализа морфобиологических особенностей и хозяйственной оценки местных форм абрикоса сформулированы следующие практические рекомендации:

1. Промышленное использование.

Рекомендуется использовать формы «Цавзнулак», «Махмури» и «Тофчакнош» при закладке новых садов промышленного типа в долинных и предгорных районах Западного Памира на высотах до 3000 м над уровнем моря.

2. Размножение.

Для сохранения сортовых признаков предпочтителен вегетативный способ размножения

— прививка на местные подвои абрикоса, что обеспечивает устойчивость и сохранение генетических особенностей форм.

3. Агротехнические приёмы.

Рекомендуется внедрение комплекса адаптированных мероприятий: осенняя глубокая перекопка почвы, весеннее внесение органико-минеральных удобрений и капельное орошение в период плодоношения.

3. Хранение и переработка.

Плоды отличаются высокой транспортабельностью и лёжкостью, пригодны для длительного хранения и переработки в сушёные и консервированные продукты (курага, варенье, компоты, джемы).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ковалев, Н.В. Абрикос. Изд-во сельскохозяйственных журналов и плакатов. – М.: 1963. - 288 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. ВНИИГ и СПР, г. Орел, 1999, - 493с.
3. Содаткадамова Т.М., Фелалиев А.С. Изучение полиморфизма местных сортов абрикоса в условиях высокогорья Памира. //Материалы всероссийской научной конференции с межд. участием чтения научные чтения памяти профессора б.м. Козо-Полянского – Воронеж. -2025,-С.186-190
4. Юсуфбеков, Х.Ю., Макаренкова Л.П. В сб.: Интродукция растений и ботанические исследования в Горном Бадахшане., – Душанбе: Изд-во Дониш, 1984,-С. 21-44.

БАЪЗЕ ХУСУСИЯТҲОИ МОРФОБИОЛОГИИ НАВЪҲОИ МАҲАЛЛИИ ЗАРДОЛУ (*Armeniaca vulgaris* Lam.) ДАР ПОМИРИ ҒАРБӢ (ВОДИИ РӢШОН)

*Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши морфобиологии шаклҳои маҳаллии зардолу (*Armeniaca vulgaris* Lam.) дар Помири Ғарбӣ (водии Рӯшон) пешниҳод гардидаанд. Шароити табиӣ ва иқлими минтақа таҳлил гардида, ареали парвариши зардолу аз рӯи камарбандҳои баландӣ (аз 1900 то 3120 м аз сатҳи баҳр) муайян карда шудааст ва ба баъзе шаклҳои зардолу дар шароити Помири Ғарбӣ (водии Рӯшон) тавсиф дода шудааст.*

Дар рафти таҳқиқоти экспедиционӣ се шакли хоси маҳаллӣ — «Цавзнулак», «Махмури» ва «Тофчакнош» ҷудо карда шуда, муфассал тавсиф шудаанд. Шакли аввали пешниҳодшуда, бо дарозумрӣ, тобоварӣ ба шароити хушкӣ ва истифодаи мева дар шакли тару тоза, хушк фарқ мекунад, дар ҳоле ки шакли дуюм бо калонмевагӣ, таъми мутавозин ва ҳосилнокии устувор тавсиф мешавад. Нишон дода шудааст, ки ин шаклҳо дорои қобилияти баланди экологӣ, тобоварӣ ба хушксолӣ ва нишонаҳои арзишманди хоҷагидорӣ мебошанд, ки онҳоро барои соҳаи боздорӣ, саноат ва қорҳои минбаъдаи селекционӣ истифода бурдан мумкин аст.

Дар асоси натиҷаҳои бадастомада тавсияҳои амалӣ барои ҷорӣ намудани парвариши зардолу барои истеҳсолоти саноатӣ, инчунин барои истифодаи шаклҳои омӯхташуда дар барномаҳои минтақавии селекционӣ ҷиҳати офаридани навъҳои нави мутобиқишуда ба шароити минтақаҳои хушк ва кӯҳистони баланди Тоҷикистон таҳия шудаанд.

Калидвожаҳо: *Помири Ғарбӣ, водии Рӯшон, зардолу, шаклҳои маҳаллӣ, хусусиятҳои морфобиологӣ, тобоварӣ ба хушкӣ, донак, полиморфизм, селекция, баландкӯҳ, минтақаи хушк.*

Маълумот оиди муаллиф: *Содатқадмова Т.М.- номзади илмҳои биологӣ, мудири кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруг ба номи М.Назаршоев, Тел: +992935834619, E-mail, tahmina88@inbox.ru*

Куканбекова М.С. муаллими калони кафедраи биологияи Донишгоҳи давлатии Хоруг ба номи М.Назаршоев. Тел:-+992935996719.

**НЕКОТОРЫЕ МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТНЫХ
СОРТОВ АБРИКОСА (*Armeniaca vulgaris* Lam.) ЗАПАДНОГО ПАМИРА
(РУШАНСКОЙ ДОЛИНЫ)**

В статье представлены результаты морфобиологического изучения местных форм абрикоса (*Armeniaca vulgaris* Lam.) Рушанской долины Западного Памира. Проведён анализ природно-климатических условий региона, определены ареалы возделывания культуры по высотным поясам (от 1900 до 3120 м над уровнем моря) и дана характеристика некоторых форм абрикоса в условиях Западного Памира (Рушанской долины).

В ходе экспедиционных исследований выделены и подробно описаны три характерные местные формы — «Цавзнулак», «Махмури» и «Тофчакнош». Первая форма отличается долговечностью, устойчивостью к засушливым условиям и универсальностью использования плодов, в то время как вторая характеризуется крупноплодностью, сбалансированным вкусом и стабильной урожайностью. Показано, что данные формы обладают высокой экологической пластичностью, засухоустойчивостью и ценными хозяйственными признаками, что делает их перспективными для промышленного садоводства и дальнейшей селекционной работы.

На основе полученных результатов разработаны практические рекомендации для внедрения культуры абрикоса в промышленное производство, а также для использования изученных форм в региональных селекционных программах по созданию новых сортов, адаптированных к условиям аридных и высокогорных зон Таджикистана.

Ключевые слова: Западный Памир, Рушанская долина, абрикос, местные формы, морфобиологические особенности, засухоустойчивость, косточка, полиморфизм, селекция, высокогорья, аридная зона,

Сведения об авторах: Содаткадамова Т.М.-кандидат биологических наук, зав. кафедрой биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаршоева, Тел: +992935834619, E-mail, tahmina88@inbox.ru

Куканбекова М.С.-старший преподаватель кафедры биологии Хорогского государственного университета им. М.Назаршоева, Тел: +992935996719.

**SOME MORPHOBIOLOGICAL TRAITS OF LOCAL APRICOT (*ARMENIACA
VULGARIS* LAM.) VARIETIES IN THE WESTERN PAMIR (RUSHAN VALLEY)**

This paper presents the results of a morphobiological study of local forms of apricot (*Armeniaca vulgaris* Lam.) in the Rushan Valley of the Western Pamir. The natural and climatic conditions of the region were analyzed, and the altitudinal distribution range of apricot cultivation (from 1900 to 3120 m above sea level) was determined. A characterization of selected apricot forms under the environmental conditions of the Western Pamir (Rushan Valley) is provided.

Based on field expedition studies, three representative local forms—“Tsavznulak,” “Makhmuri,” and “Tofchaknosh”—were identified and described in detail. The first form is distinguished by its longevity, drought resistance, and versatility in fruit utilization, whereas the second is characterized by large fruit size, balanced taste, and stable productivity. The studied forms exhibit high ecological plasticity, drought tolerance, and valuable agronomic traits, making them promising for commercial horticulture and future breeding programs.

Based on the obtained results, practical recommendations have been developed for the introduction of apricot cultivation into commercial production, as well as for the use of the studied forms in regional breeding programs aimed at developing new varieties adapted to arid and high-mountain conditions of Tajikistan.

Keywords: Western Pamir, Rushan Valley, apricot, local forms, morphobiological characteristics, drought resistance, stone (pit), polymorphism, breeding, highlands, arid zone.

Information about authors: Sodatkadamova T.M.- candidate of biology sciences, Head of biology department of Khorog state University named after M.Nazarshoev, Phone: +992935834619, E-mail, tahmina88@inbox.ru

Kukanbekova M.S.-Senior teacher of biology Department of Khorog state university named after M.Nazarshoev, Тел: +992935996719

МУНДАРИҶА-СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА ВА МЕХАНИКА

<i>Айдармамадов А.Г., Шодибекова Ш.Ф.</i> ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА И ЕЁ РОЛЬ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ: МАТРИЦЫ, ВЕКТОРЫ И ОПЕРАЦИИ НАД НИМИ.....	3
<i>Заргаров Дж.Дж., Кадамшоев Н.У.</i> ЗНАЧЕНИЕ n-ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ ХАРДИ.....	10
<i>Норкулов Р.О.</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА С СИНГУЛЯРНЫМИ КОЭФИЦИЕНТАМИ.....	14
<i>Холмамадова Ш.А.</i> ТОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ n-ПОПЕРЕЧНИКОВ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ФУНКЦИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ H	22

ХИМИЯ

<i>Бобокалонов Т.Б.</i> ТАҲҚИҚИ ЭЛЕКТРОХИМИЯВИИ МАҲЛУЛҲОИ ПАЙВАСТАГИҲОИ КОМПЛЕКСИИ ОҶАН(III) БО TSC ВА FTSC.....	26
<i>Давлатов Р.Ч.</i> ОМЎЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ МАҲЛУЛҲО ТАВАССУТИ МУАЙЯН НАМУДАНИ ЧАСПАКИИ ДИНАМИКӢ ВА НИШОНДИҲАНДАИ ШИКАСТИ РУШНОӢ.....	30
<i>Зафарзода С.З., Раҷабода С.И., Қодиров М.З., Умархонзода М.У., Олимзода Ё.</i> СИНТЕЗИ 1,2-БИС(4-БРОМФЕНИЛ)-N,N',N'-ТЕТРАМЕТИЛЭТИЛЕН-1,2-ДИАМИН ВА ПАЙВАСТ НАМУДАНИ ОН БО ФУЛЛЕРЕН C ₆₀	41
<i>Каримова З. Д., Имомназаров Б. А., Мусоев С. М.Раҳмихудоева М. Г.,</i> ТАҲҚИҚИ ПАЙВАСТАГИҲОИ ФЛАВОНОИДИИ РАСТАНИҲОИ НАМУДИ RIBESL.ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ.....	47
<i>Олифтаева Ж.А., Муқбилишоева Н.А.</i> ТАҲҚИҚОТИ ХУСУСИЯТҲОИ ЗИДДИВИРУСИИ КИСЛОТАҲОИ ГУМИНИИ МОДИФИКАТСИЯШУДА БО ФУЛЛЕРЕН C ₆₀ НИСБАТ БА ВИРУСИ ГЕПАТИТИ С.....	52
<i>Саидов С.С., Шоев С.Ҳ., Каримова З.Д., Олифтаева Ж.А.</i> СИНТЕЗИ ОКТАПЕПТИДИ ДИМЕРИИ Cbo-Pro-Phe-Pro-Gly-NH-(CH ₂) ₂ -NH-Gly-Pro-Phe-Pro-Cbo.....	57
<i>Сафармамадзода С.М., Мубораккадамов Д.А., Мабаткадамзода К.С., Акимбекзода Х.А., Одилова З.А.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ H[AuCl ₂] С 1,2,4-ТРИАЗОЛОМ ПРИ 298К.....	62
<i>Шоедарова З.И., Мабаткадамзода К.С., Курбонмамадова С.М.,</i> ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРОВ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II) С 4-МЕТИЛ- 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛОМ.....	70

БИОЛОГИЯ

<i>Абдулназаров А.Г., Ёрмамадова А., Куканбекова М., Хуҷамов Ш.</i> ПТИЦЫ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА.....	76
<i>Асмаатбекова Ф.Я.</i> ХУСУСИЯТҲОИ НАВДАҲОСИЛКУНИИ ТАМАШК (RUBUS IDAEUS L.) ДАР ШАРОИТИ ПОМИРИ ҒАРБӢ.....	80
<i>Давлатбек С.Х.</i> КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАПАДНОГО ПАМИРА.....	87
<i>Давлатзода Ш.Д.</i> ПРИРОДНЫЙ ЗАКАЗНИК «ЧИЛДУХТАРОН» КАК ОБЪЕКТ БИОЛОГИЧЕСКОГО И ЭКОТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МУМИНОБОДСКОГО РАЙОНА.....	91
<i>Джумаев Б.Б., Абдуллаев А., Абдуллаев Х.А., Гулмамад С., Сафарова С.С.</i> ФОТОСИНТЕЗ И МЕТАБОЛИЗМ УГЛЕРОДА У ХЛОПЧАТНИКА ПРИ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССАХ.....	98
<i>Мирзоева Р.Д., Абдураимова О.А.</i> БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВЫСОКОГОРИЙ ПАМИРА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ.....	105
<i>Мусоев С.М., Имомназаров Б.А., Каримова З.Д., Бобҷонова Г.М.</i> ХУСУСИЯТҲОИ ЭКОЛОГИИ АНГАТИ ХУЛОНШАКЛ ДАР ШАРОИТИ БАЛАНДКЌҲИ БАДАХШОН.....	109
<i>Содаткадамова Т.М., Куканбекова М.С.</i> НЕКОТОРЫЕ МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТНЫХ СОРТОВ АБРИКОСА (<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.) ЗАПАДНОГО ПАМИРА (РУШАНСКОЙ ДОЛИНЫ).....	115

**ҚОИДАҲО БАРОИ МУАЛЛИФОНИ
МАҶАЛЛАИ НАЗАРИЯВӢ ВА ИЛМИӢ ИСТЕҲСОЛИИ
«ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ХОРУҒ»
(Бахши илмҳои табиатишиносӣ ва риёӣ)**

Мақолаҳои илмие, ки барои нашр ба маҷалла пешниҳод мегарданд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд: а) мақолаи илмӣ бояд бо назардошти талаботи муқаррарнамудаи маҷалла омода гардида бошад; б) мақола бояд натиҷаи таҳқиқоти илмӣ бошад; в) мавзӯи мақола бояд ба яке аз самтҳои илмӣ маҷалла мувофиқат намояд.

Талабот нисбат ба таҳияи мақолаҳои илмӣ:

-матни мақола бояд дар формати Microsoft Word омода ва бо ҳуруфи Times New Roman таҳия гардида, дар матн ҳаҷми ҳарфҳо 12, ҳошияҳо 2,0 см ва фосилаи байни сатрҳо бояд 1,15 мм бошад.

-формулаҳо, аломатҳо ва нишонаҳои ҳарфҳои бузургҳо бояд дар муҳаррири формулаи Microsoft Equation ва ё Math Type (ҳуруфи 12) ҳуруфчинӣ карда шаванд. Танҳо он формулаҳое, ки ба он истинод оварда шудаанд, рақамгузорӣ карда мешаванд.

-накшаҳо, схемаҳо, диаграммаҳо ва расмҳо бояд рақамгузорӣ карда шаванд ва инчунин, онҳо бояд номи шарҳдиҳанда дошта бошанд. Ҳаҷми мақола бо формати A4 бо назардошти рӯйхати адабиёти истифодашуда ва аннотатсияҳо аз 8 то 10 саҳифаро бояд дар бар гирад. Сохтори мақола бояд бо тартиби зерин таҳия гардад:

1. Индекси ТДУ барои мақола;
2. Номи мақола;
3. Насаб ва дар шакли ихтисор ном ва номи падар (намуна: Раҳимов С.Ҳ.);
4. Номи муассисасе, ки дар он муаллиф (он) қору фаёлият менамояд;
5. Матни асосии мақола;
6. Рӯйхати адабиёти истифодашуда (на бештар аз 10 номгӯӣ);
7. Номи мақола, аннотатсия ва калимаҳои калидӣ (бо се забон: забони тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ);
8. Аннотатсия дар ҳаҷми на камтар аз 6-7 сатр ва калимаҳои калидӣ аз 8 то 10 номгӯ бояд таҳия карда шавад.
9. Маълумот дар бораи муаллифони бо се забон (пурра ном, насаб ва номи падар пурра, ҷойи қор, вазифа, унвони илмӣ, суроғаи ҷойи қор, почтаи электронӣ, телефон).

Ҳангоми иқтисосоварӣ адабиёти истифодашуда ва саҳифаи мушаххаси он бояд дар қавс ҷаҳорқунҷа нишон дода шавад. Намуна [4, с.15], яъне адабиёти №4, саҳифаи 15.

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА
«ВЕСТНИК ХОРОГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»
(СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК)**

Научные статьи, представленные для публикации в журнале, должны соответствовать следующим требованиям: а) научная статья должна быть подготовлена в соответствии с требованиями, установленными журналом; б) статья должна быть результатом научных исследований; в) тема статьи должна соответствовать одному из научных направлений журнала.

Требования к оформлению научных статей:

-текст статьи должен быть подготовлен в формате Microsoft Word и шрифтом Times New Roman, кегль 12, поля 2,0 см со всех сторон, интервал 1,15 мм.

-формулы, символы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation или Math Type (шрифт 12). Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

-таблицы, схемы, диаграммы и рисунки нужно сгруппировать и пронумеровать, а также, они должны иметь название.

-объем статьи (включая аннотацию и список литературы) должен быть в пределах от 8 до 10 страниц в формате A4. Статья должна иметь следующую структуру:

1. Индекс УДК на статью можно получить в любой научной библиотеке;
2. Название статьи;
3. Фамилия и инициалы автора (пример: Рахимов С.Х.);
4. Название организации;
5. Основной текст статьи;
6. Список использованной литературы (не более 10 наименований);
7. Название статьи, аннотация и ключевые слова (на таджикском, на русском и английском языках);
8. Аннотация оформляется в объеме не менее 6-7 строк, ключевые слова от 8 до 10 слов или словосочетаний;
9. Информация об авторе на трех языках (полные ФИО, должность, ученая степень, место работы, адрес места работы, электронная почта, телефон).

При цитировании конкретного материала, ссылки указываются в квадратных скобках. Образец: [4, с.15], т.е., литература №4, страница

**RULES FOR THE AUTHORS
THEORETIC AND SCIENTIFIC PRACTICAL MAGAZINE «BULLETIN OF THE KHOROG UNIVERSITY»
(SERIES OF NATURAL AND MATHEMATICAL SCIENCES)**

Scientific articles submitted for publication in correspond must the following requirements: a) the scientific article must be prepared in accordance with the requirements established by the journal; b) the article must be the result of scientific research; c) the topic of the article must correspond to one of the scientific directions of the journal.

Requirements of typography of the scientific article:

-the text of the article should be prepared in Microsoft Word format and Times New Roman font, size - 12, fields - 2.0 cm from all sides, interval - 1.15.

-formulas, symbols and letter designations of quantities must be typed in the formula editor Microsoft Equation or Math Type (font 12). Only those formulas to which there are references are numbered.

-tables, diagrams, diagrams and figures must be grouped and numbered, and also, they must have a name.

-the volume of the article (including annotation and bibliography) should be in the range of 8 to 10 pages of A4 format. The article should have the following structure:

1. UDC index per article;
2. Title of the article;
3. Surname and initials of the author (example: Rahimov S.H.);
4. The name of the organization in which the author (s) of the article works, the postal address of the organization, city, country;
5. The main text of the article;
6. List of used literature (no less than 6 and no more than 7 titles of scientific literature).
7. Title of the article, annotation and keywords (in Tajik, English, and Russian).
8. Annotation is drawn up in the amount of at least 6-7 lines, keywords from 8 to 10 words or phrases;
9. Information about the author in three languages (full name, position, academic degree, place of work, address of the place of work, E-mail, telephone)

When citing specific material, links are indicated in square parenthesis. Example: [4, p.15], and etc., literature No.4, page 15.

Ба чоп 20.06.2026 супорида шуд.
Андозаи 60x84 1/8. Чопи офсетӣ.
Чузӣи чопӣ **15**. Теъдод 100 нусха.
Дар матбааи “ДДХ” чоп шуда аст.