



UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

Научный журнал
Издается ежемесячно с ноября 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: химия и биология

Выпуск: 11(137)

Ноябрь 2025

Часть 3

Москва
2025

УДК 54+57

ББК 24+28

U55

Главный редактор:

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Члены редакционной коллегии:

Арестова Инесса Юрьевна - канд. биол. наук;

Аронбаев Сергей Дмитриевич - д-р хим. наук;

Даминова Шахло Шариповна - д-р хим-х наук;

Кадырова Гульчехра Хакимовна - д-р биол. наук;

Кван Ольга Вилориевна - д-р биол. наук;

Кунавина Елена Александровна - канд. хим. наук;

Максуд Жаббиеевич Жуманиязов - д-р технических наук;

Пилигримова Эмма Глебовна - канд. биологических наук;

Радкевич Мария Викторовна - д-р технических наук;

Севостьянова Ольга Игоревна - канд. биологических наук;

Ткачева Татьяна Александровна - канд. хим. наук;

Шахова Валерия Николаевна - канд. биологических наук;

Шейда Елена Владимировна - д-р биологических наук;

Яковлев Иван Геннадиевич - канд. хим. наук.

U55 Universum: химия и биология: научный журнал. – № 11(137). Часть 3., М.,

Изд. «МЦНО», 2025. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/nature/archive/category/11137>

ISSN : 2311-5459

DOI: 10.32743/UniChem.2025.137.11

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 24+28

© ООО «МЦНО», 2025 г.

Содержание

Статьи на русском языке	5
Химические науки	5
Органическая химия	5
ПРОИЗВОДНЫЕ N,N-ДИМЕТИЛАМИЛАНА КАК КАТИОННЫЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ	5
Бурихонов Бахтиёр	
Бекмуродов Зехниддин	
Хайитов Бекзод	
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ ЭТАНОЛЬНЫМ РАСТВОРОМ	10
Камолова Мухлиса Худойбердиевна	
Баракаев Нусратилла Ражабович	
СИНТЕЗ СЛОЖНОГО ЭФИРА БУТИН-2-ДИОЛА-1,4-ДИФОРМИАТА НА ОСНОВЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ И БУТИН-2-ДИОЛА-1,4	15
Низамов Исомиддин Гиёс угли	
ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЦЕТОАЦЕТАНИЛИДНЫХ АРОИЛГИДРАЗОНОВ	21
Сатторова Сарвиноз Зафар кизи	
Худоярова Эътибор Ахатовна	
Абдурахмонов Сайфиддин Файзуллаевич	
Умаров Бако Бафаевич	
СИНТЕЗ БЕНЗОТРИАЗОЛ 1N-АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ	26
Таджиева Шахноза Абдувалиевна	
Максумова Ойтура Ситдиковна	
Таджиева Гулмира Абдувалиевна	
Маткаримова Нигора Сагдуллаевна	
Физическая химия	31
ДИАГРАММА РАСТВОРИМОСТИ СИСТЕМЫ 2-ХЛОРЭТИЛ-ФОСФОНАТ МОЧЕВИНА – АММИАК – ВОДА	31
Абдурахманов Улугбек Курганбаевич	
Холбоев Юсубжон Хакимович	
МЕХАНИЗМ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДСОРБЦИИ АММИАКА НА ЦЕОЛИТЕ $\text{Ca}_4\text{Na}_4\text{A}$	38
Бахронов Хаёт Нурович	
Коххаров Мирзохид Хусанбоевич	
Собиржонова Сурайё Тохиржон кизи	
Асфандиёров Маъруфжон Мансур угли	
Жумабоева Зебо Зиёдуллаевна	
Гайбуллаева Дилдора Укташ кизи	
МОДИФИКАЦИЯ КРАХМАЛЬНОЙ ШЛИХТЫ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ ПОЛИМЕРАМИ	44
Казаков Аваз Санакулович	
Исматова Раъно Аҳадовна	
КОМПЛЕКСЫ С ПЕРЕНОСОМ ЗАРЯДА НА ОСНОВЕ Te-СОДЕРЖАЩИХ ДОНОРНЫХ МОЛЕКУЛ TMTTeN	50
Нарымбетов Бахыт Жанабаевич	
Ерназаров Уснатдин Кайпанович	
Атаджанов Бахтияр Хакимбаевич	
Адилова Халида Шамшетдиновна	
Химия твердого тела	56
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТРУКТУРНО УПРАВЛЯЕМЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛАЗУРЕЙ	56
Арипова Мастура Хикматовна	
Маткаримов Зайнобиддин Турдалиевич	

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЦЕТОАЦЕТАНИЛИДНЫХ АРОИЛГИДРАЗОНОВ

Сатторова Сарвиноз Зафар кизи

докторант

Бухарского государственного университета,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: s.z.sattorova@gmail.com

Худоярова Эътибор Ахатовна

PhD, доц.

Бухарского государственного университета,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: xudoyorovaetibor766@gmail.com

Абдурахмонов Сайфиддин Файзулаевич

PhD, доц.

Бухарского государственного университета,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: abdu_sayfiddin@mail.ru

Умаров Бако Бафаевич

д-р. хим. наук, профессор

Бухарского государственного университета,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: umarovbako@mail.ru

THERMAL ANALYSIS OF ACETOACETHANYLIDE AROYLHDRAZONS

Sattorova Sarvinoz Zafar kizi

Doctoral candidate of Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara

Khudoyarova Etibor Akhatovna

PhD,

Associate Professor of Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara

Abdurakhmonov Sayfiddin Faizullaevich

PhD,

Associate Professor of Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara

Umarov Bako Bafaevich

Doctor of Chemical Sciences,

Professor of Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе проведено сравнительное термическое исследование трёх производных ацетоацетанилида: бензоилгидразона, м-нитробензоилгидразона и м-гидроксибензоилгидразона методами ТГА, ДТА и ДСК. Установлены этапы термического разложения, температуры начала и завершения деструкции, а также характер тепловых эффектов. Показано, что м-нитробензоилгидразон обладает наибольшей термической стабильностью, в то время как м-гидроксибензоилгидразон разрушается при более низких температурах. Выявлено влияние элек-

тронных свойств заместителей на устойчивость молекул. Полученные данные подтверждают высокую чувствительность термического поведения к структуре соединений и могут быть использованы при разработке термостойких фармацевтических веществ и аналитических реагентов на основе гидразонов.

ABSTRACT

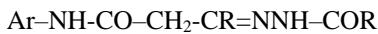
This study presents a comparative thermal analysis of three acetoacetanilide derivatives: benzoylhydrazone, m-nitrobenzoylhydrazone, and m-hydroxybenzoylhydrazone using TGA, DTA, and DSC methods. The stages of thermal decomposition, onset and endset temperatures, and the nature of thermal effects were determined. It was found that m-nitrobenzoylhydrazone exhibits the highest thermal stability, while m-hydroxybenzoylhydrazone decomposes at lower temperatures. The influence of electron-donating and electron-withdrawing substituents on molecular stability was established. The results confirm that the thermal behavior of the compounds is highly sensitive to structural variations and can be applied in the development of thermally stable pharmaceutical compounds and analytical reagents based on hydrazones.

Ключевые слова: термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциально-термический анализ (ДТА), дифференциальнопсканирующий калориметр (ДСК), β -дикетоны, ацетоацетанилайд бензгидразида, ацетоацетанилайд мета-нитробензгидразида, ацетоацетанилайд мета-гидроксибензгидразида.

Keywords: thermogravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA), differential scanning calorimeter (DSC), β -diketones, acetoacetanilide benzoylhydrazide, acetoacetanilide meta-nitrobenzhydrazide, acetoacetanilide meta-hydroxybenzylhydrazide.

Введение. Термический анализ органических соединений – это метод регистрации изменений физических и химических свойств вещества при запrogramмированном изменении температуры для изучения, идентификации и количественного определения его термической стабильности. К основным методам относятся термогравиметрический анализ (ТГА), рассчитывающий изменение массы, и дифференциально-термический анализ (ДТТ/ДСС), регистрирующий разницу температур между образцом и эталоном [7]. Эти методы используются для определения температур плавления, стеклования и кристаллизации, а также для изучения процессов разложения и окисления органических материалов [2].

Материалы и методы. В данной статье проведено сравнительное изучение результатов ДТТ/TGT/DSC анализа некоторых ароилгидразонов ацетоацетанилода. Термический анализ синтезированных веществ проводили в среде аргона с помощью аппарата Shimadzu DTG-60. Образцы нагревали до 800°C при скорости потока аргона 80 мл/мин и 10 °C/мин. Гидразоны ароматической оксокарбоновой кислоты – органические соединения, образующиеся в результате реакции конденсации Кляйзена между амидом ароматической оксокарбоновой кислоты ($\text{Ar}-\text{NH}-\text{COCH}_2\text{COR}$) и производными гидразина ($\text{NH}_2-\text{NH-COR}$) с общей формулой:



Поскольку они являются фармакологически активными веществами, их реакции очень селективны и чувствительны, поэтому они используются в фармацевтике в качестве аналитических реагентов. Метод термогравиметрического анализа (ТГА) является очень важным для изучения термической стабильности, при котором определяют изменения массы вещества при нагревании, проводимого в интервале 25–800 °C [3].

В процессе ТГА наблюдается уменьшение массы, что может быть вызвано процессами, связанными с выделением воды и летучих продуктов, разложением или окислением. При ТГ-анализе гидразонов ароматических оксокарбоновых кислот

они разлагаются в несколько этапов. Первоначально в интервале температур 50–150 °C из вещества выделяется адсорбционная и кристаллизационная вода [3]. Поскольку гидразоны ароматической оксокарбоновой кислоты в кристаллическом состоянии часто гидратированы, на этой стадии теряется 2–8 % от общей массы. 2-я стадия происходит в диапазоне 150–300 °C, и разлагается гидразоновая часть (-NH-NH-COR). В это время могут выделяться NH₃, H₂ и N₂, а общая потеря массы обычно составляет 10–20 %. 3-я стадия протекает в диапазоне температур 300–500 °C и сопровождается выделением азота и частичным распадом ароматического ядра. В ароилгидразонах выделение азота N₂ приводит к резкому уменьшению массы. На этом этапе молекула может распадаться на карбен, имид или ароматические фрагменты. 4-я стадия наблюдается при 500–700 °C и заканчивается полным разложением. Остальное вещество состоит в основном из ароматического углеводородного скелета и коксующегося остатка. При этом наблюдается уменьшение массы до 80–90 % и остается зольный остаток при t > 700 °C [8].

При ДТТ наблюдается несколько кривых. Каждая кривая представляет собой определенную стадию распада. Степень стабильности гидразонов ароматических оксокарбоновых кислот зависит от их заместителей (-NO₂, -Cl, -OH, -OR) и радикала групп в гидразонной части. Электроноакцепторные группы (-NO₂, -Cl) снижают стабильность гидразона, и при относительно низких температурах начинается процесс разложения. Электронодонорные группы (-OH, -OR) повышают стабильность гидразона и вызывают начало разложения при относительно высоких температурах.

Результаты и обсуждение. Для анализа было получено 3,2 мг монокристалла бензгидразона ацетоацетанилода. Процесс разложения начался при 27,97 °C и через 12,76 мин температура достигла 145,49 °C, потеря массы составляет 0,146 мг (адсорбированные газы, молекулы воды, влаги, связанные с образцом водородными связями). На втором этапе эти связи разрушаются в течение 26 минут при температуре от 27,97 °C до 145,49 °C, что составляет 97,21 % от общей массы, нагретой в пределах

145,45–285,7 °C. Это разложение в основном соответствует разрыву основных связей C-C, C-H, C-N в молекуле. При 285 °C наблюдался также разрыв и полное разрушение связей C=O в молекуле, что соответствует эндоэффекту ДТА. При достижении температуры от 107,85 °C до 124,18 °C выделилось -619,7 мДж энергии и составило -148,04 мкал. В промежутке между 12,76 и 26,93 мин. возник эндотермический эффект и экзотермический эффект не наблюдался. Процесс начался при 145,49 °C и закончился при 285,70 °C. Пик эндотермического эффекта наблюдался при 226,55 °C, в это время в веществе подвергается процессу разложения и выделяется энергия, равной-1,56 J, -372,18 мкал (рис. 1с, Табл. 1).

Нами в качестве образца был взят 6,01 мг м-нитробензидразона. Через 35,13 минут после начала процесса, т.е. в интервале 33,04–372,11 °C, образец потерял 5,491 мг массы. Это составляет 84% от общей массы. За этот промежуток времени наблюдались два эндотермических эффекта при 174,17 °C и

192,83 °C, а также поглощалось 717,02 мJ и 126,52 мJ энергии соответственно, пик эндотермического эффекта наблюдался при 158,47 °C и 214,4 °C. Второй этап продолжался с 35 до 79 минуты. При повышении температуры с 372,11 °C до 801,84 °C распадается 8,013 % (0,528 мг) от общей массы образца (рис. 1а, табл. 1).

м-гидроксибензидразон ($C_{17}H_{17}N_3O_3$) ацетоацетанилида для анализа было взято 2,02 мг, процесс нагревания начался в через 0,33 мин. при 28,99 °C и вещество разлагалось в 2 стадии. Первый этап продолжался 37,9 минут после начала нагревания с потерей массы 1,938 мг при достижении температуры до 395,57 °C. На первом этапе основная часть образца была разрушена. Линии дифференциального термического анализа (DTA) показывают, что в диапазоне температур от 185,2 °C до 201,31 °C из вещества поглощалось -702,00 мДж энергии, а пик эндотермического эффекта составил 189,11 °C. Второй этап завершился при температуре от 396 °C до 801 °C и потеря массы составляет 0,224 мг. (рис. 1б, табл. 1).

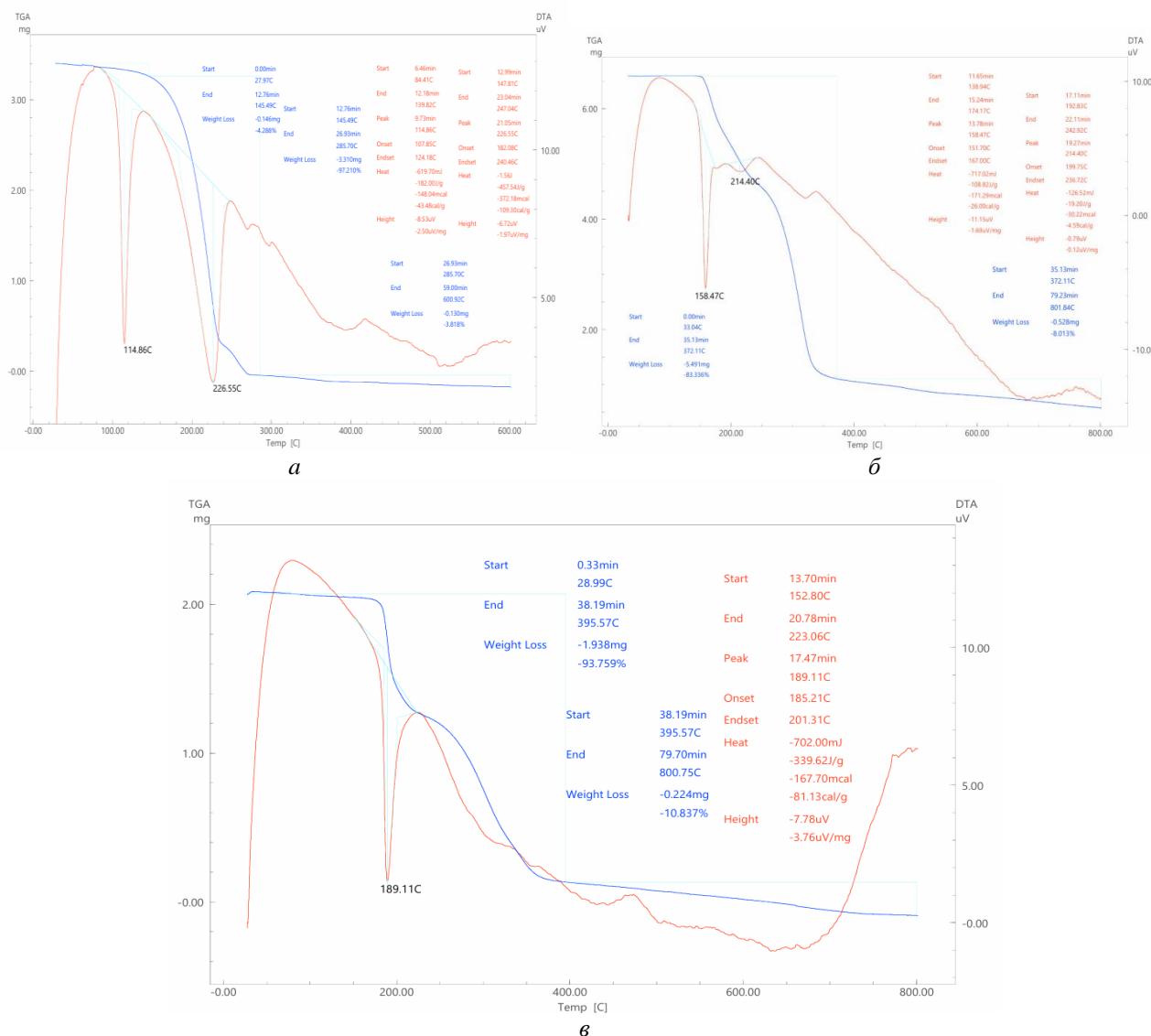


Рисунок 1. Графики ТГТ, ДТТ, ДСК ацетоацетанилида бензоилгидразона(а), м-нитробензидразона (б) и м-гидроксибензидразона (в)

Разложение всех трех веществ происходит в два этапа. Однако ацетоацетанилайд мета-нитробензоилгидразона термически устойчив и не полностью разлагается до 800 °C. Второе вещество проявило умеренную стабильность, в то время как третье вещество полностью разлагается при 285 °C, что указывает на его относительно низкую термическую

стабильность. Во всех синтезированных веществах наблюдалась только эндотермические реакции, м-нитробензоилгидразон ацетоацетанилода повышает термическую стабильность молекулы за счет наличия нитрогруппы, что позволяет хранить вещество без разложения даже при высоких температурах.

Таблица 1.

Основные параметры ТГА, ДТА, ДСК ацетоацетанилода бензоилгидразона, м-гидроксибензогидразона и м-нитробензогидразона

Образец Брутто-фор- мулы	Темпера- тура плав- ления, (T _t , °C)	Термиче- ский Стадия де- струкции	T _{onset} , °C	T _{peak} , °C	T _{endset} , °C	Потеря массы W%	Свойство DDT
C₁₇H₁₈N₃O₂	205	II	107.85	114.86	124.18	4.288	Эндо.
			182.08	226.55	240.46	97.210 3.818	
		II	185.21	189.11	201.31	93.759 10.837	
C₁₇H₁₈N₃O₃	186	II	151.7	158.47	167	83.336	Эндо.
			199.75	214.4	236.72	8.03 8.634	

Разложение всех трех веществ происходит в два этапа. Однако ацетоацетанилайд мета-нитробензоилгидразона термически устойчив и не полностью разлагается до 800 °C. Второе вещество проявило умеренную стабильность, в то время как третье вещество полностью разлагается при 285 °C, что указывает на его относительно низкую термическую стабильность. Во всех синтезированных веществах наблюдалась только эндотермические реакции, м-нитробензоилгидразон ацетоацетанилода, что повышает термическую стабильность молекулы за счет наличия нитрогруппы, позволяя хранить вещество без разложения даже при высоких температурах. Гидроксибензоильная группа в мета-гидроксибензоилгидразон ацетоацетанилода повышает чувствительность соединения к термическим реакциям. Согласно данным термического анализа (DTT или DSC), вещество разлагается в эндотермических реакциях, что подтверждает существование энергетических изменений, сопровождающихся значительным поглощением тепла в ходе реакционного процесса. Заметно, что бензоилгидразон ацетоацетанилода связан водородными связями молекул

воды. Эта молекула разрывает слабые связи при низких температурах до 145 °C, в то время как основная масса полностью разрушается при 285 °C. Это указывает на относительную нестабильность ацетоацетанилода в *мета*-нитро- и *м-гидроксибензоилгидразоне* ацетоацетанилода.

Заключение. Полученные результаты показали, что термическое поведение гидразонов в значительной степени зависит от их молекулярной структуры, при этом даже незначительные изменения в заместителях могут существенно влиять на термическую стабильность соединений. Данные термического анализа представляют собой не только теоретическую основу для разработки термостойких фармацевтических препаратов и аналитических реагентов, но и имеют практическое значение при синтезе термостойких координационных соединений на основе гидразонов. Такие комплексы способны образовывать устойчивые координационные структуры с ионами металлов, а предварительная оценка их термических свойств открывает перспективы для их применения в качестве катализаторов, в системах транспортировки лекарственных веществ и при создании новых функциональных материалов.

Список литературы:

1. Абдурахмонов С.Ф. Обменное взаимодействие между парамагнитными ионами: дис... PhD по спец. 02.00.01.– Неорганическая химия. – Бухара. – БухГУ. – 2021. – 116 с.
2. Сулаймонова З.А., Умаров Б.Б., Кодирова З.К. Термическое поведение мета-нитробензоилгидразона ферроценоилацетона и его комплекса с ионом меди(II) // Universum: химия и биология. – 2021. – № 11–2 (89). – С. 15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/termicheskoe-povedenie-meta-nitrobenzoilgidrazona-ferrotsenoilatsetona-i-ego-kompleksa-s-ionom-medi-ii> (дата обращения: 27.10.2025).
3. Сулаймонова З.А., Наврузова М.Б., Чориева С.А. Термическое исследование производных ферроцена // SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF». – 2021. – № 45. – С. 473–478.

4. Турсунов М.А., Авезов К.Г., Абдурахмонов С.Ф., Худоёрова Э.А., Умаров Б.Б. Комплексы никеля (II) и цинка (II) с ацилгидразонами β -кетоальдегидов // Актуальные проблемы химической технологии. Материалы Республиканской научно-практической конференции. – 2014. – Бухара. – Рп. 34–36.
5. Умаров Б.Б. Комплексные соединения некоторых переходных металлов с бис-5-оксипиразолинами: дис. ... д-ра хим. наук. – Ташкент: ИУ АН РУз. – 1996. – 350 с.
6. Худоярова Э.А. Синтез, строение, свойства комплексных соединений ионов Mn(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) с производными фторированных тетракетонов: дис. ... PhD по спец. 02.00.01. – Неорганическая химия. – Бухара. – БухГУ. – 2024. – 102 с.
7. Andjelković K., Šumar M., Ivanović-Burmazović I. Thermal analysis in structural characterization of hydrazone ligands and their complexes // Journal of thermal analysis and calorimetry. – 2001. – Vol. 66. – №. 3. – Pp. 759–778.
8. Sattorova S.Z., Xudoyorova E.A., Abduraxmonov S.F., Umarov B.B. (E)-3-(2-benzoylgidraziliden)-n-fenilbutanamidning hirshfeld sirti tahlili // Development of science. – 2025/6. – Vol. 1. 386–392 b.
9. Sattorova S.Z., Xudoyorova E.A., Abduraxmonov S.F., Umarov B.B., 3(z)-(2-benzoylgidraziliden)-n-fenilbutanamidning termik (TGA, DTA, DSC) tahlili. Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari, yechimlari va rivojlantirish istiqbollari» xalqaro ilmiy-amaliy anjuman, 182-184 b.
10. Xudoyarova E., Abdurakhmonov S., Umarov B. Synthesis and structure of complex compounds of Mn(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II) ions with benzoylhydrazone para-[bis-1,4-(4,4,4-trifluorobutndione-1,3)]benzene // Universum: химия и биология. – 2024. – №3 (117).