



КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОКСОИЛГИДРАЗОНА САЛИЦИЛОВОГО АЛЬДЕГИДА

Аннотация:

В данной работе приведены результаты DFT анализа с применением квантово-химического расчета электронно-структурных и координационных свойств, граничных молекулярных орбиталей и дескрипторов глобальной реактивности оксоилгидразона салицилового альдегида. С помощью квантово-химического расчета определены энергии связей для оксоилгидразона салицилового альдегида ВЗМО ($H4L = -0,277$ eV), НСМО ($H4L = -0,07888$), электроотрицательность ($H2L = 0,15294$). Для квантово-химического расчета и визуализации параметров были использованы программы ChemCraft 1.8 и Gaussian.

Ключевые слова:

теория функционала плотности, заряд, структура, квантово-химический расчеты, ВЗМО, НСМО, молекулярный орбитал.

Information about the authors

Абдурахмонов Сайфиддин Файзуллаевич

Бухарский государственный университет, PhD, доцент, Республика Узбекистан, г. Бухара

Ганиев Бахтиёр Шукуруллаевич, Худоярова Эътибор Ахатовна

Бухарский государственный университет, PhD, доцент, Республика Узбекистан, г. Бухара

Тухсанов Ислом Пиримкул угли

Бухарский государственный университет, Магистрант. Республика Узбекистан, г. Бухара

Введение

Основания Шиффа имеют выдающееся значение в неорганической, аналитической и медицинской химии из-за их универсальности для образования большого разнообразия стабильных комплексов при координации с различными ионами переходных металлов [1,2]. Гидразоновые лиганды представляют собой класс оснований Шиффа с дополнительной функциональной группой, характеризующейся ковалентной связью азот-азот, которая повышает их способность образовывать более стабильные комплексы металлов в результате реакции с большинством ионов переходных металлов [3,4,5-9]. Как гидразидные, так и гидразоновые соединения вызвали большой интерес с целью изучения их структуры, а также их огромной биомедицинской активности, такой как: антиоксидантная, противовоспалительная, антибактериальная, противоопухолевая и противовирусной активностями [2-5]. Присутствие активных азометиновых $NHN=CH$ -протонов в этих соединениях придает им большое значение как хорошим кандидатам для разработки новых лекарственных средств [4-5].



В настоящее время квантово-химические методы расчета являются наиболее важным и удобным способом изучения электронной структуры вещества. На основании квантово-химических расчетов возможно изучение электронной структуры сложных соединений. Это также позволяет прогнозировать конкурирующие донорные центры, в которых координируются полифункциональные лиганды [2,3,7,9, 10-54].

Материалы и методы

В данном сообщении рассмотрены изучение электронной структуры оксоилгидразона салицилового альдегида (H_4L) было выполнено квантово-химическим расчетом с применением программы Gaussian 09 методом теории функционала плотности с использованием гибридного функционала B3LYP. Используются композитные методы семейства Gaussian (G4), а также методы теории функционала плотности (DFT) (BLYP/6-311+G (d,p)).

Целью настоящего исследования является изучение электронной структуры оксоилгидразона салицилового альдегида (H_4L) с помощью квантово-химических расчетов. В частности, проведены расчеты зарядов Мулликена, разницы энергий между высокой занятой орбиталью (НОМО) и низкой незанятой (свободной) молекулярной орбиталью (LUMO).

Результаты и обсуждение

Квантово-химические исследования проводились в несколько этапов: разработка теоретической модели исследуемого вещества, оптимизация и расчет физико-химических параметров, обработка и визуализация полученных результатов.

Ранее нами было исследовано электронная структура малоноилгидразон салицилового альдегида с помощью квантово-химических расчетов, в данной статье сравнены показатели полученного квантово-химического расчета (табл.1.) [7]. С квантово-химическим расчетом получены точные распределения зарядов Мулликена (рис. 1.). Атом кислорода гидроксильной группы лиганда, имеет самый высокий отрицательный заряд (-0,567 эВ) в бензольном кольце. Кроме того, у атомов азота заряды Мулликена имеют тоже высокий отрицательный заряд (N2 и 7=-0.056 эВ, N35 и 37 =-0.579 эВ). В кислотной группе имеющие кислороды заряд Мулликена равно O1 и 5 =-0.391 эВ. Из данных видно, что в исследуемом веществе наблюдается сопряжение, осуществляемое за счет π -электронов в пиразольном кольце и имидных (-NH), иминных (= N), гидроксо (= O) групп в гидразоновом лице, которые имеют неподеленные электронные пары (положительный мезомерный эффект (- M)). В результате сопряжения наблюдается перераспределение электронной плотности. Оксоилгидразон салицилового альдегида имеет несколько кето-енол, диенол и дикетонных таутомерных форм, в данной статье было изучено дикетонная форма, а следующей нашей сообщением будет изучение других квантово-химическим методом таутомерных форм этой соединений. Изучение и сравнение квантово-химических параметров таутомерных форм оксоилгидразона салицилового альдегида будет следующей нашей сообщением.

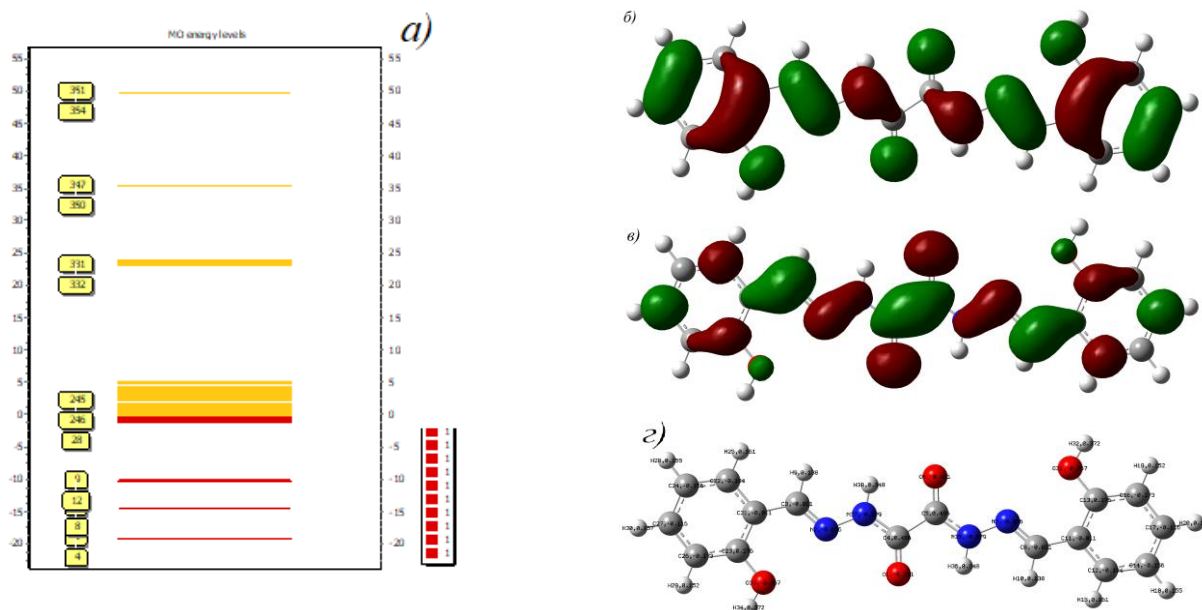


Рис. 1. а) Диаграмма энергетических уровней молекулы оксоилгидразона салицилового альдегида ВЗМО и НСМО, б) Электронное строение молекулы ВЗМО ($E_{\text{HOMO}} = -0.227$ эВ), в) Электронное строение молекулы (НСМО $E_{\text{LUMO}} = -0.07888$ эВ), г) Распределение зарядов по Малликену молекулы

Таблица 1. Значения рассчитанных квантово-химических параметров оксоилгидразона и малоноилгидразона [7] салицилового альдегида

Квантово-химический параметр	H ₄ L	[7]
E_{HOMO} , эВ	-0.227	-0.21436
E_{LUMO} , эВ	-0.07888	-0.06771
$ \Delta E = E_{\text{HOMO}} - E_{\text{LUMO}}$, (эВ)	0.14812	0.14665
Потенциалы ионизации, $I = -E_{\text{HOMO}}$, (эВ)	0.227	0.21436
Сродство к электрону, $A = -E_{\text{LUMO}}$, (эВ)	0.07888	0.06771
Электроотрицательность, $\chi = (I + A)/2$ (эВ)	0.15294	0.141035
Химическая твердость, $\eta = (I - A)/2$ (эВ)	0.07406	0.073325
Химический потенциал, $\mu_p = -(I + A)/2$ (эВ)	-0.15294	-0.141035
Химическая мягкость, $\sigma = 1/(2\eta)$ (эВ ⁻¹)	6.751	6.819
Показатель электрофильности, $\omega = \mu_p^2/2\eta$ (эВ)	0.158	0.136
Максимальный индекс переноса заряда, $(\Delta N)_{\text{max.}} = -\mu_p/\eta$	2.065	1.923
Дипольный момент, μ (Дебай)	0.0006	4.9663



Заклучение

Из квантово-химических расчетов можно сделать вывод, что изучаемое молекула будет координироваться атомами азота и кислорода при синтезе комплексных соединений. А также образовавшиеся комплексные соединения с некоторыми 3d-металлами (Cu^{2+} , Ni^{2+} и др.) в соотношении 1:1, координируясь гетероатомами $\text{N}-\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}-\text{NH}$ и фенольным $\text{C}-\text{O}^-$, завершая координационного числа металла-комплексобразователя до четырех молекулой аммиака или пиридина.

Список литературы:

1. Çay, S., Köse, M., Tümer, F., Gölcü, A., and Tümer, M., SOD activity and DNA binding properties of a new symmetric porphyrin Schiff base ligand and its metal complexes. *Spectrochim Acta Part A Mol Biomol Spectrosc* 151, 821-838 (2015).
2. Subha, L., Balakrishnan, C., Natarajan, S., Theetharappan, M., Subramanian, B., and Neelakantan, M.A. (2016) Water soluble and efficient amino acid Schiff base receptor for reversible fluorescence turn-on detection of Zn^{2+} ions: Quantum chemical calculations and detection of bacteria. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 153, 249-256.
3. Caro, A.A., Commissariat, A., Dunn, C., Kim, H., García, S.L., Smith, A., Strang, H., Stuppy, J., Desrochers, L.P., and Goodwin, T.E. (2015) Prooxidant and antioxidant properties of salicylaldehyde isonicotinoyl hydrazone iron chelators in HepG2 cells. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects* 1850, 2256-2264.
4. Bhaskar, R., Salunkhe, N., Yaul, A., and Aswar, A. (2015). Bivalent transition metal complexes of ONO donor hydrazone ligand: Synthesis, structural characterization and antimicrobial activity. *Spectrochim Acta Part A Mol Biomol Spectrosc* 151, 621- 627.
5. Anaconda, J.R., Rangel, V., Loroño, M., and Camus, J., (2015). Tetradentate metal complexes derived from cephalixin and 2,6-diacetylpyridine bis(hydrazone): Synthesis, characterization and antibacterial activity. *Spectrochim Acta Part A Mol Biomol Spectrosc.* 149, 23-29.
6. Умаров Б.Б Комплексные соединения некоторых переходных металлов с бис-5-оксипразолинами. Дис. ... док. хим. наук. – Ташкент. -ИУ АН РУз. -1996. – С. 351.
7. Абдурахмонов С.Ф., Умаров Б.Б., Ганиев Б.Ш., Худоярова Э.А. (2020). Исследование электронной структуры малоноилгидразон салицилового альдегида с помощью квантово-химических расчетов. *Universum: химия и биология*, (12-1), 99-102.
8. Абдурахмонов С.Ф., Умаров Б.Б., Худоярова Э.А. (2020). Синтез и исследование методами ИК спектроскопии и квантовой химии малоноилгидразона салицилового альдегида. *Universum: химия и биология*, (10-2), 5-9.
9. С.Ф. Абдурахмонов, Г.Қ. Холиқова, Қ.Ғ.Авезов, Б.Б. Умаров. Салицил альдегид дикарбон кислота дигидразонларининг молекуляр механик хоссаларини квант-кимевий ҳисоблаш. БухДУ магистрантлари ва иктидорли талабалари “Тафаккур ва талкин” мав-зусидаги илмий анжумани. 15 май. 2020. 157-162 б.
10. Абдурахмонов, Сайфиддин Файзуллаевич, et al. "Синтез и исследование биядерных комплексов ванадила (II) на основе бис-5-оксипразолинов." *Universum: химия и биология* 12 (66) (2019): 50-55.
11. Aslonova, F. S., and Ganiyev B. Sh. "Synthesis, structure, tautomerism and investigation of some quantum chemical parameters of compound 2-(4, 6-dioxo-1, 3, 5-triazinan-2-ylidene) hydrazine-carboxamide." *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR)//ISSN: 2643-9123.*



12. Турсунов, М. А., et al. "Синтез и таутомерия в ряду ацилгидразонов жирноароматических альдегидов." *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты* 18 (2015): 151-172.
13. Турсунов, М. А., et al. "Комплексы никеля (II) и цинка (II) с ацилгидразами β -кетоальдегидов." *Актуальные проблемы химической технологии. Материалы Республиканской научно-практической конференции.* Бухара. 2014.
14. Sh, Ganiev Bakhtiyor. "Online molecular docking and analysis of biological activity of cyanuric acid derivatives." *Universum: химия и биология* 6-4 (96) (2022): 12-16.
15. Холикова, Гуляйра. "Изучение координационных свойств мочевино замещенных продуктов циануровой кислоты." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 6.6 (2021).
16. Худоярова, Эйтибор Ахатовна, and Сайфиддин Файзуллаевич Абдурахмонов. "Двух ядерные комплексы Ni (II) с продуктом конденсации бензоилацетона и дигидразида субериновой кислоты." *Ученый XXI века* 2-1 (15) (2016): 15-19.
17. Абдурахмонов, С. Ф., Холикова, Г. К., Аvezов, Қ. Ғ., & Умаров, Б. Б. (2020). Салицил альдегид дикарбон кислота дигидразонларининг молекуляр механик хоссаларини кванткимёвий ҳисоблаш. *БухДУ магистрантлари ва иктидорли талабалари "Тафаккур ва талкин" мав-зусидаги илмий анжумани*, 15, 157-162.
18. Ганиев, Б. Ш., Мардонов, У. М., Ашуров, Ж. М., Холикова, Г. К., & Музафаров, Ф. И. Гранулярные молекулярные орбитали и дескрипторы глобальной реакционной способности триазиновых соединений. *Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химии комплексных соединений», посвященной 90-летию Парпиева Нусрата Агзамовича.* Ташкент. *НУУ.-2021 з*, 14-15.
19. Ганиев, Б. Ш., Холикова, Г. К., & Аслонова, Ф. С. (2022). Изучение энергии различных конформации мочевино замещенных продуктов циануровой кислоты. *Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali*, 2(4), 161-164.
20. Аvezов, Х. Т., Ганиев, Б. Ш., Холикова, Г. К., угли Салимов, Ф. Г., & Аслонова, Ф. С. (2022). SIANUR KISLOTANING MOCHEVINA ALMASHINGAN HOSILALARINING ONLINE MOLEKULYAR DOKINGI VA PASS ANALIZI. *Журнал химии товаров и народной медицины*, 1(3), 82-94.
21. Ганиев, Б. Ш., et al. "Изучение координационных свойств мочевины замещенных продуктов циануровой кислоты. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химии комплексных соединений», посвященной 90-летию Парпиева Нусрата Агзамовича. Ташкент." *НУУ.-2021 з*: 14-15.
22. Aslonova, Ferangiz. "Conformational analysis of urea-substituted cyanuric acid products." *Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences* 3.1 (2023): 53-56.
23. Ganiyev, Вахтигор. "HYPERCHEM дастурида цианур кислота семикарбазонини электрон тузилиши таҳлили." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 2.2 (2020).
24. Ganiyev, Вахтигор. "Электронное строение молекулы n¹-(4, 6-диоксо-1, 3, 5-триазинан-2-илиден)-3-нитробензогидразона." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 2.2 (2020).
25. Ganiyev, Вахтигор. "Исследование некоторых квантово-химических параметров семикарбазона изоциануровой кислоты." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 1.1 (2020).
26. Ganiyev, Вахтигор. "Кимё фанидан лаборатория ишларини виртуаллаштириш." *Центр научных публикаций (buxdu. uz)* 6.6 (2021).



27. Абдурахмонов, С. Ф., Худоярова, Э. А., Умаров, Б. Б., & Минин, В. В. (2019, September). Гомобиядерные комплексы меди (II) и их ЭПР спектроскопия. In Тезисы докладов XVI Международная конференция "Спектроскопия координационных соединений" (pp. 45-46).
28. Абдурахмонов, Сайфиддин Файзуллаевич, Эътибор Ахатовна Худоярова, and Бако Бафоевич Умаров. "Гетеробиядерные комплексы меди (II) и никеля (II) на основе бис-5-оксипиразолинов." *Universum: химия и биология* 10 (64) (2019): 55-61.
29. Хожиев, Ш. Т., Косимов, И. О., Исломов, А. Х., Гаибназаров, Б. Б., Ганиев, Б. Ш., & Холикова, Г. К. (2022). Физико-химические, квантово-химические и биологические анализы госсипол-уксусной кислоты. *Universum: химия и биология*, (6-2 (96)), 23-29.
30. Ganiyev, Vaxtiyor. "Квантово-химическое исследование электронного строения (R, E)-6-(1-бензоил-5-гидрокси-5-(перфторпропил)-2λ2-пиразолидин-3-илиден)-3-хлорциклогекса-2, 4-диен-1-ида." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 8.8 (2021).
31. Абдурахмонов, Сайфиддин Файзуллаевич, et al. "Исследование электронной структуры малоноилгидразон салицилового альдегида с помощью квантово-химических расчетов." *Universum: химия и биология* 12-1 (78) (2020): 99-102.
32. Ganiyev, Vaxtiyor. "Исследование электронной структуры 2-(4, 6-диоксо-1, 3, 5-триазинан-2-илиден) гидразинкарбоксамиды с помощью квантово-химических расчетов." *ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz)* 1.1 (2020).
33. Холикова, Г. К., Муродова, С. Б., & Авезов, К. Г. (2021). СИНТЕЗ И ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВАНАДИЛА (II) НА ОСНОВЕ БЕНЗОИЛГИДРАЗОНОВ АРОИЛТРИФТОРАЦЕТИЛМЕТАНОВ. *Scientific progress*, 1(4), 243-248.
34. Авезов, К. Г., & Умаров, Б. Б. (2017). Комплексы меди (II) на основе бензоилгидразонов ароилтрифторацетилметанов: синтез, ИК, ЭПР спектроскопия и РСА. *Universum: химия и биология*, (2 (32)), 39-44.
35. Мардонов, У., Умаров, Б., Авезов, К., Минин, В., Якимович, С., Зерова, И., & Парпиев, Н. (2005). Синтез и ЭПР спектроскопия комплексов меди (II) и ванадила (II) с бензоилгидразонами 2-трифторацетилциклоалканонов. In *Чугаевская конференция по координационной химии* (pp. 416-417).
36. Б.Ш. Ганиев, С.Ф. Абдурахмонов, Б.Б. Умаров, Ф.Г. Салимов. Исследование комплексов ванадила(II) на основе бис-5- оксипиразолинов. Материалы международной научной конференции «Инновационные решения инженерно-технологических проблем современного производства» 1 ТОМ. 14-16 ноябр. Бухара-2019. С. 440-442
37. Б.Ш. Ганиев, Умаров Б.Б., Авезов К.Г., Холикова Г.К. Комплексы ванадила(II) на основе ацилгидразонов ароил-трифторацетилметанов. Материалы XIII Международной научной конференции молодых ученых. «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане» II том. Тараз, 2019. С. 83-85
38. Б.Ш. Ганиев, Б.Б. Умаров, Х.Т. Авезов, С.Ф. Абдурахмонов. Дикарбонил бирикмаларнинг дигидразонлари асосида гомобиядроли ванадил(II) комплекс бирикмалари. "Фармацевтика сохасининг бугунги ҳолати: муаммолар ва истиқболлар" (халқдро олимлар иштирокидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари). Тошкент – 2019. 173-174 бетлар
39. Абдурахмонов С.Ф., Умаров Б.Б., Авезов К.Г., Б.Ш. Ганиев, Холикова Г.К. Синтез и свойства биядерных комплексов ванадила(II) на основе бис-5-оксипиразолинов. Сборник трудов международной научно-практической конференции на тему «Интернационализация и инновация в области высшего образования», посвященная 20-летию Университета дружбы



- народов имени академика А. Куатбековаи 75-летию заслуженного работника образования Республики Казахстан, к.х.н., профессора К.П. Куатбековой. 24-25 октябрь. Shymkent. 2019 год. I-том. С. 435-437
40. Б.Ш. Ганиев, С.Ф. Абдурахмонов, М.А. Турсунов, Б.Б. Умаров. Ароматик оксикарбонил бирикмаларнинг дикарбон кислота дигидразонлари ва уларнинг тузилиши. «Функционал полимерлар фанининг замонавий ҳолати ва истиқболлари» Профессор ўқитувчилар ва ёш олимларнинг илмий- амалий анжумани материаллари. Тошкент –19-20 март. 2020. 333 бет
41. С.Ф. Абдурахмонов, Б.Б. Умаров, Э.А. Худоярова, Б.Ш. Ганиев, Г.К. Холикова. Синтез и свойства биядерных комплексов ванадила(II) на основе бис-5-оксипиразолинов. *Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн.* № 12(66). С. 50-55
42. Abdurakhmonov, S. F., E. A. Xudoyarova, and B. B. Umarov. "Theoretical aspects of weak exchange interaction in the ESR spectra of homobinuclear complexes of copper (II)." *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology* 6.9 (2019): 10665-10701.
43. С.Ф. Абдурахмонов, Б.Б. Умаров, Қ.Ғ. Авезов, Б.Ш. Ганиев, Г.Қ. Холикова. Ванадил ацетат тетрамерининг ЭПР спектроскопияси. “Математика, физика ва ахборот технологияларининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика миқёсидаги онлайн илмий-амалий анжумани. 15 апрель. Бухоро, 2020 йил. 260-261 бет
44. Умаров, Б. Б., Севинчов, Н. Г., Парпиев, Н. А., Мардонов, У. М., Авезов, К. Г., Кузиева, З. Э., & Кучкорова, Р. Р. (2004). Синтез комплексных соединений никеля (II) и меди (II) с бензоилгидразонами тетракарбонильных соединений. *Узб. хим. журнал*, (3), 32-37.
45. Абдурахмонов С.Ф., Ганиев Б.Ш., Умаров Б.Б. Комплексы никеля(II) и меди(II) с новыми N, O, S содержащими лигандами. *Химическая технология и техника: Материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием).* 3-14 февраля. Минск 2020. С.222-224
46. Б.Ш. Ганиев, Б.Б. Умаров, Ф.С. Аслонова. Исследование электронной структуры 2-(4,6-диоксо-1,3,5-триазинан-2-илиден) гидразинкарбоксамиды с помощью квантово-химических расчетов // “ Янгиланаётган Ўзбекистон ёшлари ва инновацион фаолият” мавзусидаги Иккинчи Республика тармоқли илмий масофавий онлайн конференцияси. 2020 йил 2 сентябрь. IV қисм. Б. 202-204
47. Умаров, Б. Б., Ҳ. С. Аминова, and Э. А. Худоярова. "Кислота дигидразиди ва салицил алдегид билан конденсатланиш махсулоти асосида олинган комплекс бирикмаларининг ИҚ спектрлари." *РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ*: 978.
48. Б.Ш. Ганиев, Б.Б. Умаров, Ф.С. Аслонова. 2-(4,6-диоксо-1,3,5-триазинан-2-илиден)гидразинкарботиоамидни квант – кимёвий баҳолаш // «Innovative academy» ilmiy tadqiqotlarni qoʻllab-quvvatlash markazi. Talabalar konferensiyasi ilmiy-onlayn konferensiya toʻplami // 4 qism. Toshkent. 17-noyabr. 2020. В. 110-112
49. Б.Ш. Ганиев, Қ.Ғ. Авезов, Г.Қ. Холикова, Ф.Г. Салимов. HyperChem дастурида цианур кислота семикарбазонини электрон тузилиши таҳлили. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжуман материаллари . Бухоро.- БухДУ.- 2020 йил 4-5 декабрь.- 292-295 бетлар
50. Б.Ш. Ганиев. Цианур кислота ва семикарбазид реакция механизмини квант-кимёвий баҳолаш. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжуман материаллари . Бухоро.- БухДУ.- 2020 йил 4-5 декабрь.- 402-404 бетлар



51. Б.Ш. Ганиев, У.М. Мардонов. Анализ распределение атомных зарядов по малликену в молекуле семикарбазона циануровой кислоты. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжуман материаллари . Бухоро.- БухДУ.- 2020 йил 4-5 декабрь.- 420-426 б.
52. Abduraxmonov, Sayfiddin Fayzullayevich, et al. "Binuclear complexes of nickel(II) based on the condensation products of acetylpinacoline with oxalic and malonic acid dihydrazides." Scientific Bulletin of Namangan State University 1.6 (2019): 73-80.
53. Б.Ш. Ганиев, У.М. Мардонов. Пространственное и электронное строение молекулы семикарбазона циануровой кислоты. III Международное книжное издание стран Содружества Независимых государств «Лучший молодой ученый - 2021»// III международная книжная коллекция научных работ молодых ученых VI том. Нурсултан. 2021 г. С. 19-26
54. УМАРОВ, ВВ, РР КУЧКАРОВА, and СФ АБДУРАХМОНОВ. "С ГИДРАЗИдом изоникотиновой кислоты." Доклады Академии наук Республики Узбекистан 4 (2004): 49.