

## РАСЧЕТЫ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЛИГОПЕПТИДА НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДА

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7618797>



ELSEVIER



Received: 08-02-2023

Accepted: 08-02-2023

Published: 22-02-2023

**Ганиев Бобур Шукуруллаевич**

Аспирант. Бухарский инженерно-технологический институт

**Рамазанов Бахром Гафурович**

кандидат технических наук, доцент.

Бухарский инженерно-технологический институт

**Ширинов Гайратжон Кодиржонович**

старший преподаватель Бухарского государственного университета



Abstract:

Keywords:

**About:** FARS Publishers has been established with the aim of spreading quality scientific information to the research community throughout the universe. Open Access process eliminates the barriers associated with the older publication models, thus matching up with the rapidity of the twenty-first century.

### Введение

Реакция мочевины и формальдегида является важным синтетическим химическим процессом, используемым при производстве различных промышленно производимых смол, в том числе клеев для древесины и полимерных порошков. Реакции мочевины и формальдегида, которые производят порошок или смолу, также можно использовать для извлечения калия из минералов и для производства связующих агентов для КАВП (коллоидная агрегация, вызванная полимеризацией), которая производит неорганические материалы с различными функциями [1].

Полимерный порошок, полученный в результате реакций карбамида и формальдегида, можно использовать в различных продуктах, включая бумагу, пигменты, лаки, наполнители и добавки в пластмассовые изделия. Имеются многочисленные сообщения об их синтезе [2,3]. Ожидается, что полимерные порошки, полученные в результате реакций карбамида и формальдегида, можно будет использовать в качестве легких наполнителей и других добавок. Такие полимерные порошки, хотя и легкие, имели бы более широкое применение, если бы были улучшены их низкая термостойкость, химическая стойкость и механическая прочность. В частности, в случае порошкообразных наполнителей они должны иметь регулируемые типы и размер частиц. Однако исследований конкретных физических или химических свойств порошков, полученных в результате реакций мочевины с формальдегидом, не проводилось. Эти порошки имеют несколько критических недостатков из-за свойств, присущих прекурсорам мочевины и формальдегида. Например, изготовленные полимерные порошки постоянно

выделяют формальдегид, и создание частиц размером меньше микрометра затруднено, поскольку реакция представляет собой конденсационную полимеризацию формальдегида. Следовательно, эти порошки требуют дальнейшей разработки для использования в качестве наноразмерных наполнителей или добавок, не наносящих вреда окружающей среде.

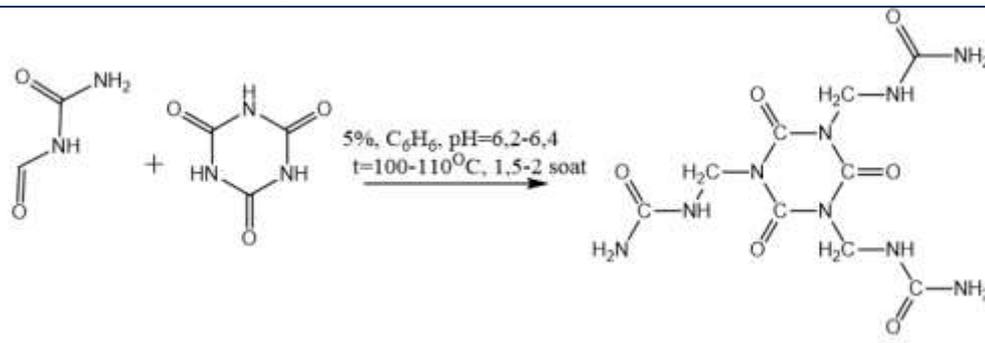
Ранее нами было изучено олигомеров на основе аминокальдегидных соединений для наполнений кож [4-10]. Изучая тенденции в мире применения олиго (поли) меров на основе карбамид-формальдегида сделали вывод, что можно синтезировать наноразмерные полимерные порошки с повышенной функциональностью, которые не имеют поперечно-сшитой структуры.

Кроме того, сообщается о фундаментальных физических данных для наноразмерных частиц мочевины-формальдегида для развития их функциональности в качестве пористых материалов.

При изучения литературных данных нами было синтезировано новый состав олигопептида на основе мочевины-формальдегида и циануровой кислоты. С первого нами было проведен квантово-химический расчет и конформационный анализ энергий исходного и предполагаемого соединения, после вывода квантово-химического расчета синтезировано 1,1',1''-((2,4,6- триоксо-1,3,5-триазиан-1,3,5-триил)трис(метилен))тримочевина.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**Модификация циануровой кислоты в матрицу олигопептидом мочевины-формальдегидом.** 6 г (0,1 моль) мочевины поместили в колбу с тремя горлышками, оснащенную обратным охладителем и автоматическим мешалкой, и растворили при 40 °С, добавив 15,8 мл (0,2 моль) формалина. После этого 5 г (0,1 моль) добавляли капельно из 5% - ного раствора циануровой кислоты в бензоле и интенсивно перемешивали, нагревая реакционную смесь до температуры 100-110 °С. В результате через 1,5-2 часа образовалась смолистая масса. Полученную смолистую массу переливали в фарфоровую чашку и сушили в сушильном шкафу 24 часа при температуре 80-90 °С. Высушенный полимер измельчали в олове, а низкомолекулярные соединения сначала промывали раствором NaOH 5% концентрации, а затем несколько раз дистиллированной водой. Его также промывали ацетоном и обезвоживали. Полученный продукт состоит из мелких, пористых, светло-желтоватых гранул с выходом реакции 65%.



В эти уравнения реакции синтеза представлено трис-мочевина-обменное производное формальдегида полученного сорбента. Контролируя количество мочевины и формальдегида, удалось получить сорбенты на основе циануровой кислоты различного состава с моно-, бис- и Трис-мочевиноформальдегидным обменом. Состав и свойства полученных сорбентов были доказаны различными физико-химическими и квантово-химическими расчетами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Метод квантовой химии используется для изучения фотофизических свойств линейных и угловых олиго-пептидов с сопряженными внешними карбонильным соединениями [11-16]. Основой нашего теоретического подхода являются концепции и методы квантовой химии и теория без излучательных переходов в многоатомных органических молекулах.

Эмпирические и полуэмпирические орбитальные свойства синтезированного производного циануровой кислоты моно-, бис- и трис-замещенного мочевино-формальдегида, конденсированного 1,1',1''-((2,4,6-триоксо-1,3,5-триазинан-1,3,5-три)трис(метилен))тримочевина изучили с помощью созданного авторами Бухарского государственного университета алгоритма [11]. Как предложенном алгоритме, на **первом** этапе создаётся молекулярная структура в «химическом редакторе» ChemDraw Ultra 12.0. При активировании пункта «Convert Structure to Name» главного меню «Structure» программа выдает химическое название: 1,1',1''-((2,4,6-trioxo-1,3,5-triazinane-1,3,5-triyl)tris(methylene))triurea [11].

Получены с помощью программ ChemDraw Ultra 12.0 и Chem3D Pro 12.0 молекулярные модели мочевины, формальдегида, мочевино-формальдегида и полученного нового соединения 1,1',1''-((2,4,6-триоксо-1,3,5-триазинан-1,3,5-триил)трис(метилен))тримочевины, которые представлены на рис.1. Этот этап у нас будет **вторым** алгоритмом [12, 13].

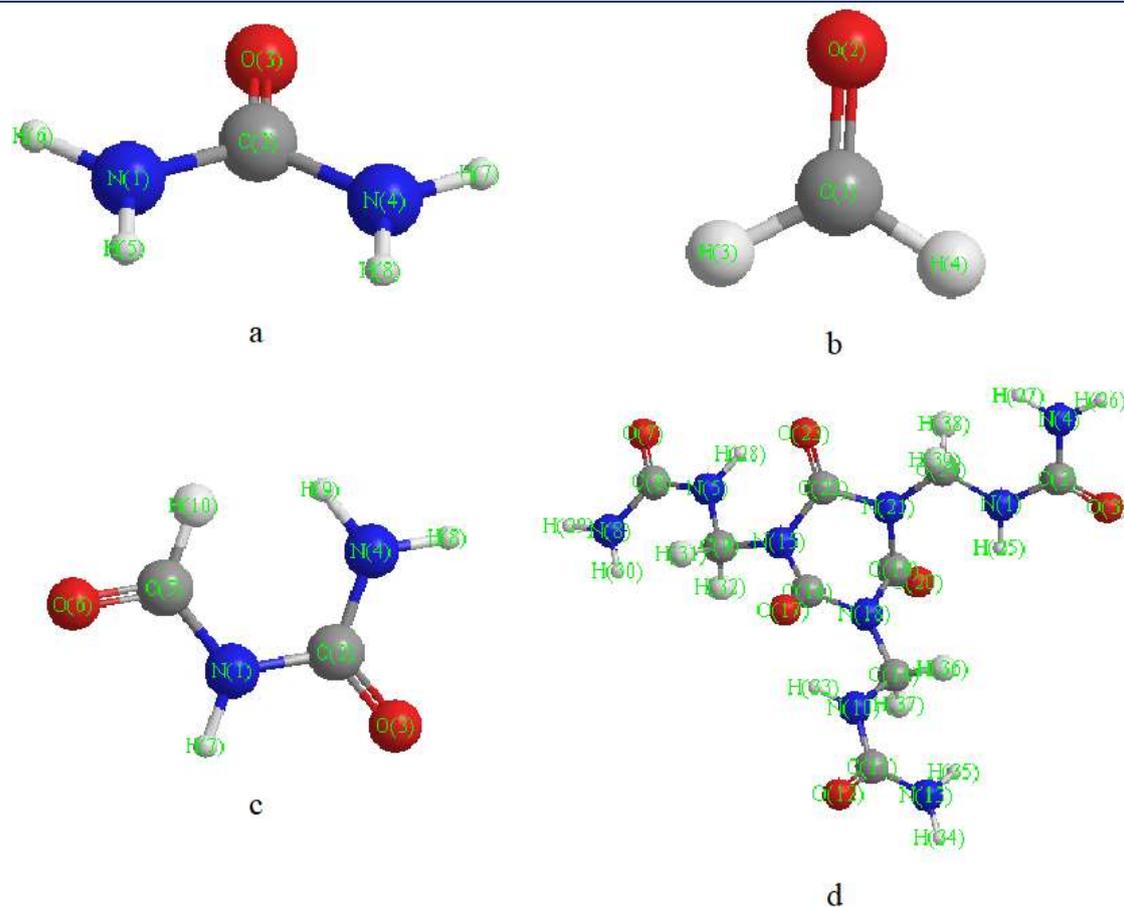
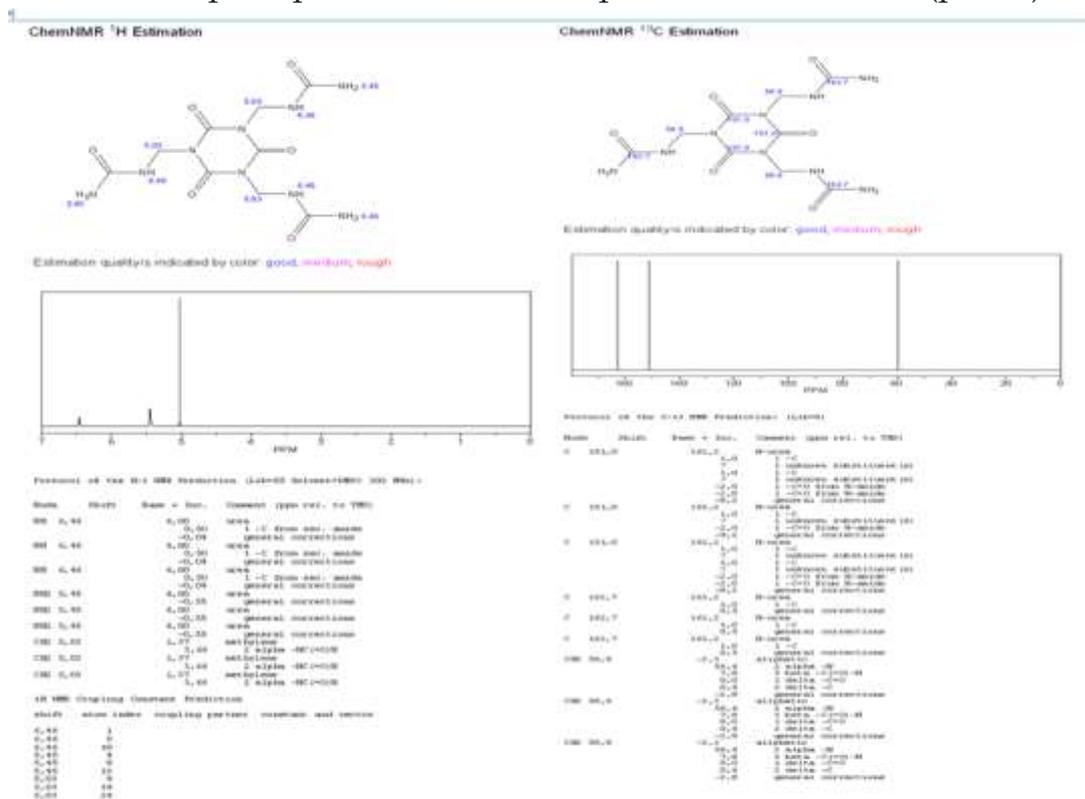


Рис.1. Шар стержневая модели:  
a - мочевины; b - формальдегида; c - мочевина-формальдегида;  
d - 1,1',1''-((2,4,6- триоксо-1,3,5-триазианан-1,3,5-триил)трис(метилен))тримочевины

Квантово-химические расчеты позволяют делать некоторую оценку, которая зачастую отражает реальное положение вещей. На третьем этапе алгоритма выполнено построение молекулы в ChemDraw Ultra 12.0 и оценен

его спектр ядерного магнитного резонанса  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  (рис.2).



**Рис.2. Оценка спектра ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  молекулы 1,1',1''-(2,4,6- триоксо-1,3,5-триазинан-1,3,5-триил)трис(метилен)тримочевины**

В программе Chem3D Pro 12.0 с использованием расширенной и модифицированной версии силового поля MM2 методом молекулярной механики произведены оптимизация геометрии и конформационный анализ H2L1 – представителя группы эффективных карбонильных и гидроксильных агентов в синтезах гидразоновых или дигидразоновых лигандов [17-25].

Для расчетов методом молекулярной механики и молекулярной динамики в Chem3D Pro 12.0 существует в меню строки Calculations пункт MM2, в котором имеются соответствующие пункты Minimize Energy для оптимизации геометрии молекулярной системы и Molecular Dynamics для запуска алгоритма молекулярной динамики.

Теоретические расчеты длин связей, валентных и торсионных углов, а также конформацию молекулы и минимум энергии определяли в следующем четвертом алгоритме. Для этого выбираем из строки меню Calculations в пункте меню MM2 пункт Molecular Dynamics и запускаем Run (Calculations → MM2 → Molecular Dynamics → Run). В закладке Dynamics все опции открывшейся формы, принятые по умолчанию, оставляли без изменения: Step interval (Размер шага интегрирования) – 2 fs (фемтосекунды); Frame interval (Интервал снятия данных) – 10 fs; Terminate After 10000 steps (Остановить после 10000 шагов); Heating/Cooling Rate – 1.000 Kcal/atom/ps (Скорость нагрева/охлаждения, ккал/атом/пс); Target Temperature

(Целевая температура) – 300 К. В закладке Job Type отключаем пункт Record Every Iteration с тем, чтобы не сохранялась молекулярно-динамическая траектория. По результатам алгоритма видно, что при увеличении температуры от  $22.66 \pm 2.09$  до  $292.51 \pm 44.51$  К кинетическая энергия молекулы уменьшается от 0.2353 до 0.0000 кДж/моль [16, 24, 25].

Далее проводили оптимизацию геометрии молекулы и расчет геометрических параметров эмпирическим методом молекулярной механики, выбрав «Minimize Energy» в пункте MM2 или последовательно используя программу молекулярной механики (Calculations → MM2 → Minimize Energy → Run). Результаты вычислений пятого алгоритма оформляем в виде таблицы

English language	Russian language	Properties
<b>Stretch:</b>	Растянуть:	1.4479
<b>Bend:</b>	Изгиб:	8.2895
<b>Stretch-Bend:</b>	Стретч-Бенд:	-0.0740
<b>Torsion:</b>	Торсион:	13.5663
<b>Non-1,4 VDW:</b>	Non-1,4 VDW:	-15.6071
<b>1,4 VDW:</b>	1,4 VDW:	-0.3947
<b>Dipole/Dipole:</b>	Диполь / Диполь:	-45.3682
<b>Total Energy:</b>	Общая энергия:	-38.1402 kcal/mol

Нами проведен расчет геометрических параметров (длины связей, валентные и торсионные углы) и конформационный анализ для H<sub>2</sub>L1 в специализированном приложении Chem3D Pro 12.0 программного комплекса

ChemOffice Ultra [14] с использованием расширенной и модифицированной версии силового поля MM2 методом молекулярной механики.

Структурную формулу копировали в буфер обмена, а затем вставляли в окно визуализации Chem3D Pro 12.0. Молекула автоматически преобразует ее в трехмерный вид. Программа допускает различные способы визуализации трехмерной модели. Для того чтобы присвоить всем длинам связей и валентным углам стандартные для соответствующих элементов значения (табл.2), необходимо выделить в программе соединение и активировать функцию «Clean Up Structure» [11,15,16].

Atom	Bond	Bond	Angle	Angle	2nd	2nd	2nd
	m	gth (°A)	m		le Atom	le (°)	le Type
C(16)							
N(15)	C(16)	1.442					
C(22)	N(15)	1.447	C(16)	110.592			
C(9)	N(15)	1.450	C(16)	124.704	C(22)	124.704	Pro-R
N(18)	C(16)	1.450	N(15)	109.944	C(22)	-63.868	Dihedral

N(21)	C(22)	1.450	N(15)	110.919	C(16)	37.958	Dihedral
N(5)	C(9)	1.450	N(15)	109.500	C(16)	180.000	Dihedral
O(17)	C(16)	1.208	N(15)	125.028	N(18)	125.028	Pro-S
C(19)	N(18)	1.445	C(16)	112.549	N(15)	20.783	Dihedral
O(23)	C(22)	1.208	N(15)	124.541	N(21)	124.541	Pro-S
C(6)	N(5)	1.369	C(9)	120.000	N(15)	180.000	Dihedral
C(14)	N(18)	1.450	C(16)	123.725	C(19)	123.725	Pro-R
O(20)	C(19)	1.208	N(18)	126.301	N(21)	126.301	Pro-R
C(24)	N(21)	1.450	C(19)	124.903	C(22)	124.903	Pro-R
H(31)	C(9)	1.113	N(5)	109.442	N(15)	109.442	Pro-S
H(32)	C(9)	1.113	N(5)	109.462	N(15)	109.462	Pro-R
Lp(46)	O(17)	0.600	C(16)	120.000	N(15)	180.000	Dihedral
Lp(47)	O(17)	0.600	C(16)	109.000	N(15)	-0.000	Dihedral
Lp(50)	O(23)	0.600	C(22)	120.000	N(15)	180.000	Dihedral
Lp(51)	O(23)	0.600	C(22)	109.000	N(15)	-0.000	Dihedral
N(1)	C(24)	1.450	N(21)	109.500	C(19)	-0.000	Dihedral
N(8)	C(6)	1.369	N(5)	120.000	C(9)	0.000	Dihedral
N(10)	C(14)	1.450	N(18)	109.500	C(16)	-0.000	Dihedral
H(28)	N(5)	1.012	C(6)	120.000	C(9)	120.000	Pro-S
Lp(48)	O(20)	0.600	C(19)	120.000	N(18)	-180.000	Dihedral
Lp(49)	O(20)	0.600	C(19)	109.000	N(18)	-0.000	Dihedral
C(2)	N(1)	1.369	C(24)	120.000	N(21)	180.000	Dihedral
O(7)	C(6)	1.208	N(5)	120.000	N(8)	120.000	Pro-S
C(11)	N(10)	1.369	C(14)	120.000	N(18)	180.000	Dihedral
H(29)	N(8)	1.012	C(6)	120.000	N(5)	-180.000	Dihedral
H(36)	C(14)	1.113	N(10)	109.442	N(18)	109.442	Pro-S
H(37)	C(14)	1.113	N(10)	109.462	N(18)	109.462	Pro-R
H(38)	C(24)	1.113	N(1)	109.442	N(21)	109.442	Pro-R
H(39)	C(24)	1.113	N(1)	109.462	N(21)	109.462	Pro-S
N(4)	C(2)	1.369	N(1)	120.000	C(24)	0.000	Dihedral
N(13)	C(11)	1.369	N(10)	120.000	C(14)	-0.000	Dihedral
H(25)	N(1)	1.012	C(2)	120.000	C(24)	120.000	Pro-R
H(30)	N(8)	1.012	C(6)	120.000	H(29)	120.000	Pro-S
H(33)	N(10)	1.012	C(11)	120.000	C(14)	120.000	Pro-R
Lp(42)	O(7)	0.600	C(6)	120.000	N(5)	180.000	Dihedral
Lp(43)	O(7)	0.600	C(6)	109.000	N(5)	-0.000	Dihedral
O(3)	C(2)	1.208	N(1)	120.000	N(4)	120.000	Pro-S
O(12)	C(11)	1.208	N(10)	120.000	N(13)	120.000	Pro-S

H(26)	N(4)	1.012	C(2)	120.000	N(1)	-180.000	Dihedral
H(34)	N(13)	1.012	C(11)	120.000	N(10)	180.000	Dihedral
H(27)	N(4)	1.012	C(2)	120.000	H(26)	120.000	Pro-R
H(35)	N(13)	1.012	C(11)	120.000	H(34)	120.000	Pro-S
Lp(40)	O(3)	0.600	C(2)	120.000	N(1)	-180.000	Dihedral
Lp(41)	O(3)	0.600	C(2)	109.000	N(1)	0.000	Dihedral
Lp(44)	O(12)	0.600	C(11)	120.000	N(10)	-180.000	Dihedral
Lp(45)	O(12)	0.600	C(11)	109.000	N(10)	0.000	Dihedral

Необходимые исправления в структуре сделаны автоматически. Для удобства в окне модели указывали порядковые номера атомов.

Нами методом молекулярной механики рассчитаны длины связей, валентные и торсионные углы, а также конформация и минимум энергии равной  $-17.3859 \text{ kcal/mol}$  молекулы H2L1.

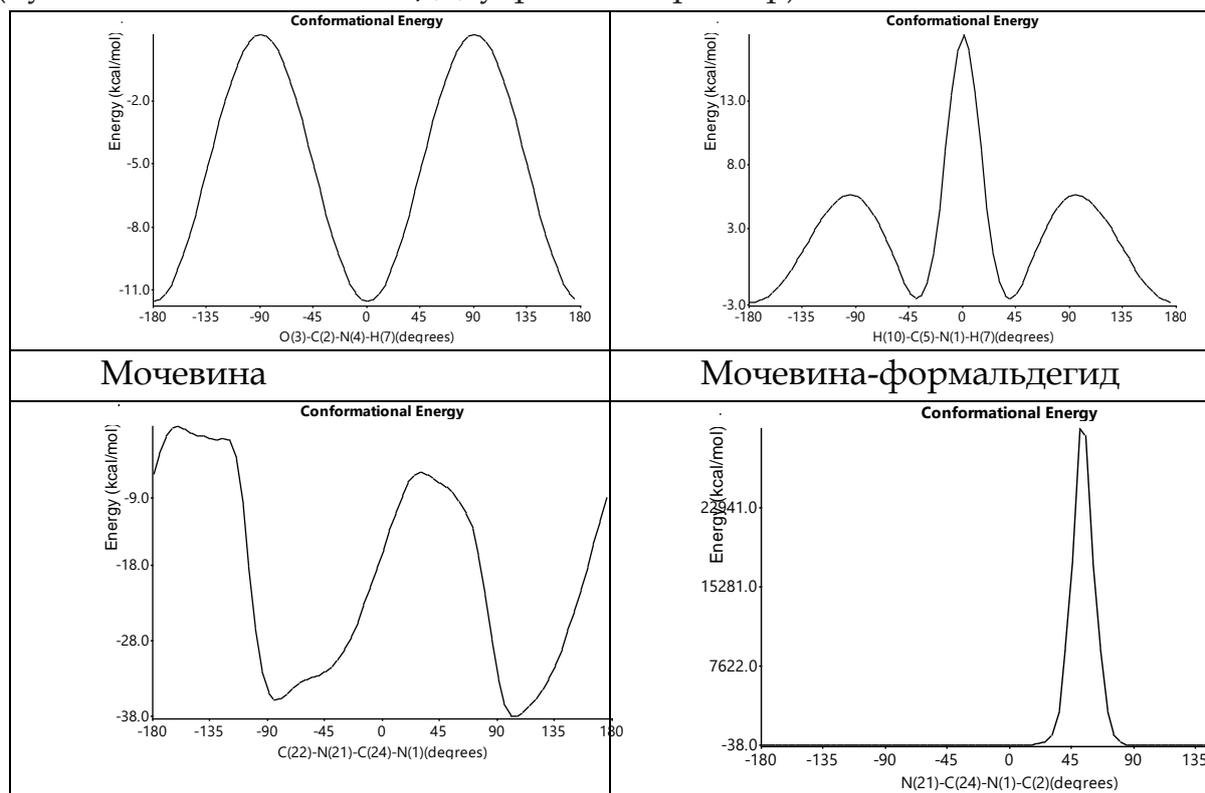
При изучении конформационного анализа производных циануровой кислоты мы изучили несколько статей и книг зарубежных ученых [12,16,26,27].

Программа Chem3D содержит большие возможности для изучения конформаций молекул - геометрических форм, возникающих в результате вращения (ротации) вокруг одиночных связей на угол  $\phi$  (кручение). Проекция Ньюмана часто используются для изображения конформаций. Обычно анти (ингибированная) - и гош (скошенная) - конформации более стабильны. Напряжения ван-дер-Ваальса и кручения в них минимальны. Ряд факторов (внутримолекулярные водородные связи, ионные взаимодействия) могут дополнительно стабилизировать конформацию гоша и сделать ее наиболее стабильной. Длинные углеродные цепи могут принимать неправильную, коггистую, зигзагообразную форму.

Давайте изучим зависимость потенциальной энергии конформаций продуктов замещенной мочевино-формальдегидной циануровой кислоты, возникающих в результате вращения некоторых связей CNCN или CNN и неспаренного электрона азота и кислорода вокруг гетероцикла триазина, от угла  $\phi$ .

Для этого в рабочем окне ChemDraw мы воспользуемся контекстным меню заготовок, вызываемым кнопкой "Шаблоны" главной панели. Вы также можете рисовать от руки. Скопируйте конформацию и вставьте ее в рабочее окно Chem3D. Для большей наглядности пространственная модель, сгенерированная таким образом, будет представлена в виде "палочек" (стержней) (пункт меню View/Отображение модели/Режим отображения/). Давайте оптимизируем геометрию с помощью метода молекулярной механики (функция MM2, пункт меню Вычисления/MM2/Минимизировать

энергию). Для конформационного анализа мы выбираем связь C2–C3 и запускаем программу для расчета зависимости энергии конформации от угла  $\phi$  (пункт меню Вычисления/Двугранный драйвер).



### ЛИТЕРАТУРА:

1. Lee C. T. Preparation of porous, nano-sized urea-formaldehyde polymer powder //Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 2012. – Т. 18. – №. 3. – С. 919-925.
2. Yuan L., Gu A., Liang G. Preparation and properties of poly (urea-formaldehyde) microcapsules filled with epoxy resins //Materials Chemistry and Physics. – 2008. – Т. 110. – №. 2-3. – С. 417-425.
3. Ting, Z., Min, Z., Xiao Mei, T., Feng, C., & Jian Hui, Q. (2010). Optimal preparation and characterization of poly (urea-formaldehyde) microcapsules. Journal of applied polymer science, 115(4), 2162-2169.
4. Рамазанов Б. Г. и др. Синтез модифицированных аминокальдегидных олигомеров и исследование гигиенических свойств наполненных кож //Кожа и мех в 21 веке: технология, качество, экология, образование. – 2013. – С. 188-196.
5. Рамазанов Б. Г. Синтез и изучение важнейших свойств олигомеров на основе аминокальдегидных соединений //Universum: технические науки. – 2020. – №. 3-2 (72). – С. 60-64.

6. Рамазанов, Бахром Гафурович, Азизбек Исомиддинович Нажмиддинов, and Миршод Илхомович Муминов. "Актуальность получения аминокальдегидных олиго (поли) меров для процесса наполнения кож." Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities 11.1 (2023): 427-431.

7. Рамазанов, Бахром Гафурович. "Особенности наполнения кож соединениями содержащими функционально-активные группы." Universum: технические науки 3-3 (84) (2021): 68-70.

8. Gafurovich, Ramazanov Bakhrom. "Study of Some Parameters of Modified Aminoaldehyde Oligomers Produced on the Basis of Urea and Formaldehyde." The Peerian Journal 5 (2022): 122-125.

9. Нажмиддинов А. И., Рамазанов Б. Г. Теоретические основы получения аминокальдегидных олигомеров // Innovative Society: Problems, Analysis and Development Prospects. – 2022. – С. 26-28.

10. Ramazanov B., Juraeva L., Sharipova N. Synthesis of modified aminoaldehyde oligo (poly) mers and study of their thermal stability // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042096.

11. Ганиев, Б. Ш., et al. "Расчеты квантово-химических параметров соединения изоциануровой кислоты с семикарбазидом." International Independent Scientific Journal 16-2 (2020): 3-7.

12. Пучков Сергей Вениаминович. Компьютерные технологии в науке, технике, образовании. Расчеты физико-химических и термодинамических характеристик органических соединений: методические указания к лабораторным работам и самостоятельной работе. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – С. 23

13. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономарёвой. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Специальная Литература, 1999. – С. 232

14. ChemOffice // CambridgeSoft [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.cambridgesoft.com/software/details/?ds=1>. – Date of access : 22.11.2010.

15. Соловьев, М.Е. Компьютерная химия / М. Е. Соловьев, М. М. Соловьев. – М. : Солон-Пресс, 2005. – 536 с.

16. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия: молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по хим.-технолог. направлениям и специальностям. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 496 с. Режим доступа : <http://www.biblioclub.ru/book/95498/>

17. B.Sh. Ganiev, F.S. Aslonova, U.M. Mardonov, J.M. Ashurov. Synthesis and IR-spectroscopy of cyanuric acid urea and thiourea exchange products. 1st Uzbekistan-Japan International Symposium on Green Chemistry and Sustainable Development, Tashkent. November 29-30, 2021. P. 51

18. Б.Ш. Ганиев, У.М. Мардонов, Ж.М. Ашуров, Г.К. Холикова, Ф.И. Музафаров. 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 г. 14-15 сентября. - С. 37-38

19. Б.Ш. Ганиев, У.М. Мардонов, Ж.М. Ашуров, Г.К. Холикова, Ф.И. Музафаров. 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 г. 14-15 сентября. - С. 35-36

20. Авезов, 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. 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.

22. Ганиев, Б. Ш., Холикова, Г. К., & Аслонова, Ф. С. (2022). Изучение энергии различных конформации мочевино замещенных продуктов циануровой кислоты. Таълим ва ривожланиш тахлили онлайн илмий журнали, 2(4), 161-164.

23. Салимов, Ф. Ф. Ў., Аслонова, Ф. С., & Ражабова, Ш. Н. Қ. (2020). Цианур кислота семикарбазонини квант-кимёвий ҳисоблашлар орқали электрон тузилишини ўрганиш. Science and Education, 1(8), 130-134.

24. Ганиев, Б. Ш., Холикова, Г. К., & Салимов, Ф. Г. У. (2020). Синтез и исследование методами ИК-спектроскопии и квантовой химии-6-((2, 4-динитрофенил) гидразон-1, 3, 5-триазиан-2, 4-диона. Universum: химия и биология, (6 (72)), 68-73.

25. Ганиев, Б. Ш., Умаров, Б. Б., Холикова, Г. К., Салимов, Ф. Г. У., & Аслонова, Ф. С. (2020). Синтез, строения, таутомрия и исследование некоторых квантово-химических параметров соединения 2-(4, 6-диоксо-1, 3, 5-

триазинан-2-илиден) гидразинкарбоксамид. Евразийский Союз Ученых, (7-5 (76)), 65-68.

26. Литвак М.М. Расчет геометрических параметров и конформационный анализ 1,2-о-цианэтилиденовых производных углеводов методом молекулярной механики // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 11. – С. 73-73

27. Литвак, М. М. "Компьютер как инструмент исследования при изучении химии и смежных дисциплин." Вопросы журналистики, педагогики, языкознания 21.6 (177) (2014): 230-237.

28. Рамазонов Б. Г., Кадиров Т. Ж., Тошев А. Ю. Синтез и структурный анализ полимерных аминокальдегидных олиго (поли) меров //Энциклопедия инженера-химика. – 2010. – №. 1. – С. 20-24.

29. Атоев Э. Х., Бердиева З. М. Изучение устойчивости комплексных соединений металлов с некоторыми фосфорорганическими лигандами //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 10-2 (88). – С. 6-8.

30. Атоев Э. Х. Исследование взаимодействия солей хрома и цинка с различными органическими реагентами //Консолидация интеллектуальных ресурсов как фундамент развития современной науки. – 2021. – С. 324-330.

31. Атоев Э. Х., Рузиева К. Э. Термоаналитическое исследование термических превращений аморфного гидроксида железа //Universum: химия и биология. – 2019. – №. 11-2 (65). – С. 35-38.

32. Атоев Э. Х. ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ АМОРФНОГО ГИДРОКСИДА ЖЕЛЕЗА //Прогрессивные технологии и процессы. – 2018. – С. 23-24.

33. Атоев Э. Х., Гафурова Г. А. Рафинирование и экстракция семян тыквы сверхкритической углекислотой //Universum: технические науки. – 2020. – №. 5-2 (74). – С. 26-28.

34. Атоев Э. Х. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ ОКСИАЗОСОЕДИНЕНИЯ КАК АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 3-2 (81). – С. 4-6.

35. Атоев Э. Х. Строение и свойства внутрикомплексных соединений 8-меркаптохинолина (тиооксина) и его производных //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 10-2 (76). – С. 29-32.

36. Атоев Э. Х. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЯ С АНТИПИРИНОМ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫМИ //Universum: химия и биология. – 2021. – №. 10-2 (88). – С. 42-43.

37. Атоев Э. Х. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ О, О-ДИОКСИАЗОСОЕДИНЕНИЙ //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 9-2 (99). – С. 35-37.

38. Атоев Э. Х. ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ КАТАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ЛЮЦИГЕНИНА С ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 3-2 (93). – С. 7-9.

39. Атоев Э. Х., Рамазонов Б. Г. Аналитические Возможности Нового Органического Реагента Сульфохрома // " ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM. – 2021. – С. 321-323.

40. Атоев Э. Х. Исследование диффузии ацетона в смеси диацетата целлюлозы с поли-2-метил-5-винилпиридином методом сорбции //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 2 (68). – С. 91-94.

41. Атоев Э. Х. ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АНТИПИРИНА С И ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ЛАНТАНОМ //IJTIMOIY FANLARDA INNOVASIYA ONLAYN ILMIY JURNALI. – 2022. – Т. 2. – №. 2. – С. 108-110.