

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИКАЛЬНОЙ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ СТИРОЛА С ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМИ ЭФИРАМИ (МЕТ)АКРИЛОВЫХ КИСЛОТ

Г.А. Худойназарова
Гулбахор Акиевна

*Профессор кафедры общих и неорганической химии
Бухарского государственного университета*

Аннотация: Исследована кинетика радикальной сополимеризации стирола с гетероциклическими эфирами метакриловых кислот при малых конверсиях. Определены константы сополимеризации, а также вероятность чередования мономерных звеньев.

Ключевые слова: мономер, стирол, сополимер, константы относительной активности, азеотроп, параметры удельной активности и полярности.

Совместной полимеризацией гетероциклических производных метакриловых мономеров со стиролом можно синтезировать новые сополимеры с диапазоном ценных физико-химических свойств. Это позволяет осуществить направленную химическую модификацию за счёт азот-, кислород-, галоген- и серосодержащих гетероциклических фрагментов в макроцепи при синтезе термо- и светостабильных полимеров [1-3].

Для этих целей в качестве исходных соединений были выбраны следующие мономеры: бензоксазолонилметилметакрилат (БОММА), 6-хлорбензоксазолонилметилметакрилат (6-Cl-БОММА), 6-бромбензоксазолонилметилметакрилат (6-Br-БОММА), бензоксазолтионилметилметакрилат (БОТММА), фталимидометилметакрилат (ФИММА), бензотриазолилметилметакрилат (БТММА), стирол.

С целью определения влияния состава исходной смеси мономеров на состав сополимера, реакцию проводили при различных мольных соотношениях при суммарной концентрации сомономеров 0,8 моль/л и инициатора [ДАК] = $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Состав сополимеров и константы относительной активности мономеров были определены при малых степенях превращений, по определению количества азота элементным анализом. Как видно, в случае стирола образование азеотропной точки не наблюдается (табл.1). Это обусловлено значительно большей активностью радикалов, образованных из молекул гетероциклических эфиров (мет)акриловых кислот по сравнению со стирольными радикалами.

Как видно из табл.1. состав сополимеров бензоксазолонилметилметакрилата, 6-хлорбензоксазолтионилметилакрилата, 6-бромбензоксазолонилметилакрилата, бензоксазолтионилметилакрилата со стиролом, соответствующих кривых приходит выше линии азеотропа, свидетельствуя о том, что во

всем интервале исходных соотношений мономеров состав сополимера обогащается звеньями гетероциклических эфиров метакриловых кислот. Это объясняется, по видимому, значительно большей активностью молекул гетероциклических эфиров метакриловых кислот по сравнению со стиролом, то есть растущая молекулярная цепь с концевым моно мерным звеном m_1 присоединяет в актах роста как "свой" так и "чужой" радикал, предпочитая присоединять только "чужой".

Таблица 1

Зависимость состава сополимеров гетероциклических эфиров метакриловых кислот со стиролом от исходного соотношения мономеров

См = 0,8 моль/л, Си = 0,005 моль/л, T = 343K

Исходное соотно- шение мономеров, %		Выход сополимера, %	Содержание азота, %	Состав сополимера моль, %	
M ₁	M ₂			M ₁	M ₂
1	2	3	4	5	6
Бензоксазолонилметилметакрилат – стирол					
10	90	7,48	2,19	20,39	79,61
20	80	7,75	3,18	39,44	76,56
30	70	8,05	3,90	45,25	54,85
50	50	8,08	4,81	63,91	36,09
70	30	8,47	5,40	80,28	19,62
90	10	8,23	5,87	92,25	7,75
6-хлорбензоксазолонилметилметакрилат – стирол					
10	90	6,78	1,94	18,63	81,37
20	80	6,97	2,81	31,04	68,96
30	70	7,81	3,39	41,75	58,85
50	50	7,84	4,16	60,15	39,85
70	30	6,65	4,73	75,52	21,48
90	10	7,31	5,12	94,72	5,280
6-бромбензоксазолонилметилметакрилат-стирол					
10	90	3,6	1,64	15,77	84,23
30	70	5,8	2,93	36,64	63,36
50	50	6,3	3,69	56,09	43,91
70	30	7,2	4,22	75,50	24,50
90	10	7,82	4,57	92,57	7,420
Бензоксазолтионилметилметакрилат- стирол					
10	90	6,8	1,83	16,76	83,23
20	80	6,5	2,96	31,69	68,21
30	70	7,5	3,60	42,75	57,25
50	50	7,8	4,43	60,81	39,18
70	30	6,7	5,07	79,30	20,70
90	10	7,2	5,48	94,13	5,870
Фталимидометилметакрилат – стирол					
10	90	5,43	1,68	15,02	84,08
20	80	6,17	2,66	27,06	73,94

30	70	6,75	3,43	39,17	60,83
50	50	8,03	4,37	58,39	41,61
70	30	9,10	5,04	76,08	23,02
90	10	10,2	5,51	92,57	7,430
1	2	3	4	5	6
Бензотриазолилметилметакрилат – стирол					
10	90	6,80	2,21	20,00	80,00
20	80	7,30	3,40	34,81	65,19
30	70	7,70	4,13	46,02	53,98
50	50	7,55	5,20	66,48	33,52
70	30	7,80	5,93	84,50	15,50
90	10	8,10	6,25	93,70	6,300

Расчёт констант сополимеризации проводили по дифференциальному уравнению Майо-Льюиса [3,4] и аналитическому методу Езриелева и Роскина [5]. Согласно проведённым расчётам константы сополимеризации меньше единицы, что свидетельствует об образовании азеотропа.

Найденные значения констант сополимеризации для гетероциклических эфиров метакриловых кислот со стиролом показывают, что в реакциях сополимеризации более активным компонентом являются гетероциклические эфиры (мет)акриловых кислот (табл.1.) Значения констант сополимеризации показывают, что оба типа образующихся радикалов быстрее реагируют с чужим мономером, чем со своим, и в сополимерах наблюдается эффект чередования мономерных звеньев. Одной из причин такого явления, как известно, является различие в полярности мономеров и радикалов.

Таблица 2

Параметры сополимеризации гетероциклических эфиров
метакриловых кислот со стиролом

Мономеры	r_1	R_2	$r_1 r_2$	$1/r_1$	$1/r_2$	Q_1	e_1
БОММА-стирол	1,50	0,41	0,6150	0,670	2,430	1,1700	-0,1000
6-Cl-БОММА-стирол	1,35	0,45	0,6070	0,740	2,222	0,4200	-0,0800
6-Br-БОММА-стирол	1,20	0,53	0,6360	0,830	1,880	3,2300	-0,1270
БОТММА-стирол	1,36	0,52	0,7000	0,735	1,923	0,3296	0,2928
ФИММА-стирол	1,23	0,59	0,7257	0,813	1,694	2,6000	-1,3500
БТММА- стирол	0,76	0,45	0,7920	0,568	2,220	0,3100	1,2800

Известно, что рост цепи в реакции сополимеризации возможен только в том случае, если образующийся концевой радикал способен реагировать не только с мономером, из которого он образовался, но и с "чужим" мономером. Поэтому к факторам, определяющим состав сополимера, в первую очередь, относят реакционную способность мономеров и их радикалов. Связь между строением мономера и реакционной способностью из реакций со свободными радикалами определяется стерическим, резонансным и полярным эффектами. Для оценки резонансного и полярного эффекта наиболее общей распространённой является полуколичественная схема Q-e, предложенная Алфреем и Прайсом [6,7]. Для оценки состава и строения сополимеров

определены константы относительных активностей мономеров, численные значения r_1 и r_2 , а также параметры удельной активности и полярности, которые приведены в таблице 2. Вычисленные значения констант сополимеризации свидетельствуют о том, что макрорадикалы, оканчивающиеся звеньями гетероциклических эфиров мет акриловых кислот, склонны более активно реагировать со своим мономером, чем со стиролом $r_1 > 1$; $r_2 < 1$ ($r_1 \cdot r_2 < 1$), что свидетельствует о склонности мономерных звеньев к чередованию в сополимерной цепи.

На основании полученных значений констант сополимеризации по этой схеме были рассчитаны факторы удельной активности (Q_1) и полярности продукта присоединения радикала (e_1). Значение Q_2 и e_2 для стирола соответственно равны 0,74 и 0,40. Как видно из таблицы 2, введение в структуру сополимера звеньев гетероциклических эфиров метакриловых кислот увеличивается величины Q и e . Увеличение полярности, по-видимому, определяется электродонорным характером гетероциклической группы и увеличением поляризуемости двойной связи мономера.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кучанов С.И. Количественная теория радикальной сополимеризации с участием инициаторов. // Высокомолек. соед. –1993.-т.35.-№2.-с.199-205.
2. Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А., Равшанов К.А., Ёриев О.М. Стирол ва бензотриазолилметилметакрилатнинг сополимерланишини урганиш“ Узбекистон кимё журнали”. 1998, №6. - 35-37 б.
3. Майо Г. Образование статистических сополимеров/ Химия и технология полимеров.-М.: -Мир.-1967.-№5.-с.3-25.
4. Езриелев А.И., Брохина Э.Л., Роскин Е.С. Аналитический метод вычисления констант сополимеризации// Высокомолек. соед. –1969.-А.11.-№8.-с.1670 - 1680.
5. Альфрей А., Борер Дж., Марк Г. Соплимеризация/ Пер с англ. Под ред. В.В. Коршака.-М.: ИЛ.-1953.-265с.
6. Г.А.Худойназарова, Мавлонов Б.А., Каттаев Н.Т. Бензотриазолилметилметакрилат асосида олинган сополимерларнинг фото деструкциясини ўрганиш. А.Темурнинг 660 й. Бағишланган ёш олимлар ва талабаларнинг II – республика илмий конференцияси тезислар тўплами. ТошДУ.Тошкент – 1996, Б.81
7. Г.А.Худойназарова, Ҳайдаров А.А., Ёриев О.М., Мавлонов Б.А. Синтез и исследование биологических активных сополимеров на основе фтал-имидометилметакрилата. Химия и формация журналы. –1997. -№2. – С.12-14
8. Г.А.Худойназарова, Ҳайдаров А.А., Ёриев О.М., Мавлонов Б.А. Фталимидометилметакрилат асосида со-полимерлар синтез қилиш ва уларни

чарм ишлаб чиқариш жараёнида қўлланилиши. Ўзбекистон химия журнали. Тошкент.1997. №1. Б. 26-27.

9.Г.А.Худойназарова, Ҳайдаров А.А.,Ёриев О.М.,Мавлонов Б.А. Сополимеры фталимидометилметакри-лата в качестве антисептика в отмоке каракулевых шкур. Организмдаги модда алмашинуви жара-ёнларига физик ва кимёвий омиллар таъсири. Халқаро илмий анжуман. Андижон. 1997. Б.129

10.Г.А.Худойназарова, Мавлонов Б.А.,Ёриев О.М.,Мустафоев Х.М. Исследование радикальной сополимери-зации 6-бром 2-оксо 3-бензоксазолилмет-акрилата с акриламидом винилпирролидоном и метилметакрилатом. Халқаро илмий анжуман. Самарканд. 1997. 20 февраль Б.78-80

11.Г.А.Худойназарова, Мавлонов Б.А.,Ёриев О.М. Стирол ва 6-бром-бензоксазолонилметилакрилатни сополимерларини олиш ва уларнинг хоссаларни ўрганиш. Халқаро симпозиум. Полимерлар ҳақидаги фан XX1 аср бўсағасида. Маърузалар баёни.Тошкент. 1999. Б43.

12. Г.А.Худойназарова, Мавлонов Б.А.,Яриев О.М.,Зайниева Р. Исследование термоокислительных свойств сополимеров на основе стирола и гетероциклических акриловых мономеров. Юқори молекулали бирикмалари кимёси, физикаси ва технологияси. Ёш олимлар илмий анжумани.Тошкент.-2000.С.80-81.

13. Г.А.Худойназарова, Мавлонов Б.А.,Ёриев Сополимеризация 6-бром-бензоксазол-тионилметилакрилата со стиролом. O'zbekiston kimyo jurnali. Toshkent. 2000. №2.С.42-44.

14. Г.А.Худойназарова, Ҳайдаров А.А.,Юсупова М.Н. Экспериментальное определение молекулярной массы полимера в лабораторном практикуме по химии. Universum: химия и биология. Научный журнал. Выпуск: 11 (77) Ноябрь.2020 Часть 1.Москва. С.74-77

15.Худойназарова Г.А. Исследование сополимеризации стирола с гетероциклических эфиров акриловых кислот. Ученый XXI века. 2017. № 1-2 (26) январь. Международный научный журнал. С. 14-17

16.Худойназарова Г.А. Сунъий толалар ишлаб чиқариш жараёниларидаги технологик ва экологик муаммолар. Кимё саноатида инновацион технологиялар ва уларни ривожлантириш истиқболлари. Республика илмий-амалий анжуманнинг мақолалар тўплами. 2 – жилд. Урганч-2017. 181-182 бетлар.

17.Худойназарова Г.А., Худоёрова Э.А.,Жумаев А.,Абдуллаева Н.А. Полимер композицион материаллардан озиқ-овқат саноатида қўллашнинг экологик муаммолари ва уларнинг ечими. Биология фанлари доктори, профессор Алматов Карим Тажибаевичнинг 70 йиллик таваллудига бағишланган “Биология ва экологиянинг долзарб муаммолари” мавзусидаги илмий-амалий анжумани. Тошкент – 2015.384-386 бетлар.

18.Худойназарова Г.А. Полимер ўғитларнинг тупроқ унумдорлигига таъсири. “Тупроқ унумдорлигини ошириш, тупроқ муҳофазаси, ердан самарали фойдааниш ва мелиоратив ҳолатини яхшилаш” илмий – амалий анжуман материаллари. 2015 йил 26 декабрь. 73-74 бетлар.

19. Худойназарова Г.А., Худоёрова Э.А., Абдурахмонов С. Экологик тоза қишлоқ хўжалик маҳсулотлари етиштиришда тупроқ тизимини яхшилаш. “Тупроқ унумдорлигини ошириш, тупроқ муҳофазаси, ердан самарали фойдааниш ва мелиоратив ҳолатини яхшилаш” илмий – амалий анжуман материаллари. 2015 йил 26 декабрь. 254-255 бетлар.

20.Xudoynazarova G. A., G'aniyev B., Sevinchova D. O.M.Yoriyev-Buxoro polimerlar maktabi asoschisi. “Кимё фанининг долзарб муаммолари ва уни ўқитишда инновацион технологиялар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари (чет эллик олимлар иштирокида) Тошкент, 2016 й. 30-31 март. Б 54-55

21. Худойназарова Г.А., Мавлонов Ш Изучение радикальной сополимеризации гетероциклических эфиров метакриловых кислот со стиролом. “Кимё фанининг долзарб муаммолари ва уни ўқитишда инновацион технологиялар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари (чет эллик олимлар иштирокида) Тошкент, 2016 й. 30-31 март. Б. 135-138

22.Худойназарова Г.А., Норбоева М. Сувда эрувчан полимерлар, қўлланиш соҳалари ва экологик муаммолари. “Кўп тармоқли фермер хўжаликларида маҳсулот ишлаб чиқаришнинг инновацион технологиялари” мавзусида республика миқёсида илмий-амалий анжуман. 2016й. 27 май.

23.Мавланов Б.А., Азимова Н.И., Олимова Ф. Исследование сополимеризации стирола с гетероциклическими эфирами акриловых кислот и применение в семинарских и самостоятельных занятиях химии ВМС. Междисциплинарные исследования в науке и образовании. – 2012. -№1 Кг; URL: www.rs.rae.ru/mino/159-1208. Украина, г.Киев.

24.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Ёриев О.М. Стирол ва 6-бром-бензоксазолонил-метилакрилатни сополимерларини олиш ва уларнинг хоссаларни ўрганиш. Халқаро симпозиум. Полимерлар ҳақидаги фан XX1 аср бўсағасида. Маърузалар баёни.Тошкент. 1999. Б43

25.Худойназарова Г.А., N-фталидимометилметакрилатнинг метилметакрилат билан термобарқарор сополимерлари синтези ва хоссалари. Ўзбекистон мустақиллиги унинг фани ва технологияларини ривожлантириш кафолати”. III респ. илмий коллоквиуми маърузалари –Тошкент.-1999.Б. 121-123

26.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М. Сополимеризация 6-бром-бензоксазол-тионилметилакрилата со стиролом. O'zbekiston kimyo jurnali. Toshkent. 2000. №2.С.42-44.

27.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А., Яриев О.М.,Мусаев С. Синтез и исследование сополимеров на основе 6-бром-бензоксазолтионилметилакрилата со стиролом. Пластические массы. Москва. 2000. №10. С.16-17.

28.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Чориев И.К. Высокомолекулярные антиоксиданты для поливинилхлорида. Халқаро илмий анжуман илмий мақолалар тўплами. Инновация-2000. –Бухоро. -2000.-С.156-157.

29.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Казаков А.С. Стирол ва бензоксазолтионилметилакрилат асосида сополимерлар синтез килиш ва уларнинг хоссаларини ўрганиш. Бухоро университети илмий ахборотлари. 2000.№1. Б.69-73.

30.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М.,Хожиев М.А. Исследование термической и термоокислительной деструкции сополимеров на основе стирола. Межд. Конф. ученых. биол. активные полимеры. Синтез, свойства и применение. Ташкент.2003. С.85.

31.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М.,Ҳайдаров А.А. Изучение термической и термоокислительной деструкции сополимеров на основе стирола. XIII Всероссийский конф. по термического анализа. Самара. 2-5 июль.- 2003.С.111-112

32.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М.,Хожиева М. Юқори молекуляр барқарорлаштирувчи иштирокида поливинилхлоридни дегидрохлорланиш жараёнини ўрганиш. Биорганик кимё муаммолари IV халқаро илмий-амалий конф. Наманган.2003. Б.19-20.

33.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Равшанов К.А.,Ахмедов В.Н. Поглощение кислорода при высокотем-пературном окислении химически стабилизированных образцов полиметилметакрилата и полистирола. Биорганик кимё муаммолари IV халқаро илмий-амалий конф. Наманган. 2003. Б.20-21.

34.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М.,Хожиева М. Изучение кинетики сополимеризации 6-бромбензоксазолонилметил акрилата со стиролом. Успехи в химии и химической технологии. Москва. Том. XVII. 2003. №3 (28) С.125-129

35.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.О. Фотостабильность сополимеров на основе гетероциклических эфиров (мет)акриловых кислот. Современные проблемы науки о полимерах. II Санкт-Петербургская конференция молодых ученых. Программа конференции тезисы докладов Часть 1. 31 январь-2 февраля 2006 г. Санкт-Петербург. С.10

36.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Хотамов А.М. Бактерицидная активность (со)полимеров гетероциклических эфиров (мет)акрило-вых кислот. Современные проблемы науки о полимерах. II Санкт-Петербургская конф молодых ученых. Программа конф тезисы докладов Часть 1. 31 январь-2 февраля 2006 г. Санкт-Петербург. С.11

37.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М Исследование фотостабильности полимерполимерных композиции на основе поливинилхлорида. Федеральное агентство по образованию Казанский гос. техн уни ОАО “Татнефтехиминвестхолдинг” РХО им. Д.И.Менделеева 11-я межд.конф.студ и аспирантов “Синтез, исследование свойств, модиф и перераба высокомолек соединений’ 24-25 май. Казань. 2006. С.154

38.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А. Поглощение кислорода при высокотемпе-ратурном окислении стабилизированного полиметилметакрилата и полистирола. Четвертая всероссийкая каркинская конференция посвященная 100-летию со дня рождения академика В.А.Каргина «Наука о полимерах 21-му веку» тезисы устных и стендовых докладов. Москва, МГУ 29.01- 2. 02 2007 г. С. 301

39.Худойназарова Г.А Идиева Л.Б.,Мавланов Б.А. Исследование дегидрохлорирования полимер – полимерных композиций на основе поливинилхлорида. Современные проблемы науки о полимерах. III Санкт-Петербургская конференция молодых ученых с международным участием. Тезисы докладов. 17-19 апреля 2007. Санкт-Петербург. С.13

40.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Яриев О.М. Исследование сополимеризации гетероциклических эфиров (мет) акриловых кислот с метилметакрилатом и со стиролом. «Полимерлар фанининг хозирги замон муаммолари» Тошкент – 2011.

41.Худойназарова Г.А., Мавланов Б.А.,Азимова Н.И.,Олимова Ф. Исследование сополимеризации стирола с гетероциклическими эфирами акриловых кислот и применение в семинарских и самостоятельных занятиях химии ВМС. Междисциплинарные исследования в науке и образовании. – 2012. - №1 Kg; URL: www.rs.rae.ru/mino/159-1208. Украина, г.Киев.

42.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А.,Гафурова Г. Исследование кинетических закономерностей радикальной полимеризации гетероциклических эфиров метакриловых кислот. “Наука. Мысль: электронный периодический журнал”. №1. 2015.

43.Худойназарова Г.А., Фозилов С.,Мавлонов Б.А.,Саноев А.А. Исследование радикальной сополимеризации гетероциклических производных акриловых кислот со стиролом. Молодой учёный. 2015.– №11(91). –С.449 – 502.

44.Худойназарова Г.А., Фуломова М.Б.,Остонов Ф.И.,Избуллаева М.С. Обобщение и закрепления знаний по химии и экономики при изучении технологии производства полимеров. Международна научна школа «Парадигма», Лято-2015. Т.5. Педагогика. Болгария Варна.С.283-288

45.Худойназарова Г.А., Фуломова М.Б.,Жумаев М.Н.,Рахимов Б.Б. Условия гомофазной сополимеризации N-фталимидометилметакрилата с производными акриловой кислоты на примере бутилакрилата. Развитие науки и технологий. Научно-технический журнал. 2015. №4. С.98-103

46.Худойназарова Г.А., Мавлонов Ш. Изучение радикальной сополимеризации гетероциклических эфиров метакриловых кислот со стиролом. “Кимё саноати ва тараққиётининг ҳозирги замон муаммолари ва ечимлари” мавзусидаги минтақавий илмий-амалий конференцияси фан-таълим-ишлаб чиқариш интеграциясини таъминлаш ҳамда устозимиз проф. О.М.Ёриевнинг ёрқин хотирасига бағишланган. Навоий, 2016й 5 май. 135-138 бетлар

47.Худойназарова Г.А. Исследование сополимеризации стирола с гетероциклических эфиров акриловых кислот. Ученый XXI века. 2017. № 1-2 (26) январь. Международный научный журнал. С. 14-17

48.Худойназарова Г.А., Мавланов Б.А., Ганиев Б.Ш., Идикурбанов Ш. Изучение кинетики сополимеризации гетероциклических метакрилатов со стиролом. Материалы международной научной конференции “Инновационные решения инженерно-технологических проблем современного производства” 2 том. 14-16 ноября. Бухара. 2019 г. С.38-49. Худойназарова Г.А. Синтез сополимеров на основе стирола. Сборник трудов международной научно-практической конференции на тему «Интернационализация и инновация в области высшего образования», посвященная 20-летию Университета дружбы народов имени академика А. Куатбекова и 75-летию заслуженного работника образования Республики Казахстан, к.х.н., профессора К.П. Куатбековой 24-25 октябрь 2019 . С.449-453

50. Худойназарова Г.А. Синтез сополимеров на основе стирола и изучение их термической и термоокислительной стабильности Universum: химия и биология. Научный журнал. Выпуск 3(69) Март.2020 Часть 1. Москва. С.51-53

51.Худойназарова Г.А., Очиллов А.У., Мавлонов Ш.Б., Турсунова М.А. Акрил мономерларнинг стирол билан сополимерланиш жараёнини ўрганиш. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. Бухоро. 4-5 декабрь 2020й. Б.159-161

52.Худойназарова Г.А., Ganiyev B.Sh., Xoliqova G.Q., Aslonova F.S. Rashidova R.O`. Butilmetakrilatning stiroл bilan sopolimeri sedimentatsiyasi va qovushqoqligini o`rganish. “Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари” мавзусидаги ҳалқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент. 2023 й. 17-18 март. Б.361-365

53.Худойназарова Г.А., Ганиев Б.Ш., Рашидова Р.Ў. Стирол асосидаги сополимерларнинг термик ва термооксидланиш деструкциясини ўрганиш. “Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари” Ҳалқаро илмий – амалий анжумани материаллари. Қарши – 2023. Б.573-576

54.Худойназарова Г.А. Юқори молекулали бирикмалар тузилиши ва хоссалари мавзусини академик лицей кимё дарсларида ўқитиш услубиёти // Бухоро университети. Илмий ахборотлари –2005.-№2.-Б.69-73

55.Xudoynazarova G.A., Mavlanov B.A., Axmedov V.N. Usmonova S.Ya. Polimerlarning olinishi va tuzilishi darsini o'tish texnologiyasi // “Ўрта махсус касб-хунар таълими тизимида янги педагогик технология-лар: муаммолар ва ечимлар” Республика илмий – амалий конференция материаллари. Бухоро. 2006. Б.23-25

56.Худойназарова Г.А., Амонова Д.М. Академик лицейларда “Поликонденсатланиш реакциялари” мавзусини ўтишда ноанъанавий усуллардан фойдаланиш // Бухоро университети. Илмий ахбороти. 2006.-№2. Б.78-81

57.Худойназарова Г.А. Юқори молекуляр бирикмалар кимёси фанини ўқитишда пирамида ўйинидан фойдаланиш.Ilm sarchashmalari. Urganch davlat universiteti. Ilmiy – metodik jurnali. 2007. №3 Б.87-90

58.Худойназарова Г.А. Академик лицейларда фенолформальдегид пластмассалар мавзусини ўқитишда янги педагогик технологиялардан фойдаланиш // Педагогик маҳорат. 2007. №2. Б.50-52

59.Худойназарова Г.А. Юқори молекуляр бирикмалар мавзусини ўтишда янги педагогик технология усуллари қўллаш // Бухоро давлат университети. Илмий ахбороти. 2007.-№3. Б.66-71

60.Худойназарова Г.А. Юқори молекуляр бирикмалар кимёсининг асосий тушунчалари, уларнинг синфланиши ва номланиши мавзусини ўтишда ноанъанавий усуллардан фойдаланиш // “Касб таълими бўйича мутахассис кадрлар тайёрлаш тизимини такомиллаштириш: назария ва амалиёт” мавзусидаги республика илмий – амалий конференцияси. Илмий ишлар тўплами. Қарши. “Насаф” нашриёти. 2007. Б.128-129

61.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А. Ахмедов В.Н., Хотамов А.М. Академик лицей кимё дарсларида юқори молекулали бирикмаларга оид мавзуларни ўқитишда “Ёзма бахс” услубидан фойдаланиш тажрибасидан

НТДУ // “Кимё фани ютуқлари ва замонавий таълим технологияларини амалиётга жорий қилиш масалалари” Респ. Илмий – амалий конф. Мақолалари тўплами. 2002. 25-26 май Б.191-194

62.Худойназарова Г.А., Пирниёзов К, Мавлонов Б.А. Юқори молекуляр бирикмалар кимёси ҳақида асосий тушунчалар ва Ўзбекистонда полимерлар фанининг ривожланиши» мавзусини ўқитишда ноанъанавий усулни қўллаш // Ilm sarchashmalari. Urganch davlat universiteti. Ilmiy – metodik jurnali. 2008. №4 Б.102-104

63.Худойназарова Г.А. Макромолекула занжирининг тузилишини замонавий педагогик технология асосида ўқитиш усуллари. // Uzluksiz ta'lim журнал. Тошкент. 2008. №6 Б.30-34

64.Худойназарова Г.А. Полимерлар занжири тузилишида изомерия ҳодисасини талабаларга ўргатишнинг қулай усули // «XXI асрда фан ва

технологияларнинг стратегияси ҳамда тараққиёти» Респ. илмий – амалий анжумани. Бухоро – 2009. Б.91-93.

65.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А. Юқори молекулали бирикмалар кимёси фанини олий таълимда педагогик технологиялар асосида ўқитиш услугиёти муаммолари // «Таълим муассасалари ўқув тарбия жараёнига педагогик технологияларни жорий этиш ҳамда уларнинг таълим самарадорлигига таъсири» респ. илмий-амалий конф. материаллари. Бухоро. 2009.Б. 51-53

66.Худойназарова Г.А. Методика прохождения темы «Основные понятия высокомолекулярных соединений» с использованием информационной технологии // Респуб. научно-прак. конференция «Актуальные проблемы химии высокомоле. соедин.» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010. С.122 – 123

67.Худойназарова Г.А., Назаров Н. Академик лицейларда юқори молекуляр бирикмалар кимёсини ўқитишда дидактик материаллардан фойдаланиш // Респуб. научно-прак. конференция «Актуальные проблемы химии высокомоле. соедин.» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010. С.125 – 126

68.Худойназарова Г., Гафурова Г, Қаххоров М, Мавлонов Б. Юқори молекуляр бирикмалар кимёси фанидан мустақил таълимни ташкил этишда талабаларни интеллектуал қобилиятидан фойдаланиш // Респуб. научно-прак. конференция «Актуальные проблемы химии высокомоле. соедин.» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010, С. 130 – 131

69.Худойназарова Г., Бахромов Х, Қаххоров М, Мавлонов Б. Академик лицейларда юқори молекуляр бирикмалар кимёсига оид мавзуларни электрон дарслик асосида ўқитиш услугиёти // Респуб. научно-прак. конференция «Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010. С. 131 – 132

70.Худойназарова Г., Бердиева Х., Избуллаева М., Худойназарова Ш. Юқори молекуляр бирикмалар мавзусини ўқишда компьютер орқали рағбатлантириш усулидан фойдаланиш // Респуб. научно-прак. конференция «Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010. С. 133 – 135

71.Худойназарова Г., Холлиева М., Нарзиева С. Юқори молекуляр бирикмалар кимёси фанидан олимпиада масалаларини ечиш бўйича кўрсатмалар // Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы химии высокомолекулярных соединений» тезисы докладов. Бухара 9-10 апрел. 2010. С. 136 – 138

72.Худойназарова Г., Ганиев Б., Олимова Ф., Бакаева З. Методики проведения лабораторных занятия по теме “Гидролиз целлюлозы” на виртуальной основе // Междисциплинарные исследование в науке и образовании. Электронный научный журнал. 2014. №3 Кқ

73.Худойназарова Г.А., Мавлонов Б.А., Қодирова З.Қ., Олимова Ф.Т. Экологик таянч тушунчалардан фойдаланиб юқори молекуляр бирикмалар кимёсига оид мавзуларни ўқитиш услугиёти самарадорлигини ошириш // “Кимёвий технологиянинг долзарб муаммолари” Республика илмий – амалий анжумани. Бухоро. 8-9 апрел 2014. Б.228-230

74.Худойназарова Г.А., Назаров И.И. Лаборатория машғулотларини вертуал тасвир асосида ўтишда касбий компетентликни ривожлантириш // Ўрта махсус ва олий таълим тизимида фаолият кўрсатаётган педагог кадрларнинг касбий компетентлигини такомиллаштириш. Республика илмий – амалий конференция материаллари. Бухоро – 2015. 260-261 бетлар

75.Худойназарова Г.А., Қодирхонов М., Идиқурбонов Ш.Қ. Полимерлар кимёси тўғрисидаги билимларни мустақкамлашда интерфаол усулларнинг роли // Наманган давлат университети, Илмий ахборотномаси. 2018. №4 Б.24-30

76.Худойназарова Г.А., Икромов У.Г. График органайзерлардан фойдаланган ҳолда кимё фанини ўқитиш // 2019 йил “Фаол инвестициялар ва ижтимоий ривожланиш йили”га бағишанган “Фан ва таълим-тарбиянинг долзарб масалалари” мавзусидаги Республика илмий-назарий анжуман материаллари. 3-бўлим. Нукус. 2019й. Б. 46 -47

77.Худойназарова Г.А., Қодирова З.Қ., Яхшиева И.Р. График органайзерлардан фойдаланган ҳолда “Юқори молекуляр бирикмалар” мавзусини ўқитиш услугиёти // Международный научно-практический журнал “Глобальные науки и инновации 2020: Центральная Азия”. Нур-Султан. Қазахстан. №5(10).II том. Август. 2020 г. С.138-141

78.Худойназарова Г.А.,Очилов А.У.,Мавлонов Ш.Б.,Турсунова М.А. Акрил мономерларнинг стирол билан сополимерланиш жараёнини ўрганиш. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. Бухоро. 4-5 декабрь 2020й.Б.159-161

79. Xudoynazarova G.A., Ganiyev B.Sh.,Xoliqova G.Q.,Aslonova F.S. Rashidova R.O'.Butilmetakrilatning stirol bilan sopolimeri sedimentatsiyasi va qovushqoqligini o'rganish . “Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент. 2023 й.17-18 март. Б.361-365

80. Xudoynazarova G.A., Ganiyev B.Sh.,Kholikova G.Q.,Aslonova F.S. Conducting a virtual laboratory lesson on the topic "Cellulose hudrolusis”“Функционал полимерларнинг фундаментал ва амалий жиҳатлари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент. 2023 й.17-18 март. Б. 366-369

81.Худойназарова Г.А., Ганиев Б.Ш.,Холиқова Г.Қ.,Рашидова Р.Ў.,Жуманева З.Р. Полимер композицион материаллардан озиқ – овқат саноатида қўллашнинг экологик муаммолари ва уларнинг ечими. “Kimyo va kimyoviy texnologiyaning

dolzarb muammolari va yechimlari” ilmiy – amaliy konfirensiya. Navoiy pedagogika institute. 2023 y. B.371-372

82.Худойназарова Г.А., Қодирхонов М.,Идиқурбонов Ш. Полимерлар кимёси тўғрисидаги билимларни мустаҳкамлашда интерфаол усулларнинг роли. Наманган давлат университети, Илмий ахборотномаси. 2018. №4 Б.24-30