

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора ФГБОУ ВО Российский  
химико-технологический университет  
им. Д.И. Менделеева, д.т.н., профессор  
И.В. Воробьев



«22» ноября 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по диссертационной работе **Чистякова Евгения Михайловича** на тему «Функциональные арилоксициклотрифосфазены и их влияние на свойства полимеров» представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений

Диссертационная работа «Функциональные арилоксициклотрифосфазены и их влияние на свойства полимеров» **выполнена** на кафедре химической технологии пластических масс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева). В период подготовки диссертации Чистяков Евгений Михайлович **работал** доцентом кафедры химической технологии пластических масс РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**В 2011 г.** защитил кандидатскую диссертацию по теме «Синтез и превращения олигоарилоксициклотрифосфазенов» по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения на заседании диссертационного совета Д212.204.01 в РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**Научный консультант:** доктор химических наук, профессор Филатов Сергей Николаевич, профессор кафедры химической технологии пластических масс РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Диссертационная работа Чистякова Е.М. была рассмотрена на расширенном заседании кафедры химической технологии пластических масс РХТУ им. Д.И. Менделеева.

**Выписка из протокола № 4 расширенного заседания кафедры**

**химической технологии пластических масс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 20 ноября 2023 г.**

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

Декан факультета нефтегазохимии и полимерных материалов (НПМ), к.х.н., доц. Сиротин И.С.; заведующий кафедрой биоматериалов д.х.н., проф. Межуев Я.О.; д.х.н., проф. кафедры биоматериалов Артюхов А.А.; заведующий кафедрой технологии переработки пластмасс д.х.н., проф. Горбунова И.Ю.; и.о. заведующего кафедрой химической технологии пластических масс к.х.н., доц. Биличенко Ю.В.; д.х.н., проф. Киреев В.В.; д.х.н., проф. Филатов С.Н.; д.х.н., проф. Дятлов В.А.; к.х.н., доц. Бредов Н.С.; к.х.н., доц. Тупиков А.С.; к.х.н., асс. Петракова В.В.

Председатель заседания: декан факультета НПМ, к.х.н. Сиротин И.С.

Секретарь заседания: к.х.н., доц. Биличенко Ю.В.

Слушали: доклад по диссертационной работе Чистякова Евгения Михайловича на тему «Функциональные арилоксициклотрифосфазены и их влияние на свойства полимеров» по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

В своем докладе он изложил основные результаты работы, подчеркнул актуальность исследуемых проблем и их значимость в современных условиях.

В ходе обсуждения диссертанту были заданы **следующие вопросы:**

**д.х.н, проф. Межуев Я.О.:** Каким методом были оценены молекулярные массы эпоксидсодержащих арилоксициклотрифосфазенов?

**д.х.н., проф. Киреев В.В.:** Почему арилоксифосфазены на основе дифенилолпропана, гексахлорциклотрифосфазена и эпихлоргидрина являются непригодными для практического использования?

**д.х.н, проф. Горбунова И.Ю:** Как оценивали реологические, адгезионные, механические и огнестойкие характеристики разработанных карбоксилсодержащих арилоксициклотрифосфазенов?

**д.х.н., проф. Артюхов А.А.:** Чем отличаются используемые в работе функциональные арилоксифосфазены от низкомолекулярных координационных соединений?

**к.х.н., доц. Сиротин И.С.:** Каким образом оценивали степень замещения остаточного хлора в гексахлорциклотрифосфазене в случае реакции его с фенолятами дифенилолпропана и последующей обработкой этого продукта эпихлоргидрином в щелочной среде?

**к.х.н, доц. Биличенко Ю.В.:** Для чего в некоторых исследованиях проводится дополнительный анализ полученных веществ, возможно ли подтверждение строения, структуры, процессов с использованием только

одного метода?

**По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:** Диссертационная работа Чистякова Е.М. затрагивает актуальные проблемы в области современной химии элементоорганических соединений и направлена на разработку гибридных органо-неорганических материалов, имеющих перспективы применения в различных областях науки, техники и технологий, таких как машино- и приборостроение, медицина, электроника, электротехника, народное хозяйство и быт.

**Целью работы** является синтез и выделение в чистом виде пригодных для получения полимерных материалов арилоксициклотрифосфазенов, содержащих в ароматических радикалах различные функциональные группы.

**Актуальность работы:** Авиационно-космическая отрасль, автомобильная промышленность, строительная сфера, электротехника, медицина и многие другие области нуждаются в инновационных материалах, удовлетворяющих современные требования к ним и соответствующих веяниям прогресса. Учитывая широко регулируемый комплекс свойств арилоксициклотрифосфазенов, они в значительной мере могут способствовать решению многих технологических задач.

Однако, в области химии фосфазенов имеется ряд синтетических проблем, которые, несмотря на высокую исследовательскую активность, до сих пор остаются актуальными. Их решение позволит расширить фундаментальные знания о данном классе соединений, и области практического применения арилоксициклотрифосфазенов.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на: 16th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2016 (Albena, Bulgaria, 2016 г.); II Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия, 2010 г.); IV Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия, 2012 г.); XI Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров: Олигомеры 2013 (Черноголовка, Россия, 2013 г.); YoungChem 2013 - XI International Congress of Young Chemist (Poznan, Poland, 2013 г.); VI Всероссийской Каргинской конференции: Полимеры – 2014 (Москва, Россия, 2014 г.); V Международной конференции-школе по химии и физикохимии олигомеров: Олигомеры 2015 (Волгоград, Россия, 2015 г.); VII Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева (Москва, Россия, 2015 г.); V международной конференции-школе по химической технологии (Волгоград, Россия, 2016 г.); Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Современное материаловедение: традиции

отечественных научных школ и инновационный подход» (Геленджик, Россия, 2017 г.); I Коршаковской Всероссийской с международным участием конференции (Москва, Россия, 2019); V Научно-практической конференции «Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния» (Минск, Беларусь, 2019 г.); III Международной научно-технической конференции «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии» (Дзержинск, Россия, 2019 г.); Всероссийской конференции с международным участием «Химия элементоорганических соединений и полимеров 2019» (Москва, Россия, 2019 г.); XXIII Всероссийской конференции молодых ученых-химиков (Нижний Новгород, Россия, 2020 г.); 12th International Conference Biomaterials and Nanobiomaterials Recent Advances Safety-Toxicology and Ecology Issues (Agari Beach, Heraklion, Crete, 2021 г.).

**Личный вклад автора** заключается в выборе направления исследования, постановке цели и задач, определении методов и подходов при постановке экспериментов, разработке способов выделения, очистки, кристаллизации полученных соединений, интерпретации полученных результатов, систематизации и анализе данных, формулировании научных заключений и написании публикаций.

**Научная новизна результатов** заключается в следующем:

– разработаны методы и подходы, позволившие получить и охарактеризовать в виде индивидуальных соединений ряд арилоксициклотрифосфазенов, содержащих в ароматических радикалах эпоксидные, амидные, аминные, карбоксильные и  $\beta$ -дикетогруппы;

– на примере (мет)аллильного производного арилоксициклотрифосфазена показано, что на степень эпоксидирования (мет)аллильных групп не влияют стерические факторы, а определяющим фактором являются электронные эффекты, в частности индуктивный;

– разработаны новые методы растворной кристаллизации больших молекул, позволяющие получать монокристаллы арилоксициклотрифосфазена, содержащих даже сильно разупорядоченные заместители;

– показана возможность получения на основе арилоксициклотрифосфазенов довольно стабильных супрамолекулярных ансамблей, состоящих из сольватов растворителя, включенных в кристаллическую решетку фосфазена;

– впервые установлена возможность использования арилоксициклотрифосфазенов с амидными группами в качестве отвердителя эпоксидных смол, определены условия их совмещения;

– показана возможность получения изомерных арилоксициклотрифосфазенов с аминогруппами в массе аминов и показана эффективность использования таких продуктов в качестве отвердителя эпоксидных смол;

– посредством квантово-химического моделирования с использованием результатов рентгено-дифракционного анализа арилоксициклотрифосфазена с альдегидными группами установлено, что тримерный фосфазеновый цикл является сравнительно гибким и деформируется под воздействием слабых нековалентных взаимодействий с атомами водорода в органических заместителях;

– на основании проведенных расчетов построена модель синтезированного арилоксициклотрифосфазена, содержащего в ароматическом радикале  $\beta$ -карбокситенильные группы, внутримолекулярный каркас которого сформирован прочными внутримолекулярными водородными связями; установлено, что этот каркас препятствует кристаллизации соединения, которая начинается только после разрушения водородных связей при 190°C в твердой фазе;

– показано, что за счет уменьшения содержания в арилоксициклотрифосфазенах карбоксильных групп с частичной их заменой на другие, возможно получение полностью аморфных продуктов, хорошо растворимых в некоторых связующих и мономерах и являющихся эффективными модификаторами;

– обнаружено и доказано, что в арилоксициклотрифосфазене с ацетофеноксигруппами эти группы способны к термической тримеризации с формированием новых бензольных колец и образованием термостойкого цикломатричного полимера;

– разработана стратегия синтеза, позволяющая получать содержащие европий (III) люминесцентные полимерные пленки на основе  $\beta$ -дикетофосфазена и кремнийорганического сомономера 3-аминопропилтриэтоксисилана.

### **Теоретическая и практическая значимость работы:**

Установлен ряд зависимостей между строением и свойствами полученных арилоксициклотрифосфазенов, а именно влияние природы их функциональных групп и их положение в ароматическом кольце на растворимость, термостойкость, температуры плавления и/или стеклования, реакционноспособность, способность к кристаллизации, сольватации и другие, благодаря чему возможно определение стратегии дальнейших химических превращений с участием этих соединений, а также их потенциального практического применения, что также было показано в работе.

Наработанный массив экспериментальных данных позволяет с высокой

долей вероятности спрогнозировать поведение каждого из полученных представителей арилоксифосфазенов при совмещении с каким-либо связующим или мономером для получения сополимеров на их основе, а также ряд свойств, на которые способен повлиять фосфазен при заданном его содержании в составе этих сополимеров. На основании составленных прогнозов были получены:

- полимер на основе эпоксидсодержащего арилоксифосфазена и промышленного отвердителя изофорондиамин с температурой стеклования на 35°C выше, чем для полимера на основе смолы ЭД-20 и того же отвердителя;

- полимеры на основе ЭД-20, отвержденной гекса-п-ацетамидофеноксциклотрифосфазеном или β-карбокситенилфеноксциклотрифосфазеном, в обоих случаях являющиеся негорючими;

- стоматологические композиции на основе базовой акриловой смеси и β-карбокситенилфеноксци-4-аллил-2-метоксифеноксциклотрифосфазена с повышенной адгезией к зубной ткани;

- люминесцентные содержащие европий (III) пленки на основе промышленного 3-аминопропилтриэтоксисилана и β-дикетоарилоксициклотрифосфазена, обладающие высокой термостойкостью, гидрофобностью и адгезией к стеклу.

### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Диссертационная работа Чистякова Е.М. соответствует паспорту научной специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений (химические науки) по п.1. Синтез, выделение и очистка новых соединений; п.2. Разработка новых и модификация существующих методов синтеза элементоорганических соединений; п.4. Развитие теории химического строения элементоорганических соединений; п.6. Выявление закономерностей типа «структура – свойство»; п.7. Выявление практически важных свойств элементоорганических соединений.

### **Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

Основные результаты диссертации изложены в 25 научных статьях, опубликованных в изданиях индексируемых в международных наукометрических базах данных Scopus и Web of Science, 8 из которых опубликованы в журналах входящих в Q1; в 3 статьях в научных журналах, включенных в перечень ВАК; в 10 патентах и 19 тезисах докладов. Таким образом, результаты диссертационной работы отражены в публикациях достаточно полно.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации:**

*Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus / Web of Science:*

1. Chistyakov E.M., Yudaev P.A., Nelyubina Yu.V. Crystallization of Nano-Sized Macromolecules by the Example of Hexakis-[4-{(N-

Allylimino)methyl}phenoxy] cyclotriphosphazene // *Nanomaterials*, 2022, 12, 2268. (Scopus Q1).

2. Orlov A.V., Konstantinova A.O., Korotkov R.F., Yudaev P.A., Mezhuev Y.O., Terekhov I.V., Gurevich L., Chistyakov E.M. Epoxy Compositions with Reduced Flammability Based on DER-354 Resin and a Curing Agent Containing Aminophosphazenes Synthesized in Bulk Isophoronediamine // *Polymers*, 2022, 14, 3592. (Scopus Q1).

3. Chistyakov E.M., Kolpinskaya N.A., Posokhova V.F., Chuev V.P. Dental Composition Modified with Aryloxyphosphazene Containing Carboxyl Groups. *Polymers*, 2020, 12, 1176. (Scopus Q1).

4. Chistyakov E.M., Terekhov I.V., Shapagin A.V., Filatov S.N., Chuev V.P. Curing of Epoxy Resin DER-331 by Hexakis(4-acetamidophenoxy)cyclotriphosphazene and Properties of the Prepared Composition // *Polymers* 2019, 11, 1191. (Scopus Q1).

5. Yudaev P.A., Kolpinskaya N.A., Chistyakov E.M. Organophosphorous extractants for metals // *Hydrometallurgy*, 2021, 201, 105558. (Scopus Q1)

6. Yudaev P.A., Chistyakov E.M. Chelating Extractants for Metals // *Metals*, 2022, 12, 1275 (Scopus Q1).

7. Maslennikova V.V., Filatov S.N., Orlov A.V., Surin N.M., Svidchenko E.A., Chistyakov E.M. Luminescent Coatings Based on (3-Aminopropyl)triethoxysilane and Europium Complex  $\beta$ -Diketophosphazene // *Polymers*, 2022, 14, 728. (Scopus Q1).

8. Rybyan A.A., Bilichenko J.V., Kireev V.V., Kolenchenko A.A., Chistyakov E.M. Curing of DER-331 Epoxy Resin with Arylamino-cyclotriphosphazenes Based on o-, m-, and p-methylanilines // *Polymers*, 2022, 14, 5334 (Scopus Q1).

9. Chistyakov E.M., Tupikov A.S., Buzin M.I., Borisov R.S., Kireev V.V. Preparation of films based on  $\beta$ -diketophosphazene and different amines and study their properties // *Materials Chemistry and Physics*, 2019, 223, 353–359. (Scopus Q2).

10. Bobrov M.F., Buzin M.I., Primakov P.V., Chistyakov E.M. Investigation of hexakis[2-formylphenoxy]cyclotriphosphazene structure by single crystal X-ray diffraction and computer simulation // *Journal of Molecular Structure*, 2020, 1208, 12789. (Scopus Q2).

11. Chistyakov E.M., Filatov S.N., Yudaev P.A., Kireev V.V. Synthesis, characterization and epoxidation of hexakis-4-(2-(4-(( $\beta$ -methallyl)oxy)phenyl)propan-2-yl)phenoxy)cyclotriphosphazene // *Tetrahedron Letters*, 2019, 60(5), 444–448. (Scopus Q2).

12. Chistyakov E.M., Panfilova D.V., Kireev V.V., Volkov V.V., Bobrov M.F. Synthesis and properties of hexakis-( $\beta$ -carboxyethenylphenoxy)cyclotriphosphazene // *Journal of Molecular Structure*, 2017, 1148, 1–6. (Scopus Q2).

13. Terekhov I.V., Filatov S.N., Chistyakov E.M., Borisov R.S., Kireev V.V. Synthesis of oligomeric epoxycyclotriphosphazenes and their properties as reactive flame-retardants for epoxy resins // *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements*, 2017, 192(5), 544–554.

14. Chistyakov E.M., Buzin M.I., Aksenov S.M., Tupikov A.S., Kireev V.V. Thermal polycondensation of hexakis(p-acetylphenoxy)-cyclotriphosphazene // *Mendeleev Communications*, 2019, 29(1), 99–101.

15. Terekhov I.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Borisov R.S., Kireev V.V. Synthesis of hexakis(hydroxyaryloxy)cyclotriphosphazene based on bisphenol A // *Mendeleev Communications*, 2014, 24(3), 154–155.

16. Nikovskii I.A., Chistyakov E.M., Tupikov A.S. Phosphazene-Containing Ligands and Complexes on Their Base // *Russian Journal of General Chemistry*, 2018, 88(3), 474–494.

17. Terekhov I.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Deev I.S., Kurshev E.V., Lonskii S.L. Factors Influencing the Fire-Resistance of Epoxy Compositions Modified with Epoxy-Containing Phosphazenes // *Inorganic Materials: Applied Research*, 2019, 10(6), 1429–1435.

18. Chistyakov E.M., Panfilova D.V., Kireev V.V. Carboxyl derivatives of phosphazenes // *Russian Journal of General Chemistry*, 2017, 87(5), 997–1006.

19. Kireev V.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Tupikov A.S., Panfilova D.V., Chetverikova A.I. Polymeric dental composites modified with carboxy phosphazene methacrylates // *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2015, 88(5), 866–870.

20. Terekhov I.V., Filatov S.N., Chistyakov E.M., Borisov R.S., Kireev V.V. Halogenated hydroxy-aryloxy phosphazenes and epoxy oligomers based on them // *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2013, 86(10), 1600–1604.

21. Chistyakov E.M., Filatov S.N., Kireev V.V., Prudskov B.M., Chetverikova A.I., Chuev V.P., Borisov R.S. Methacrylate composites containing maleic derivatives of cyclotriphosphazene // *Polymer Science - Series B*, 2013, 55(5-6), 355–359.

22. Chistyakov E.M., Kireev V.V., Filatov S.N., Terekhov I.V., Buzin M.I., Komarova L.I. Thermal polycondensation of hexa-p-hydroxymethylphenoxy cyclotriphosphazene // *Polymer Science - Series B*, 2012, 54(7-8), 407–412.

23. Chistyakov E.M., Filatov S.N., Kireev V.V., Lysenko K.A., Buzin M.I., Chuev V.P. Synthesis and structure of hexa-*p*-acetamidophenoxycyclotriphosphazene // Russian Journal of General Chemistry, 2012, 82(6), 1065-1068.

24. Kireev V.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Borisov R.S., Prudskov B.M. Synthesis and modification of oligo(aryloxycyclotriphosphazenes) based on 4,4'-dihydroxydiphenyl-2,2-propane // Polymer Science - Series B, 2011, 53(7-8), 412–419.

25. Terekhov I.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Kireev V.V., Buzin M.I. Hexa-*para*-aminophenoxycyclo-triphosphazene as a curing agent/modifier for epoxy resins // International Polymer Science and Technology, 2015, 42(7), T31–T34.

*Публикации в журналах, рекомендованных ВАК:*

1. Чистяков Е.М., Юдаев П.А., Масленникова В.В., Чуев В.П., Клюкин Б.В., Посохова В.Ф. Карбоксильные производные фосфазенов как модификаторы полимерных стоматологических материалов // Пластические массы, 2022, №3-4, С. 50-52.

2. Гапочкина Л.Л., Чуев В.П., Посохова В.Ф., Бредов Н.С., Чистяков Е.М., Санжиева Е.В., Киреев В.В. Модифицированные метакриловыми производными органоксифосфазенов полимерные композиты стоматологического назначения // Химическая промышленность сегодня, 2010, № 10, С. 26-31.

3. Биличенко Ю.В., Киреев В.В., Чистяков Е.М., Чуев В.П., Гапочкина А.А. Полигидроксиариллоксифосфазены на основе дифенилолпропана // Химическая промышленность сегодня. 2008, №3, С. 27-29.

*Материалы, представленные на конференциях, индексируемых в Scopus / Web of Science:*

1. Lisovenko, V.A., Yudaev, P.A., Chistyakov, E.M. Isomerization of allyl derivatives of bisphenol a // Key Engineering Materials, 2020, 869 KEM, 357–361. (Scopus Q4).

2. Panfilova D.V, Chistyakov E.M., Tupikov A.S., Filatov S.N. Evaluation of thermal properties of carboxy-phenoxycyclotriphosphazenes / 16th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2016. 2016. V.1. Albena. Bulgaria. P. 103–109. (Web of Science).

*Материалы, представленные на других конференциях:*

1. Чистяков Е.М., Филатов С.Н., Киреев В.В. Органо-неорганические материалы для стоматологии / Тез. докл. II Международной конференции Российского хим. общества им. Д.И. Менделеева. М.: 2010. С. 374.

2. Терехов И. В., Филатов С. Н., Чистяков Е.М., Киреев В. В. Модификация эпоксидных материалов функциональными арилоксифосфазенами / Тез. докл. IV Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. Том 2. М.: 2012. С. 168-169.

3. Терехов В.А., Филатов С.Н., Чистяков Е.М. Синтез термостабилизирующих фосфазеновых модификаторов эпоксидных смол / Тез. докл. XI Международной конференции по химии и физикохимии олигомеров: Олигомеры 2013. Черноголовка. 2013. Том 2. С. 78.

4. Terekhov I.V., Chistyakov E.M., Filatov S.N., Kireev V.V. New advanced epoxy resins based on aryloxycyclophosphazenes / YoungChem 2013 - XI International Congress of Young Chemist, Poznan, Poland. 2013. P. 130.

5. Терехов В.А., Филатов С.Н., Чистяков Е.М., Киреев В.В. Модификация эпоксидных композиций амино- и эпокси-содержащими арилоксифосфазенами / Тез. докл. VI Всероссийской Каргинской конференции: Полимеры – 2014. Том 2. М.: 2014. С. 434.

6. Панфилова Д.В., Тупиков А.С., Чистяков Е.М., Филатов С.Н. Огнестойкие и негорючие эпоксидные олигомеры / Тез. докл. V Международной конференции-школы по химии и физикохимии олигомеров: Олигомеры 2015. Волгоград. 2015. С. 242.

7. Панфилова Д.В., Чистяков Е.М., Киреев В.В. Разработка добавки для повышения адгезии стоматологических материалов / Тез. докл. VII Международной конференции Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. М.: 2015. С. 168-170.

8. Никовский И.А., Тупиков А.С., Чистяков Е.М., Киреев В.В. Модификаторы полимерных материалов на основе дикетосодержащих циклофосфазенов / Тез. докл. V международной конференции-школы по химической технологии. Том 1. Волгоград. 2016. С. 512-513.

9. Терехов И.В., Кудрявцева А.Н., Ткачук А.И., Чистяков Е.М. Исследование влияния новых эпокси-содержащих арилоксициклотрифосфазенов на свойства полимерных композиций не поддерживающих горение / Тез. докл. Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Современное материаловедение: традиции отечественных научных школ и инновационный подход». Геленджик. 2017. С. 223-236.

10. Юдаев П.А., Чистяков Е.М., Филатов С.Н. Эпоксидирование изобутенильных групп в арилоксициклотрифосфазене / Тез. докл. I Коршаковской Всероссийской с международным участием конференции.

М.: 2019. С. 149.

11. Чистяков Е.М., Тупиков А.С. Термостойкие люминесцентные пленки для оптоэлектроники / Тез. докл. V Научно-практической конференции «Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния». Минск. 2019. С. 106-108.

12. Колпинская Н.А., Коленченко А.А., Чистяков Е.М. Эпоксидные клеевые композиции, модифицированные карбоксилсодержащими арилоксифосфазенами / Тез. докл. III Международной научно-технической конференции «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии». Дзержинск. 2019. С. 155-157.

13. Чистяков Е.М., Тупиков А.С., Колпинская Н.А. Арилоксициклотрифосфазены с функциональными аминогруппами / Тез. докл. III Международной научно-технической конференции «Современные достижения в области клеев и герметиков: материалы, сырье, технологии». Дзержинск. 2019. С. 157-158.

14. Чистяков Е.М., Колпинская Н.А., Чуев В.П., Киреев В.В. Functional aryloxycyclotriphosphazenes for dentistry / Тез. докл. Всероссийской конференции с международным участием «Химия элементоорганических соединений и полимеров 2019». М.: 2019. С. 178.

15. Дерновая Е.С., Филатов С.Н., Чистяков Е.М. Синтез производных циклофосфазенов, модифицированных моно- $\beta$ -кетоаминовыми группами, и комплексов на их основе / Тез. докл. XXIII Всероссийской конференции молодых ученых-химиков (с международным участием). Нижний Новгород, 2020, С. 87.

16. Масленникова В.В., Тупиков А.С., Чистяков Е.М. Синтез новых энаминкетонов для получения координационных полимеров / Тез. докл. XXIII Всероссийской конференции молодых ученых-химиков (с международным участием) тезисы докладов. Нижний Новгород, 2020, С. 135.

17. Maslennikova V.V., Yudaev P.A., Chistyakov E.M. Silver-containing hydrogel based on polyvinyl alcohol modified with nanoscale cyclotriphosphazene / 12th International Conference Biomaterials and Nanobiomaterials Recent Advances Safety-Toxicology and Ecology Issues, Agari Beach, Heraklion, Crete, 2021, P. 34-35.

*Патенты:*

1. Патент №2375039 Российская Федерация, МПК А61К 6/08, С08К 5/5399. Стоматологическая полимерная композиция / Чистяков Е.М., Биличенко Ю.В., Киреев В.В., Гапочкина Л.Л., Посохова В.Ф., Чуев В.П.;

заявл. 10.08.2009; опубл. 10.12.2009 Бюл. № 34. – 4 с.

2. Патент № 2509551 Российская Федерация, МПК А61К 6/08, С08К 5/5399. Стоматологическая полимерная композиция с повышенной адгезией к тканям зуба / Киреев В.В., Посохова В.Ф., Филатов С.Н., Четверикова А.И., Чистяков Е.М., Чуев В.П.; заявл. 25.05.2012; опубл. 20.03.2014 Бюл. № 8. – 4 с.

3. Патент № 2589057 Российская Федерация, МПК С08G 59/14, С08К 5/5399, С09К 21/00, С08L 63/02. Способ получения термостойких негорючих эпоксидных связующих на основе циклофосфазенов / Киреев В.В., Филатов С.Н., Чистяков Е.М., Терехов И.В.; заявл. 25.12.2014; опубл. 10.07.2016 Бюл. № 19. – 4 с.

4. Патент № 2617427 Российская Федерация, МПК С07F 9/659. Способ получения п-акрилфеноксиклотрифосфазена / Киреев В.В., Чистяков Е.М., Панфилова Д.В., Филатов С.Н.; заявл. 07.12.2015; опубл. 25.04.2017 Бюл. № 12. – 2 с.

5. Патент № 2635097 Российская Федерация, МПК С08L 23/10, С08К 13/08. Полимерная композиция для получения медицинских изделий / Киреев В.В., Филатов С.Н., Биличенко Ю.В., Сиротин И.С., Бригаднов К.А., Чистяков Е.М.; заявл. 18.11.2015; опубл. 23.05.2017 Бюл. № 15. – 5 с.

6. Патент № 2662717 Российская Федерация, МПК С07F 9/659. Способ получения бета-карбоксииэтилфенокси-феноксиклофосфазенов / Киреев В.В., Чистяков Е.М., Панфилова Д.В., Коленченко А.А.; заявл. 25.04.2018; опубл. 27.07.2018 Бюл. № 21. – 2 с.

7. Патент № 2665057 Российская Федерация, МПК С07F 9/659. Способ получения аминоксодержащих производных циклофосфазенов / Чистяков Е.М., Тупиков А.С., Филатов С.Н., Киреев В.В., Юдаев П.А.; заявл. 27.12.2017; опубл. 28.08.2018 Бюл. № 25. – 2 с.

8. Патент № 2692686 Российская Федерация, МПК С07F 9/659. Способ получения 4-аллил-2-метоксифенокси-бета-карбоксииэтилфеноксиклотрифосфазенов / Чистяков Е.М., Киреев В.В., Масленникова В.В., Чуев В.П., Посохова В.Ф.; заявл. 04.02.2019; опубл. 26.06.2019 Бюл. № 18. – 2 с.

9. Патент № 2708614 Российская Федерация, МПК А61К 6/08, С08К 5/5399. Высокоадгезионная полимерная стоматологическая композиция с повышенным разрушающим напряжением при сжатии / Чистяков Е.М., Киреев В.В., Панфилова Д.В., Посохова В.Ф., Чуев В.П., Маслак М.А.; заявл. 16.09.2019; опубл. 10.12.2019 Бюл. № 34. – 2 с.

10. Пат. № 2776364 Российская Федерация, МПК С07F 9/659. Способ

получения аминосодержащих арилоксициклофосфазенов в массе аминов / Чистяков Е.М., Юдаев П.А., Филатов С.Н., Константинова А.О.; заявл. 14.09.2021; опубл. 19.07.2022. Бюл. № 20. – 2 с.

### **ПОСТАНОВИЛИ:**

Диссертация Чистякова Евгения Михайловича на тему «Функциональные арилоксициклотрифосфазены и их влияние на свойства полимеров» является законченной научной квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований разработаны теоретические положения, устанавливающие зависимость между строением и свойствами арилоксициклотрифосфазенов позволяющие прогнозировать влияние данных соединений на характеристики полимерных материалов на их основе, что в совокупности можно квалифицировать как крупное научное достижение.

Диссертация полностью соответствует требованиям по пп. 9 "Положения о присуждении ученых степеней" (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в ред. от 26.10.2023), предъявляемым к докторским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание **ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.8. Химия элементоорганических соединений (химические науки).**

**Заключение принято на расширенном заседании** кафедры химической технологии пластических масс РХТУ им. Д.И. Менделеева 20 ноября 2023 г. протокол №4.

**На заседании присутствовало 11 человек.**

### **Результаты голосования:**

«за» – 11 человек;

«против» – нет;

«воздержалось» – нет.

Председатель заседания



Сиротин И.С.

Секретарь заседания



Биличенко Ю.В.