

Степень уникальности УНУ «Гамматок-100» ИПХФ РАН

Наименование показателя	Информация
<p>Уникальные характеристики/ возможности УНУ в сравнении с зарубежными и российскими аналогами (указываются аналоги и их сравнение с заявляемой УНУ), ожидаемый период сохранения уникальности/ превосходства</p>	<p>В настоящее время в России резко сократилось количество радиационных установок, на которых проводятся исследования в области радиационной химии. По состоянию на июль 2013 года в организациях РАН было зарегистрировано 14 установок, из которых 9 были разряжены, 5 установок находились в рабочем состоянии. Четыре из пяти функционирующих установок являются маломощными (Институт биофизики клетки РАН, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Институт медико-биологических проблем РАН, Институт цитологии и генетики РАН), предназначенными для проведения исследований на биологических объектах. Потребность в продолжении и развитии фундаментальных радиационно-химических исследований, прикладных работ по созданию новых инновационных материалов для высокотехнологичных отраслей промышленности, изучению радиационной стойкости материалов очень высока. Единственная мощная радиационная установка «Гамматок-100» работает в ИПХФ РАН (г. Черноголовка) с 1989 года. В 2017 году ФАНО России выделило Институту субсидию на проведение капитального ремонта оборудования, установка была перезагружена новыми источниками излучения ГИК-7-4 (32 шт., общая активность излучателя - 65950 Ки) и продлен срок ее эксплуатации. Конструкция установки безопасна для обслуживающего персонала, позволяет эксплуатировать ее в круглосуточном режиме. Она работает постоянно, в соответствии с потребностью ИПХФ РАН, других институтов РАН и сторонних организаций. Радиационная установка имеет достаточно большой объем облучателя, позволяющий проводить эксперименты по облучению твердо- и жидкофазных объектов. Высокая мощность дозы облучения (15 кГр/час) позволяет проводить облучение за короткий промежуток времени. На установке имеется техническая возможность подключения измерительной аппаратуры для регистрации протекающих радиационно-химических процессов. За время эксплуатации аварийных ситуаций при работе на установке «Гамматок-100» не было.</p> <p>УНУ «Гамматок-100» ИПХФ РАН находится в структуре Отдела строения вещества, представляющего собой комплекс из 7 лабораторий химического и физикохимического профиля, имеющих современное оборудование для проведения фундаментальных и прикладных исследований. В рамках этого отдела сложился высококвалифицированный научный коллектив. Уникальный опыт наших сотрудников, накопленный за многие годы изучения радиационно-химических процессов, протекающих под действием гамма излучения, позволяет проводить фундаментальные и прикладные исследования в различных направлениях:</p> <p>изучение механизмов генерации свободных радикалов и радиационно-химического синтеза различных соединений; радиационно-химическое получение, модифицирование и функционализация полимеров, супрамолекулярных систем и наноматериалов (в т.ч. фуллеренов, нанотрубок, нановолокон и т.д.); разработка радиационно-химического синтеза теломеров тетрафторэтилена для создания защитных гидрофобных и антифрикционных покрытий, антиобледелителей, разработка экспериментальных и теоретических основ получения полимерных и композиционных материалов с улучшенными физико-механическими характеристиками с использованием излучений высокой энергии (гамма – радиация, ускоренные частицы, лазер); разработка научных основ процессов радиационно-химического модифицирования и получения природных и синтетических полимерных материалов и их композитов гражданского и специального назначения (в т.ч. высокоэнергетических систем); разработка научных основ радиационно-химических процессов получения и</p>

	<p>модифицирования материалов на основе растительных полимеров и волокон в рамках федеральных программ по развитию лесного комплекса и др., исследование автоволновых и автоколебательных криохимических процессов в радиолитованных твердых системах и их роль в процессах холодной химической эволюции вещества; Работы на УНУ «Гамма-100» проводятся не только в рамках лаборатории криохимии и радиационной химии, а также совместно с рядом лабораторий ИПХФ РАН и других Институтов и организаций (Институт химии растворов РАН (Иваново), Институт химии ДВО РАН (Владивосток), ИХФ им. Н.Н. Семенова РАН (Москва), ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН (Москва), ИНЭОС им. А.Н. Несмеянова РАН (Москва), ВИАМ (Москва), ООО "ГалоПолимер Кирово-Чепецк", ОАО «Позитрон» (г. П- Посад), ОАО «Комполит» (г. Королев), ОАО РКК "Энергия" им. С.П. Королёва, «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого Национальной Академии наук Беларуси» (г. Гомель) и др.).</p> <p>УНУ «Гамма-100» ИПХФ РАН открыта для взаимодействия с различными научными и коммерческими организациями, мы заинтересованы в формировании и развитии совместных научных фундаментальных и прикладных исследований в области радиационной химии.</p>
<p>Решаемые с использованием УНУ масштабные научные задачи</p>	<p>Исследования на УНУ «Гамма-100» ИПХФ РАН в значительной степени направлены на получение новых знаний и новых полимерных и композиционных материалов, изучение влияния гамма-облучения на различные материалы, используемые в высокотехнологичных отраслях промышленности (авиационная, космическая и др.), в том числе, в экстремальных условиях. Эти исследования выполняются в рамках приоритетных направлений инновационного развития Российской Федерации, соответствуют программно-стратегическим документам государственной инновационной политики России («Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года №899)», « Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Правительством РФ 3 января 2014 г)», «Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013 – 2020» и др.</p> <p>С использованием УНУ «Гамма-100» ИПХФ РАН сотрудниками института проводятся фундаментальные исследования по созданию и внедрению новых полимерных и фторполимерных композиционных материалов, созданию защитных покрытий на широко востребованные материалы (металл, стекловолокно, полиэфирные ткани, целлюлозосодержащие и др.) Проводятся работы по изучению влияния гамма-излучения на различные промышленные полимеры, материалы и радиотехнические изделия, используемые в космической отрасли, решаются вопросы, касающиеся радиационной стойкости полимеров, утилизации отходов фторполимеров. Решение этих задач потенциально важно для развития инновационных технологий, для повышения качества жизни населения, укрепления национальной безопасности, позиций государства в глобальной экономике.</p> <p>Исследования, проводимые на УНУ «Гамма-100» ИПХФ РАН базируются на обширном многолетнем опыте фундаментальных исследований в области синтеза и исследования механизмов радиационно-химических процессов, а также прикладных исследований по созданию новых материалов, обладающих как функциональными, так и конструкционными свойствами. Данные исследования выполняются совместно как с ведущими научными институтами, подведомственными ФАНО России (Институт химии растворов катализа им. Г.А. Крестова РАН (Иваново), Институт химии ДВО РАН (Владивосток), Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (Москва), Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (Москва), Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН (Москва), так и рядом других научно-производственных организаций (ВИАМ (Москва), ООО «ГалоПолимер» (Москва), ООО "ГалоПолимер Кирово-Чепецк", МГУ им. М.В. Ломоносова</p>

	<p>(Москва), ОАО «Позитрон» (г. П- Посад), ОАО «Композит» (г. Королев), ОАО РКК "Энергия" им. С.П. Королёва, АО«Научно-производственное предприятие «Геофизик-Космос» (Москва), «Институт механики металлополимерных систем им. В. А. Белого Национальной Академии наук Беларуси» (г. Гомель), ИЯФ АН Республики Узбекистан (г. Ташкент). Казанский национальный исследовательский технологический университет (г. Казань), Алабамский университет, Химический факультет, (г. Таскалууса, США, штат Алабама) Национальный исследовательский ядерный центр «МИФИ» (г. Москва).</p>
<p>Полученные за последние 5 лет с использованием УНУ значимые научные результаты (приводится краткое описание полученных результатов)</p>	<p>В период 2012-2017 г.г. с использованием УНУ «Гамматок-100» ИПХФ РАН проведено большое количество исследований, опубликовано более 70 статей в ведущих журналах, получено несколько патентов. Работы проводились по ряду направлений, в частности, проводился радиационно-химический синтез теломеров тетрафторэтилена (ТФЭ) в различных растворителях для их использования при создании полимерно-композиционных функциональных и конструкционных материалов и защитных покрытий на различные материалы. Проведен большой цикл исследований по изучению комбинированного воздействия гамма и лазерного излучения на полимеры различного состава и структуры.</p> <p>1. Радиационный синтез теломеров тетрафторэтилена.</p> <p>Синтезированы теломеры ТФЭ имеющие общую формулу $A-(CF_2-CF_2)_nB$, где n – количество звеньев ТФЭ в теломере, A, B – фрагменты молекулы телогена (растворителя). Варьируя параметры синтеза (концентрация ТФЭ, доза облучения, растворитель и др.) удалось получить растворы теломеров ТФЭ с заданной средней длиной цепи ($n \sim 10-300$) и активными концевыми группами. Получены теломеры ТФЭ во фреонах, фторированных спиртах и бензолах, хлорсиланах с различными A, B и n, которые успешно опробованы при получении защитных покрытий и фторполимерных композитов.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Д.П. Кирюхин, Г.А. Кичигина, В.М. Бузник</i> Радиационно-химический синтез, свойства и перспективы использования теломеров тетрафторэтилена (обзор) // <i>Высокомолек. соед.</i>, 2013, №11, т.55, с.1321-1332. • <i>Д.П. Кирюхин, Г.А. Кичигина, П.П. Куц, В.Г. Курявый, В.М. Бузник</i> Радиационно-химический синтез и свойства теломеров тетрафторэтилена во фторсодержащих растворителях // <i>Известия АН, сер.хим.</i> 2013. № 7. С. 1659-1665. • <i>Г. А. Кичигина, П. П. Куц, Д. П. Кирюхин</i> Радиационная теломеризация тетрафторэтилена в растворе трифторэтанола с этанолом // <i>Химия высоких энергий.</i> 2016. Т. 50. № 6. С. 498-500. • <i>И. П. Ким, В. А. Бендерский</i> Радикальная полимеризация тетрафторэтилена с образованием коллоидного раствора и геля олигомеров.// <i>Журнал физической химии.</i> 2014, Т.88. № 11. С. 1776–1787 • <i>И. П. Ким, А. М. Колесникова, А. С. Коткин, В. А. Бендерский</i> Дифференциальные термогравиметрические кривые смеси испаряющихся и разрушающихся цепных олигомеров.// <i>Химия высоких энергий.</i> 2016. Т. 50. № 2. С. 98-102. <p>2. Изучение кинетики, механизма и природы активных центров, инициирующих процесс теломеризации ТФЭ.</p> <p>Изучен процесс теломеризации ТФЭ во фторированных спиртах в интервале температур 77-300К. Исследования проводились методами кинетической калориметрии и ЭПР-спектроскопии. Это позволило изучить природу активных центров, инициирующих процесс и показать, что теломеризация протекает по ион-радикальному механизму.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>С. И. Кузина, П. П. Куц, Г. А. Кичигина, Г. П. Колпаков, Д. П. Кирюхин, А. И. Михайлов</i> Механизм инициирования низкотемпературной радиационной теломеризации тетрафторэтилена в гексафторизопропанол. // <i>Журнал физической химии.</i> 2014. Т. 88. № 10 С.1504-1509. • <i>Г.А. Кичигина, П.П. Куц, Д.П. Кирюхин, С.И. Кузина, А.И. Михайлов</i> Кинетика и механизм радиационной теломеризации тетрафторэтилена в гексафторизопропанол и трифторэтаноле.//<i>Известия АН.</i> 2017. №3. с.468-473

3. Гидрофобизация полиэфирных текстильных материалов.

Получение супергидрофобных материалов считается одной из актуальных задач современного материаловедения. Особенно сложно получить устойчивый эффект супергидрофобности на волокнистых материалах на основе полиэтилентерефталата, что связано с плохой адгезией к ним гидрофобизаторов. В настоящее время для гидрофобизации волокнистых материалов в основном используются фторированные углеводороды, являющиеся производными перфтороктановой кислоты, обладающие канцерогенным действием. В выполненных работах реализован новый подход к гидрофобизации полиэфирных волокнистых материалов, основанный на формировании на поверхности каждого волокна ультратонкого, непрерывного, малодефектного покрытия на основе фторсодержащих низкомолекулярных полимеров – теломеров ТФЭ. Установлено, что применение растворов теломеров ТФЭ в ацетоне или хлористом бутиле в качестве гидрофобизаторов полиэфирной ткани приводит к формированию на поверхности каждой нити ультратонкого покрытия, обладающего приемлемой устойчивостью к эксплуатационным воздействиям, обеспечивающего высокую гидрофобность.

• *Д.П. Кирюхин, Н.П. Пророкова, Т.Ю. Кумеева, Г.А. Кичигина, А.И. Большаков, П.П. Куц, В.М. Бузник.* Радиационно-химический синтез теломеров тетрафторэтилена в хлористом бутиле и их использование для придания сверхгидрофобных свойств полиэфирной ткани// перспективные материалы, 2013, №7, с. 73-79

• *Кумеева Т.Ю., Пророкова Н.П., Кичигина Г.А.* Гидрофобизация полиэфирных текстильных материалов растворами теломеров тетрафторэтилена, синтезированных в ацетоне и хлористом бутиле: свойства и структура покрытий// Физикохимия поверхности и защита материалов. 2015. Т.51. №4. С.428-435

4. Получение нового поколения стеклополимерных композиционных материалов на основе наномодифицированных стеклотканых наполнителей и теломеров ТФЭ.

Целью проведенных исследований является разработка принципиально новой технология изготовления стеклополимерного композиционного материала. В качестве фторопластового связующего предложено использовать растворы низкомолекулярных фракций (длина цепи – 10-30 звеньев) теломеров ТФЭ, а в качестве наполнителя различные виды стеклотканей (стандартная алюмоборосиликатная и карамелизованная стеклоткани, кремнеземная и др.). Показано, что при содержании вводимого фторполимера всего несколько процентов композит приобретает свойства тефлона по гидрофобности, термостойкости, устойчивости к воздействию агрессивных сред. Существующие на рынке стеклополимерные композиты с фторопластовым связующим содержат в своей структуре до 70-80% фторопласта. Предлагаемая технология характеризуется низкой себестоимостью производимого композита и простотой его изготовления (исключение из схемы производства дорогостоящих и энергозатратных традиционных для производств фторопластовых изделий операций спекания порошковых масс фторопласта).

• *Алдошин С.М., Барелко В.В., Кирюхин Д.П., Куц П.П., Петряков Д.Н., Дорохов В.Г., Быков Л.А., Смирнов Ю.Н.,* Разработка технологических основ изготовления стеклополимерных композиционных материалов с применением в качестве связующего олигомеров (теломеров) тетрафторэтилена // Доклады Академии Наук, 2013. Т. 449, №1, С.55-59.

• *Г. А. Кичигина, П. П. Куц, Д. П. Кирюхин, В. В. Барелко, В. Г. Дорохов, Л. А. Быков, М. В. Кузнецов**. Использование растворов радиационно-синтезированных теломеров тетрафторэтилена для модифицирования стеклоткани.// Химическая технология, 2015, №6, С.326-334.

• *Д. П. Кирюхин, Е.А. Кривоногова, Г. А. Кичигина, П. П. Куц, В. Г. Дорохов, В. В. Барелко* Получение и исследование свойств композитов на основе карамелизованной алюмоборосиликатной ткани и теломеров тетрафторэтилена //ЖПХ. 2016. Т. 89. №5. С. 624-632

• *Г.А. Кичигина, П.П. Куц, Д.П. Кирюхин* Радиационный синтез теломеров

тетрафторэтилена в хлорсиланах и их использование для модифицирования алюмоборосиликатной ткани. // Химия высоких энергий. 2017. Т. 51. № 2. С. 103-108.

5. Разработка новых способов формирования защитных композиционных покрытий на металлах с использованием теломерных растворов ТФЭ.

Целью этих исследований является разработка нового способа формирования защитных композиционных покрытий на металлах с использованием теломерных растворов ТФЭ. Проведение комплексного исследования электрохимических, трибологических, гидрофобных свойств композиционных покрытий, сформированных на магниевых сплавах методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) с последующим нанесением фторорганического материала из теломерных растворов ТФЭ. Внедрение полимера в состав покрытий позволяет придавать поверхности гидрофобные и супергидрофобные свойства и существенно улучшать трибологические характеристики изделий из магниевого сплава. Это существенно расширяет область их практического применения. Полученные результаты позволяют рассматривать теломерные растворы ТФЭ как перспективные для формирования композиционных покрытий на металлах и сплавах.

• С. В. Гнеденков, С. Л. Синебрюхов, Д. В. Машталяр, К. В. Надараиа, Д. П. Кирюхин, В. М. Бузник, Г.А. Кичигина, П.П.Куц

Композиционные покрытия, формируемые с использованием плазменного электролитического оксидирования и теломерных растворов тетрафторэтилена.//Журнал неорганической химии, 2015,Т.60, №8, С.1075-1087

6. Полимерные композиционные материалы для авиационной и ракетной техники с набором функциональных свойств.

Современная техника требует сочетания в одном композиционном материале как функциональных, так и конструкционных свойств. «Идеальный» полимерный композиционный материал для авиационной и ракетной техники должен сочетать высокий уровень конструкционных свойств и малый удельный вес с набором функциональных свойств: антистатическая защита, экранирование электромагнитных волн в широком диапазоне, сохранение несущей способности при воздействии молниевых разрядов, гидрофобность поверхности. Проведены исследования по созданию гидрофобного, электропроводящего полимерного композиционного материала на основе эпоксидного связующего и армирующего наполнителя из стеклоткани с использованием углеродных нанотрубок и раствора теломеров ТФЭ. Проведено модифицирование покрытий на основе лака ФП-5182 и сополимера трифторхлорэтилена и винилиденфторида (Ф-32Л) с целью повышения их гидрофобности. Предложен ряд способов модифицирования: с применением теломерных растворов тетрафторэтилена, синтезированных в разных растворителях; вариация шероховатости поверхности покрытия порошком аэросила; комбинирование обоих подходов. Исследованы смачивающие свойства покрытий и показано улучшение гидрофобных характеристик при их модифицировании.

• E. K. Kondrashov, N. I. Nefedov, N. P. Vereninova, P. P. Kushch, G. A. Kichigina, D. P. Kiryukhin, and V. M. Buznik Modification of Fluorocopolymer Coatings by Telomers to Improve Their Hydrophobicity// Polymer Science, Series D, 2016. Vol. 9. No. 2, P. 212–218

• Е.Н. Каблов, Л.В. Соловьянчик, С.В. Кондрашов, Г.Ю. Юрков, В.М. Бузник, П.П. Куц, Г.А. Кичигина, Д.П. Кирюхин, Т.П. Дьячкова Электропроводящие гидрофобные полимерные композиционные материалы на основе окисленных углеродных нанотрубок, модифицированных теломерами тетрафторэтилена // Российские нанотехнологии. 2016, Т. 11. № 11–12. С.91-97

7. Разработка фторполимерных материалов на основе графеноподобных наполнителей с использованием радиационно привитых полимеров тетрафторэтилена.

В выполненных работах было показано, что в результате пострadiационной низкотемпературной прививочной полимеризации ТФЭ в присутствии углеродного наноматериала, который образуется при взрывной эксфолиации оксида графита, происходит образование композита этого материала с политетрафторэтиленом. Новый композиционный материал, обладающий совокупностью уникальных свойств ПТФЭ и углеродного материала, представляется перспективным в качестве основы для создания мембранных материалов, при использовании их в топливных элементах, источниках тока и суперконденсаторах, а также для создания изделий с пониженной текучестью и увеличенной износостойкостью по сравнению с ПТФЭ.

•Ю. М. Шульга, В. Н. Василец, С. А. Баскаков, М. А. Смирнов, В. П. Тарасов, В.И. Волков, Г. А. Кичигина, П. П. Куц, Д. П. Кирюхин Исследование методами ЯМР, ДСК и ИК-спектроскопии композита, образующегося при низкотемпературной пострadiационной полимеризации C_2F_4 в присутствии графенового 3D материала // Химия высоких энергий. 2013. Т.47. №6. С.437-441

•Ю. М. Шульга, С. А. Баскаков, Д. П. Кирюхин, Г. А. Кичигина, П. П. Куц, Н. Н. Дремова, Е. В.Скокан Низкотемпературная радиационная полимеризация тетрафторэтилена в присутствии углеродного материала, полученного при взрывной эксфолиации оксида графита// Химия высоких энергий. 2013. Т.47. №2. С. 163.

8. Разработка научных основ технологии направленного действия радиации (гамма – излучения, ускоренные частицы, рентгеновское излучение) на лазерную абляцию крупнотоннажных термопластов и их смеси/сплавы.

Влияние ионизирующего гамма – излучения и ускоренных электронов на свойства алифатических термопластов достаточно подробно исследовано. Исследования совместного влияния гамма –излучения, лазера и других типов излучения, не только на полимеры, но и другие материалы проведены впервые. Ведутся исследования совместного влияния ионизирующей радиации и лазерного излучения на ПТФЭ с целью оптимизации получения волокнисто-пористого материала «Грифтекс» по оригинальной технологии, разработанной в ИММС НАН Беларуси. Проведение лазерной абляции полимеров при комбинированном действии радиации и лазера открывает новые возможности для технологии лазерной абляции полимеров. Обширный экспериментальный материал по радиолузу органических и полимерных соединений и база литературных данных позволят создать универсальную методику прогнозирования радиационной устойчивости термопластов.

• Allayarov S.R., Olkhov Yu.A., Nikolskii V. G., Grakovich P. N., Dixon D.A. The Phase Behavior of gamma and laser Irradiated Polytetrafluorine. // Химическая физика. 2014. Т. 33. № 8. С. 65–68.

• Голодков О.Н., Ольхов Ю.А., Аллаяров С.Р., Гракович П.Н., Белов Г.П., Иванов Л.Ф. Калинин Л.А. Диксон Д.А. Влияние гамма – облучения на лазерную абляцию поликетона. // Химия высоких энергий. 2013. Т. 47. №3 . С.171-177.

• Ольхов Ю. А., Аллаяров С. Р., Аллаярова У. Ю., Диксон Д. А. Влияние гамма – облучения на молекулярно – топологическое строение фторэластомеров “Viton”.//Химия высоких энергий, 2016. Т. 50. №2, С. 107-114.

•Ольхов Ю.А., Аллаяров С.Р., Никольский В.Г., Диксон Д.А. Влияние гамма - облучения на молекулярно-топологическое строение и термические свойства поливинилиденфторида "фторпласт Ф-2М">//Химия высоких энергий. 2014. Т.48. № 1. С. 33–42.

•Nikolskii V.G., Allayarov S. R., Dixon D.A. Thermo-stimulated luminescence of

	<p>gamma – irradiated polytetrafluoroethylene //Химия высоких энергий, 2014. Т. 48. №2. С.94-99.</p> <p>•Allayarov S. R., Olkhov Yu. A., Dixon D. A., Nikles D.E. Features of the phase the phase behavior of gamma – irradiated polytetrafluoroethylene powder // Химия высоких энергий. 2014. Т. 48. №2. С.134-141</p>
--	--

Руководитель УНУ

«Гамматок-100» ИПХФ РАН,



/С.Р. Алляяров/