

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
биохимической физики им. Н.М. Эмануэля
Российской академии наук

Доктор химических наук, профессор

И.Н. Курочкин



«21» 40069 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля

Российской академии наук.

Диссертация «Биоразлагаемые композиции на основе полиолефинов и эластомеров» выполнена в лаборатории физико-химии синтетических и природных полимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Варьян Иветта Арамовна обучалась с 1 октября 2015 г. по 25 мая 2020 г. в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук по специальности 1.4.4. (02.00.04) Физическая химия. С 2020 года по настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории физико-химии композиций синтетических и природных полимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук. С 2015 года по август 2020 года работала в должности старшего научного сотрудника в центре коллективного пользования ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», с 4 августа 2020 года по настоящее время работает в должности инженера центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова».

В 2015 году Варьян Иветта Арамовна с отличием окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова (ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова») по специальности «Товароведение и экспертиза товаров (в сфере производства и обращения непродовольственных товаров и сырья)».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов №165 выдано 14.04.2025 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

Научный руководитель: Попов Анатолий Анатольевич, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией физико-химии композиций синтетических и природных полимеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук.

Научный руководитель утвержден на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук от 07 февраля 2019 года, протокол №37.

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук от 10 октября 2015 года, протокол №10.

По итогам обсуждения диссертации Варьян Иветты Арамовны «Биоразлагаемые композиции на основе полиолефинов и эластомеров» принято следующее заключение.

Оценка выполненной работы

Диссертация Варьян И.А. является законченной научно-квалифицированной работой, в которой на основании выполненных автором исследований композиций на основе полиэтилена низкой плотности и натурального каучука была изучена роль натурального каучука в формировании надмолекулярной структуры полиэтилена низкой плотности, а также влияние концентрации натурального каучука на свойства композитов. Впервые установлено комплексное влияние натурального каучука, как низкомолекулярной аморфной добавки, на матрицу полукристаллического полимера, приводящее к биodeградации пленочных образцов, сопровождающееся значительным снижением молекулярной массы (Мм) полиэтилена низкой плотности. Проанализировано влияние различных факторов на механизм и скорость деградации композитов на основе полиэтилена низкой плотности с различным процентным содержанием натурального каучука в почвенном грунте в течение 60 месяцев. На основании полученных автором

результатов исследований разработаны положения, имеющие научное и практическое значение. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Актуальность темы

Сегодня в мире остро стоят такие проблемы, как необходимость снижения числа пластиковых отходов, экономия невозобновляемых ресурсов, уменьшение углеродного следа, а среди комплексного и эффективного подхода к их решению следует отметить разработку биоразлагаемых полимерных материалов. Особый интерес представляет создание экологичных композиционных материалов с контролируемым периодом биоразложения на основе природных и синтетических полимеров. Такие новые смесевые композиции должны обладать эксплуатационными свойствами синтетических полимеров и способностью к разложению в естественных природных условиях. Особое внимание во всем мире обращено на создание и исследование систем на основе традиционных многотоннажных полиэфиров и различных наполнителей природного происхождения, позволяющих обеспечивать контролируемую биodeградацию системы полимер-добавка.

Личный вклад автора

Личный вклад автора состоял в постановке и формулировании цели и задач работы; планировании, проведении эксперимента; анализе и интерпретации полученных экспериментальных результатов; систематизации, оформлении полученных данных и подготовке к публикации научных статей; подготовке диссертационной работы; представлении результатов на конференциях.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность полученных результатов и обоснованность сделанных выводов, полученных в работе, определяется надежностью и апробированностью экспериментальных методик, применением комплекса современных методов исследования, многократной повторностью испытаний.

Научная новизна и практическая значимость работы

Установлены закономерности деструкции композиций на основе полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) с добавками натурального каучука (НК) и впервые продемонстрировано снижение молекулярной массы (Мм) ПЭНП в составе композиций ПЭНП/НК. Установлено влияние процентного содержания НК на рост площади поверхности границ раздела фаз в системе ПЭНП/НК, приводящее к ускоренному водопоглощению материала. Показано влияние содержания НК в

композиции на скорость и механизм биodeградации за счет образования структуры, состоящей из продолженной фазы каждого компонента системы, подобной взаимопроникающей сетке.

Предложены составы ПЭНП/НК с наилучшими эксплуатационными характеристиками и способностью к биodeградации под действием факторов окружающей среды.

Ценность научной работы соискателя заключается в установлении характера влияния состава и структуры композиций на основе полиэтилена низкой плотности и натурального каучука на их свойства и способность к биodeградации.

По материалам диссертационного исследования опубликовано 36 печатных работах, включающая 5 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 18 статей в журналах, индексируемых в базе Scopus, и тезисы 13 докладов в сборниках трудов научных конференций, входящих в базу РИНЦ.

Основные результаты диссертационного исследования достаточно полно изложены в опубликованных работах.

Статьи в рецензируемых научных журналах:

1. Варьян, И.А. Биodeградация смесей полиэтилена низкой плотности с натуральным каучуком в почве. / И.А. Варьян, Н.Н. Колесникова, А.А. Попов // Химическая физика. – 2021. – Т. 40, № 12. – С. 42–47;

Varyan, I.A. Biodegradation of blends of low-density polyethylene with natural rubber in soil. / I.A. Varyan, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov // Russian Journal of Physical Chemistry B. – 2021. – Т. 15, № 6. – С. 1041–1045.

2. Варьян, И.А. Влияние природы биоразлагаемых компонентов на биodeградацию композитов на основе полиэтилена / И.А. Варьян, М.В. Подзорова, Ю.В. Тертышная, Н.Н. Колесникова, А.А. Попов // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2022. – № 11. – С. 2–8;

Varyan, I.A. The effect of the nature of biodegradable components on biodegradability of composites based on polyethylene / I.A. Varyan, M.V. Podzorova, Yu.V. Tertyshnaya, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov // Polymer Science Series D. – 2023. – Vol. 16, № 2. – С. 477–482;

3. Варьян, И.А. Биоразлагаемые композиции на основе полиолефинов и эластомеров / И.А. Варьян, Н.Н. Колесникова, А.А. Попов // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2022. – Т. 12, № 6. – С. 17–22;

4. Варьян, И.А. Полимерные экоматериалы сельскохозяйственного назначения с добавлением натурального каучука / М.В. Подзорова, Ю.В. Тертышная, И.А. Варьян // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 3 (96). – С. 51–58;

5. Варьян, И.А. Влияние УФ-излучения на деградацию композитов на основе полиэтилена низкой плотности с биоразлагаемыми добавками / М.В. Подзорова, И.А. Варьян, Ю.В. Тертышная, Н.Н. Колесникова, А.А. Попов, З.Р. Абушахманова // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2023. – № 7. – С. 35–43;

Varyan, I.A. Influence of UV Radiation on Degradation of Composites Based on Low-Density Polyethylene with Biodegradable Additives / M. V. Podzorova, I. A. Varyan, Yu. V. Tertyshnaya, N. N. Kolesnikova, A. A. Popov, Z. R. Abushakhmanova // Polymer Science Series D. – 2024. – Vol. 17, № 1. – P. 160–166.

6. Varyan, I.A. Structural changes in the low-density polyethylene/natural rubber composites in the aqueous and soil media / E.E. Mastalygina, I.A. Varyan, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol. 1736 – P. 1–4;

7. Varyan, I.A. Analysis of stress-strain characteristics of composite films based on polyethylene polymers with natural rubber / I.A. Varyan, E.E. Mastalygina, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov, E.O. Perepelitsina // AIP Conference Proceedings. – 2017. – Vol. 1909 – P. 1–4;

8. Varyan, I.A. Impact of natural rubber on biological fouling and degradation of polyethylene composites / I.A. Varyan, E.E. Mastalygina, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov // AIP Conference Proceedings. – 2018. – Vol. 1981 – P. 1–4;

9. Varyan, I.A. Physical-Mechanical Properties of Polyethylene-Natural Rubber Blends / I. Varyan, E. Mastalygina, N. Kolesnikova, A. Popov // IOP Conference Series: Journal of Physics Conference Series. – 2018. – Vol. 1129 – P. 1–5;

10. Varyan, I. Effect of natural rubber in polyethylene composites on morphology, mechanical properties and biodegradability / E. Mastalygina, I. Varyan, N. Kolesnikova, M.I.C. Gonzalez, A. Popov // Polymers. – 2020. – Vol. 12, № 2. – 437;

11. Varyan, I.A. Mechanical and structural study of hybrid composites based on polyethylene and natural rubber / I.A. Varyan, N.N. Kolesnikova, E.E. Mastalygina, A.A. Popov // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Vol. 2310 – P. 1–5;

12. Varyan, I. Biodegradable low-density polyethylene with natural rubber additives as a promising "eco-friendly" packaging material / I. Varyan, N. Kolesnikova, A. Popov // Procedia Structural Integrity. – 2021. – Vol. 40 – P. 445–449;

13. Varyan, I.A. Ensuring Environmental Safety and Economic Benefits from the Use of Biodegradable Materials Based on Low-Density Polyethylene with Natural Rubber Additives as Products with a Short Service Life // I.A. Varyan, A.L. Bobkov, I.A. Mikhailov, N.N. Kolesnikova // Macromolecular Symposia. – 2021. – Vol. 395 – P. 1–4;

14. Varyan, I.A. Development and evaluation of the efficiency of using biopolymers of the low-density polyethylene/natural rubber composition for the production of products with a short service life, taking into account the requirements of the green economy / I.A. Varyan, A.L. Bobkov, N.N. Kolesnikova // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. – Vol. 1990 – P. 1–8;
15. Varyan, I.A. Influence of Biodegradable Component Nature on Biodegradation of Composites Based on Polyethylene / I.A. Varyan, M.V. Podzorova, Yu.V. Tertyshnaya, N.N. Kolesnikova // *Key Engineering Materials*. – 2022. – Vol. 910 – P. 623–629;
16. Varyan, I. Biodegradability of Polyolefin-Based Compositions: Effect of Natural Rubber / I. Varyan, N. Kolesnikova, H. Xu, P. Tyubaeva, A. Popov // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14, № 3. – 530;
17. Varyan, I.A. Investigation of the structure and properties of low-density polyethylene compositions with the addition of vulcanized and non-vulcanized natural rubber / I.A. Varyan, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov, S.M. Anshin // *AIP Conference Proceedings*. – 2022, – Vol. 2509. – P. 1–4;
18. Varyan, I. Biodegradable Polymer Materials Based on Polyethylene and Natural Rubber: Acquiring, Investigation, Properties / I. Varyan, P. Tyubaeva, N. Kolesnikova, A. Popov // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14, № 12. – 2457;
19. Varyan, I. Digital Modeling of the Characteristics of Biodegradable Polymers Using the Example of Compositions Based on Low Density Polyethylene with Natural Rubber / I. Varyan, A. Bobkov // *Macromolecular Symposia*. – 2022. – Vol. 404, № 1. – P. 1–4;
20. Varyan, I.A. Agricultural synthetic and natural polymer films / M. V. Podzorova, I. A. Varyan, Yu. V. Tertyshnaya, L. S. Shibryaeva // *AIP Conference Proceedings*. – 2022. – Vol. 2503. – P. 1–4;
21. Varyan, I.A. Development of Digital Models of Physical and Mechanical Characteristics of Biodegradable Polymers Using the Example of Compositions Based on Low Density Polyethylene with Natural Rubber / I.A. Varyan, A.L. Bobkov, N.N. Kolesnikova, A.A. Popov // *Materials Science Forum*. – 2023. – Vol. 1082. – P. 102–107;
22. Varyan, I.A. Materials for the needs of agriculture based on biopolymers: a comparative analysis of physical and mechanical properties / M.V. Podzorova, I.A. Varyan, M.V. Nachevskiy, L.S. Shibryaeva // *Materials Science Forum*. – 2023. – Vol. 1082. – P. 127–132;
23. Varyan, I. The Use of Natural Rubber as an Initiator of LDPE Biodegradation in Soil / I. Varyan, P. Tyubaeva, M. Poletto, E.S. Morokov, A.V. Bolshakova, S.G. Karpova, E.A. Kolesnikov, A. Popov // *Polymers*. – 2025. – Vol. 17. – P. 2885.

Апробация работы:

Материалы диссертации были представлены на:

1. Пятом междисциплинарном научном форуме с международным участием «Новые материалы и перспективные технологии». (Москва, 2019);
2. VIII Международной конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». (Москва, 2019);
3. IV Всероссийское школе молодых ученых «Физикохимия полимеров и процессов их переработки». (Иваново, 2019);
4. Восьмой Всероссийской Каргинской конференции. (Москва, 2020);
5. Международной конференции «Физическая мезомеханика. Материалы с многоуровневой иерархически организованной структурой и интеллектуальные производственные технологии». (Томск, 2021);
6. XXVI Всероссийской конференции молодых учёных-химиков (с международным участием). (Нижний Новгород, 2023);
7. XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвященная 85-летию со дня рождения профессора А. В. Кравцова. (Томск, 2023);
8. ASAM – 8. The 8th Asian Symposium on Advanced Materials. (Новосибирск, 2023);
9. XXIV Ежегодной молодежной конференции с международным участием ИБХФ РАН – вузы «Биохимическая физика». (Москва, 2024);
10. Девятой Всероссийской Каргинской Конференции «Полимеры — 2024». (Москва, 2024);
11. XXVI Ежегодной научной конференции «ПОЛИМЕРЫ – 2025». (Москва, 2025);
12. XXVIII Всероссийской конференции молодых учёных-химиков (с международным участием). (Нижний Новгород, 2025);
13. XXI Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения». (Нальчик, 2025).

Диссертационная работа Варьян И.А. удовлетворяет требованиям, установленным пп.9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 г. №335, в ред. Постановления Правительства РФ от 02.08.2016 г. № 748).

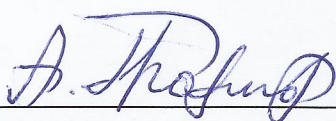
Диссертация «Биоразлагаемые композиции на основе полиолефинов и эластомеров» Варьян Иветты Арамовны рекомендуется к защите на соискание

ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Заключение принято на заседании расширенного семинара по высокомолекулярным соединениям Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук 8 октября 2025 года. Присутствовало на заседании 19 человек. Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет. Результаты голосования: Заключение принято единогласно, протокол № 7 от 8 октября 2025 года.

Председатель семинара,

зам. директора по науке ИБХФ,
д.х.н. Трофимов Алексей Владиславович



Секретарь семинара

с.н.с. лаборатории физико-химии
синтетических и природных полимеров,
к.х.н. Тертышная Юлия Викторовна

