

Тогда, согласно лемме A.1(b) из [5], при $n \rightarrow \infty$

$$(nh_n)^{1/2} \sum_{i=1}^n \omega_{ni}(x, h_n) M\Psi_{ix}(\xi_i, \delta_{1i}, \delta_{2i}) = a_x(t)(nh_n^5)^{1/2} + o((nh_n^5)^{1/2}) +$$

$$+ O((n^{-1}h_n)^{1/2}) + O((nh_n)^{-1/2} \ln n) = \begin{cases} o(1), & \text{при условиях (A),} \\ a_x(t)C^{5/2}, & \text{при условиях (B),} \end{cases}$$

так что достаточно показать (9). Учитывая независимость $H_{xh}(t)$ и p_{1xh} , используя лемму 3.1 в [5], можно показать, что

$$D \left\{ \sum_{i=1}^n \omega_{ni}(x, h_n) \Psi_{ix}(\xi_i, \delta_{1i}, \delta_{2i}) \right\} =$$

$$= \sum_{i=1}^n \omega_{ni}^2(x, h_n) D\Psi_{ix}(\xi_i, \delta_{1i}, \delta_{2i}) =$$

$$= (1 - F_x(t))^2 \left\{ A_x^2(t) \left[\frac{\|\pi\|_2^2}{nh_n} H_x(t)(1 - H_x(t)) + o\left(\frac{1}{nh_n}\right) \right] + \right. \quad (11)$$

$$\left. + B_x^2(t) \left[\frac{\|\pi\|_2^2}{nh_n} p_x^{(1)}(1 - p_x^{(1)}) + o\left(\frac{1}{nh_n}\right) \right] \right\} = \frac{\sigma_x^2(t)}{nh_n} + o\left(\frac{1}{nh_n}\right).$$

Проверим условие Ляпунова для последовательности $(nh_n)^{1/2} \sum_{i=1}^n \omega_{ni}(x, h_n) (\Psi_{ix}(\cdot) - M\Psi_{ix}(\cdot))$, т.е. при $n \rightarrow \infty$ условие

$$\frac{\sum_{i=1}^n \omega_{ni}^3(x, h_n) M|\Psi_{ix}(\cdot) - M\Psi_{ix}(\cdot)|^3}{\left\{ D \left[\sum_{i=1}^n \omega_{ni}(x, h_n) \Psi_{ix}(\cdot) \right] \right\}^{3/2}} = o(1). \quad (12)$$

Легко показать, что числитель дроби (12) имеет порядок $O((nh_n)^{-2})$, а знаменатель же согласно (11) имеет порядок $O((nh_n)^{-3/2})$. Следовательно дробь (12) имеет порядок $O((nh_n)^{-1/2}) = o(1)$, при $n \rightarrow \infty$, что доказывает теорему 2. Теорема 2 доказана.

Литература

1. Абдушукуров А.А., Абдикаликов Ф.А. Исследования степенных оценок функций выживания в моделях регрессии. LAMBERT Academic Publishing. 2012. -С.89.
2. Beran R. Nonparametric regression with randomly censored survival data. Technical Report. Univ. California. Berkeley. – 1981. – 19p.
3. Gasser T., Müller H.G. Kernel estimation of regression function. Lecture Notes in Mathematics. Springer. New York. – 1977.
4. Stone C.J. Consistent nonparametric regression. //Ann. Statist. – 1977. – Vol. 5. – P.595-645.
5. Van Keilegom I., Veraverbeke N. Estimation and bootstrap with censored data in fixed design nonparametric regression. // Ann. Inst. Statist. Math. –1997. – Vol. 49. - №3. – P.467-491.
6. Veraverbeke N., Cadarso-Suares C. Estimation of the conditional distribution in a conditional Koziol-Green model. // Test. – 2000. – Vol.9. - №1. – P. 97-122.

РЕЗЮМЕ. Мақолада икки томондан тасодифий цензурланишнинг махсус информатив регрессия моделида шартли умр давомийлиги функциясининг ярим параметрли баҳоси тузилади. Ушбу баҳонинг асимптотик хоссалари ўрганилди.

РЕЗЮМЕ. В данной статье построена полупараметрическая оценка условной функции выживания в специальной информативной регрессионной модели случайного цензурирования с двух сторон. Исследованы асимптотические свойства этой оценки.

SUMMARY. In the article constructs a semiparametric estimate of the conditional survival function in a special informative regression model of random censoring on both sides. The asymptotic properties of estimators are investigated.

МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

С.У.Аширбекова – кандидат технических наук

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

Таянч сўзлар: полимер матрицаси, нанотехнология, наноккомпозитлар, молекуляр динамика моделлари, тузилиш, хоссалар, нанозаррача, таксимот.

Ключевые слова: полимерная матрица, нанотехнология, наноккомпозиты, молекулярно-динамические модели, структура, свойства, наночастица, распределение.

Key words: polymer matrix, nanotechnology, nanocomposites, molecular dynamics models, structure, properties, nanoparticle, distribution.

Введение. Наноккомпозиты представляют собой материалы, в которых одна или несколько фаз имеют размеры в диапазоне от нескольких нанометров до нескольких микрометров. Эти материалы обладают уникальными механическими, электрическими, термическими и химическими свойствами, что делает их перспективными для широкого спектра приложений, включая электронику, медицину, энергетику и другие отрасли.

Нанотехнологии стали ключевым фактором в развитии современных материалов, открывая перед нами возможности создания новых композитов с уникальными свойствами. Одним из важных аспектов в изучении наноккомпозитов является теоретическое понимание их структуры. Структура наноккомпозитов, включая распределение наночастиц в матрице и характер взаимодействия между компонентами, играет решающую роль в определении их механических, теплофизических, электрических и магнитных свойств [1, 2].

Основная часть В современном контексте, где требуется разработка инновационных материалов с уникальными свойствами для решения сложных технологических и научных задач, исследование структуры наноккомпозитов становится актуальной и перспектив-

ной областью научных исследований.

В исследованиях наноккомпозитов предложено множество теоретических моделей, описывающих их структуру. Эти модели помогают понять взаимодействие наночастиц с матрицей и предсказать свойства композитного материала [3-5]. Среди которых молекулярно-динамические (MD) модели являются мощным инструментом для изучения структуры и свойств наноккомпозитов на молекулярном уровне. В этих моделях атомы и молекулы материала описываются в пространстве и времени с использованием уравнений движения Ньютона.

Молекулярно-динамические модели (МДМ) являются вычислительными методами, которые позволяют исследовать динамику атомов и молекул в системах на молекулярном уровне. Применение МДМ в исследованиях наноккомпозитов позволяет углубленно изучать их структуру, взаимодействие фаз и изменение свойств в зависимости от условий.

Одним из ключевых аспектов использования МДМ в изучении наноккомпозитов является способность моделировать влияние различных факторов, таких как температура, давление и концентрация компонентов, на структуру материала. Это помогает предсказать изме-

нения свойств нанокompозитов при различных условиях, что является важным для их оптимизации под конкретные потребности.

Применение молекулярно-динамических моделей в разработке нанокompозитов открывает перед исследователями и инженерами множество возможностей. Они могут предсказывать механические свойства материала, такие как прочность и упругость, и оптимизировать их для конкретных применений. Также, МДМ позволяют изучать процессы самоорганизации в нанокompозитах, что может привести к созданию материалов с улучшенными электрическими и теплопроводными свойствами.

Несмотря на значительные достижения, стоящие за использованием МДМ в изучении нанокompозитов, существуют проблемы, требующие дополнительных исследований. Уточнение моделей для более точного предсказания свойств материалов, учет влияния окружающей среды и разработка новых методов анализа данных — все это является актуальными направлениями в данной области.

Будущее исследований в области молекулярно-динамических моделей в структуре нанокompозитов обещает вести к созданию новых материалов с уникальными свойствами, способных решать актуальные проблемы в различных отраслях промышленности и науки.

С развитием технологий моделирования и ростом вычислительных мощностей, мы можем ожидать еще более захватывающих открытий в области наноматериалов и их применений в будущем.

Существуют несколько ключевых аспектов молекулярно-динамических моделей в контексте нанокompозитов, к основным характеристикам которых относятся молекулярное описание модели, термодинамические свойства, взаимодействие наночастиц с матрицей и динамические процессы.

К молекулярному описанию MD модели относят детальное описание внутренней структуры нанокompозита, включая распределение атомов и молекул, их взаимодействия и движение. MD модели позволяют оценить термодинамические свойства, такие как теплоемкость, теплопроводность, и диффузию на основе движения частиц. Данные модели позволяют изучать взаимодействие наночастиц с матрицей на атомарном уровне, что особенно важно для нанокompозитов. Они предоставляют информацию о динамике и процессах, таких как диффузия наночастиц, изменение структуры во времени, и реакции на внешние воздействия.

Обеспечивая высокий уровень детализации, при описании атомарных и молекулярных уровней, MD модели позволяют изучать влияние наночастиц на структуру и свойства композита.

MD модели ограничены короткими временными шкалами и не всегда способны охватывать долгосрочные процессы. Также посредством их исследуются диспергирования наночастиц в матрице и предсказывают их взаимодействия.

Моделирование теплопередачи в нанокompозитах с помощью MD позволяет оценить теплопроводность материала.

В молекулярно-динамических (MD) моделях нанокompозитов, распределение частиц внутри матрицы является ключевым аспектом, влияющим на множество свойств композитного материала. Для описания данного распределения используются различные методы.

1. Равномерное распределение наночастиц внутри матрицы является простейшим сценарием распределения, где каждая частица равновероятно находится в любой точке. Этот подход часто используется при начальной установке MD модели, особенно при изучении эффектов равномерно распределенных наночастиц.

2. Можно учитывать различные концентрации наночастиц в разных областях матрицы, что имитирует неравномерное распределение. Используется, например, при моделировании областей с повышенной или пониженной концентрацией наночастиц.

3. Наночастицы могут образовывать различные структуры или ансамбли внутри матрицы, такие как цепи, кластеры, или сложные трехмерные структуры. Моделирование ансамблей имеет значение для изучения взаимодействия наночастиц и их влияния на свойства композита.

4. Можно создавать градиентные структуры, где концентрация наночастиц изменяется по направлению или радиально внутри матрицы, что позволяет исследовать изменение свойств композита в зависимости от градиента концентрации.

В молекулярно-динамических (MD) моделях взаимодействие между наночастицами и матрицей играет ключевую роль в определении структуры и свойств нанокompозитов. Поэтому в зависимости от химического состава и структуры строятся анализ химических взаимодействий и изменения свойств нанокompозитов. Использование данных моделей позволяет исследовать процессы образования агрегатов и кластеров наночастиц внутри матрицы, что важно для понимания морфологии нанокompозита и влияния на его механические и термодинамические свойства.

Модели могут учитывать динамические аспекты взаимодействия, такие как диффузия наночастиц или их движение в ответ на внешние воздействия.

В молекулярно-динамических (MD) моделях нанокompозитов, распределение частиц внутри матрицы играет немаловажную роль в определении структуры и свойств материала на молекулярном уровне. Начальные условия для MD модели могут включать в себя определенное распределение частиц внутри матрицы. Частицы могут равномерно распределяться внутри матрицы, что предполагает однородное распределение в пространстве. Это упрощение может использоваться для изучения общих эффектов наночастиц на свойства материала.

Модели могут учитывать неравномерное распределение частиц с учетом градиентов концентрации или формирования кластеров, что позволяет анализировать влияние локальных концентраций на свойства материала.

Распределение может изменяться во времени из-за диффузии частиц или других динамических процессов. Температура и давление могут влиять на распределение частиц внутри матрицы. Также распределение частиц существенно влияет на механические свойства нанокompозитов.

Возможность моделирования химических взаимодействий между частицами и матрицей, учитывая их химическую природу позволяет изучать эффекты химических реакций и изменения структуры на уровне атомов.

Заключение. В заключение следует отметить, что молекулярно-динамические модели играют ключевую роль в исследовании и разработке нанокompозитов, открывая двери к созданию материалов с уникальными свойствами. Эти модели позволяют углубленно анализировать взаимодействие атомов и молекул в наноструктурах, что существенно способствует прогрессу в понимании и оптимизации наноматериалов.

Однако, несмотря на достигнутые успехи, предстоят новые вызовы и задачи. Уточнение моделей, более точное предсказание свойств, учет внешних факторов — все эти аспекты требуют дальнейших исследований и инноваций. Развитие методов моделирования и анализа данных будет играть критическую роль в достижении новых высот в создании функциональных наноматериалов.

С учётом растущего интереса к нанотехнологиям и прогресса в области МДМ, мы можем быть уверены, что будущее принесёт ещё более удивительные и перспективные открытия. Использование молекулярно-динамических

моделей в структуре нанокмозитов не только расширяет наше понимание мира на наноуровне, но и открывает новые горизонты для инноваций и применений в различных областях науки и технологий.

Литература

1. Sumit Sharma. "Molecular Dynamics Simulation of Nanocomposites", Springer, 2016.
2. Nicolas P. Allen. "Introduction to Molecular Dynamics and Chemical Kinetics", Wiley, 2007.
3. "Molecular Modeling of Inorganic Nanomaterials" - автор: Sarina Sarina, InTechOpen, 2018.
4. "Handbook of Nanotechnology" - автор: Bharat Bhushan, Springer, 2010.
5. Lyulin S.V., Larin S.V., Nazarychev V.M., Fal'kovich S.G., Kenny J.M. Multiscale computer simulation of polymer nanocomposites based on thermoplastics. Polymer Science. Series C. 2016. T. 58. № 1. -P. 2-15.

РЕЗЮМЕ. Ушбу мақолада нанокмозит полимер материалларини яратиш учун молекуляр динамика моделлари асослари келтирилган. Моделлар ёрдамида нанозаррачаларнинг полимер матрицаси билан ўзаро таъсири ўрнатилади, бу нанокмозит полимер материалларининг хусусиятларини аниқлайди.

РЕЗЮМЕ. В данной статье приведены основы молекулярно-динамических моделей создания нанокмозитных полимерных материалов. Посредством моделей предсказываются взаимодействие наночастиц с полимерной матрицей, что предопределяет свойства нанокмозитных полимерных материалов.

SUMMARY. This article provides the basics of molecular dynamics models for the creation of nanocomposite polymer materials. Models predict the interaction of nanoparticles with a polymer matrix, which determines the properties of nanocomposite polymer materials.

AYÍRIM ALGEBRALÍQ AŃLATPALARDÍŃ MÁNISLERIN ESAPLAW USÍLLARÍ

N. Djumabaev - docent

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutı

Tayanch soʻzlar: algebraik ifodalar, hisoblash usullari, kvadrat ildiz, kub ildiz, birikma ildiz.

Ключевые слова: алгебраические выражения, методы вычисления, квадратный корень, кубический корень, составной корень.

Key words: algebraic expressions, calculation methods, square root, cube root, compound roots.

Ayırım algebralıq ańlatpalardıń mánislerin esaplawda berilgen ańlatpanıń túrine qaray hár túrli usıllardan paydalanıw múmkin.

Ańlatpalardıń mánislerin esaplawda ańlatpalar koren túrinde berilgen bolsa, korenniń qásiyetlerinen, koren astındaǵı ańlatpalardı belgilep alıw usıllarınan hám qısqasha kóbeytiw formulalarınan paydalanıw múmkin. Ańlatpalardıń mánislerin esaplawdıń bir neshe usılların mısallar arqalı kórsetip óteyik:

1- mısál. $\sqrt[3]{29\sqrt{2}-45}-\sqrt{2}$ ańlatpasınıń mánisin tabıń Sheshiw.

$$\begin{aligned} 29\sqrt{2}-45 &= (a+b)^3 = a^3_{up} + 3a^2b_{pac} + 3b^2a_{up} + b^3_{pac} \\ \begin{cases} a^3+3b^2a=29\sqrt{2} \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} \quad a=\sqrt{2} &\Rightarrow \begin{cases} (\sqrt{2})^3+3b^2\sqrt{2}=29\sqrt{2} \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} \Rightarrow \\ \Rightarrow \begin{cases} 2\sqrt{2}+3b^2\sqrt{2}=29\sqrt{2} \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} &\Rightarrow \begin{cases} 2+3b^2=29 \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b^2=9 \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} \Rightarrow \\ \Rightarrow \begin{cases} b=\pm 3 \\ 3a^2b+b^3=-45 \end{cases} &\Rightarrow \begin{cases} b=-3 \\ a=\sqrt{2} \end{cases} \\ \sqrt[3]{29\sqrt{2}-45}-\sqrt{2} &= \sqrt[3]{(\sqrt{2}-3)^3}-\sqrt{2} = \sqrt{2}-3-\sqrt{2} = -3; \end{aligned}$$

Juwabı. -3.

2- mısál. $\sqrt{2019 \cdot 2021 \cdot 2023 \cdot 2025 + 16}$ ańlatpasınıń mánisin tabıń

Sheshiw. Koren astındaǵı sanlardıń arifmetikalıq ortasın tabamız:

$$\begin{aligned} \frac{2019+2021+2023+2025}{4} &= \frac{8000+88}{4} = 2000+22 = 2022 \\ 2019 \cdot 2021 \cdot 2023 \cdot 2025 + 16 &= (2022-3)(2022-1)(2022+1)(2022+3) + 16 = \\ &= (2022^2-3^2)(2022^2-1^2) + 16 = (2022^2)^2 - 10 \cdot 2022^2 + 25 = (2022^2-5)^2. \\ \sqrt{(2022^2-5)^2} &= |2022^2-5| = 2022^2-5 = (2 \cdot 1011)^2 - 5 = 4 \cdot 1011^2 - 5 = \\ &= 4 \cdot (1000+11)^2 - 5 = 4 \cdot (1000^2 + 22000 + 121) - 5 = \\ &= 4 \cdot (1000000 + 22000 + 121) - 5 = 4 \cdot 1022121 - 5 = 4088484 - 5 = 4088479. \end{aligned}$$

Juwabı. 4088479.

3- mısál. $10^{999} - 999$ ańlatpasınıń mánisin tabıń Sheshiw.

$$\begin{aligned} 10^{999} - 999 &= 10^{999} - (1000-1) = 10^{999} - 10^3 + 1 = 10^3(10^{996} - 1) + 1 = \\ &= 10^3 \left(\underbrace{1000 \dots 0}_{996} - 1 \right) + 1 = 10^3 \cdot \underbrace{999 \dots 9}_{996} + 1 = \underbrace{999 \dots 9}_{996} 000 + 1 = \underbrace{999 \dots 9}_{996} 001; \\ \underbrace{9+9+9+\dots+9}_{996} + 1 &= 996 \cdot 9 + 1 = (1000-4) \cdot 9 + 1 = 1000 \cdot 9 - 4 \cdot 9 + 1 = \\ &= 9001 - 36 = 8965. \end{aligned}$$

4- mısál. $\sqrt{5-\sqrt{24}}$ ańlatpasın ápiwayılastırıń Sheshiw.

$$\begin{aligned} \sqrt{5-\sqrt{24}} &= \sqrt{5-\sqrt{4 \cdot 6}} = \sqrt{5-2\sqrt{6}} = \sqrt{2+3-2\sqrt{2 \cdot 3}} = \\ &= \sqrt{(\sqrt{2})^2 + (\sqrt{3})^2 - 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{3}} = \\ &= \sqrt{(\sqrt{2}-\sqrt{3})^2} = |\sqrt{2}-\sqrt{3}| = |-(\sqrt{3}-\sqrt{2})| = \sqrt{3}-\sqrt{2} \end{aligned}$$