

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ФІЗИКИ КОНДЕНСОВАНИХ СИСТЕМ

На правах рукопису

БЛАВАЦЬКА Вікторія Богданівна

УДК 530.145

Вплив протяжних домішок на закони скейлінгу для магнетиків та полімерів

01.04.02 – теоретична фізика

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата фізико-математичних наук

ЛЬВІВ – 2004

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Інституті фізики конденсованих систем Національної академії наук України.

- Наукові керівники – Доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник **Головач Юрій Васильович**, Інститут фізики конденсованих систем НАН України, провідний науковий співробітник;
- габлітований доктор, приват-доцент **Крістіан фон Фербер**, Університет Альберта Людвіга, м. Фрайбург, Німеччина, науковий співробітник.
- Офіційні опоненти – Доктор фізико-математичних наук, професор **Олемскої Олександр Іванович**, Сумський державний університет, завідувач кафедри фізичної електроніки;
- доктор фізико-математичних наук, професор **Левицький Роман Романович**, Інститут фізики конденсованих систем НАН України, провідний науковий співробітник.
- Провідна організація – Одеський національний університет ім. І.І.Мечникова, кафедра теоретичної фізики, Міністерство освіти і науки, м.Одеса.

Захист відбудеться “5” травня 2004 року о 15 год. 30 хв. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д **35.156.01** при Інституті фізики конденсованих систем Національної академії наук України за адресою: 79011, м. Львів, вул. Свенціцького, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Інституту фізики конденсованих систем НАН України за адресою: 79026 м. Львів, вул. Козельницька, 4.

Автореферат розіслано “3” квітня 2004 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 35.156.01,
кандидат фіз.-мат. наук

Т.Є.Крохмальський

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відомо, що деякі фізичні характеристики конденсованих систем визначаються законами скейлінгу відносно заданих керуючих параметрів. Значення критичних показників, які характеризують скейлінгову поведінку, виявляються універсальними – залежними лише від ряду глобальних параметрів (вимірності та симетрії параметра порядку, типу взаємодії, вимірності простору), а не від деталей мікроскопічної структури систем. Системи, які характеризуються однаковими законами скейлінгу (однаковим набором значень критичних показників), належать до одного й того ж класу універсальності. Характерним прикладом слугує поведінка термодинамічних та структурних характеристик магнетиків в околі температури фазового переходу T_c із парамагнітного у феро- чи антиферомагнітний стан. Так, кореляційна довжина ξ та магнітна сприйнятливість χ в околі T_c підлягають законам скейлінгу:

$$\xi \sim \frac{|T - T_c|^{-\nu}}{T_c}, \quad \chi \sim \frac{|T - T_c|^{-\gamma}}{T_c}, \quad T \rightarrow T_c \quad (1)$$

із універсальними критичними показниками ν та γ .

Близька аналогія спостерігається у поведінці довгих гнучких полімерних макромолекул у добрих розчинниках. Вони характеризуються рядом конфігураційних характеристик, які описуються законами скейлінгу, де керуючим параметром виступає кількість мономерів полімерного ланцюга. Для опису цих характеристик зручно застосовувати ґраткову модель випадкових блукань без самоперетинів (self-avoiding walks – SAWs). Для прикладу, для середньоквадратичної відстані між кінцями полімерного ланцюга $\langle R^2 \rangle$ та кількості конфігурацій Z_N випадкових блукань із N кроків справедливі такі закони скейлінгу:

$$\langle R^2 \rangle \sim N^{2\nu}, \quad Z_N \sim z^N N^{\gamma-1}, \quad N \rightarrow \infty \quad (2)$$

де z – неуніверсальна константа, ν та γ – універсальні показники.

У задачах фізики конденсованого стану актуальним є дослідження впливу структурного безладу на різні фізичні характеристики систем, зокрема на значення показників законів скейлінгу та можливість появи їх анізотропії (залежності від певних характерних напрямів у системі). Зокрема, у дисертаційній роботі розглядається вплив слабого нерівноважного розведення на універсальні характеристики магнетиків та полімерів. Вплив безладу у формі точкових нескорельованих дефектів на їх універсальні характеристики на сьогодні детально досліджено (див., наприклад, огляди Pelissetto A., Vicari E. // *Phys. Rep.*, 2002, **368** 549; Фольк Р., Головач Ю., Яворський Т.// *УФН*, 2003, **173**). Встановлено, що такий тип безладу не змінює класу

універсальності полімерних систем, в той час як наприклад серед моделей тривимірних магнетиків змінює критичну поведінку лише моделей типу Ізинга. Проте, на практиці часто доводиться мати справу із так званими протяжними домішками (extended impurities). Так, реальні магнітні кристали можуть містити дефекти у формі лінійних дислокацій, складних комплексів (кластерів), утворених точковими немагнітними домішками. Експериментальні дослідження чітко виявляють вплив лінійних та планарних дефектів на критичну поведінку магнітних матеріалів, особливо поблизу точки фазового переходу (Korzhenevskii A. L. et al. // *Phys. Rev. B* 1996, **53** 14834). Прикладом полімерної системи із протяжними дефектами може служити розчин полімерних макромолекул у пористих середовищах із складною структурою пор (Barat K, Chakrabarti B. K. // *Phys. Reports* 1995, **258** 377). Вплив протяжних дефектів на критичну поведінку далеко не тривіальний, недостатньо вивчений і все ще потребує подальшого теоретичного дослідження. Дану роботу присвячено кількісному теоретичному опису універсальних властивостей магнітних та полімерних систем із протяжними дефектами структури. Зауважимо також, що експериментальні та комп'ютерні дослідження таких властивостей лише розпочинаються.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота виконана в Інституті фізики конденсованих систем НАН України згідно з планами робіт за темами: № 0199U000668 “Дослідження фазових переходів в об'ємних і просторово обмежених статистичних системах та опис на макроскопічному рівні їх термодинамічних та структурних характеристик” та № 0102U000218 “Розвиток кількісної теорії фазових переходів у конденсованих системах”, а також за часткової підтримки німецького бюро академічного обміну (Deutscher Akademischer Austausch Dienst) та МНТЦ “Укриття” (проект № 02/2001, № 01/2002).

Мета і задачі дослідження. *Об'єктом досліджень* виступають магнітні та полімерні системи із трьома типами складних дефектів структури: протяжними дефектами паралельної орієнтації, далекосяжно скорельованими дефектами хаотичної орієнтації та дефектами у формі доповнення до перколяційного кластера. *Предмет дослідження* даної роботи становить вивчення впливу структурного безладу на закони скейлінгу систем. *Мета* проведених досліджень полягає в обчисленні кількісних універсальних характеристик критичної поведінки магнітних та полімерних систем із протяжними дефектами структури. *Методом дослідження* обрано метод теоретико-польової ренормалізаційної групи (РГ) із застосуванням пересумовування розбіжних рядів асимптотичної природи.

Наукова новизна одержаних результатів. У дисертаційній роботі вперше обчислено надійні значення критичних показників тривимірних магнітних систем із безладом у формі протяжних дефектів структури паралельної орієнтації. Отримано числові значення граничної ефективної

вимірності протяжної домішки ε_d , вище якої безлад приводить до зміни критичних показників та виникнення їх анізотропії при фазовому переході із пара- у феромагнітний стан.

Встановлено, що властивості гнучких полімерних макромолекул у середовищі із далекосяжно скорельованим безладом характеризуються новими законами скейлінгу і обчислено значення універсальних показників. Для такого ж типу безладу обчислено показники поправки до скейлінгу полімерних та магнітних систем із багатокomпонентним параметром порядку.

Вперше знайдено кількісні оцінки універсальних показників випадкових блукань без самоперетинів на перколяційному кластері у рамках теоретико-польової РГ в узгодженні із відомими досі результатами Монте Карло симуляцій та методів точного підрахунку.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані у дисертаційній роботі значення універсальних показників тривимірних магнітних систем із протяжними домішками можуть бути використані при експериментальному дослідженні магнітних кристалів із складними дефектами структури.

Проведені дослідження моделі випадкових блукань у середовищі із далекосяжно-скорельованим безладом та на перколяційному кластері сприяють розумінню конфігураційних властивостей полімерних макромолекул у пористих середовищах.

Отримані у роботі значення показників поправки до скейлінгу магнітних та полімерних систем із далекосяжно-скорельованим безладом можуть бути використані при проведенні симуляцій Монте Карло таких систем.

Особистий внесок здобувача. У роботах, виконаних із співавторами, автору належить:

- аналітичний розрахунок однопетлевих РГ функцій моделі полімера у середовищі із протяжними дефектами структури, вибір та застосування процедур пересумовування до РГ функцій моделі, отриманих у двопетловому наближенні масивної схеми і отримання чисельних оцінок критичних показників [1-3].
- Вибір та застосування процедури пересумовування РГ функцій неупорядкованої тривимірної моделі Ізинга, отриманих у п'ятипетловому наближенні схеми мінімального віднімання, обчислення критичних показників моделі [4-5].
- Вибір та застосування процедури пересумовування РГ функцій моделі магнетика із протяжними дефектами, отримання чисельних оцінок критичних показників моделі при довільній вимірності простору [6-7].
- В статті [8] участь у написанні розділу 6 про критичну поведінку систем із далекосяжно-скорельованим безладом, зокрема отримання кількісних значень критичних показників.

- Обґрунтування ефективного гамільтоніану задачі про випадкові блукання на перколяційному кластері та участь в обчисленні ренормгрупових функцій [9].

Автор брала безпосередню участь в аналізі та інтерпретації усіх результатів отриманих при дослідженні.

Апробація роботи. Результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на таких наукових зустрічах: Міжнародна конференція “МЕСО 25, Середньоевропейська співпраця в статистичній фізиці”, (Понт--Музон, Франція, 9-11 березня, 2000р.) [10], Міжнародна робоча нарада з сучасних проблем м'якої речовини, (Львів, 27-31 серпня, 2000р.) [11], Міжнародна конференція із сучасних проблем фізики рідкої речовини “PLM MP 2001”, (Київ, Україна, 14-19 вересня, 2001р.), “PLM MP 2003”, (Київ, Україна, 12-16 вересня, 2003р.) [12, 13], “Різдвяні дискусії 2002” (Львів, 4-5 січня, 2002р.), 5-а міжнародна конференція із ренормалізаційної групи (Татранська Штрба, Словаччина, 10-16 березня, 2002р.), Міжнародна конференція “МЕСО 28, Середньоевропейська співпраця в статистичній фізиці”, (Саарбрюкен, Німеччина, 20-22 березня, 2003р.) [14] а також на семінарах відділу статистичної теорії конденсованого стану Інституту фізики конденсованих систем Національної академії наук України та відділу “Теоретична фізика полімерів” Університету Альберта Людвіга м. Фрайбург, Німеччина.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 8 журнальних статей, 2 препринти та 5 тез конференцій. Перелік основних публікацій подано в кінці автореферату.

Структура та об'єм дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Робота викладена на 115 сторінках (разом з літературою – 130 сторінок), включає бібліографічний список, що містить 151 найменування.

ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** висвітлено актуальність теми дослідження, сформульовано мету роботи та відзначено її наукову новизну.

У **першому розділі** проведено огляд робіт, присвячених дослідженню як магнітних, так і полімерних систем із різними типами безладу. Відзначено, що у той час як вплив точкового безладу на універсальні характеристики полімерних та магнітних систем детально висвітлено в літературі, експериментальні дослідження універсальних властивостей систем із протяжними дефектами структури лише розпочинаються, і теоретичних робіт у цьому напрямі також небагато.

У **другому розділі** досліджується критична поведінка d -вимірних магнітних систем із протяжними дефектами у формі ε_d –вимірних об'єктів паралельної орієнтації (Дороговцев С. Н. // Физ. Тверд. Тела, 1980, **22** 321). Випадок значення $\varepsilon_d=0$ відповідає точковим нескорельованим дефектам, а протяжні дефекти у вигляді ліній (площин) описуються відповідними значеннями

параметра $\varepsilon_d = 1$ ($\varepsilon_d = 2$). Нецілі значення параметра ε_d відповідають фрактальним вимірностям комплексів (кластерів) складних дефектів.

Перший підрозділ присвячено опису моделі та її теоретико-польовому формулюванню. Універсальні характеристики систем із протяжними дефектами досліджуються на підставі ефективного польового гамільтоніана, отриманого із використанням методу реплік для усереднення за відповідним розподілом заморожених домішок (Boyanovsky D., Cardy J. // Phys. Rev. B, 1982, **26** 154):

$$H = \sum_{\alpha=1}^n \int d^d x \left\{ \frac{1}{2} [\mu_0^2 \vec{\phi}_\alpha^2(x) + (\nabla_\perp \vec{\phi}_\alpha(x))^2 + a_0 (\nabla_\parallel \vec{\phi}_\alpha(x))^2] + \frac{u_0}{4!} (\vec{\phi}_\alpha^2(x))^2 + \frac{v_0}{2} \sum_{\alpha, \beta=1}^n \int d^d x \int d^d y \delta^{d-\varepsilon_d}(x_\perp - y_\perp) \vec{\phi}_\alpha^2(x) \vec{\phi}_\beta^2(y) \right\} \quad (3)$$

тут $\vec{\phi}(x) = \{ \phi^1(x), \dots, \phi^m(x) \}$ – m – компонентне векторне поле, μ_0^2 – неперенормована маса, лінійна функція відхилення температури від критичної, u_0 – константа зв'язку чистої моделі, a_0 – константа, що параметризує просторову анізотропію, оператори ∇_\perp та ∇_\parallel відповідають диференціюванню за координатами x_\parallel вздовж ε_d напрямків та x_\perp вздовж $(d - \varepsilon_d)$ напрямків, $v_0 < 0$ – константа, пропорційна концентрації домішок. Останній доданок з'являється за рахунок присутності у системі домішок і описує ефективну взаємодію між репліками. В усіх кінцевих результатах необхідно перейти до реплічної границі $n \rightarrow 0$.

Завдяки просторовій анізотропії у системі існує дві кореляційні довжини, перпендикулярна та паралельна до напрямку розташування домішок: ξ_\perp та ξ_\parallel , які розбігаються при наближенні до критичної температури T_c із різними показниками:

$$\xi_\perp \sim \frac{|T - T_c|^{-\nu_\perp}}{T_c}, \quad \xi_\parallel \sim \frac{|T - T_c|^{-\nu_\parallel}}{T_c}. \quad (4)$$

Коли в системі присутні протяжні домішки, звичний критерій Гаріса, що передбачає вплив присутнього у системі безладу на критичну поведінку, модифікується: безлад змінить критичні показники, якщо виконується нерівність: $\varepsilon_d > d - \frac{2}{\nu_{pure}}$, де ν_{pure} – показник кореляційної довжини відповідної чистої моделі. Ця нерівність визначає для кожного значення вимірності параметра впорядкування m нижню граничну вимірність протяжної домішки ε_d^{margin} , вище якої безлад змінить критичні показники.

Досі такі системи досліджувались у рамках теоретико-польової ренормалізаційної групи лише на базі подвійного $\varepsilon = 4 - d$, ε_d - розкладу, що приводило лише до якісних результатів. У

нашому дослідженні поставлено за мету отримати кількісні оцінки критичних показників безпосередньо при вимірності простору $d = 3$ із застосуванням методів пересумовування розкладів рядів теорії збурень, що дозволить отримати надійну інформацію про поведінку систем із таким типом безладу.

У другому підрозділі описано підхід методу теоретико-польової ренормалізаційної групи (РГ), що є на сьогодні стандартним і потужним методом знаходження кількісних характеристик критичної поведінки фізичних систем (див. наприклад D. J. Amit, *Field Theory, the Renormalization Group, and Critical Phenomena* (World Scientific, Singapore, 1984)) і використовується в наших дослідженнях. У залежності від умов усунення виникаючих розбіжностей в рамках даного методу існують різні схеми перенормування. У наших розрахунках використовуються масивна схема та схема мінімального віднімання.

Об'єктом дослідження тут виступають одночастинково незвідні (one particle irreducible, 1PI) вершинні функції $\Gamma_0^{(L,N)}(\{k\};\{p\};\mu_0;\{\lambda_0\})$, які означаються як середні N полів параметра порядку ϕ та L вставок ϕ^2 за відповідним польовим гамільтоніаном системи. Це функції неперенормованих констант зв'язку вихідного ефективного гамільтоніану $\{\lambda_0\}$, зовнішніх імпульсів $\{p\}$, $\{k\}$, квадрату неперенормованої маси μ_0^2 та Λ_0 – параметра обрізання. Вершинні функції розбіжні у асимптотичній границі $\Lambda_0 \rightarrow \infty$. Ці розбіжності усуваються у процесі перенормування шляхом введення множників перенормування поля Z_ϕ і вставки \bar{Z}_{ϕ^2} , переходячи до перенормованої маси μ та перенормованих констант зв'язку $\{\lambda\}$. У масивній схемі накладаються додаткові умови нормування при нульових зовнішніх імпульсах та ненульовій масі. Така процедура керується ренорм-груповими функціями, що виступають коефіцієнтами рівняння Каллена-Симанціка, якому задовільняють перенормовані вершинні функції. :

$$\beta_{\lambda_i}(\{\lambda\}) = \frac{\partial \lambda_i}{\partial \ln \mu} |_{\{\lambda_0\}, \mu_0}, \quad \gamma_\phi = \frac{\partial Z_\phi}{\partial \ln \mu} |_{\{\lambda_0\}, \mu_0}, \quad \bar{\gamma}_{\phi^2} = -\frac{\partial \bar{Z}_{\phi^2}}{\partial \ln \mu} |_{\{\lambda_0\}, \mu_0} \quad (5)$$

Схема мінімального віднімання дає можливість уникати накладання додаткових умов нормування, тут перенормування проводиться при нульовій масі та довільних зовнішніх імпульсах. Константи зв'язку даної моделі $\{\lambda_0\}$ та множники Z_ϕ і \bar{Z}_{ϕ^2} представляються як степеневі ряди за перенормованими константами зв'язку $\{\lambda\}$, означені наступним чином:

$$\lambda_{0i} = \lambda_i \left[1 + \sum_k \sum_{l=1}^{\infty} a_l \lambda_k^l \right],$$

$$Z_{\phi} = 1 + \sum_k \sum_{l=1}^{\infty} b_l \lambda_k^l,$$

$$\bar{Z}_{\phi^2} = 1 + \sum_k \sum_{l=1}^{\infty} c_l \lambda_k^l. \quad (6)$$

Коефіцієнти цих рядів визначаються таким чином, що перенормовані вершинні функції не містять розбіжностей у кожному порядку за константами $\{\lambda\}$. Ренормгрупові функції у цій схемі означаються аналогічно до виразів (5), де роль маси відіграє тепер масштабний параметр k , що визначає масштаб зовнішніх імпульсів у схемі мінімального віднімання.

Основною задачею є знаходження нерухомої точки РГ перетворень $\{\lambda^*\}$, яка визначається як спільний нуль β -функцій. Нерухома точка є стійкою, якщо власні значення матриці стійкості, складеної із похідних β -функцій у цій точці, мають додатні дійсні частини. У стійкій фізично досяжній нерухомій точці, яка відповідає критичній точці системи, РГ функції визначають значення критичних показників:

$$\eta = \gamma_{\phi}(\{\lambda^*\}), \quad \nu^{-1} = 2 - \gamma_{\phi}(\{\lambda^*\}) - \bar{\gamma}_{\phi^2}(\{\lambda^*\}). \quad (7)$$

Використовуючи відомі співвідношення скейлінгу, можна знайти решту критичних показників.

Відзначимо, що РГ функції мають вигляд рядів теорії збурень за перенормованими константами зв'язку, і ці ряди за своєю природою асимптотично розбіжні. Тому, щоб отримати на їх основі надійну інформацію про поведінку систем, необхідно застосовувати спеціальні техніки пересумовування. Зокрема, у наших розрахунках використано техніки типу Паде-Бореля та Чізгольма-Бореля. Подамо процедуру пересумовування на прикладі функції $f(u, v) = \sum_{i,j} a_{ij} u^i v^j$ як степеневому ряду за двома змінними u, v . Спершу будується образ Бореля вихідного розкладу, вводячи параметр t наступним чином: $u^i v^j \rightarrow (ut)^i (vt)^j / \Gamma(i + j + 1)$, де $\Gamma(x)$ – гама-функція Ейлера. Далі борелівський образ екстраполюється раціональною апроксимантою Паде чи Чізгольма $[M / N](ut, vt)$. Апроксиманти конструюються як відношення двох поліномів порядку M та N таким чином, щоб їх розклад в ряд Тейлора до відповідного порядку збігається із Борелівським образом функції $f(u, v)$. Пересумовану функцію $f^{res}(u, v)$ отримуємо наступним чином:

$$f^{res}(u, v) = \int_0^{\infty} dt \exp(-t) [M / N](ut, vt).$$

У третьому підрозділі увага звертається до проблеми, яка виникла при дослідженні тривимірної неупорядкованої моделі Ізинга (random Ising model - RIM) і прямо пов'язана із

методикою досліджень, яку ми використовуємо надалі. У схемі мінімального віднімання значення критичних показників RIM було отримано недавно у роботі (Folk R., Holovatch Yu., Yavors'kii T. // *Phys. Rev. B* 2000, **62** 12195) до 4-петлевого наближення. Проте, у випадку 5-ти петель спостерігалась картина відсутності стійкої нерухомої точки; це привело до припущення, що у даному випадку 4-петлеве наближення є “оптимальним обрізанням”.

Кількість петель	u^*	v^*	ν	γ	α
3	0.827	-1.172	0.713	1.375	-0.139
4	0.684	-0.090	0.672	1.296	-0.016
5	0.739	-0.145	0.708	1.364	-0.124

Таблиця 1: Координати стійких нерухомих точок та критичні показники тривимірної неупорядкованої моделі Ізинга.

У недавній роботі (Alvarez G. et al. // *J. Phys. A* 2000, **33** 841) було аналітично показано, що РГ функції $d = 0$ -вимірної RIM підсумовні за Борелем, за умови, що застосовується специфічна техніка пересумовування – так зване послідовне пересумовування. Застосування цієї техніки до РГ рядів тривимірної моделі уже дало можливість відновити збіжність результатів, отриманих у масивній схемі. У нашій роботі цей метод застосовано до 5-ти петлевих функцій, отриманих у схемі мінімального віднімання. Наше дослідження фокусується в основному на збіжних властивостях рядів РГ. Використання послідовного пересумовування справді дало нам можливість отримати стійку нерухому точку при зростанні порядку наближення включно до 5-петлевого, а також отримати кількісні оцінки критичних показників, які наведено у табл. 1.

У четвертому підрозділі досліджується критична поведінка магнітних систем із протяжними дефектами шляхом аналізу двопетлевих РГ функцій, отриманих у схемі мінімального віднімання, безпосередньо при значенні вимірності простору $d = 3$ і різних фіксованих значеннях параметра ε_d . Зауважимо, що у даній задачі за рахунок перенормування константи анізотропії

$a_0 \rightarrow a$ з'являється нова ренормгрупова функція: $\zeta_a = \frac{\partial \ln a}{\partial \ln k} \Big|_{u_0, v_0, a_0}$. Таким чином, у рамках даної

моделі критичні показники виражаються через ренормгрупові функції наступним чином:

$$\gamma^{-1} = 1 - \frac{\gamma_{\phi^2}}{2 - \gamma_{\phi}}; \quad \nu_{\perp}^{-1} = 2 - \gamma_{\phi^2} - \gamma_{\phi}; \quad \nu_{\parallel} = \left(1 - \frac{\zeta_a}{2}\right) \nu_{\perp}. \quad (8)$$

Застосовуючи описану вище методику пересумовування Чізгольма-Бореля, нами отримано чисельні значення критичних показників моделей, поданих у табл. 2.

	m=1			m=2			m=3			m=4		
ε_d	ν_{\parallel}	ν_{\perp}	γ	ν_{\parallel}	ν_{\perp}	γ	ν_{\parallel}	ν_{\perp}	γ	ν_{\parallel}	ν_{\perp}	γ
0	-	0.665	1.308	-	0.684	1.344	-	0.720	1.411	-	0.751	1.470
0.1	0.714	0.680	1.338	0.691	0.688	1.352	0.720	0.720	1.411	0.751	0.751	1.470
0.2	0.741	0.692	1.362	0.719	0.705	1.386	0.720	0.720	1.411	0.751	0.751	1.470
0.3	0.765	0.702	1.384	0.744	0.718	1.414	0.740	0.732	1.438	0.751	0.751	1.470
0.4	0.805	0.720	1.402	0.766	0.730	1.439	0.763	0.746	1.467	0.761	0.760	1.491
0.5	0.805	0.720	1.419	0.785	0.739	1.460	0.784	0.757	1.493	0.784	0.772	1.520
0.6	0.822	0.727	1.434	0.802	0.747	1.479	0.801	0.766	1.515	0.811	0.782	1.545
0.7	0.838	0.733	1.448	0.818	0.754	1.495	0.817	0.773	1.533	0.837	0.789	1.565
0.8	0.853	0.739	1.460	0.831	0.760	1.509	0.831	0.779	1.549	0.858	0.795	1.582
0.9	0.867	0.745	1.472	0.843	0.765	1.522	0.842	0.783	1.562	0.875	0.799	1.595
1.0	0.880	0.750	1.483	0.854	0.769	1.532	0.852	0.787	1.573	0.886	0.801	1.605
1.1	0.892	0.754	1.493	0.863	0.773	1.542	0.860	0.789	1.581	0.895	0.803	1.613

Таблиця 2: Критичні показники тривимірних магнітних систем із протяжними дефектами при різних значеннях параметра із протяжними ε_d - вимірними дефектами при різних значеннях параметра впорядкування m .

При $\varepsilon_d = 0$, що відповідає присутності у системі точкових нескорельованих дефектів, відтворюються відомі результати (Jug G.// Phys. Rev. B, 1983, **27** 609), у цьому випадку паралельні компоненти критичних показників не мають змісту. При кожному значенні вимірності параметра впорядкування m існує граничне значення вимірності домішки ε_d , вище якого безлад із протяжними дефектами стає суттєвим і відбувається перехід до нового класу універсальності із новими критичними показниками. Важливо відмітити, що при $\varepsilon_d \neq 0$ завжди має місце нерівність: $\nu_{\parallel} > \nu_{\perp}$, цьому можна надати наступну фізичну інтерпретацію: протяжні дефекти перешкоджають міжспіновій взаємодії у напрямку, перпендикулярному до їх поширення, а отже у паралельному напрямку флуктуації сильніші і розбіжність кореляційної функції більш різка. В межах нашого методу спостерігалась відсутність стійкої нерухомої точки при значенні ε_d трохи вище за одиницю. Із фізичних міркувань зрозуміло, що протяжні дефекти великої вимірності (для прикладу, планарні дефекти із $\varepsilon_d=2$), що простягаються вздовж усієї системи, поділяють її на невзаємодіючі між собою області і таким чином перешкоджають феромагнітному впорядкуванню. Зауважимо, що при зміні параметра ε_d від 0 до 1 результуючі зміни значень критичних показників достатні, щоб бути експериментально спостережуваними (для прикладу, значення ν_{\perp}

моделі Ізинга зростає на 13 відсотків). Отже, вплив протяжних дефектів на критичну поведінку тривимірних магнітних систем можна спостерігати експериментально.

У **третьому розділі** досліджуються універсальні характеристики полімерних систем у середовищі із далекосяжно-скорельованими безладом. Перший підрозділ присвячено опису та теоретико-польовому формулюванню моделі, запропонованої у роботі (Weinrib A., Halperin B.I. // Phys. Rev. B, 1983, **27** 413), де вважалося, що парна кореляційна функція домішок, розташованих у точках із координатами \vec{r} та \vec{r}' спадає на великих віддальх $|\vec{r} - \vec{r}'|$ згідно закону:

$$g(|\vec{r} - \vec{r}'|) \sim |\vec{r} - \vec{r}'|^{-b}, \quad b < d, \quad (9)$$

де b - деяка константа. Цілим значенням параметра b надається пряма фізична інтерпретація: кореляційна функція із $b = d - 1$ ($b = d - 2$) описує лінії (площини) домішок, випадково орієнтованих в об'ємі системи, в той час як значення $b = d$ відповідає точковим нескорельованим дефектам. Магнітні системи із таким типом безладу вже досліджувались як теретичними методами, так і методами комп'ютерних симуляцій. Було встановлено, що клас універсальності таких систем є новим. Вплив такого типу безладу на універсальні характеристики полімерних систем ще не досліджувався і становить предмет нашої роботи. Враховуючи, що фур'є-образ кореляційної функції (9) при малих значеннях хвильового вектора k має вигляд: $g(k) \sim v_0 + w_0 k^{b-d}$, де v_0 , w_0 додатні константи, ефективний польовий гамільтоніан моделі містить три константи зв'язку: u_0 , v_0 , w_0 , остання з яких власне характеризує вплив далекосяжно-скорельованого безладу на поведінку системи. Нас цікавить така модель у полімерній границі $m \rightarrow 0$, що відповідає моделі полімерного ланцюга у середовищі із далекосяжно-скорельованим безладом. Така границя нетривіальна, як було зауважено у роботі (Kim Y.// J. Phys. C, 1983, **16** 1345), у подвійній реплічній та полімерній границі ($n \rightarrow 0$, $m \rightarrow 0$) доданки із константами зв'язку u_0 , v_0 стають однакової симетрії, їх можна об'єднати, перейшовши таким чином до задачі лише із двома константами $U_0 = u_0 + v_0$, w_0 (надалі позначатимемо їх u_0 , w_0). Ефективний польовий гамільтоніан у результаті має вигляд:

$$H = \sum_k \sum_{\alpha=1}^n \frac{1}{2} (\mu_0^2 + k^2) (\vec{\phi}_k^\alpha)^2 + \frac{u_0}{4!} \sum_{\alpha=1}^n \sum_{k_1, k_2, k_3, k_4} \delta(k_1 + k_2 + k_3 + k_4) (\vec{\phi}_{k_1}^\alpha \vec{\phi}_{k_2}^\alpha) (\vec{\phi}_{k_3}^\alpha \vec{\phi}_{k_4}^\alpha) -$$

$$\frac{w_0}{4!} \sum_{\alpha, \beta=1}^n \sum_{k, k_1, k_2, k_3, k_4} |k|^{b-d} \delta(k_1 + k_2 + k) \delta(k_3 + k_4 - k) (\vec{\phi}_{k_1}^\alpha \vec{\phi}_{k_2}^\alpha) (\vec{\phi}_{k_3}^\beta \vec{\phi}_{k_4}^\beta), \quad m \rightarrow 0. \quad (10)$$

У другому підрозділі модель (10) досліджувалась у рамках теоретико-польової РГ як із застосуванням подвійного $\varepsilon = 4 - d$, $\delta = 4 - b$ -розкладу, що привів до якісних вказівок на

існування нетривіального впливу далекосяжно-скорельованого безладу на закони скейлінгу полімерних ланцюгів, так і у випадку фіксованої вимірності простору $d = 3$. Зокрема, у першому порядку ε , δ -розкладу ми отримали наступний результат для показника, що керує законом скейлінгу для середньоквадратичної відстані між кінцями полімерного ланцюга (2):

$$\nu = \frac{1}{2} + \frac{\delta}{8}, \quad \frac{\varepsilon}{2} < \delta < \varepsilon. \quad (11)$$

Досліджуючи задачу із ефективним гамільтоніаном (10) у другому порядку теорії збурень безпосередньо при вимірності простору $d = 3$ та фіксованих значеннях параметра b ми отримали результати для координат стійких нерухомих точок та відповідні значення універсальних показників подані у табл. 3.

b	u^*	w^*	ν	γ
2.9	4.13	1.47	0.64	1.25
2.8	4.73	1.68	0.64	1.26
2.7	5.31	1.81	0.65	1.28
2.6	5.89	1.87	0.66	1.29
2.5	6.48	1.89	0.66	1.31
2.4	7.10	1.87	0.67	1.33
2.3	7.76	1.84	0.68	1.36

Таблиця 3: Координати стійких нерухомих точок та відповідні критичні показники моделі полімера у середовищі із далекосяжно-скорельованим безладом при $d = 3$ і різних фіксованих значеннях кореляційного параметра.

Існує певне граничне значення кореляційного параметра (у межах наших обчислень $b_{\text{marg}} = 2.3$), нижче якого стійка нерухома точка у системі відсутня. Це може служити вказівкою на можливість колапсу полімерного клубка у середовищі, де безлад скорельований надто сильно.

Третій підрозділ присвячено обчисленню показників поправок до скейлінгу магнітних систем із далекосяжно-скорельованим безладом. Як відомо з теорії РГ, лише в асимптотичній області, де константи зв'язку відповідного ефективного гамільтоніана досягли значень, відповідних стійкій нерухомій точці, значення критичних показників є універсальними і виконуються співвідношення скейлінгу між ними. У неасимптотичній області присутні відхилення від значень показників у критичній точці, які спадають згідно степеневому закону із показником поправки до скейлінгу ω . Зокрема, для магнітної сприйнятливості маємо так зване розвинення Вегнера (Wegner F. J. // *Phys. Rev. B*, 1972, **5** 4529):

$$\chi \cong \Gamma_0 \tau^{-\gamma} (1 + \Gamma_1 \tau^{\omega\nu} + \Gamma_2 \tau^{2\omega\nu} + \dots), \quad (12)$$

де $\tau = (T - T_c)/T_c$, Γ_i – неуніверсальні амплітуди, γ, ν – асимптотичні значення критичних показників магнітної сприйнятливості та кореляційної довжини. У нашому дослідженні ми обчислили показники ω моделі із далекосяжно-скорельованим безладом (див. табл. 4) у рамках двопетлевого наближення методу теоретико-польової РГ, вони означаються як менше із власних значень матриці стійкості, складеної із похідних β -функцій у стійкій нерухомій точці. У недавній роботі (Ballesteros H. G., Parisi G. // Phys..Rev. B, 1999, **60** 12912) методом симуляцій Монте-Карло було отримано критичні показники моделі Ізинга у середовищі із далекосяжно-скорельованим безладом, показники поправки до скейлінгу відіграють важливу роль при інтерпретації таких симуляцій.

b	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
$\omega(m = 1)$	0.80	0.81	0.83	0.87	0.94	1.14	1.07	0.87	0.71	0.69
$\omega(m = 2)$	1.15	1.08	0.93	0.86	0.81	0.68	0.59	0.57	0.55	0.54
$\omega(m = 3)$	0.88	0.83	0.76	0.67	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59	0.68

Таблиця 4: Показники поправки до скейлінгу тривимірних m -компонентних моделей із далекосяжно-скорельованим безладом.

У **четвертому розділі** досліджується поведінка випадкових блукань без самоперетинів на перколяційному кластері, що має фрактальну структуру. Відомо, що слабкий безлад середовища не змінює універсальних характеристик випадкових блукань без самоперетинів, це підтверджено як аналітичними дослідженнями, так і комп'ютерними симуляціями. Проте, для моделі на перколяційному кластері ситуація більш контраверсійна. Існують багаточисленні симуляційні дослідження такої моделі, а також розвинено теорії типу Флорі, які односпайно вказують на те, що клас універсальності такої моделі є новим порівняно із чистою моделлю, однак на сьогодні існував єдиний результат дослідження моделі у рамках теоретико-польової РГ, перший порядок $\varepsilon = 6 - d$ - розкладу (Meir Y., Harris A. B.// Phys. Rev. Lett., 1989, **63** 2819).

Перший підрозділ присвячено теоретико-польовому формулюванню моделі випадкових блукань без самоперетинів на гратці із випадковими зв'язками, концентрація яких дорівнює перколяційній, так що випадкові блукання можуть здійснюватись лише на перколяційному кластері. Ефективний польовий гамільтоніан моделі отримується із вихідного граткового гамільтоніана у спінових змінних $S_i^\alpha(x)$, де $i = 1, \dots, m$ – спінові індекси, $\alpha = 1, \dots, n$ – реплічні

індекси шляхом узагальненого перетворення Стратоновича-Хаббарда до тензорних полів $\phi_k(x)$ із компонентами $\phi_{i_1, \dots, i_k}^{\alpha_1, \dots, \alpha_k}(x)$ спряженими до добутків $\prod_{t=1}^k S_{i_t}^{\alpha_t}(x)$ компонент реплікованих спінів.

Рисунок 1: Універсальний показник ν_p , що визначає середньоквадратичну відстань між кінцями траєкторії випадкових блукань без самоперетинів на перколяційному кластері. Трикутнички: результати, отримані на базі формули типу Флорі (Kim Y. // *J. Phys. A: Math. Gen.* 1990, **20** 1293), кружечки — результати точного підрахунку (Meir Y., Harris A. B. // *Phys. Rev. Lett.* 1989, **63** 2819), квадратики — наші результати.

У результаті отримується ефективний гамільтоніан моделі:

$$\mathcal{E}_d \neq \mathcal{O} \quad (13)$$

де: $\phi_k(q)\phi_k(-q) = \sum_{i_1, \dots, i_k=1}^m \sum_{\alpha_1, \dots, \alpha_k=1}^n |\phi_{i_1, \dots, i_k}^{\alpha_1, \dots, \alpha_k}(q)|^2$, $\phi^3(x)$ - символічне представлення добутку трьох полів

$\phi_k(x)$, тут дозволені лише такі кубічні члени, для яких пара реплічних індексів виникає лише двічі. Маємо систему взаємодіючих полів із різними масами r_k , так що в системі виникає мультикритичність.

У наступному підрозділі проведено дослідження моделі у рамках теоретико-польової ренормалізаційної групи у двопетловому наближенні. Відзначимо, що мультикритичність задачі приводить до існування спектру показників. Для показника, що визначає середньоквадратичну відстань між кінцями траєкторії випадкових блукань на перколяційному кластері, нами отримано наступний вираз:

$$\nu_p = \frac{1}{2} + \frac{\varepsilon}{42} + \frac{110\varepsilon^2}{21^3}, \quad \varepsilon = 6 - d. \quad (14)$$

Перший порядок розкладу відтворює відомий результат роботи Майра та Харріса. Чисельні оцінки показника безпосередньо при різних фіксованих вимірностях простору добре узгоджуються із результатами комп'ютерних симуляцій та методів точного підрахунку (див. рис.1).

Основні результати та висновки.

1. У дисертаційній роботі обчислено надійні значення критичних показників тривимірних магнітних систем із безладом у формі протяжних дефектів структури паралельної орієнтації. Отримано числові значення граничної ефективної вимірності протяжної домішки ε_d , вище якої

безлад приводить до зміни критичних показників та виникнення їх анізотропії при фазовому переході із пара- у феромагнітний стан.

2. Показано дотримання співвідношення між критичними показниками, що керують розбіжностями кореляційних довжин, паралельної і перпендикулярної до напрямку розташування протяжних домішок поблизу критичної точки: $\nu_{\parallel} > \nu_{\perp}$. Це відповідає такій фізичній ситуації: протяжні дефекти перешкоджають міжспіновій взаємодії у напрямку, перпендикулярному до їх розташування, а отже у паралельному напрямку флуктуації сильніші і розбіжність кореляційної функції більш різка.
3. Показано, що полімери у середовищі із далекосяжно скорельованим безладом, що характеризується кореляційною функцією $\sim x^{-b}$, описуються новими законами скейлінгу та обчислено кількісні значення універсальних показників. Коли кореляції безладу стають надто сильними, а саме при значенні кореляційного параметра нижче деякого граничного b^{arg} , передбачено кросовер до режиму колапсу полімерного клубка. Також обчислено показники поправки до скейлінгу магнітних систем із таким типом безладу.
4. Досліджено універсальні характеристики випадкових блукань без самоперетинів на перколяційному кластері. Обґрунтовано мікроскопічний гамільтоніан моделі, вперше отримано кількісні значення універсальних показників у доброму узгодженні із результатами комп'ютерних симуляцій, методів точного підрахунку та теорій типу Флорі.

Результати дисертації опубліковано в таких роботах:

1. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Polymers in media with long-range-correlated quenched disorder.// J. Mol. Liq. - 2001. - **92**. - P.77-84.
2. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Polymers in long-range-correlated disorder.// Phys. Rev. E. - 2001. - **64**. - 041102.
3. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Change in polymer scaling laws due to disorder.// J. Phys.: Condens. Matter - 2002. - **14**. - P.9465-9468.
4. Blavats'ka V., Holovatch Yu. A three-dimensional random Ising model: resummation of five-loop series.// J. Phys. Stud. - 2001. - **5**, № 3/4. - P.261-267.
5. Blavats'ka V., Holovatch Yu. On the critical properties of the three-dimensional random Ising model.// J. Mol. Liq. - 2003. - **105**, № 2/3. - P. 221-225.
6. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. On the critical behavior of three-dimensional magnetic systems with extended impurities.// Acta Phys. Slovaca - 2002. - **52**, № 4. - P.317-322.

7. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Critical behavior of magnetic systems with extended impurities in general dimensions.// Phys. Rev. B. - 2002. - **67**. - 094404.
8. Holovatch Yu., Blavats'ka V., Dudka M., von Ferber C., Folk R., Yavors'kii T. Weak quenched disorder and criticality: resummation of asymptotic(?) series.// Int. J. Mod. Phys. B. - 2002. - **16**, № 27. - P.4027-4079.
9. von Ferber C., Blavats'ka V., Folk R., Holovatch Yu. Where two fractals meet: the scaling of a self-avoiding walks on a percolation cluster. // Preprint Ukr. Acad. Sci. Institute for Condensed Matter Physics; ICMP-04-02E. – Lviv: 2004. – 9 P.; preprint *cond-mat* 0312065. - 2003. - 4 P.
10. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Self-avoiding walks in random media with long-range-correlated quenched disorder, In: Int. Conf. "MECO 25, Middle European Cooperation in Statistical Physics", March 9-11, 2000, Pont-a-Mousson, France, Abstracts, p.P27.
11. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Polymers in media with long-range-correlated quenched disorder, In: Int. Conf. "Modern Problems of Soft Matter Theory", Lviv, August 27-31, 2000, Abstracts, p.89.
12. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. New scaling laws for polymers in disorder, In: Int. Conf. "PLM MP 2001, Physics of liquid Matter: Modern Problems", Kyiv, Ukraine, September 14-19, 2001, Abstracts, p.56.
13. Blavats'ka V., Holovatch Yu. Three-dimensional random Ising model: resummation of five-loop series, In: Int. Conf. "PLM MP 2001, Physics of liquid Matter: Modern Problems", Kyiv, Ukraine, September 14-19, 2001, Abstracts, p.72.
14. Blavats'ka V., von Ferber C., Holovatch Yu. Critical behavior of magnetic systems with extended impurities in general dimensions, In: Int. Conf. "MECO 28, Middle European Cooperation in Statistical Physics", March 20-22, 2003, Saarbrucken, Germany, Abstracts, p.62.

Блавацька В. Б. Вплив протяжних домішок на закони скейлінгу для магнетиків та полімерів.– Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – теоретична фізика., Інститут фізики конденсованих систем Національної академії наук України, Львів, 2004.

У дисертаційній роботі досліджено універсальні характеристики критичної поведінки полімерних та магнітних систем із трьома типами складних дефектів структури: протяжних дефектів паралельної орієнтації, далекосяжно-скорельованих дефектів випадкової орієнтації та дефектів у формі доповнення до перколяційного кластера. Дослідження особливостей поведінки полімерних систем проводиться у рамках ґраткової моделі випадкових блукань без самоперетинів. Методом

дослідження обрано метод теоретико-польової ренормалізаційної групи із застосуванням методик пересумовування розбіжних рядів асимптотичної природи. Показано, що присутність у системі протяжних дефектів паралельної орієнтації приводить до зміни законів скейлінгу при фазовому переході із пара- у феромагнітний стан і обчислено значення критичних показників в новому класі універсальності. Встановлено, що полімери у середовищі із далекосяжно скорельованим безладом описуються новими законами скейлінгу. Досліджено універсальні характеристики випадкових блукань без самоперетинів на перколяційному кластері, що має фрактальну структуру та отримано кількісні значення універсальних показників.

Ключові слова: *магнетики, випадкові блукання без самоперетинів, протяжні дефекти, критична поведінка, ренормалізаційна група, універсальні показники .*

Блавацкая В. Б. Влияние протяженных примесей на законы скейлинга для магнетиков и полимеров. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика. Институт физики конденсированных систем Национальной академии наук Украины, Львов, 2004.

В диссертационной работе исследованы универсальные характеристики критического поведения полимерных и магнитных систем с тремя типами сложных дефектов структуры: протяженных дефектов параллельной ориентации, дефектов случайной ориентации, скореллированных на больших расстояниях и дефектов в виде дополнения к перколяционному кластеру. Исследование особенностей поведения полимерных систем проводится в рамках решеточной модели случайных блужданий без самопересечений. Методом исследования избран метод теоретико-полевой ренормализационной группы с применением техник суммирования разбегающихся рядов асимптотической природы. Показано, что присутствие в системе протяженных дефектов параллельной ориентации приводит к изменению законов скейлинга при фазовом переходе с пара- в феромагнитное состояние и вычислены значения критических показателей в новом классе универсальности. Установлено, что полимеры в среде с беспорядком, скореллированным на больших расстояниях, описываются новыми законами скейлинга. Исследованы универсальные характеристики случайных блужданий без самопересечений на перколяционном кластере, имеющем фрактальную структуру и получены количественные значения универсальных показателей.

Ключевые слова: *магнетики, случайные блуждания без самопересечений, протяженные дефекты, ренормализационная группа, критическое поведение, универсальные показатели.*

Blavats'ka V. B. Influence of extended impurities on the scaling laws for polymers and magnets. – Manuscript.

Thesis for the defending of the scientific degree of candidate of physical and mathematical sciences, speciality 01.04.02 – theoretical physics. Institute for Condensed Matter Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 2004

The present work concerns the universal properties of the critical behaviour of polymers and magnetic systems with three types of complex structural disorder: extended defects of parallel orientation, long-range-correlated defects of random orientation and defects in the form of complement to the percolation cluster. The model of self-avoiding walks (SAWs) on a regular lattice is used to describe the universal properties of long flexible polymer chains in a solvent. The SAWs on disordered lattices serve as a model for polymer solutions in disordered media. The field-theoretical renormalization group (RG) approach with applying of resummation techniques for asymptotically divergent perturbation theory series is used as the method of investigation.

We investigated the critical behavior of a d -dimensional m -component spin system with quenched random nonmagnetic impurities, which are strongly correlated in ε_d dimensions and randomly distributed over the remaining $d - \varepsilon_d$ dimensions. Such a system is no longer isotropic; the idea of two different correlation lengths naturally arises since the system is expected to behave differently along the directions “parallel” to the ε_d -dimensional impurity and along the “perpendicular” directions. The case $\varepsilon_d = 0$ is associated with point-like defects, and extended parallel linear (planar) defects are related to the cases $\varepsilon_d = 1$ ($\varepsilon_d = 2$). Generalizing ε_d to non-negative real numbers it may be interpreted as an effective fractal dimension of a complex random defect system. The renormalization group calculations are performed in the minimal subtraction scheme, the two-loop RG functions are analyzed for different fixed values of the parameters d, ε_d and the Chisholm-Borel resummation technique is applied. The values of the stable fixed point coordinates and critical exponents for three-dimensional systems are extracted, as well as the estimate for the lower marginal value for parameter ε_d is obtained. It is found, that the relation $\nu_{\parallel} > \nu_{\perp}$ holds, which describes the following physical situation: the extended defects cut interacting paths of spins perpendicular to the extended-defect direction, so in the parallel direction the fluctuations are stronger and the correlation length more sharply diverges.

The scaling properties of polymers in a d -dimensional medium with quenched defects that have power law correlations $g(x) \sim x^{-b}$ for large separations x are studied. Such a type of disorder is known to be relevant for magnetic phase transitions. We apply the field-theoretical renormalization group

approach and perform calculations both in a double expansion in $\varepsilon = 4 - d, \delta = 4 - b$ and in a fixed $d = 3$ technique, treating the correlation parameter b as the continuous variable. In the latter case the appropriate resummations techniques are applied. It is found that the asymptotic behaviour of SAWs on a lattice with long-range-correlated disorder is governed by a set of new exponents and qualitative estimates for them are presented. When the correlation is too strong, i.e. the correlation parameter b is below some marginal value $b_{m \text{ arg}} \cong 2.3$ then a crossover to the collapse of the polymer coil is predicted. The correction-to-scaling exponents for both the polymer and magnetic systems with such a type of disorder are presented.

The critical behaviour of a $d = 3$ - dimensional weakly diluted quenched Ising model is investigated, analyzing the series for the renormalization group functions obtained in a minimal subtraction scheme. The method of subsequent resummation, developed in the context of the $d = 0$ -dimensional random Ising model is applied, the convergence properties of the series are discussed and the results of the critical exponents increasing the order of approximation to 5-loop level are given.

The scaling properties of SAWs on a d -dimensional diluted lattice at the percolation threshold are analyzed. It is found that via the renormalization the multifractal properties of this model are directly accessible. The estimate for critical exponent, governing the end-to-end distance of SAWs on a percolation cluster is found, based on the second-order $\varepsilon = 6 - d$ -expansion, which is in a good agreement with the available Monte Carlo simulation and exact enumeration data.

Key words: *magnets, self-avoiding walks, extended defects, renormalization group, critical behaviour, universal exponents.*
