

Заключение. Получено уравнение порога нейтронизации холодного водорода при наличии интенсивного внешнего магнитного поля в модели, в которой электроны находятся в состояниях с квантовыми числами $n=0$ и $s=-1/2$, $n=1$ и $s=-1/2$, $n=0$ и $s=+1/2$ (спиновая поляризация частичная), а протоны – в состояниях с квантовыми числами $n=0$ и $s=-1/2$, $n=1$ и $s=-1/2$ (спиновая поляризация полная, но без достижения квантового предела). В выражении для химического потенциала нейтронов учтена энергия ядерного взаимодействия с протонами. Полученное уравнение имеет решения $n_p \sim 10^{30}-10^{31} \text{ см}^{-3}$ при $B \sim 10^{14} \text{ Гс}$.

Список цитируемых источников

1. Саакян, Г. С. Равновесные конфигурации вырожденных газовых масс / Г. С. Саакян. — М. : Наука, 1972. — 344 с.
2. Шапиро, С. Л. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды: В 2-х ч. : пер. с англ. / С. Л. Шапиро, С. А. Тьюколски. — М. : Мир, 1985. — Ч. 1. — 256 с., ил.
3. Секержицкий, В. С. Равновесные системы фермионов и бозонов в магнитных полях : монография / В. С. Секержицкий ; Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина. — Брест : Издательство БрГУ, 2008. — 198 с.
4. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров; редкол. Д. М. Алексеев [и др.]. — М. : Большая рос. энцикл., 1994. — Т. 4: Пойнтинга—Робертсона — Стримеры. — 704 с.
5. Барышевский, В. Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В. Г. Барышевский. — М. : Энергоатомиздат, 1995. — 320 с.
6. Серый, А.И. Об эффектах ядерного псевдомagnetизма в вырожденной нуклонной среде / А.И. Серый // Веснік Брэскага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаучых навук. — 2006. — № 2(26). — С. 33 — 43.
7. Серый, А.И. О некоторых поляризационных эффектах в астрофизической плазме. / А.И. Серый // Веснік Брэскага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». — 2014. — № 1. — С. 30 — 43.
8. Серый, А.И. О ферромагнетизме вырожденной нейтронно-протонной системы. / А.И. Серый // Веснік Брэскага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». — 2012. — № 1. — С. 30 — 37.
9. Серый, А.И. Об уравнении бета-равновесия электронно-нуклонной системы при высоких плотностях / А. И. Серый, А. П. Сулим // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов. Респ. науч.-практ. конф., Брест, 23—24 апр. 2020 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. И. Басика. — Брест : БрГУ, 2020. — 140 с. — С. 130—132.
10. Sery, A.I. ON THE REFINEMENT OF SOME RESULTS OF STUDIES OF A DEGENERATE ELECTRON-NUCLEON MEDIUM / A.I. Sery // Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики : сборник статей V Международной научно-практической конференции. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2023. — 256 с. — С. 15—17.
11. Серый, А.И. К вопросу о нейтронизации электронно-нуклонного вещества с учетом поправок второго порядка по длинам нуклон-нуклонного рассеяния / А. И. Серый // Наука — практике : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 мая 2023 г. в 2 ч. / Барановичск. гос. ун-т ; редкол. : В. В. Климук [и др.]. — Барановичи : БарГУ, 2023. — Ч. 2. — 295 с. — С. 26—28.
12. Sery, A.I. ON THE INFLUENCE OF AN EXTERNAL MAGNETIC FIELD ON A COLD ELECTRON-NUCLEON SUBSTANCE BETA-EQUILIBRIUM / A.I. Sery // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб/ ст/ LXV Междунар/ науч/-практ/ конф. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2023. — 378 с. — С. 17—20.
13. Серый, А.И. О нахождении порога нейтронизации крайне вырожденного водорода в квантующем магнитном поле при нахождении фермионов на нулевом уровне Ландау / А.И. Серый // СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ: сборник статей XXXVI Международной научно-практической конференции. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2024. — 174 с. — С. 9—11.
14. Серый, А.И. О термодинамическом описании электронного газа в магнитном поле / А.И. Серый // Веснік Брэскага ўніверсітэта. Серыя 4 «Фізіка. Матэматыка». — 2023. — № 1. — С. 53—64.
15. Ситенко, А. Г. Лекции по теории ядра / А. Г. Ситенко, В. К. Тартаковский. — М. : Атомиздат, 1972. — 352 с.

УДК 510

А. А. Сиваева, Ю. Ф. Мирошникова

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
Барановичи, Республика Беларусь

ФРАКТАЛЫ ЖЮЛИА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОСТОЯННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ КВАДРАТНОГО УРАВНЕНИЯ

Введение. Актуальность данной темы обусловлена многообразием областей, в которых фракталы находят применение, включая науку, технику и искусство. Фрактальные структуры демонстрируют широкий спектр применений в математике, особенно в контексте моделирования природных явлений. Их использование в компьютерной графике позволяет создавать высокореалистичные изображения ландшафтов и других естественных форм за счет учета самоподобия и масштабируемости. Благодаря этим уникальным характеристикам, фракталы также пригодны для анализа сложных систем, включая биологические и геофизические процессы. Фрактальные методы находят свое применение в финансовой сфере, где они играют важную роль в анализе рыночных тенденций, цикличности и волатильности ценовых движений. Эти методы используются для анализа временных рядов цен на активы, такие как акции и валюты, что позволяет аналитикам принимать более обоснованные решения при инвестировании и управлении рисками. Более того, фрактальные подходы применяются для моделирования финансовых систем в целом, что способствует лучшему пониманию и прогнозированию рыночных трендов в различных сценариях.

Несмотря на значительный объем исследований, посвященных фракталам, они продолжают привлекать внимание ученых, что свидетельствует о потенциальной перспективности этой области. Важно отметить, что

более глубокое изучение фракталов может привести к новым открытиям и применениям. Несмотря на то, что не всегда сразу же находится практическое применение этим нововведениям в настоящее время, но они могут быть значимыми для научных исследований в будущем.

Целью работы является изучение структуры фракталов множества Жюлиа по функции $z = z^2 + c$, где в c — это корни квадратного уравнения при изменении его постоянных коэффициентов.

Основная часть. Понятие самоподобия играет важную роль в определении фрактала. Самоподобие объекта проявляется в том, что его общая структура или некоторые его части сохраняют сходство при изменении масштаба. Таким образом, при рассмотрении объекта с самоподобием можно наблюдать, что его целостное изображение идентично или подобно отдельным его частям при различных уровнях масштабирования.

Фракталом называется структура, состоящая из самоподобных элементов, сохраняющих сходство при различных масштабах.

Выделяют три основных типа фракталов:

1. Геометрические фракталы — это структура, которая начинается с какой-то геометрической фигуры и при каждой итерации это фигура изменяется.

2. Алгебраические фракталы — это фракталы, которые строятся с использованием математических формул, где на каждом шаге итерации применяется определенная математическая операция или формула.

3. Стохастические фракталы похожи на алгебраические фракталы, но на каждом шаге процесса формула или структура фрактала изменяется случайным образом в соответствии с определенными вероятностными закономерностями.

Среди алгебраических фракталов наибольший интерес представляют фракталы Жюлиа и Мандельброта. Фрактал множества Жюлиа представляет собой множество точек бифуркации.

Исследуем поведение фрактала Жюлиа по функции вида: $z = z^2 + c$, где c — комплексное число, являющееся корнем квадратного уравнения $dx^2 + ex + f = 0$.

Проведём построение фракталов Жюлиа при изменении постоянных коэффициентов в квадратном уравнении.

Для их построения будем увеличивать поочерёдно постоянные коэффициенты квадратного уравнения, и при его решении отбирать один из корней, подставляя его вместо c в функцию $z = z^2 + c$.

Построим фракталы, увеличивая постоянный коэффициент d от 1 до 100, а остальные коэффициенты, приняв за 1 (рисунок 1).

Приведём изображение фракталов при увеличении постоянного коэффициента e от 1 до 50, а остальные коэффициенты принимаем за 1 (рисунок 2).

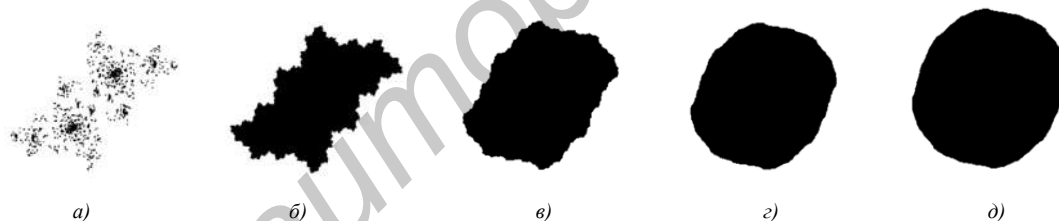


Рисунок 1 — Фракталы: a — фрактал при $d = 2$; b — фрактал при $d = 3$; $в$ — фрактал при $d = 10$; $г$ — фрактал при $d = 50$; $д$ — фрактал при $d = 100$

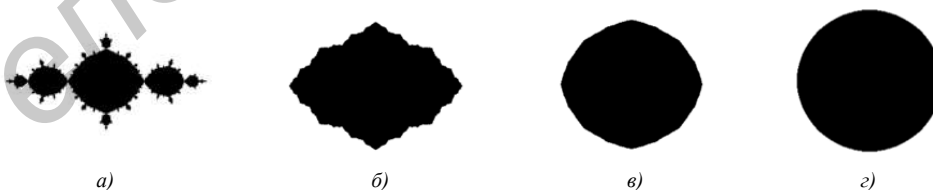


Рисунок 2 — Фракталы: a — фрактал при $e = 2$; b — фрактал при $e = 3$; $в$ — фрактал при $e = 10$; $г$ — фрактал при $e = 50$

При увеличении постоянного коэффициент f от 1 до 100, а остальные коэффициенты, принимая за 1, изображение построить не удаётся.

При увеличении постоянных коэффициентов d и e от 1 до 10 одновременно, а f принимая за 1, изображения принимают следующий вид (рисунок 3).

Увеличивая постоянные коэффициенты d и f от 1 до 10 одновременно, а e принимая за 1, изображение построить не удалось.

При увеличении постоянных коэффициентов e и f от 1 до 50 одновременно, а $d = 1$, фракталы принимают следующий вид (рисунок 4).

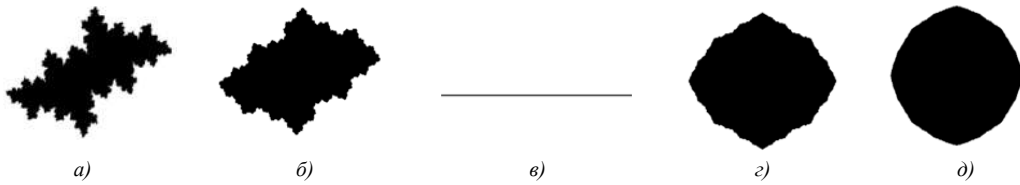


Рисунок 3 — Фракталы: *a* — фрактал при $d=2$ и $e=2$; *б* — фрактал при $d=3$ и $e=3$;
в — фрактал при $d=4$ и $e=4$; *г* — фрактал при $d=5$ и $e=5$; *д* — фрактал при $d=10$ и $e=10$



Рисунок 4 — Фракталы: *a* — фрактал при $f=5$ и $e=5$; *б* — фрактал при $f=6$ и $e=6$;
в — фрактал при $f=10$ и $e=10$; *г* — фрактал при $f=50$ и $e=50$

Заключение. Построение фракталов множества Жюлиа по функции $z = z^2 + c$, где c — это корни квадратного уравнения при изменении его постоянных коэффициентов, позволяет сделать заключение о том, что при достаточно малых значениях коэффициентов изображение носит более рассеянный характер, а при увеличении коэффициентов квадратного уравнения, изображение сглаживается и носит более плотный характер. Однако при любых значениях коэффициентов изображение является симметричным.