

# ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ЛОВУШЕК НА ЗАХВАТ ДИФФУНДИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ В ПРОСТРАНСТВАХ РАЗЛИЧНОЙ РАЗМЕРНОСТИ

*В. Е. Архинчев<sup>a,b,\*</sup>, Б. В. Хабитыев<sup>c</sup>, С. П. Мальцев<sup>c</sup>, Д. Ф. Дерюгин<sup>c</sup>*

<sup>a</sup> *Atomic Molecular and Optical Physics Research Group, Institute for Advanced Study in Technology, Ton Duc Thang University Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>b</sup> *Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Ton Duc Thang University Ho Chi Minh City, Vietnam*

<sup>c</sup> *Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова 670000, Улан-Удэ, Россия*

Поступила в редакцию 8 января 2025 г.,  
после переработки 8 января 2026 г.  
Принята к публикации 18 января 2026 г.

Исследована динамика диффундирующих частиц в средах с поглощающими ловушками при наличии внешнего электрического поля методами численного моделирования в пространствах различной размерности: одномерное, двумерное и трехмерное. Показано, что на больших временах дрейф частиц под действием электрического поля становится доминирующим механизмом, определяющим временную асимптотику вероятности выживания. Установлены зависимости характерного времени экспоненциального убывания числа частиц от концентрации ловушек и напряженности электрического поля. Обнаружено явление перехода от локализации частиц к субдрейфовому режиму, аналогичное фазовым переходам второго рода. Результаты подтверждают применимость скейлингового подхода к задаче захвата частиц в электрическом поле.

**Ключевые слова:** диффузия, поглощающие ловушки, электрическое поле, численное моделирование, вероятность выживания, дрейф, размерность пространства, скейлинг, фазовый переход

DOI: 10.7868/S3034641X26030066

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Диффузия частиц в неоднородных средах с поглощающими ловушками представляет собой классическую проблему статистической физики и теории переноса [1–3]. Интерес к ней обусловлен как фундаментальными аспектами (аналогия с локализацией в неупорядоченных системах [4]), так и приложениями в физике конденсированного состояния, химической кинетике, биологии и материаловедении. В работе [5] подробно исследовался захват диффундирующих частиц на случайно распределенные в пространстве поглощающие ловушки. На малых

временах  $t \ll t_c$ , где  $t_c = (Dc^{2/d})^{-1}$  (здесь  $D$  — коэффициент диффузии,  $c$  — концентрация ловушек,  $d$  — размерность пространства), установлено экспоненциальное убывание плотности вероятности  $W$  нахождения частицы в среде с поглощающими ловушками [5]:

$$W(t; c) \approx W_0 \exp\left(-\frac{t}{t_c}\right), \quad (1)$$

где  $W_0$  — плотность вероятности в начальный момент времени. На больших временах доминирующую роль играют области, свободные от ловушек, что приводит к дробно-экспоненциальному поведению [6]:

$$W(t; c) \approx W_0 \sqrt{\frac{Dtc^2}{3\pi}} \exp\left\{-\frac{3\sqrt{\pi}(Dtc^2)^{1/3}}{2}\right\}. \quad (2)$$

\* E-mail: valeriyarkhincheev@tdtu.edu.vn

Включение постоянного электрического поля  $E$  добавляет в задачу два новых параметра: «полевое» время  $t_E = v^2/D$ , на котором дрейфовое смещение сравнивается с диффузионным ( $v^2 t_E^2 \approx D t_E$ , где  $v = \mu E$ ,  $\mu$  — подвижность частицы), и безразмерный параметр  $qEl/kT$  ( $q$  — заряд частицы), характеризующий отношение работы поля на среднем расстоянии между ловушками  $l = 1/c$  к тепловой энергии. Теоретически предсказано [7–10], что в сильных полях или на больших временах дрейфовой механизм становится определяющим, что приводит к новой временной асимптотике вероятности выживания и возможности фазового перехода от локализованного состояния к дрейфовому.

Целью настоящей работы является численное исследование влияния электрического поля и концентрации ловушек на кинетику захвата диффундирующих частиц в пространствах различной размерности. Особое внимание уделяется установлению асимптотик вероятности выживания, определению характерных времен и анализу перехода к дрейфовому режиму. В работе представлены результаты численного моделирования, устанавливающие зависимость эффективного времени жизни частиц  $\tau(c; E)$  от напряженности электрического поля  $E$  и концентрации ловушек  $c$  для пространств различных размерностей ( $d = 1, 2, 3$ ), обобщающие ранее полученные результаты моделирования для двумерного случая [10]. Результаты визуализированы в виде двумерных поверхностей зависимости эффективного времени жизни частиц  $\tau(c; E)$  как функции концентрации ловушек  $c$  и электрического поля  $E$ . Статья построена следующим образом. В разд. 2 приведены основные теоретические результаты по влиянию электрического поля на захват частиц. В разд. 3 описаны алгоритм, методы моделирования, включая визуализацию результатов. В разд. 4 приведены результаты численного моделирования. В Заключение обсуждены полученные результаты. В Приложении описаны алгоритмы и параметры моделирования.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

### 2.1. Постановка задачи и основные уравнения

Рассматривается уравнение диффузии с дрейфом для плотности вероятности нахождения частицы в среде с поглощающими ловушками:

$$\frac{\partial W(x, t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 W(x, t)}{\partial x^2} + v \frac{\partial W(x, t)}{\partial x}. \quad (3)$$

Ловушки моделируются как поглощающие границы в точках  $x_i$ , расположенных случайным образом с концентрацией  $c$ . Начальное условие соответствует равномерному распределению частиц, граничные условия — поглощению на ловушках:

$$W(x, 0) = \frac{1 - c}{L}, \quad (4)$$

$$W(x_i, t) = W(x_{i+1}, t) = 0.$$

Здесь  $L$  — длина цепочки,  $x_i, x_{i+1}$  — координаты поглощающих ловушек. Искомая величина  $\overline{W}(t)$  — вероятность выживания, равна среднему значению

$$\overline{W}(t) = \sum_i W(t, x_i) = \sum_i \int_{x_i}^{x_{i+1}} W(x, t; x_i) dx. \quad (5)$$

Для случайного пуассоновского распределения ловушек,  $f(l) = c \exp(-cl)$ , где  $c = N/L$  — концентрация ловушек,  $N$  — количество частиц в системе, получим формулу (1) на малых временах и формулу (2) на больших временах. Решение методом разделения переменных приводит к экспоненциальному убыванию вероятности выживания:

$$\overline{W}(t; E) \approx \exp\left(-\frac{v^2 t}{4D}\right). \quad (6)$$

Учет флуктуаций концентрации ловушек приводит к более сложной асимптотике [7]:

$$\overline{W}(t; E) \approx W_0 \times \exp\left\{-\frac{v^2}{4D} t - \frac{3\pi^{1/2} \left(Dtc^{1/3} \left[1 + \frac{qE}{4ckT}\right]\right)^{1/3}}{2}\right\}. \quad (7)$$

### 2.2. Средняя скорость дрейфа и фазовые переходы

Для описания средней скорости дрейфа вводится первый момент смещения частицы

$$\langle X \rangle = \sum_{i=1}^{\infty} \int_{x_i}^{x_{i+1}} (x - x_i) W(x, t, v(E)) dx. \quad (8)$$

В приближении эффективной среды на малых временах смещение конечно,

$$\langle X \rangle = c^{-1} + Cvt_c, \quad C = \text{const}, \quad (9)$$

и средняя скорость дрейфа равна нулю,

$$\langle V \rangle = \frac{d\langle X \rangle}{dt} = 0, \quad (10)$$

что соответствует полной локализации. На больших временах флуктуационный механизм приводит к субдрейфовому поведению:

$$\langle V \rangle = \frac{d\langle X \rangle}{dt} \approx v \left( \frac{t_c}{t} \right)^{1/3}, \quad (11)$$

что аналогично процессам с аномальной диффузией. Более подробно эти процессы исследованы методами численного моделирования.

### 3. МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Моделирование проводилось на основе алгоритма случайных блужданий на дискретной сетке. Частицы совершают шаги в направлениях осей координат с вероятностями, скорректированными на действие электрического поля. Ловушки размещались случайно с заданной концентрацией и поглощали частицы при попадании. Основные параметры модели: размерность пространства ( $d = 1, 2, 3$ ); концентрация ловушек; напряженность электрического поля  $E$ ; коэффициент диффузии  $D$ , подвижность  $\mu$ ; начальное распределение частиц. Подробное описание параметров и алгоритма приведено в Приложении. Программная реализация выполнена на языке C++ с использованием генератора случайных чисел Mersenne Twister. Для ускорения вычислений применена параллелизация с помощью OpenMP. Для визуализации результатов разработаны программы на языке Python для построения графиков плотности, траекторий и тепловых карт. Ключевыми вычисляемыми величинами являлись: вероятность выживания  $\bar{W}(t)$ ; характерное время жизни  $\tau(c; E)$ ; среднее смещение и эффективная скорость дрейфа.

## 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### 4.1. Одномерный случай

Результаты численного моделирования приведены на рис. 1–5. Все величины ( $x, t, E, c, \tau$ ) даны в безразмерных единицах. На рис. 1 представлены распределения частиц и ловушек в разные моменты времени. При включении поля наблюдается направленный дрейф частиц вдоль поля, что приводит к ускоренному поглощению.

На графиках наблюдается диффузионное «расползание» частиц и уменьшение их плотности в центре вследствие поглощения ловушками; при включении поля частицы начинают смещаться вдоль поля

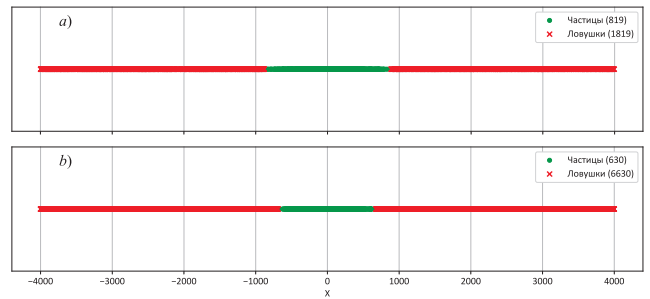


Рис. 1. *a* — Диффузия вдоль отрезка с ловушками.  $t = 100000$  в нулевом электрическом поле. Концентрация ловушек  $c = 0.05$ , они окрашены в красный цвет. *b* — Диффузия в электрическом поле — смещение частиц вправо по полю  $t = 155910$ ,  $c = 0.666667$ , анизотропия  $\alpha = qEa/kT = 0.01$ , где  $a$  — минимальное расстояние, на которое смещается частица (все длины в задаче измеряются в единицах  $a$ ). Концентрация ловушек  $c = 0.05$ , они окрашены в красный цвет

(вправо). Время жизни  $\tau(c; E)$  (рис. 2) резко уменьшается с ростом  $E$ , особенно в области высоких концентраций ловушек.

Согласно выполненным расчетам, в нулевом электрическом поле время жизни  $\tau(c)$  описывается гиперболической зависимостью от концентрации  $c$ , что согласуется с теоретическими предсказаниями. Однако включение электрического поля приводит к существенно более слабой зависимости  $\tau(c; E)$ . Это обусловлено одномерным характером движения: частица не может обойти ловушку, и при наличии дрейфа факт попадания в первую же встреченную ловушку становится определяющим, делая величину концентрации ловушек менее значимой.

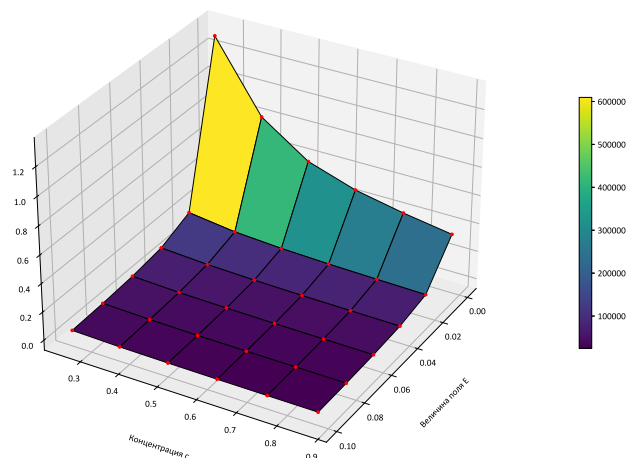


Рис. 2. Зависимость времени жизни от концентрации и величины электрического поля,  $\tau(c, E)$ , в одномерном случае

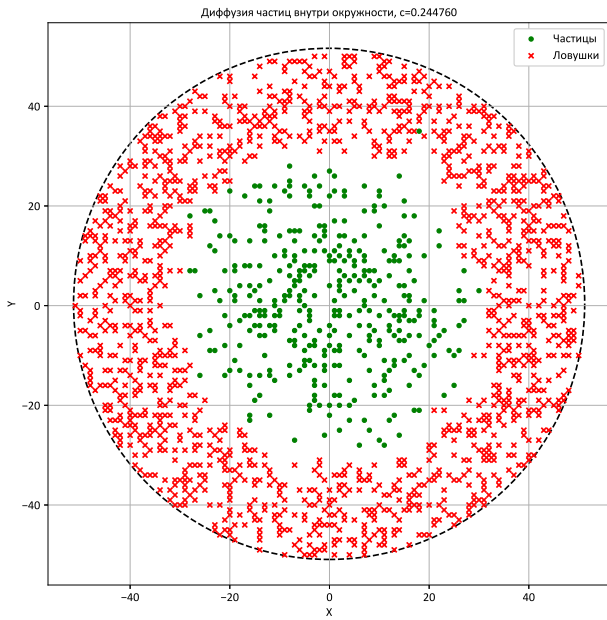


Рис. 3. Диффузия частиц (зеленый цвет) внутри окружности; концентрация ловушек (красный цвет)  $c = 0.244760$

### 4.2. Двумерный случай

Моделирование в круговой области (рис. 3) подтверждает усиление поглощения под действием поля. Зависимость  $\tau(c; E)$  в двумерном случае (рис. 4) выражена слабее, чем в одномерном, что связано с возможностью обхода ловушек. Наблюдаемая зависимость соответствует формуле (7) и носит степенной (гиперболический) характер по концентрации  $c$ , а также по напряженности поля  $E$ .

### 4.3. Трехмерный случай

Результаты моделирования в трехмерном случае качественно аналогичны двумерному случаю (рис. 5). По-видимому, это обусловлено тем, что направленный дрейф вдоль электрического поля становится доминирующим механизмом переноса, что делает влияние дополнительной пространственной степени свободы менее значимым.

В двумерном и трехмерном случаях наблюдается монотонное степенное (гиперболическое) уменьшение времени жизни  $\tau(c; E)$  с ростом концентрации  $c$  и напряженности поля  $E$ , что соответствует квазиодномерному дрейфовому движению вдоль поля и согласуется с формулой (7).

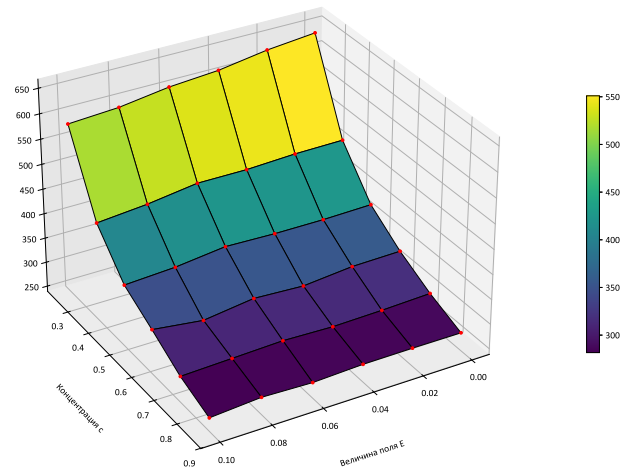


Рис. 4. Зависимость времени жизни от концентрации и величины электрического поля,  $\tau(c, E)$ , в двумерном случае

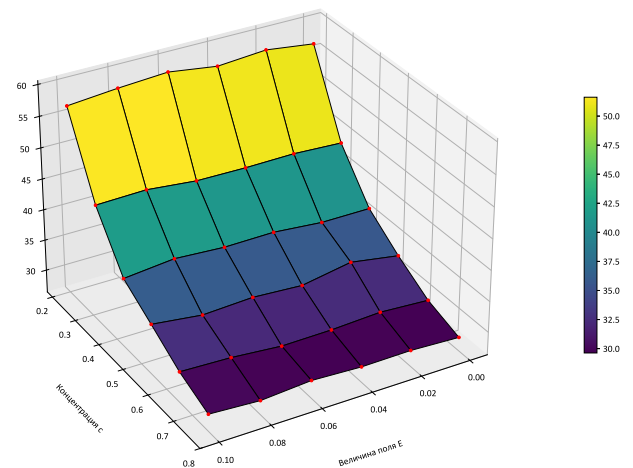


Рис. 5. Зависимость времени жизни от концентрации и величины электрического поля,  $\tau(c, E)$ , в трехмерном случае

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведено комплексное численное исследование захвата диффундирующих частиц на поглощающие ловушки в электрическом поле в одномерных, двумерных и трехмерных пространствах. Разработана теория процессов захвата частиц на ловушки во внешнем электрическом поле. Проведено численное моделирование этих процессов и установлена зависимость эффективного времени жизни частиц в средах с ловушками от концентрации ловушек и величины электрического поля. Сопоставление с аналитической теорией [7–10] позволило установить следующие основные результаты.

1. Электрическое поле существенно ускоряет поглощение частиц, что проявляется в уменьшении характерного времени жизни  $\tau(c; E)$ .

2. На больших временах дрейфовой механизм становится доминирующим, а вероятность выживания описывается экспоненциальной асимптотикой с полевой зависимостью (7).

3. Наблюдается переход от локализации (состояния с нулевой средней скоростью) в одномерном случае к субдрейфовому режиму (состоянию с ненулевой, но убывающей со временем скоростью), аналогичный фазовому переходу второго рода. Этот переход является непрерывным, что позволяет классифицировать его как фазовый переход второго рода. Это различие в поведении частиц в электрическом поле для одномерного случая и для случаев двумерных и трехмерных пространств видно также и на зависимости эффективного времени жизни частиц как функции электрического поля и концентрации ловушек (см. также [11–16]).

Одномерный случай отличается наибольшей чувствительностью к наличию ловушек и поля, что связано с отсутствием обходных путей, поскольку в одномерном случае существование даже одной ловушки критично для динамики частиц. Полученные результаты важны для понимания транспорта в неоднородных средах, а также в задачах химической кинетики, биологической диффузии и при разработке основ управления транспорта и кинетики в сложных системах внешними полями.

**Финансирование.** Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант № 24-21-00356), <https://rscf.ru/project/24-21-00356/>.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Вклад авторов.** Вклад авторов равноценен.

## ПРИЛОЖЕНИЕ. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Параметры модели, которые непосредственно влияют на движение частиц.

1. Направление и интенсивность электрического поля: электрическое поле оказывает направленное воздействие на частицы, заставляя их чаще смещаться в сторону поля. Для этого к случайным перемещениям частиц добавляется постоянный сдвиг, описывающий действие электрического поля.

2. Взаимодействие частиц в пространстве: частицы не притягиваются и не отталкиваются друг от друга, но не могут занимать одно и то же место одновременно. В случае попытки смещения двух частиц в одну и ту же точку, они возвращаются на исходные позиции. Это ограничение моделирует «отталкивание» при попытке пересечения в пространстве.

3. Расположение ловушек: в пространстве случайным образом размещены ловушки, которые поглощают частицу, попавшую в них. Попадание в ловушку приводит к полному исчезновению частицы из системы. Местоположение ловушек остается фиксированным в течение моделирования, что позволяет изучить влияние ловушек на выживание частиц.

4. Начальные условия: начальные позиции частиц и ловушек определяют их исходное расположение. Плотность и распределение ловушек, а также исходное положение частиц задаются таким образом, чтобы исследовать различные сценарии взаимодействия с ловушками и дрейфового смещения под воздействием поля.

Такой набор параметров позволяет смоделировать систему, в которой электрическое поле создает дрейфовый перенос частиц на поглощающие ловушки, что должно приводить к увеличению поглощения частиц. Основные аспекты алгоритма моделирования включают в себя следующие этапы.

### 1. Инициализация системы.

- Задается количество частиц. Их начальные позиции и распределение в пространстве определяются одним из классов, отвечающих за генерацию первоначальной популяции. Этот класс выбирается один раз до начала моделирования как один из параметров системы.
- Задается количество ловушек. Их начальные позиции и распределение в пространстве также определяются одним из классов, отвечающих за генерацию ловушек. Этот класс выбирается один раз до начала моделирования как один из параметров системы.
- Задается класс поведения ловушек, который определяет действия при попадании частиц в ловушки.
- Задается время проведения моделирования, которое определяет количество итераций алгоритма. Также задается количество итераций,

после проведения которых программа сохраняет конфигурацию системы.

- Задается значение электрического поля в виде вектора. Координаты этого вектора задают вероятность смещения частицы в выбранном направлении.
- Задается алгоритм движения частиц и способ взаимодействия при их столкновении.

## 2. Алгоритм движения частиц.

- На каждом временном шаге для каждой частицы случайным образом выбирается одно из четырех направлений (вдоль осей координат).
- Влияние электрического поля учитывается путем увеличения вероятности движения в направлении поля.
- В случае, если две частицы пытаются попасть на одну и ту же позицию, они «отталкиваются» и остаются на своих прежних местах.
- Если в столкновении участвует больше двух частиц, используется алгоритм разрешения столкновений, который в начале определяет все участвующие в столкновении частицы, а затем определяет итоговое положение для каждой из них.

## 3. Проверка на поглощение.

- Если координаты частицы после перемещения совпадают с координатами одной из ловушек, фиксируется факт поглощения, и частица исключается из дальнейшего моделирования.
- За поведение ловушки отвечает отдельный класс, определяющийся при инициализации системы.

**Реализация модели.** Реализация выполнена на языке C++, что обеспечивает высокую производительность. Для моделирования случайных перемещений частиц используется генератор случайных чисел Mersenne Twister. Этот генератор выбран из-за его высокой скорости и качества случайных последовательностей, что позволяет достоверно воспроизводить вероятностные смещения частиц. Реализованы собственные классы для работы с хеш-таблицами, которые обеспечивают быстрый доступ к данным о частицах и ловушках в пространстве.

Такая структура позволяет быстро отслеживать нахождение частиц в определенных ячейках, избегая коллизий и обеспечивая эффективное управление ресурсами. Для сокращения времени расчетов использовалась технология параллельных вычислений OpenMP. Независимые вычислительные эксперименты в серии выполнялись параллельно, что позволило эффективно распределить нагрузку и существенно уменьшить общее время моделирования. Реализованы гибкие настройки начальных параметров системы, такие как плотность частиц, интенсивность электрического поля и другие параметры. Эти параметры легко настраиваются через конфигурационные файлы, что позволяет экспериментировать с различными значениями без изменения основного кода программы. Реализация позволяет легко добавлять или изменять правила взаимодействия, например, вводить новые типы ловушек или корректировать правила движения частиц под действием поля. Такие изменения не требуют серьезной переработки системы, что позволяет проводить эксперименты с новыми условиями и правилами.

**Ограничения модели.** Результаты численного моделирования и их интерпретация определены рядом допущений, заложенных в модель.

1. Модель диффузии. Движение частиц моделируется как дискретное случайное блуждание по узлам регулярной решетки в пространствах размерности  $d = 1, 2, 3$ . Это приближение предполагает нормальную (гауссову) диффузию с постоянным коэффициентом  $D$  и не учитывает возможные эффекты памяти, аномальной (суб- или супер-)диффузии или коррелированных прыжков.

2. Модель ловушек. Ловушки считаются абсолютно поглощающими, точечными, неподвижными и не взаимодействующими друг с другом. Их пространственное распределение — случайное пуассоновское с заданной концентрацией  $c$ . Данная идеализация соответствует статическим центрам захвата с бесконечной седиментацией.

3. Взаимодействие частиц. Модель не учитывает прямого взаимодействия (притяжения или отталкивания) между диффундирующими частицами, что справедливо для разреженных систем. Однако в алгоритме реализовано простое правило исключения двойного занятия: две частицы не могут одновременно находиться в одной ячейке решетки. Попытка такого перемещения приводит к «отталкиванию» — частицы остаются на своих исходных позициях. В проведенных расчетах доля подобных событий бы-

ла пренебрежимо мала (менее 0.001 от общего числа итераций) и не оказывала статистически значимого влияния на наблюдаемые асимптотики.

4. Модель электрического поля. Поле считается однородным, постоянным во времени и пространстве. Его влияние сводится к анизотропии вероятностей прыжков, создающей направленный дрейф. Не учитываются возможные нелинейные эффекты, зависимость подвижности от поля или поляризационные явления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. E. W. Montroll and G. H. Weiss, *J. Math. Phys.* **6**, 167 (1965).
2. A. A. Ovchinnikov and A. A. Belyi, *Theor. Exp. Chem.* **3**, 258 (1966) [А. А. Овчинников, А. А. Белый, *Теор. эксп. химия* **2**, 405 (1966)].
3. G. V. Ryazanov, *Theor. Math. Phys.* **10**, 181 (1972), doi: 10.1007/BF01090731 [Г. В. Рязанов, *ТМФ* **10**, 271 (1972)].
4. I. M. Lifshitz, *Physics–Uspekhi* **7**, 549 (1965), doi: 10.1070/PU1965v007n04ABEH003634 [И. М. Лифшиц, *УФН* **83**, 617 (1964)].
5. B. Ya. Balagurov and V. G. Vaks, *Sov. Phys. JETP* **38**, 799 (1974) [Б. Я. Балагуров, В. Г. Вакс, *ЖЭТФ* **65**, 1600 (1973)].
6. B. Ya. Balagurov and V. G. Vaks, *Sov. Phys. JETP* **38**, 968 (1974) [Б. Я. Балагуров, В. Г. Вакс, *ЖЭТФ* **65**, 1939 (1973)].
7. V. E. Arkhincheev, *Chaos* **27**, 033117 (2017), doi: 10.1063/1.4979349.
8. V. E. Arkhincheev, *JETP* **128**, 166 (2019) [В. Е. Архинчев, *ЖЭТФ* **155**, 184 (2019)].
9. V. E. Arkhincheev, *JETP* **130**, 82 (2020), doi: 10.1134/S1063776119120112 [В. Е. Архинчев, *ЖЭТФ* **157**, 97 (2020)].
10. V. E. Arkhincheev, B. V. Khabituiev, and S. P. Maltsev, *Zh. Exp. Teor. Fiz.* **167**, 703 (2025) [В. Е. Архинчев, Б. В. Хабитуев, С. П. Мальцев, *ЖЭТФ* **167**, 703 (2025)].
11. B. Movaghar and B. Pohlmann, *Phys. Rev. A* **29**, 1568 (1984).
12. R. Metzler and J. Klafter, *Phys. Rep.* **339**, 1 (2000).
13. D. Ioffe and Y. Velenik, *Commun. Math. Phys.* **313**, 209 (2012).
14. E. Agliari, R. Burioni, and G. Uguzzoni, *New J. Phys.* **14**, 063027 (2012).
15. T. Berlioz, D. Venturelli, A. Grabsch, and O. Bénichou, *Current Fluctuations in the Symmetric Exclusion Process Beyond the One-Dimensional Geometry*, July 2024, doi: 10.48550/arXiv.2407.14317.
16. A. Grabsch, T. Berlioz, P. Rizkallah, P. Illien, and O. Bénichou, *Phys. Rev. Lett.* **132**, 0371902 (2024).

## Capture of Diffusing Particles by Traps under an Electric Field: A Numerical Study across Spatial Dimensions

*V. E. Archincheev*<sup>a,b</sup>, *B. V. Khabituev*<sup>c</sup>, *S. P. Maltsev*<sup>c</sup>, *D. F. Deriugin*<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Atomic Molecular and Optical Physics Research Group,  
Institute for Advanced Study in Technology, Ton Duc Thang University  
Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>b</sup> Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Ton Duc Thang University  
Ho Chi Minh City, Vietnam

<sup>c</sup> D. Banzarov Buryat State University  
670000, Ulan-Ude, Russia

### Abstract

The dynamics of diffusing particles in media with absorbing traps under an external electric field is studied via numerical simulations in spaces of different dimensionality: one-, two-, and three-dimensional. It is shown that at long times, the electric-field-induced drift becomes the dominant mechanism governing the temporal asymptotics of the survival probability. Dependencies of the characteristic exponential decay time on trap concentration and electric field strength are established. A transition from particle localization to a sub-drift regime, analogous to a second-order phase transition, is revealed. The results confirm the applicability of the scaling approach to the particle capture problem in an electric field.

**Keywords:** diffusion, absorbing traps, electric field, numerical simulation, probability of survival, drift, dimension of space, scaling, phase transition

**Funding.** This work was supported by the Russian Science Foundation (grant 24-21-00356), <https://rscf.ru/project/24-21-00356/>.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' contributions.** The contributions of the authors are equal.