

- разработка объяснимого искусственного интеллекта (Explainable AI);
- использование гибридных систем управления;
- внедрение методов верификации и тестирования;
- применение адаптивных алгоритмов;
- разработка международных стандартов и этических норм.

Заключение. Управление современными интеллектуальными системами является одной из наиболее сложных и актуальных задач в области информационных технологий. С ростом их возможностей увеличивается и уровень ответственности за принимаемые ими решения. Основные проблемы связаны с интерпретируемостью, надежностью, безопасностью, масштабируемостью и этическими аспектами.

Для эффективного развития интеллектуальных систем необходимо комплексное решение, включающее совершенствование технологий, развитие нормативной базы и активное участие человека в процессе управления. В будущем ожидается дальнейшее расширение областей применения интеллектуальных систем, что требует разработки более совершенных и безопасных методов управления.

Использованная литература

1. Бабарико А.А. Роль курса «Физика низких температур и сверхпроводимость» в подготовке профессионально компетентного преподавателя физики. / А.А. Бабарико, В.И. Коришев. // Сборник трудов конференции «ИКТ в подготовке учителя технологии и физики». – Коломна, 2007.
2. Маматкулов Б.Х. Использование оборудования учебных мастерских при преподавании теоретической механики. / Б.Х. Маматкулов. // Общество, 2020. 81 с.
3. Mamatkulov B.H. Philosophical basis creative thought movement. / B.H. Mamatkulov. // Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali. – 2020. Volume 1. Issue 2.
4. Маматкулов Б.Х. Некоторые закономерности развития методики обучения физике. / Б.Х. Маматкулов. // Вестник науки. – 2019. Т. 3. №. 11. 54- 57 с.
5. Хамдамов Х.К. Некоторые вопросы психолого-педагогической подготовки современного офицера (в авиационных сферах). / Х.К. Хамдамов, Б.Х. Маматкулов, А.А. Ахаткулов. // Проблемы науки. – 2017. Т. 2. №. 5 (18).
6. Мустафакулов А.А. Цель и задачи самостоятельной работы студентов. / А.А. Мустафакулов, О.К. Халилов, Ш.С. Уринов. –2019.
7. Zubayda Jumayeva, Nurbek Khushvaktov, Rustam Nizomov. BIO Web Conf., 173 (2025) 01030. DOI:<https://doi.org/10.1051/bioconf/202517301030>
8. Ivanov, S., & Petrova, A. (2023). Machine Learning Algorithms for Noise Reduction in Student Laboratory Experiments on Bioelectric Signals. IEEE Transactions on Education, 66(2), 145–153.
7. World Health Organization. (2021). Ethics and governance of artificial intelligence for health. WHO Guidance. Geneva: World Health Organization.
8. Smirnov, V. V., & Kuznetsov, D. A. (2022). Virtual Reality and AI Synergy in Training Medical Physicists for Radiation Therapy. Physics in Medicine and Biology, 67(8), 085003.

ДРОБНЫЕ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Гилемзянов Алмаз Фирдинантович

старший преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный
университет almazgilemzyanov@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматриваются дробные интегро-дифференциальные уравнения как эффективные инструмент математического моделирования процессов с памятью и нелокальными свойствами, характерных для интеллектуальных систем. Представлены основные

подходы к определению дробных производных, обсуждаются особенности постановки задач и методы их

решения. Особое внимание уделено применению дробных моделей в задачах машинного обучения, обработки сигналов и интеллектуального управления. Показано, что использование дробного исчисления позволяет повысить адекватность моделей и устойчивость алгоритмов.

Ключевые слова: дробные производные, интегро-дифференциальные уравнения, интеллектуальные системы, машинное обучение, нелокальные модели, системы с памятью.

INTELLEKTUAL TIZIMLAR MASALALARIDA KASRLI INTEGRO-DIFFERENSIAL TENGLAMALAR

Gilemzyanov Almaz Firdinantovich

katta o'qituvchi, Qozon (Volga bo'yi) federal
universiteti almazgilemzyanov@yandex.ru

Annotatsiya: Mazkur ishda xotira va nolokal xususiyatlarga ega bo'lgan jarayonlarni matematik modellashtirishning samarali vositasi sifatida kasrli integro-differensial tenglamalar ko'rib chiqiladi. Intellectual tizimlar uchun xos bo'lgan bunday jarayonlarni tavsiflashda kasrli hosilalarning asosiy ta'riflash yondashuvlari bayon etiladi, masalalarni qo'yish xususiyatlari hamda ularni yechish usullari muhokama qilinadi. Shuningdek, kasrli modellarni mashinaviy o'qitish, signalni qayta ishlash va intellektual boshqaruv masalalarida qo'llashga alohida e'tibor qaratilgan. Ko'rsatilishicha, kasrli hisoblashdan foydalanish modellar adekvatligini va algoritmlar barqarorligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: kasrli hosilalar, integro-differensial tenglamalar, intellektual tizimlar, mashinaviy o'qitish, nolokal modellar, xotiraga ega tizimlar.

FRACTIONAL INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS IN INTELLIGENT SYSTEMS PROBLEMS

Gilemzyanov Almaz Firdinantovich

Senior Lecturer, Kazan (Volga) Federal
University almazgilemzyanov@yandex.ru

Abstract: This paper examines fractional integro-differential equations as an effective tool for mathematical modeling of processes with memory and nonlocal properties, typical of intelligent systems. The main approaches to defining fractional derivatives are presented, and the specifics of problem formulation and solution methods are discussed. Particular attention is paid to the application of fractional models in machine learning, signal processing, and intelligent control. It is shown that the use of fractional calculus improves the adequacy of models and the robustness of algorithms.

Keywords: fractional derivatives, integro-differential equations, intelligent systems, machine learning, non-local models, systems with memory.

Введение. Современные интеллектуальные системы характеризуются высокой степенью сложности, нелинейностью и наличием эффектов памяти, что затрудняет их адекватное математическое описание с использованием классических дифференциальных моделей. В задачах анализа временных рядов, адаптивного управления, обработки сигналов и построения самообучающихся алгоритмов существенную роль играют процессы, зависящие не только от текущего состояния системы, но и от всей предыстории её развития. В связи с этим возрастает интерес к методам дробного исчисления, позволяющим учитывать наследственные свойства и нелокальные взаимодействия.

Дробные интегро-дифференциальные уравнения представляют собой естественное

обобщение классических моделей и находят всё более широкое применение в задачах интеллектуальных систем. Их использование позволяет формализовать процессы с долгосрочной зависимостью, что особенно важно для повышения точности прогнозирования и устойчивости алгоритмов.

Постановка задачи и основные определения

Пусть рассматривается динамическая система, состояние которой описывается функцией $x(t)$. В рамках дробного исчисления производная порядка $\alpha \in (0,1)$ может быть определена в смысле Капуто следующим образом

$$D_t^\alpha x(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t \frac{x'(\tau)}{(t-\tau)^\alpha} d\tau.$$

Данное определение является наиболее удобным для прикладных задач, поскольку допускает использование классических начальных условий. Тогда общее дробное интегро-дифференциальное уравнение можно записать в виде:

$$D_t^\alpha x(t) = f(t, x(t)) + \int_0^t K(t, \tau, x(\tau)) d\tau,$$

где функция f описывает локальную динамику системы, а интегральный член с ядром K отражает влияние предыстории процесса.

Такая постановка позволяет учитывать эффекты памяти и накопления, что принципиально отличает дробные модели от классических дифференциальных уравнений.

Методы решения дробных интегро-дифференциальных уравнений

Аналитическое решение дробных интегро-дифференциальных уравнений возможно лишь для ограниченного класса задач. В таких случаях применяются методы преобразования Лапласа и Фурье, а также специальные функции, в частности функция Миттаг–Леффлера, играющая роль, аналогичную экспоненте в классическом анализе.

В большинстве практических задач используются численные методы. Среди них наибольшее распространение получили методы конечных разностей, адаптированные для дробных производных, а также методы коллокаций и спектральные методы. Особенностью численного решения является необходимость учета всей предыстории процесса, что приводит к увеличению вычислительной сложности.

В последние годы активно развиваются подходы, основанные на использовании нейронных сетей, в частности так называемые физически информированные нейронные сети (Physics-Informed Neural Networks). В этих моделях дробные операторы включаются непосредственно в функцию потерь, что позволяет строить аппроксимации решений без явной дискретизации уравнений.

Применение в интеллектуальных системах

Использование дробных интегро-дифференциальных уравнений в интеллектуальных системах обусловлено их способностью описывать процессы с длительной памятью и сложной динамикой. В задачах машинного обучения дробные модели применяются для анализа динамики обучения и построения новых архитектур рекуррентных нейронных сетей, обладающих улучшенными свойствами запоминания.

В области обработки сигналов дробные операторы позволяют эффективно учитывать спектральные характеристики сигналов и обеспечивают более гибкие методы фильтрации и подавления шума. Это особенно важно при работе с нестационарными и зашумлёнными данными.

В задачах интеллектуального управления дробные регуляторы демонстрируют более высокую устойчивость по сравнению с классическими PID-регуляторами. Они позволяют учитывать накопленные ошибки и запаздывания, что существенно повышает качество управления в сложных динамических системах.

Анализ показывает, что применение дробных интегро-дифференциальных уравнений позволяет существенно повысить точность математических моделей интеллектуальных систем. Это достигается за счет учета нелокальных эффектов и памяти, которые игнорируются в классических моделях.

Однако широкое внедрение дробных методов сдерживается рядом факторов. К ним относятся высокая вычислительная сложность, необходимость хранения истории процесса, а также трудности, связанные с идентификацией параметров моделей. Кроме того, теория дробных уравнений для многомерных и сильно нелинейных систем находится в стадии активного развития.

Заключение. Дробные интегро-дифференциальные уравнения представляют собой перспективное направление развития математического аппарата интеллектуальных систем. Их применение позволяет более адекватно описывать сложные динамические процессы, учитывать эффекты памяти и повышать устойчивость алгоритмов. Развитие эффективных численных методов и интеграция дробных моделей с современными методами искусственного интеллекта открывают

широкие перспективы для дальнейших исследований и практических приложений.

Список литературы

1. Базовкина А. С. Разработка методов параметрической идентификации дробных дифференциальных операторов на основе математических моделей в форме разностных уравнений // Дисс.... К.ф.-м.н, СамГТУ. Самара. – 2014. – 182 с.
2. Бердышев, А. С. Моделирование процессов переноса на основе уравнения с частными производными дробного порядка / А. С. Бердышев, М. Н. Мадияров, Н. Б. Алимбеков // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике с международным участием "МАК-2019" / АлтГУ [и др.]. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, – 2019. – С. 234–237.
3. Боброва И.А., Бугримов А.Л., Кузнецов В.С. О применимости дробных производных в физических моделях // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Физика-Математика. 2017. №3. С. 12-22. DOI: 10.18384-2310-7251-2017-3-12-22
4. Васильев, В.В. Дробное исчисление и аппроксимационные методы в моделировании динамических систем. Научное издание/ В.В. Васильев, Л.А.Симаков. – Киев: НАН Украины, 2008. – 256с.
5. Канторович, Л.В. Функциональный анализ / Л.В.Канторович, Г.П. Акилов. – М.: Изд. 3-е, перераб., Наука, главная редакция физико-математической литературы, – 1984. – 752 с.
6. Самко, С.Г., Килбас, А.А., Маричев, О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / Минск: Наука и техника. – 1987. – С. 263-265
7. Суетин, П.К. Классические ортогональные многочлены / П.К. Суетин - М.:Изд. 2-е, доп., главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1979. – 416с.
8. Хасов А. Р., Хайриев У. Н., Махкамова Д. Оптимальная квадратурная формула для приближенного вычисления интегралов с экспоненциальным весом и ее применение //Matematika Instituti Byulleteni Bulletin of the Institute of Mathematics Бюллетень Института. – 2021. – Т. 4. – №. 2. – С. 99-108.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ (ТМС)

Шаназаров Б.К.

Медицинский институт Каракалпакстана, г. Нукус, Республика Узбекистан

bshanazarov76@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются современные возможности применения интеллектуальных систем и методов искусственного интеллекта в диагностике и лечении депрессивных расстройств. Особое внимание уделено интеграции технологий машинного обучения

с методами транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). Анализируются перспективы повышения эффективности диагностики, персонализации лечения и прогнозирования исходов заболевания. Отмечается, что использование интеллектуальных систем позволяет существенно улучшить качество медицинской помощи в психиатрии.

Ключевые слова: искусственный интеллект, интеллектуальные системы, депрессия, ТМС, машинное обучение, диагностика, психиатрия, нейротехнологии.

APPLICATION OF INTELLIGENT SYSTEMS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF DEPRESSIVE DISORDERS USING TMS