

**О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ
АППАРАТА ДРОБНОГО ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ В МЕХАНИКЕ
М. А. Журавков (Минск, Беларусь), Н. С. Романова (Bridgeport, США)**

В докладе речь идет о построении математических моделей для изучения различных классов механических и сопряженных с ними процессов с использованием аппарата интегродифференцирования дробного порядка.

Диапазон использования математического аппарата интегродифференцирования дробного порядка в механике достаточно широк. Иницирует интерес к выполнению исследований в данном направлении появление публикаций с решением новых задач и анализом решений из различных областей и направлений механики.

В соответствии с основными характерными свойствами аппарата интегродифференцирования дробного порядка весьма перспективным представляется использование теории дробного исчисления при исследовании механических процессов и явлений в природных и искусственных неоднородных структурах (сплавы, полимеры, геологические слои), био- и наноматериалах. Многие нелинейные природные механические явления удовлетворяют законам статистики, сформулированным с помощью производных дробного порядка. Характерным примером являются землетрясения и динамические срывы. Решения, построенные на основе классических дифференциальных уравнений, не могут с достаточной степенью адекватности описать такой тип природного явления. Так, например, для того, чтобы описать явления такого типа предложена, блоковая модель среды с учетом скольжения, нелинейная геомеханика. Законы поведения и состояния среды, сформулированные на основе интегродифференцирования дробного порядка, могут быть выделены на различных масштабных уровнях: от макромеханики до наномеханики. Однако проблема заключается в том, что достаточно трудно объяснить образование дискретности с точки зрения классической динамики. Причина этого состоит в том, что необратимые процессы дискретизации имеют место во временном масштабе, слишком отличном от обычно наблюдаемых процессов.

На сегодня можно констатировать, что в механике методология и основные принципы решения задач сместились от безусловного и полного признания инструментария линейной и аналитической механики к использованию комбинации нелинейных, численных и качественных технологий.

В настоящее время одним из наиболее актуальных направлений исследований в механике является изучение сопряженных (комплексных, оказывающих влияние друг на друга) процессов/явлений. Среди последних особенно активно развивающимся направлением современной механики является класс задач, который можно определить как сопряженные задачи биофизики и биомеханики, включающий задачи моделирования процессов массопереноса в биотканях, определение физико-механических характеристик и прочности биотканей, исследование динамики данных параметров со временем, изучение механических деформаций и прочности биоинженерных протезов, изучение процессов регенерации клеток и биотканей, роста биотканей, перемещения и миграции включений в двухфазных фракциях и т.д.

Наличие в определяющих соотношениях производной дробного порядка по координате позволяет учесть самоподобность неоднородных сред, что представляется существенным моментом при рассмотрении физико-механических процессов в таких средах. Дифференциальные уравнения с производными дробного порядка по времени активно используются при построении математических моделей для интерпретации стохастических процессов немарковского типа или процессов с памятью (свойство эредитарности).

Описание самоподобных структур с помощью аппарата фрактальной геометрии расширяет возможность использования математического аппарата дробного интегродифференцирования при моделировании процессов регенерации, с памятью, происходящих в сильно неоднородных, гетерогенных средах.

Повышение адекватности механико-математических моделей, описывающих реальные механические и сопряженные с ними процессы, в особенности на микро- и наноуровнях, может быть достигнуто путем модификации “классических” моделей на основе использования математического аппарата интегродифференцирования дробного порядка.

В докладе приведены примеры построения механико-математических моделей с использованием аппарата интегро-дифференцирования дробного порядка для различных классов задач современной механики.