

МУЛЬТИФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННЫХ ПОЛЯ

*Сойибназаров Аббосжон Икромжонович,
Наманганский государственный университет, независимый соискатель*

*Отаханов Нурилло Абдумаликович,
Наманганский государственный университет, профессор
<https://doi.org/10.53885/edinres.2024.04.1.056>*

Аннотация: Актуальность исследования обусловлена большими именами, происходящими в настоящее время в мировой системе образования, а именно внедрением в мире образовательных стандартов нового поколения на всех уровнях образования и дальнейшим укреплением единой методике, образовательные и образовательные центры в Узбекистане. Сегодня неотъемлемой частью педагогической профессии является необходимость решения исследовательских задач и интеграции научных исследований и образовательного процесса.

Ключевые слова: модель, компьютер, технологическое плато, информационные технологии, цифровая модель, эксперимент, электромагнитное поле, компьютерный дизайн, ИКТ «Crocodil».

MULTIPHYSICS METHODS FOR SIMULATION OF NUMERICAL FIELDS

*Soyibnazarov Abbosjon Ikromjonovich,
Namangan State University, independent researcher.*

*Otaxanov Nurillo Abdumalikovich,
Namangan State University, professor*

Abstract: The relevance of the research is due to the deep changes currently taking place in the world education system, that is, the introduction of a new generation of educational standards in the world at all levels of education and the further strengthening of the unified method of education and research centers of Uzbekistan. depends. Today, an integral part of the teaching profession is the need to solve research problems and integrate scientific research and the educational process.

Key words: model, computer, technological plateau, information technology, digital models, experiment, electromagnetic field, computer design, Crocodile ICT.

SONLI MAYDONLARNI SIMULATSIYA UCHUN MULTIFIZIK USULLARI

*Soyibnazarov Abbosjon Ikromjonovich,
Namangan davlat universiteti, mustaqil tadqiqotchisi*

*Otaxanov Nurillo Abdumalikovich,
Namangan davlat universiteti, professor*

Annotatsiya: Tadqiqotning dolzarbligi hozirgi kunda jahon ta'lim tizimida ro'y berayotgan chuqur o'zgarishlar, ya'ni dunyoda ta'limning barcha bosqichlarida yangi avlod ta'lim standartlari joriy etilayotgani va yagona usulning yanada mustahkamlanganligi bilan bog'liq. O'zbekiston ta'lim va tadqiqot markazlari. bog'liq. Bugungi kunda o'qituvchilik kasbining ajralmas qismi tadqiqot muammolarini hal qilish va ilmiy tadqiqotlar va o'quv jarayonini birlashtirish zarurati hisoblanadi.

Kalit so'zlar: model, kompyuter, texnologik plato, axborot texnologiyalari, raqamli modellar, tajriba, elektromagnit maydon, kompyuter dizayni, «Crocodil» AKT.

ВВЕДЕНИЕ. В мире из-за резкого увеличения отклика высшие операционные системы на основе работать со дня требования в тот день повысился собирается В этом поле многочисленные в полях работы моделирование системы четко от знания начиная

с современной наукой и технологиями импульс в нашу жизнь. Войдите по прибытии нас в спешке, спешу есть. Этого потому что мы владеем в нашей работе физика наука в преподавании органической науки. Аро зависимость информация технологии с галстук проблемы решение в объяснении теоретический практичный и опыт методы видя. Мы посчитали, что надежность важна. Это достигается за счет новых конструкторских и технологических разработок и обширных многоэтапных испытаний. Такая ситуация ограничивает время и ресурсы для полномасштабных испытаний и зачастую делает невозможным поиск оптимальных параметров путем изготовления прототипов и проведения с ними полномасштабных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ

Проблемы использования мультифизических методов моделирования числовых полей в нашей стране, вариативность содержания образования, Полат, А. Андреев, Н. Найденова, Г. Левкин, И. Варганова, Н. Валюшина, Р. Пимонов, Н. Гаврилов, И. Задорожная, С. Бережная, М.А. Мальшева, С. Богданова и зарубежные ученые А. Амадко, Рецензия И. Аллена, Дж. Симана, Д. Кигана, Х. Каппеля, Б. Лемана, Дж. Лепера, Б. Холмберг, М. Дугиамас, П. Тейлор. [7]

С другой стороны, исследования показывают, что многие традиционные отрасли машиностроения достигли технической зрелости и, другими словами, вышли на «технологическое плато».

Современное компьютерное проектирование, включая концептуальное вычислительное проектирование, комплексное детальное проектирование и технологическое проектирование.

Поиск, разработка, исследование и применение новых материалов.

Обе эти задачи требуют активного использования вычислительной техники (CAE), основная особенность которой используется для решения анимированных движений при решении задач по физике, решению задач в области мультифизики численными методами. Задача — максимально заменить натуральный эксперимент полным численным моделированием, особенно на этапе концептуальной разработки и проектирования геологоразведочных работ. Для достижения этой цели одним из актуальных вопросов является разработка адекватных численных моделей, способных задавать соответствующие вопросы и получать на них адекватные ответы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Задач по физике с использованием информационных технологий, видения, слуха, ощущения и экспериментирования непосредственно с участием самого студента, конечно, зная физические эффекты из разных областей физики, уравнения электромагнитного поля, теплопередачи и должны включать в себя теорию упругости. В этой области мы выбираем целевые проблемы и анализируем их, используя одновременно информационные технологии и экспериментальные методы, чтобы найти их решение. Мы покажем технологические решения для объяснения проблемы, цель которых — преобразование электромагнитной энергии в тепловую энергию. Для этого понятно, что для многих электрических систем основными факторами, ограничивающими нагрузочную способность, такими как допустимый уровень температуры, а для сильных импульсных систем - уровень механических напряжений, вызываемых электромагнитным полем, активно используют вычислительную технику (CAE) и выбирают одна из различных программ Crocodile ICT четко вписана и приведена в анимированный вид. Совместное численное моделирование полей различной физической природы или неоднородных, включающее теоретическое рассмотрение вопросов, возникающих при совместном анализе физических процессов в различных полях или описываемых уравнениями другой природы, а также непосредственное решение практически важных мультифизических задач, доказывает актуальность. Данная работа направлена на систематизацию методов и методов анализа электротехнических устройств методом сопряжения в системе численных моделей. Необходимость двустороннего обмена данными между различными моделями требует анализа конкретных проблем,

например многомасштабности. Пространственная и временная область, сходимости и устойчивость гетерогенных моделей, выбор оптимального математического описания для каждой конкретной модели с учетом имеющихся ограниченных ресурсов, уравнения физических процессов с использованием современной численной модели, выбранные численные методы и их программное обеспечение делятся на комбинации каждого из них. необходимо пересмотреть компоненты численной модели на предмет конкретных практических задач, переопределив оптимальное сочетание методов. Отсюда вытекает цель работы и задачи, поставленные для ее достижения.

По мнению некоторых исследователей, современное состояние традиционной промышленности [6 - 7] достигло зрелого уровня и в определенном смысле достигло технологического плато. По этим направлениям видны следующие области возможных достижений:

Современный компьютерный дизайн: концептуальный, рабочие и технологические. Технологии получения новых материалов.

Интеллектуальные системы и среды.

Центральной технологией исследования называется компьютерная инженерия (CAE), основными особенностями которой являются мультифизика, многомасштабность и многоуровневость понимаются следующим образом:

Мультифизика: одновременное или последовательное моделирование процессов различной физической природы (теплопроводность, механика, электромагнетизм, газовая динамика) — или двусторонняя передача данных между моделями.

Мультимасштабность: речь идет о включении моделей микроуровня в макроскопические модели или эффективном учете пространственно локализованных тонких явлений с грубой дискретизацией в расширенной модели.

Многостадийность: под этим термином в основном понимают моделирование последовательных многостадийных технологических процессов (например, литье – формование – ковка – гибка – сварка).

Математической основой САЭ является метод конечных элементов, а также другие методы, специфичные для отдельных дисциплин (объемы в конечной гидродинамике, высокочастотный электромагнетизм. На технологической основе используются программные комплексы с возможностью мультифизических расчетов. В первом десятилетии текущего столетия используются Наиболее быстро развивающиеся технологии относятся к методу конечных элементов. Системы компьютерного моделирования, использующие методы конечных элементов, достигли высокого уровня развития. Предлагается, чтобы компьютерное проектирование сосредоточилось на основах моделирования методом конечных элементов (иногда трудно достижимых), цель которого заключается в создании адекватной компьютерной модели проектируемого устройства [3]. Это модель, где можно задать актуальные вопросы и получить обоснованные ответы. Другими словами, это имитация естественных экспериментов и испытаний. Очевидно, что только мультифизическая модель может достичь этой цели.

Понимание проблем мультифизики. Зачастую задачи теоретического расчета процесса в физике имеют многофизическую природу. Это означает, что дифференциальные уравнения, описывающие состояние технической системы и относящиеся к различным областям физики, требуют взаимного решения. Например, результаты электромагнитных расчетов в виде источников тепловой энергии передаются в тепловые расчеты, где также получаются результаты вентиляционных расчетов в виде необходимых при расчете расходов воздуха или жидкости. Основная цель компьютерного моделирования, позволяющая подойти к задачам мультифизики во всем их многообразии, - максимально заменить эксперименты вычислительным моделированием изделия, по крайней мере, на этапе поиска конструктивных расчетов, основной положительный эффект от замены моделирование с помощью компьютера позволяет значительно увеличить разработку новых конкурентоспособных методов. [4]

Классификация межзадачных отношений. Мультифизика или связанные с ней проблемы были предметом изучения многих исследователей за последние 30 лет. В

конец первого десятилетия интенсивных исследований отдельных задач мультифизики впервые была предпринята попытка изучить смежные задачи как отдельную задачу классификации и расчета. Было выдвинуто определение совместных проблем, данное многими учеными. «Связанные проблемы — это системы или постановки задач, определенные в разных, возможно, пересекающихся физических областях и использующие неустраняемые переменные на уровне уравнений» понятие понимается гораздо шире, чем сочетание уравнений в разных областях физики. К таким задачам также предлагается отнести следующие модели и схемы расчета:

Уравнения процессов различной физической природы решаются совместно в геометрических областях, полностью или частично совпадающих друг с другом.

Уравнения одной природы решаются одновременно в областях пространства с практически разными свойствами, например, для сокращения времени вычислений.

Для описания физического явления одновременно используются различные математические модели или схемы дискретизации. Например, двумерное ограничение можно комбинировать при термическом анализе электрической машины. [5]

Особый случай возникает, когда взаимосвязанные физические процессы имеют существенно разные постоянные времени, что позволяет использовать или квазииспользовать разные схемы дискретизации времени в разных подзадачах. Анализ переходного периода, в котором нестационарный анализ используется для медленного (теплового) процесса, а быстрый (электромагнитный) процесс моделируется как плавно меняющееся стационарное решение.

По способу организации процесса расчета все перечисленные виды смежных задач делятся на следующие виды связи:

Вычислительные свойства задач мультифизики формулируются в полевых условиях, т. е. в виде уравнений в частных производных, а большое количество физических явлений описывается уравнениями, имеющими одинаковую математическую природу, а иногда и идентичными обозначениям. Например, уравнение Пуассона описывает состояние стационарного тепла, устойчивого ламинарного течения жидкости, электростатического поля, магнитостатического поля. Примерно с начала 2000 года большое внимание стало уделяться исследованиям в области мультифизики и многомасштабных исследований. Так, в 2004 году в США был опубликован отчет [1] по итогам серии из трех конференций по некоторым аспектам задач мультифизики. В докладе подчеркивается важность и актуальность темы мультидисциплинарных многомасштабных задач, характеризующихся наведением моста между результатами математического моделирования в масштабе микромира и космических процессов, с одной стороны, и миром, населенным человеком, с другой. Сформулирована задача ускоренного развития математических методов и компьютерных программ для совместного моделирования физических процессов, протекающих в различных пространственных или временных масштабах. [4]

Оценка погрешности расчета и контроль ее распространения, в том числе:

Количественная оценка степени близости модели к реальности;

Измерение ошибок дискретизации, интегрирования и других основных алгоритмов;

Определение степени распространения ошибки и неопределенности в физических явлениях и пересечения пространственных границ – временных диапазонов.

Определение степени детализации и дискретизации гибкого выбора показателей.

Методы решения мультифизических задач.

Особое внимание в докладе [1] уделено развитию системы математических методов решения мультифизических задач. На ранней стадии развитие математических методов, применяемых к различным физическим процессам, например механике сплошной среды, термодинамике или квантовой электронике, подчеркивается как обладающее сильными свойствами. Семейство хорошо известных численных процедур еще не представляет собой единого математического аппарата, достаточно абстрактного от лежащего в его основе принципа. Задача состоит в том, чтобы построить единый аппарат численных методов для процессов различной физической природы и масштабов, чтобы обеспечить

более плавный и предсказуемый перенос информации между уровнями этой единой мультифизической модели. Развитие аппаратуры численной математики в направлении мультифизических многомасштабных моделей должно привести к соответствующему развитию программного обеспечения.

Рассмотрены следующие типы мультифизических программ:

Единая модель, равномерно многомасштабная.

Единая модель (система уравнений) рассматривается на одной дискретной сетке для всех масштабных уровней.

Единая модель, неоднородная по масштабу (Единая модель, Неоднородная многомасштабный). Для модельных зон (пространственный или временной) сильный в разных масштабах используются отдельные модели с разной дискретностью, но с одинаковыми уравнениями. Как правило, границы между областями с разной дискретностью заранее не известны и определяются динамически.

Несколько моделей, не идентичных по масштабу (Несколько моделей, Неоднородный множественный масштаб). Используются несколько моделей не иначе не только дискретизацией, но и у-разрешимыми уравнениями. Передача данных между отдельными моделями осуществляется через границы доменов или через местоположение.

В отчете и нескольких других специальных публикациях по теме мультифизических задач дается классификация численных методов решения мультифизических и многомасштабных задач: Примеры: многосеточный, алгебраический многосеточный, многомасштабный анализ и многомасштабный геометрический анализ. Длительная история развития вычислительной математики дала множество надежных оценок погрешности, вопросы распространения ошибок за пределы разных областей физики или в существенно разных масштабах остаются открытыми. Еще до применения компьютеров для решения задач математической физики был разработан ряд численных методов, использовавших замену непрерывного уравнения в частных производных тем или иным дискретным аналогом. К каждому из основных методов относятся метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод граничных элементов, методы, основанные на численном решении интегральных уравнений и т. д. Большинство из этих методов разрабатывались десятилетиями, и каждый из них имеет свои уникальные применения. [2]

Характерной особенностью метода конечных элементов является относительная сложность его программной реализации. Строго говоря, сложность является характеристикой не численного метода, а характеристикой современного зрелого этапа разработки внутрикорпоративных, открытых (публичных) и коммерческих программных продуктов, реализующих МКЭ. Объективным фактом является относительно высокая «стоимость входа», то есть минимальный набор алгоритмов, который необходимо реализовать для решения задачи. Эти алгоритмы и программные компоненты включают в себя:

Важным компонентом решения мультифизических задач являются алгоритмы расчета интерфейсных переменных и переноса их в соответствующие задачи. Если межзадачная связь заключается в обмене уравнениями поля с симулятором системы (на основе эквивалентных электрических схем или других моделей системы), к вышеперечисленным добавляются алгоритмы получения параметров эквивалентных схем из модели поля.

Целью моделирования зачастую является не одиночный расчет, а поиск оптимальной точки в определенном пространстве параметров, разработанный МКЭ снабжен программой оптимизации системы, часто включает в себя анализ чувствительности элементарной модели. Эластичный метод конечных элементов появился как метод изучения стрессового состояния, поэтому появились первые и наиболее развитые программные комплексы, специализирующиеся в этой области. Например, в исследовании рынка [4] упоминаются только пять крупнейших компаний-производителей ФЭМ, программы которых: MSc Software Corp. (МКС Настрэн - Механические проблемы, Марк. мультифизика анализ: в основном оснащен возможностью решения задач прочности, а также магнитостатики

и электростатики для расчета механических нагрузок, а также теплопередачи, акустики и т. д.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что наиболее адекватными численными моделями технических устройств и физических процессов являются модели, учитывающие взаимосвязанные процессы в разных областях физики. Такие модели называются мультифизическими или связанными задачами. Другой отличительной особенностью соответствующих задач, помимо основных физических уравнений, является используемая схема расчета. К смежным задачам относится решение уравнений одной области физики, но для повышения эффективности вычислений необходимо сочетать два или более различных численных метода, например, метод конечных элементов со схемными уравнениями. Многие физические (связанные) задачи имеют специфические вычислительные особенности, которые требуют специального изучения – многоэтапные, многомасштабные движения, такие как значительная разница во времени, а также значительная разница в пространственных измерениях, требуют большого внимания. Основным методом решения мультифизических задач является метод конечных элементов, который может сочетаться с рядом других численных схем. Несмотря на наличие внутрикорпоративных и исследовательских проектов, разрабатывающих собственный элементный код, большинство задач моделирования решаются с использованием небольшого количества высокоразвитых коммерческих программных комплексов.

Использовал книги.

М. Ф. Хорстемейер Многомасштабное моделирование: обзор. - в книге «Практические аспекты вычислительной химии: методы, концепции и приложения», редакторы: Ежи Лешинский, Маной Шукла. – Спрингер, 2009, с. 87-137

А. Горбань Н.К. Казанцис·И.Г. Кеврекидис·Х.К. Оттингер·С. Методы редукции модели Теодоропулоса и грубые подходы к многомасштабным явлениям. – Спрингер 2007, 561 с.

З.Д. Расулова «Технологии» наука в преподавании инновационный педагогический технологии «Образовательно - методическое комплекс 2020

С. Зайнобиддинов, М. Тулькинов, Б. Кучкаров. (2022). «Разработка эффективных методов обучения теоретическая электротехника». Сеть ученых: Международный журнал научных исследований, 3 (10), 431–437.

А. Горбань Н.К. Казанцис·И.Г. Кеврекидис·Х.К. Оттингер·С. Методы редукции модели Теодоропулоса и грубые подходы к многомасштабным явлениям. – Спрингер 2007, 561 с.

П. Летбридж Мультифизический анализ. - Промышленный физик, №4, 2004. с. 26-29 б. Компьютерная техника: учеб. пособие / А. Я. Боровков [и др.]. — СПб. : Изд-во Политехникума. Ун-та, 2012. — 93 с.

Современное инженерное образование: учеб. пособие / А. Я. Боровков [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехник . ун-та, 2012. — 80 с.

Ikromjonovich, S. A. (2020). The Purpose, Objectives And Status Of Training School Teachers Using An Online Platform. JournalNX, 6(09), 67-71.

Ikromjonovich, S. A. (2020). Development of Study Skills in the Development of School Teachers on the Basis of Public Online Open Courses. International Journal on Orange Technologies, 2(11), 10-13.