

Влияние периодической и экспоненциальной составляющих развития цифровых технологий на процессы и явления в компьютерном моделировании

Н. А. Бездетный, С. А. Зори

Донецкий национальный технический университет,

nekoolay@mail.ru, SPIN-код: 2472-1006

ik.ivt.rec@mail.ru, OrcID: 0000-0003-4018-234X, SPIN-код: 3565-6330

Аннотация

В данной статье анализируются экспоненциальные зависимости развития компьютерного моделирования, а также особое внимание уделяется периодическим закономерностям и их связям с научными открытиями и технологическими прорывами на протяжении всей истории моделирования, начиная с древних цивилизаций. Показана ключевая роль компьютерного моделирования в различных сферах деятельности, включая науку, инженерию, медицину, экономику. Рассматривается влияние моделирования на повышение точности прогнозирования, оптимизацию процессов, развитие новых технологий и ускорение научного прогресса.

Введение

Моделирование и симуляция процессов составляет неотъемлемую часть человеческой деятельности — от имитации простой музыки до комплексных систем запуска спутников в космос. Даже история науки и техники — это история формирования и развития моделируемых явлений, процессов и объектов.

Модель — это искусственно создаваемый объект, заменяющий некоторую сущность реального мира и воспроизводящий ограниченное число его свойств. Процесс построения модели называют моделированием. Моделирование — это метод познания действительности, используемый различными науками [1].

Моделирование является важным инструментом в научных и инженерных исследованиях, позволяющим создавать упрощенные абстрактные представления реальных систем. Оно позволяет нам лучше понять и предсказывать поведение сложных систем, а также проводить различные эксперименты и анализировать результаты без необходимости проведения физических опытов [2]. С началом эпохи цифровизации и приходом компьютеров в нашу жизнь, возникла возможность создавать модели различных систем и процессов с помощью программного обеспечения. Это привело к развитию компьютерного моделирования – метода анализа и прогнозирования поведения объектов в виртуальной среде.

Компьютерное моделирование позволяет создавать абстрактные представления реальных

систем, исследовать их свойства и взаимодействия без необходимости проведения физических экспериментов. Например, с помощью компьютерного моделирования можно предсказывать погодные условия, анализировать движение транспортных потоков, проектировать новые материалы или оценивать эффективность лекарственных препаратов.

Таким образом, компьютерное моделирование играет важную роль в науке, инженерии, медицине и других областях, предоставляя исследователям мощный инструмент для системного анализа и улучшения различных систем и процессов.

Влияние периодической составляющей

Моделирование имеет долгую историю, начиная с древних времен. Можно выделить такие периодические зависимости на протяжении всей истории (рис. 1) [3, 4, 5]:

В Древнем Египте (3000 г. до н.э. – 30 г. н.э.) использовали модели для планирования и строительства пирамид, храмов и других сооружений. Развитие методов и материалов для создания моделей, созданных из дерева, глины или камня, позволяло лучше визуализировать и проверять конструкции перед фактическим строительством.

В Древней Греции (800 г. до н.э. – 600 г. н.э.) использовали моделирование в математике и геометрии для изучения геометрических форм и теорем. Разработка моделей помогла греческим математикам (Пифагор, Евклид и Архимед) лучше понять и доказать различные математические концепции.

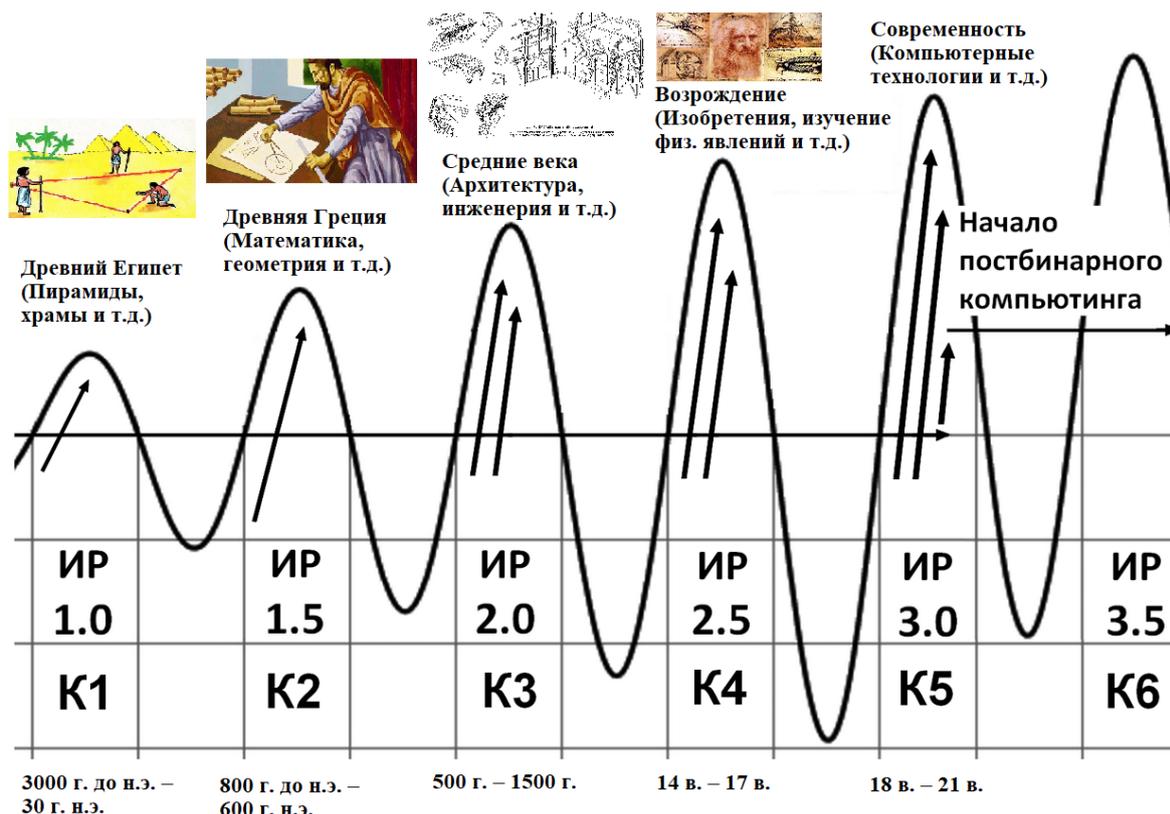


Рисунок 1 – Периодические зависимости развития моделирования

В Средние века (500 г. – 1500 г.) использовали модели в архитектуре и инженерии для проверки прочности и стабильности зданий, мостов и других сооружений. Создание более точных и реалистичных моделей, созданных из дерева, камня или металла, помогло улучшить планирование и строительство различных сооружений.

Во эпоху Возрождения (14 в. – 17 в.) происходило систематическое и научное использование моделирования для изучения физических явлений и разработки новых изобретений (Леонардо да Винчи, Никола Тесла). При создании более сложных и точных моделей развивались методы моделирования, что способствовало улучшению проектирования и эффективности различных устройств и механизмов.

В Современности (18 в. – настоящее время) происходит широкое применение компьютерной технологии и математических методов в моделировании. Современное моделирование стало более точным, быстрым и мощным благодаря развитию компьютеров и алгоритмов, что привело к расширению областей применения моделирования в науке, инженерии, экономике, медицине и других отраслях для анализа данных, прогнозирования результатов, оптимизации процессов и принятия решений.

Влияние экспоненциальной составляющей

Экспоненциальная составляющая развития цифровых технологий напрямую влияла на процессы и явления компьютерного моделирования [4, 5]. На приведенной ниже диаграмме выделены периоды, где происходили резкие скачки экспоненциального развития компьютерного моделирования (рис. 2).

В середине 20-го века происходит развитие алгоритмов и методов численного моделирования. Создание первых электронных компьютеров, таких как ENIAC, Colossus, МЭСМ, БЭСМ, способствует быстрому увеличению вычислительной мощности, что позволяет разработать более сложные и точные алгоритмы для моделирования различных физических и инженерных явлений, а также их активное применение в инженерной практике и научных исследованиях (рис. 3).

В 70-80 года происходит распространение ПК и развитие программного обеспечения. Появление персональных компьютеров и специализированного программного обеспечения увеличило доступность средств моделирования для широкой аудитории, что стимулировало развитие индустрии и исследований в области компьютерного моделирования (рис. 4).

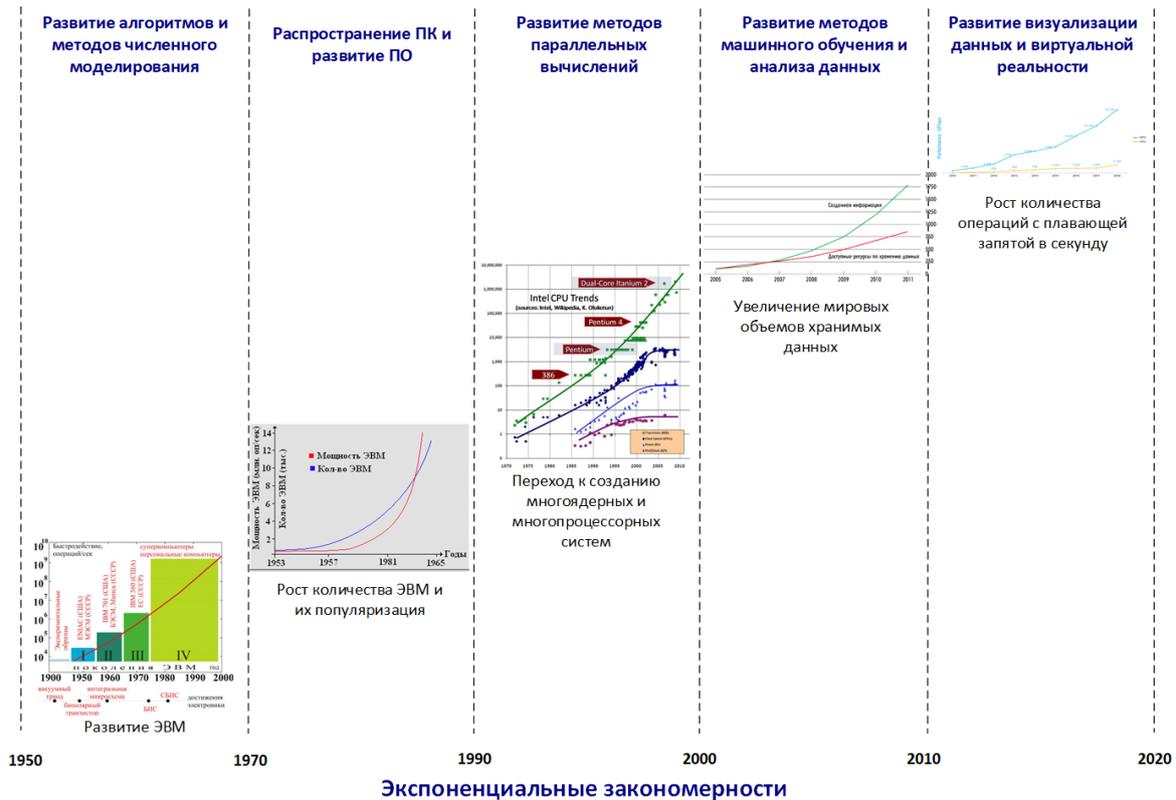


Рисунок 2 - Экспоненциальные зависимости развития компьютерного моделирования

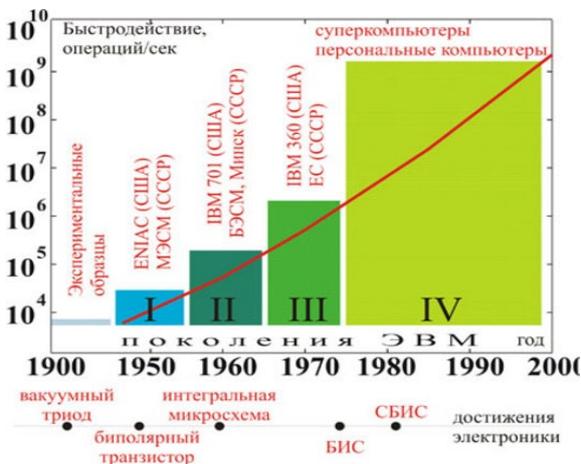


Рисунок 3 - График развития ЭВМ

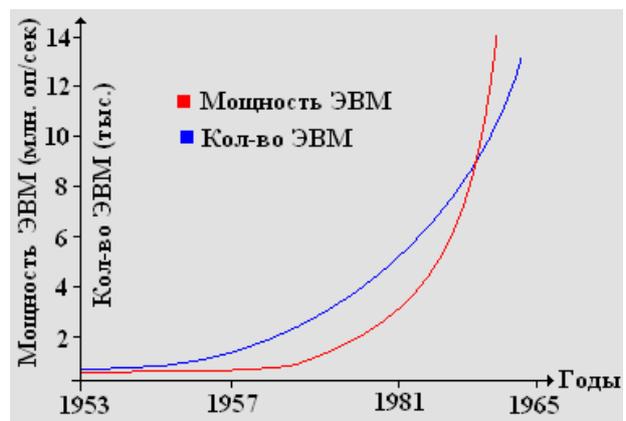


Рисунок 4 - Тенденции роста количества и мощности ЭВМ

В 90-е происходит развитие методов параллельных архитектур и вычислительных технологий. Когда требовалось повысить производительность процессоров, основной стратегией было увеличение их тактовой частоты - скорости работы. Однако по мере того, как процессоры становились все более быстрыми, возникли физические ограничения, такие как ограничения на энергопотребление и тепловыделение. Это ограничивало возможности дальнейшего увеличения частоты без перегрева или повышения энергопотребления до неприемлемых уровней (рис. 5).

Вместо того, чтобы продолжать идти по пути увеличения частоты, инженеры обратили свой взгляд на распараллеливание вычислений. Распараллеливание позволяет выполнять несколько задач одновременно, используя для этого несколько процессорных ядер или процессоров. Это подходит для многих современных приложений, так как многие из них могут быть разделены на более мелкие части, которые могут выполняться параллельно.

Таким образом, вместо того, чтобы стараться делать процессоры все быстрее и быстрее, индустрия перешла к созданию многоядерных и многопроцессорных систем.

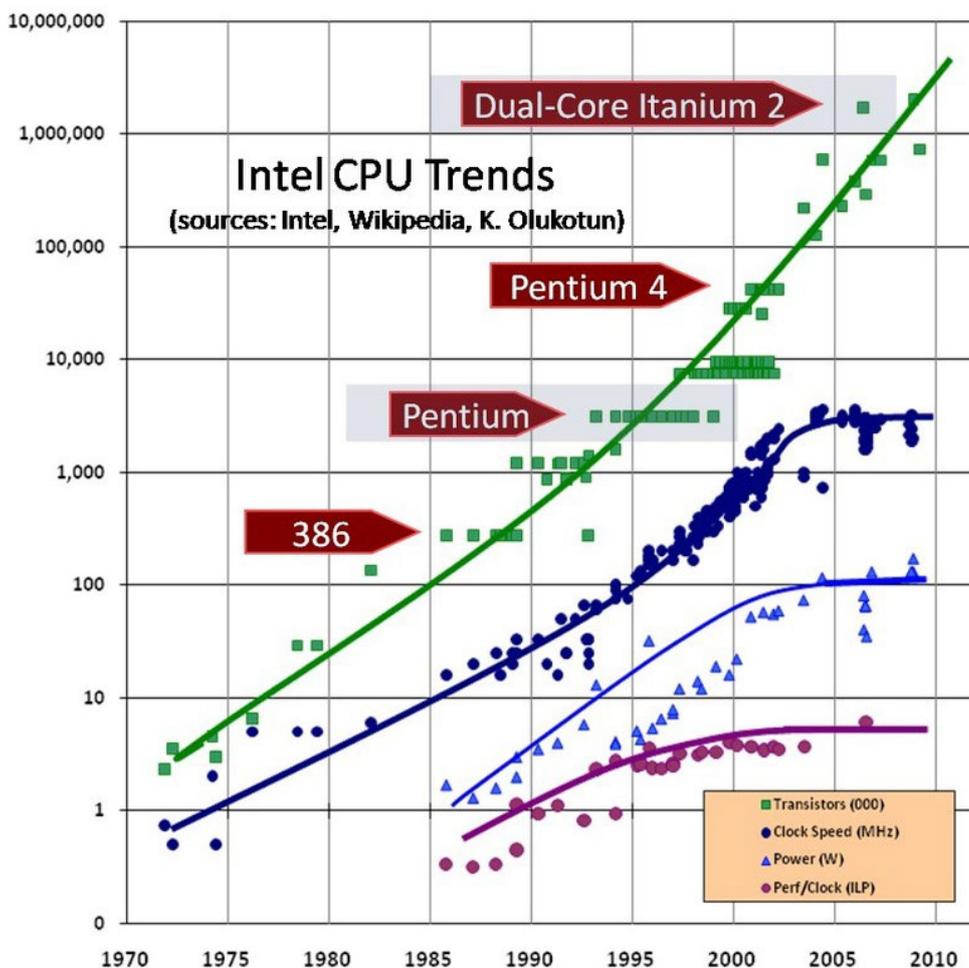


Рисунок 5 – Число транзисторов, тактовая частота, энергопотребление и степень параллелизма на уровне инструкций

Это позволило повышать общую производительность, используя параллельную обработку, вместо простого увеличения скорости одного процессора [6].

В начале 21 века объем доступных данных для анализа и обработки вырос в несколько десятков раз благодаря развитию интернета,

цифровых устройств и технологий сбора информации. Развитие методов машинного обучения, глубокого обучения и анализа больших данных, позволило создавать более точные и адаптивные модели, а также использовать большие объемы данных для обучения моделей (рис. 6) [7].

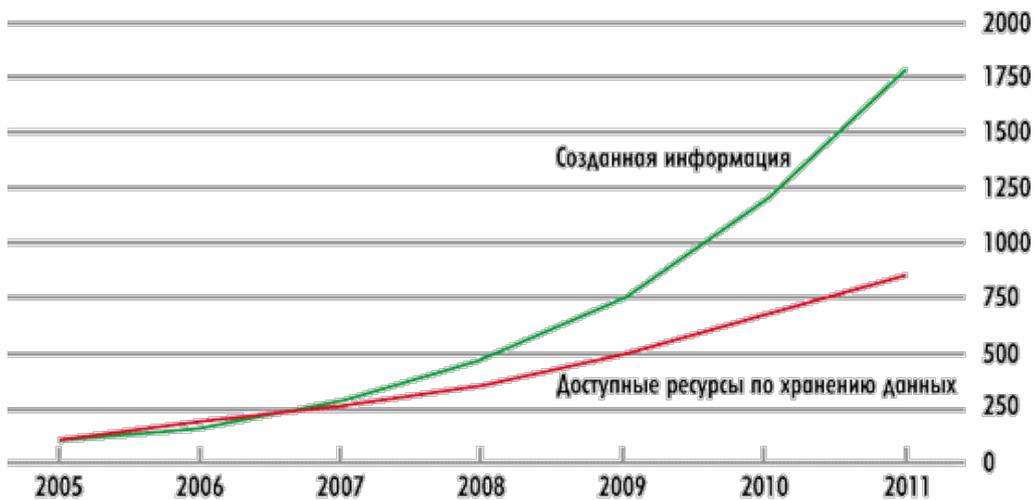


Рисунок 6 – Объем создаваемой информации в мире (в эксабайтах)

Начиная с 2010 года, развитие графических технологий и виртуальной реальности обусловлено резким увеличением производительности видеокарт, измеряемой во flops (количество операций с плавающей запятой, которое может выполнить компьютер за единицу времени) [8]. Видеокарты стали значительно превосходить процессоры по этому

показателю, способствуя развитию компьютерного моделирования и обработки графики. Этот прогресс расширяет возможности создания более реалистичных и информативных визуализаций данных, что в свою очередь улучшает восприятие результатов моделирования и облегчает принятие решений (рис. 7) [9].

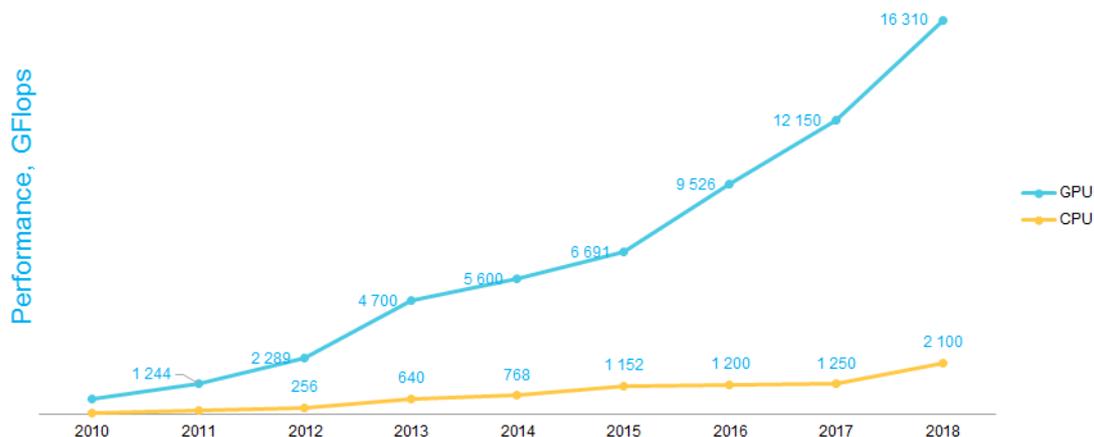


Рисунок 7 – Сравнение роста GFlops для GPU и CPU

Также следует отметить экспоненциальный рост научного интереса к теме компьютерного моделирования. За последние 20 лет количество публикаций по данной теме возросло в 8 раз, что указывает на

значительное увеличение активности и изучения этой темы в научном сообществе. Этот тренд, может свидетельствовать о растущем влиянии и значимости компьютерного моделирования в науке и технологиях (рис. 8).



Рисунок 8 – Гистограмма количества публикаций, связанных с компьютерным моделированием

Таким образом, история развития моделирования – это длительный процесс становления от простых физических моделей до сложных компьютерных симуляций, демонстрирующий постоянное стремление человечества к пониманию окружающего мира. Технологический рост, экспоненциальные скачки вычислительных мощностей, а также

развитие программного обеспечения стали катализаторами современного прогресса, превратив моделирование из узкоспециализированного инструмента в универсальный метод познания, применяемый практически во всех сферах жизни.

Если представить мир, где не было бы такого бурного развития технологий –

моделирование оставалось бы делом узкого круга специалистов, а его возможности были бы ограничены. Мы бы не смогли решать сложные задачи, такие как прогнозирование погоды, разработка новых материалов или моделирование поведения экономических систем. Развитие моделирования привело к настоящей революции во многих областях науки, техники и общества в целом. Мы можем проектировать более безопасные автомобили, предсказывать стихийные бедствия и даже моделировать эволюцию Вселенной. Это открывает перед нами невероятные возможности для улучшения качества жизни, решения глобальных проблем и расширения горизонтов нашего познания.

Понимание закономерностей развития цифровых технологий, их периодичности и экспоненциального роста, является ключевым фактором для успешного развития компьютерного моделирования. Анализ исторических циклов позволяет прогнозировать будущие тенденции и определять перспективные направления исследований и разработок. Это помогает эффективно распределять ресурсы, инвестируя в развитие технологий и компетенций, которые будут востребованы в будущем.

Экспоненциальный рост цифровых технологий открывает возможности для создания более сложных и точных моделей, решения ранее недоступных задач и получения новых знаний. Это ускоряет научный прогресс и ведет к технологическим прорывам, которые меняют нашу жизнь. Однако экспоненциальный рост также требует гибкости и готовности к постоянному обучению и адаптации. Нужно быть готовым к быстрым изменениям и уметь приспосабливаться к новым условиям. В целом, понимание закономерностей развития цифровых технологий позволяет нам эффективнее планировать будущее, использовать возможности и быть готовыми к проблемам, которые несет с собой стремительный прогресс.

Выводы

В данной работе представлен всесторонний анализ эволюции компьютерного моделирования, от его зарождения до современных тенденций, основанных на машинном обучении и виртуальной реальности. Выделены периодические зависимости и экспоненциальные скачки роста компьютерного моделирования, оказавших значительное влияние на науку, технологии и различные сферы деятельности.

Моделирование является важным инструментом в науке и познании, позволяющим создавать упрощенные представления о сложных системах. Оно позволяет нам лучше понять и

объяснить явления, предсказывать их поведение и принимать обоснованные решения. Методы моделирования применяются в различных областях, таких как физика, экономика и т.д. Однако, необходимо учитывать ограничения и критику моделирования, так как модели всегда являются упрощенными представлениями и могут быть неполными или ошибочными.

Исследование эволюции компьютерного моделирования, от его истоков до современных тенденций, позволяет сделать ряд важных выводов.

Во-первых, моделирование является незаменимым инструментом научного познания и технологического прогресса.

Во-вторых, развитие компьютерного моделирования характеризуется периодическими зависимостями и экспоненциальными скачками роста, обусловленными развитием цифровых технологий.

В-третьих, понимание этих закономерностей позволяет нам эффективнее планировать будущее, развивать необходимые компетенции и готовиться к новым проблемам.

В-четвертых, несмотря на ограничения и критику, компьютерное моделирование играет ключевую роль в развитии науки, технологий и общества в целом.

Литература

1. Актуальность моделирования [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://lektsii.org/3-13711.html> - Загл. с экрана. (дата обращения: 04.04.24).
2. Моделирование: ключевые понятия, методы и применение в различных областях [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/modelirovanie-kak-metod-poznaniya/?ysclid=ltvbiledpr688083100> - Загл. с экрана. (дата обращения: 04.04.24).
3. Эра цифровых технологий: История развития компьютеров и интернета [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZUKmcD-x1gfCzIga> - Загл. с экрана. (дата обращения: 04.04.24).
4. Аноприенко, А. Я. Нооритмы: Модели синхронизации человека и космоса [Текст] / А. Я. Аноприенко // Издание 3-е, дополненное. - Донецк: УНИТЕХ, 2020. - 378 с., ил.
5. Аноприенко, А. Я. Введение в постбинарный компьютеринг. Арифметико-логические основы и программно-аппаратная реализация [Текст] / А. Я. Аноприенко, С. В. Иванца // Донецк: ДонНТУ, УНИТЕХ, 2017 — 308 с.
6. Нечаевский, А. В. История развития компьютерного имитационного моделирования

[Текст] / А. В. Нечаевский // Системный анализ в науке и образовании, 2013. - Москва: Мупоч "Дубна". - Вып. №2. - 15 с.

7. Соснин, В. В. Введение в параллельные вычисления : учебное пособие [Текст] / В. В. Соснин, П. В. Балакшин. - СПб.: Университет ИТМО, 2015. - 51 с.

8. От пионеров до прорывов: История развития машинного обучения [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZHfSPN-U6xeL41QP> - Загл. с экрана. (дата обращения: 24.04.24).

9. Хронология: как развивалась виртуальная, дополненная и смешанная реальности [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://vc.ru/future/44433-hronologiya-kak-razvivalas-virtualnaya-dopolnennaya-i-smeshannaya-realnosti?ysclid=ltvftei2r713842237> - Загл. с экрана. (дата обращения: 24.04.24).

10. Вычисления на GPU – зачем, когда и как. Плюс немного тестов [Электронный ресурс] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/dbtc/articles/498374> / - Загл. с экрана. (дата обращения: 24.04.24).

Бездетный Н. А., Зори С. А. Влияние периодической и экспоненциальной составляющих развития цифровых технологий на процессы и явления в компьютерном моделировании. В данной статье анализируются экспоненциальные зависимости развития компьютерного моделирования, а также особое внимание уделяется периодическим закономерностям и их связям с научными открытиями и технологическими прорывами на протяжении всей истории моделирования, начиная с древних цивилизаций. Показана ключевая роль компьютерного моделирования в различных сферах деятельности, включая науку, инженерию, медицину, экономику. Рассматривается влияние моделирования на повышение точности прогнозирования, оптимизацию процессов, развитие новых технологий и ускорение научного прогресса.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, история моделирования, экспоненциальный рост, периодические зависимости, визуализация.

Bezdetniy N.A., Zori S.A. The impact of periodic and exponential components of the development of digital technologies on processes and phenomena in computer modeling. This paper analyses the exponential dependencies of computer simulation development, and pays special attention to periodic patterns and their connections with scientific discoveries and technological breakthroughs throughout the history of simulation, starting from ancient civilizations. The key role of computer modelling in a variety of fields including science, engineering, medicine, and economics is shown. The impact of modelling on improving the accuracy of forecasting, optimizing processes, developing new technologies and accelerating scientific progress is examined.

Keywords: computer modelling, history of modelling, exponential growth, periodic dependencies, visualization.

Статья поступила в редакцию 15.04.2024
Рекомендована к публикации профессором Мальчевой Р. В.