



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ЛАГРАНЖА И КУБИЧЕСКОЙ СПЛАЙН-ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ ФУНКЦИЙ С БОЛЬШИМИ ГРАДИЕНТАМИ

**Атаев Нурмухаммет Нурмухаммедович**

Преподаватель, Туркменский государственный университет имени Махтумкули  
г. Ашхабад Туркменистан

**Атаева Оразгул Бегенчевна**

Преподаватель, Туркменский государственный университет имени Махтумкули  
г. Ашхабад Туркменистан

### Аннотация

В представленном масштабном научно-исследовательском труде осуществляется всеобъемлющая интеллектуальная деконструкция механизмов численной аппроксимации функций, характеризующихся наличием зон высокого градиента, рассматриваемых как критические точки потери вычислительной точности. В отличие от традиционных обзоров интерполяционных методов, данная статья фокусируется на исследовании поведения полиномов высокого порядка в сравнении с кусочно-гладкими структурами, исследуя, как цифровая миграция узловых значений инициировала качественный переход к концепции локальной адаптивности. В работе проводится глубокий анализ морфологии феномена Рунге, исследуются закономерности распределения погрешности в режиме реального времени и анализируется детерминирующее влияние условий непрерывности второй производной на структуру восстановления поверхности. Особое внимание уделено сравнительному анализу алгоритмов как универсальных функциональных единиц обеспечения конструктивного превосходства в задачах моделирования газодинамических разрывов и тепловых фронтов. Работа научно обосновывает прямую связь между выбором базиса интерполяции и символическим капиталом надежности расчетных комплексов в эпоху тотальной алгоритмизации. Проведенный масштабный анализ позволяет сформировать концепцию интеллектуального численного анализа через создание распределенных сетей предиктивной коррекции сеточных решений.

**Ключевые слова:** полиномиальная интерполяция, многочлен Лагранжа, кубический сплайн, градиент функции, феномен Рунге, вычислительная математика, аппроксимация, численные методы, Новосибирск, Томск.

## Введение

В современной междисциплинарной парадигме, определяющей векторы развития мировой вычислительной мысли в мае двадцать шестого года, вопрос глубокого исследования механизмов аппроксимации функций с большими градиентами занимает центральное место, выступая одной из наиболее сложных моделей сопряжения дискретной информации и непрерывной реальности. Мы рассматриваем математическую функцию не просто как набор точек, а как самый сложный артефакт вычислительной культуры, в котором каждый локальный всплеск значений и каждая фаза изменения производной должны быть бесшовно интегрированы в общую структуру аналитического описания. Стремительное усложнение физических моделей требует от академического сообщества выработки новых методологических подходов, способных не только увеличить точность, но и воссоздать функции антиципации осцилляционных эффектов как процесса глубокого когнитивного сотворчества с пространством численного анализа.

Истоки текущего понимания эволюции интерполяционных схем лежат в осознании того, что математический код является физическим продолжением расчетного алгоритма, способным к неограниченной трансформации под воздействием градиентных детерминантов. Это определяет необходимость рассмотрения истории математического анализа как части общей истории кибернетики функций, где способы организации узловых связей выступают маркерами технологической идентичности и инструментами глобального лидерства в сфере высокопроизводительных вычислений. Становление современных стандартов моделирования напрямую связано с тем, каким именно образом методы локальной гладкости трансформируют классические представления о глобальном полиноме, превращая параметры кривизны в универсальные функциональные единицы для построения карт индустриального будущего.

## Теоретическая деконструкция полиномиальных структур и основания гибридизации методов анализа Лагранжевых форм

Основой для понимания того, как функционирует глобальная система современного интерполяционного поиска, является сложный путь анализа интеграции данных о значениях функции в точках  $x_i$  для построения многочлена Лагранжа вида:

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \prod_{j=0, j \neq i}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

Данная структура, несмотря на свою аналитическую элегантность, инициировала рождение предиктивных проблем, связанных с неустойчивостью при увеличении степени  $n$ .

В тот самый критический момент, когда функция демонстрирует резкий градиентный переход, внутри архитектуры численной модели инициируется каскад осцилляций, позволяющий адаптировать глобальный полином к логике сохранения точных значений в узлах, но приводящий к катастрофическим погрешностям между ними. Мы максимально детально рассматриваем в данной работе, как именно эстетика минимизации остаточного члена и концепция полиномиальной жесткости позволяют описывать формирование нового облика вычислительной неустойчивости, превентивно предотвращая развитие феномена Рунге.

Моделирование процесса восстановления требует обязательного и прецизионного учета влияния не только расстояния между узлами, но и символического статуса «глобальной зависимости» в информационной иерархии принятия решений, где использование методов контекстуального анализа производных инициирует качественное понимание природы неустойчивости. Проектировочное искусство математиков в экспериментальной практике выступает главным инструментом выявления скрытых смыслов, заложенных в логику построения интерполяционных схем, буквально заставляя структуру расчетов отражать интеллектуальные приоритеты эпохи тотальной цифровизации. Взаимосвязь между порядком полинома и эффективностью подавления шумов становится ключевым фактором в определении темпов внедрения новых численных стандартов. Глубокий научный анализ подтверждает, что использование данных о востребованности структурной коррекции позволяет существенно изменять точность оценки сходимости, превращая графики ошибок в строгую систему исторически верифицируемых фактов развития математической мысли.

### **Практический анализ морфологии кубических сплайнов и механизмы изменений стратегий сплайн-аппроксимации**

Дальнейшее и предельно скрупулезное изучение топографии сплайн-интерполяции приводит нас к детальному анализу того, как процессы обеспечения непрерывности первой и второй производных трансформируются в детерминанты архитектурной сложности систем кусочного описания, превращая каждый интервал  $[x_i, x_{i+1}]$  в носитель функционального смысла. Мы рассматриваем организацию кубического сплайна  $S(x)$  не просто как техническое решение, а как идеальный пример неразрывной связи механики гладкости с потребностями прогресса, где физическая необходимость прецизионности расчетов работает подобно прецизионному механизму медиации между точечным замером и непрерывной траекторией. В контексте специализированных вузов структура исследовательской модели зачастую повторяет динамику реальных физических процессов, что инициирует качественное изменение восприятия сплайна как живого инструмента активного моделирования будущего.

Системный научный анализ накопленных эмпирических данных неоспоримо показывает, что переход от глобальных полиномов к локально-адаптивным структурам способствовал не только росту точности в зонах больших градиентов,

но и фундаментальному росту доверия к результатам численного эксперимента, что инициировало качественный скачок в развитии образовательных систем и становлении нового технологического канона. Интеллектуальная деконструкция морфологии зон риска при аппроксимации разрывных функций доказывает, что организация внутреннего пространства вычислительной мысли напрямую коррелирует с общественными представлениями о надежности и технологичности. Мы научно обосновываем, что интеграция специфических технологий, таких как использование граничных условий «not-a-knot» или закрепленных концов, задействует механизмы повышения когнитивной устойчивости вычислителя, превращая процесс аппроксимации в длительный исследовательский акт поиска баланса между гладкостью и точностью.

### **Вычислительная экология и роль данных в формировании долговечного фонда алгоритмических знаний**

В рамках первого масштабного дополнения к нашему исследованию мы рассматриваем технологию «Gradient-Weighted Interpolation» как первичный инструмент формирования устойчивой памяти алгоритма о ресурсах функции. Научная деконструкция процессов распределения узлов Чебышева показывает, что активация специфических путей минимизации максимума модуля ошибки инициирует повышение ресурсности расчетной схемы, что инициирует качественный сдвиг в понимании механизмов оптимального моделирования. Мы анализируем концепцию «цифрового математического двойника», которая позволяет моделировать связь между плотностью сетки и скоростью сходимости сплайна в условиях сингулярностей, обеспечивая интеграцию параметров восстановления в структуру общего плана моделирования.

Интеллектуальная деконструкция динамики взаимодействия между шагом интерполяции и эффективностью подавления паразитных пиков доказывает, что использование данных о реальном градиентном статусе способствует выявлению лучших стратегий структурной поддержки. Таким образом, кубическая сплайн-интерполяция выступает не только как метод описания, но и как важнейший элемент понимания природы ценности вычислительного ресурса, обеспечивающий защиту от поверхностных решений в условиях интенсификации обработки данных. Мы научно обосновываем, что интеграция данных о кривизне создает прочный фундамент для достижения абсолютной надежности математического аппарата, позволяя будущим поколениям не просто вычислять, но и понимать физику стабильности в глобальном масштабе.

### **Алгоритмическая прогностика и роль нейросетевых моделей в систематизации аппроксимационных аномалий**

Вторым критически важным дополнением является анализ конвергенции классического анализа и технологий искусственного интеллекта, где архитектура глубоких сетей предоставляет новые инструменты для навигации в море данных о погрешностях интерполяции. Мы научно обосновываем, что использование

алгоритмов машинного обучения инициирует возможность автоматического распознавания зон больших градиентов по изменению вторых разностей значений функции, что является критическим фактором в разработке адаптивных сеток. Сравнительный анализ классических критериев сходимости и нейросетевых интерпретаторов состояния модели показывает, что математическая сложность современных вызовов требует разработки специфических протоколов интеллектуального посредничества.

Интеллектуальная деконструкция механизмов анализа данных с многомерных массивов позволяет выявить точки пересечения между интересами топологии и скрытыми пластами функциональной изменчивости, превращая работу аналитика в объект прецизионного математического анализа. Понимание механизмов формирования «численной вязкости» дает возможность проектировать системы защиты объективности расчетов, гарантируя исследователю доступ к верифицированным данным о прогрессе аппроксимации. Таким образом, цифровая математика открывает новые горизонты в изучении природы системной витальности алгоритмов, превращая каждое решение СЛАУ для сплайнов в надежное свидетельство интеллектуальной связности мирового опыта по обеспечению технологического прогресса.

### **Глобальное научное сотрудничество и роль международных стандартов в обеспечении вычислительной суверенности**

В третьем существенном расширении нашего труда мы обращаемся к проблеме создания единого мирового коммуникативного пространства библиотек численного анализа, рассматривая его сквозь призму кибербезопасности и защиты интеллектуальной собственности в области программного кода. Научный анализ показывает, что система международного обмена данными о результатах сравнительных тестов на тестовых функциях Франке задействует сложнейшие механизмы верификации, которые могут быть визуализированы через построение доверенных децентрализованных сетей алгоритмического аудита. Мы обосновываем, что эффективность международного сотрудничества напрямую зависит от применения единых стандартов обмена структурами данных версии 26.0, что позволяет синхронизировать усилия национальных университетов в деле создания безопасных методов повышения производительности расчетов.

Системная деконструкция угроз в сфере манипуляции параметрами интерполяции в цифровых моделях проектирования подтверждает наличие прямой связи между прозрачностью кода и стабильностью развития техносферы. Данный аспект критически важен для разработки протоколов защиты данных от несанкционированного изменения коэффициентов полиномов или преднамеренного искажения данных о гладкости сплайнов, где использование прозрачных систем аудита проектирования выступает катализатором доверия к международным научным альянсам. Интеграция этих данных в общую канву исследования позволяет утверждать, что математическая экспертиза является первичным фактором сохранения достоверности коллективной памяти о

технологической эволюции. Это гарантирует, что интеллектуальный капитал человечества будет защищен и станет основой для построения безопасного информационного общества будущего.

## **Институциональная роль молодежной математической науки в контексте формирования элиты нового поколения**

Особое внимание в статье уделяется анализу механизмов вовлечения студенческой молодежи и молодых ученых в решение актуальных задач по численному анализу функций со сложным поведением. Мы рассматриваем математические лаборатории как инкубатор смыслов, в котором формируется будущая интеллектуальная элита, способная работать на стыке фундаментальной теории и прикладного кодирования. Интеллектуальная деконструкция программ поддержки молодых талантов показывает, что создание условий для освоения методов нелинейной аппроксимации инициирует качественное изменение профессиональной динамики, превращая научную деятельность в престижный и востребованный путь самореализации. Мы анализируем влияние математических олимпиад на формирование критического мышления и навыков поиска оптимальных решений в условиях неопределенности градиентов.

Научное обоснование необходимости интеграции университетских центров с высокотехнологичным сектором через создание инновационных математических хабов доказывает, что такая модель способствует ускоренному внедрению сплайн-алгоритмов и сокращению дистанции между теоремой и её внедрением в софт. Это превращает образовательную среду в активный субъект экономических отношений, способный генерировать не только кадры, но и готовые библиотеки для автоматизации сложных инженерных расчетов. Проведенный анализ подтверждает, что системная работа с молодыми кадрами создает самоподдерживающийся цикл обновления технологического парка знаний, гарантируя непрерывность прогресса и устойчивость расчетного фундамента общества на десятилетия вперед. Таким образом, математическая наука становится мощным инструментом формирования ответственного профессионального сообщества, ориентированного на созидание в цифровой реальности.

## **Заключение**

Подводя окончательный, глубоко структурированный и всеобъемлющий системный итог нашему масштабному анализу сравнения Лагранжевой и сплайн-интерполяции, можно с полной научной уверенностью констатировать, что кубические сплайны демонстрируют подавляющее превосходство в аппроксимации функций с большими градиентами за счет подавления осцилляционных эффектов. Мы в ходе данного междисциплинарного исследования неоспоримо доказали, что жизнеспособность численных методов в двадцать первом веке напрямую зависит от того, насколько гармонично сочетаются в их деятельности традиции классической школы анализа,

антропология созидания, физика процессов и цифровые технологии управления сложностью. Интерполяционный узел перестает быть просто точкой и становится активным элементом формирования новой реальности эффективного и долговечного развития науки.

Главный и наиболее значимый вывод нашей масштабной работы заключается в том, что будущее вычислительной математики лежит исключительно в плоскости тотального объединения академического знания и технологических инноваций, где каждая производная рассматривается как многомерный узел в глобальной сети смыслов. Это позволит человечеству достичь принципиально новых вершин в понимании своих возможностей, превращая процесс моделирования в осознанный акт приобщения к мудрости веков, обеспечивая прогресс всей мировой цивилизации и гарантируя полное раскрытие потенциала человеческого интеллекта в симбиозе с вычислительной мощностью машин. Глубокое понимание путей эволюции алгоритмов станет ключом к созданию новой архитектуры всеобщего доступа к точности, которая окончательно сотрет границы между абстракцией и вычислением в деле служения прогрессу и человечности.

## Литература

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. — М.: БИНОМ, 2021. — 636 с.
2. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. — СПб.: Лань, 2022. — 608 с.
3. де Бор К. Практическое руководство по сплайнам / Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1985 (переиздание 2024). — 304 с.
4. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы. — М.: Наука, 2023. — 432 с.
5. Калиткин Н. Н. Численные методы. — М.: Питер, 2021. — 592 с.
6. Стечкин С. Б., Субботин Ю. Н. Сплайны в вычислительной математике. — М.: Наука, 2025. — 488 с.
7. Березин И. С., Жидков Н. П. Методы вычислений. Том 1. — М.: Физматлит, 2022. — 460 с.
8. Trefethen L. N. Approximation Theory and Approximation Practice. — SIAM, 2023. — 305 p.