

РЕЦЕНЗИЯ №3

на статью «**Построение ортогональных криволинейных сеток для регионального моделирования океана: математический алгоритм и руководство пользователя**»
автора: Щепеткин А.Ф.

Современные модели океана написаны в общих ортогональных криволинейных координатах для горизонтальных направлений и совместимы с криволинейными сетками произвольной формы, однако на практике применение таких сеток очень ограничено, что как отмечают авторы, приводит к неполному использованию потенциала, которые дают криволинейные координаты. В статье дан обзор математических алгоритмов и подходов при создании современных программных реализаций для криволинейных сеток, которые не получили широкого распространения из-за накопления больших ошибок ортогональности в результате нахождения конформного преобразования контура в прямоугольник. Авторы рассматривают различные причины и аспекты применения, и моменты то снижения, то повышения интереса к использованию ортогональных криволинейных сеток в моделях *ROMS*, *GETM*, *NEMO*. В статье отмечается отсутствие достаточно хороших современных средств для построения криволинейных сеток и сложного анализа, и визуализации полученных решений. В тоже время происходит продвижение алгоритмов для создания простых сеток, которые, за исключением повернутых Меркаторских, дают ограниченную возможность создания криволинейных сеток путем последовательных аналитических конформных отображений. Сетки получаются почти идеальной ортогональности, но возможность создания сетки произвольной формы сильно ограничена.

В представленной статье как раз излагается методика построения криволинейных сеток для произвольной формы, при этом предлагаемый алгоритм обеспечивает ортогональность с высокой точностью, имеется сходимости задачи независимо от параметров, задаваемых пользователем. Приводится численное решение обратной задачи итерационным методом, путем подбора такого расположения точек-узлов сетки вдоль ее периметра, которое позволило бы посредством конформного преобразования периметра в прямоугольник превратить это распределение в равномерное.

По сути, представленная статья – это новая научная работа в части разработки математических принципов построения криволинейных сеток для произвольной формы, применяемых в моделях океана. При этом, что очень важно, – она имеет большое практическое значение, и как следствие, авторы представляют новый алгоритм построения ортогональных криволинейных сеток на сфере для достаточно общей геометрической формы моделируемой области, даже представляют краткое описание кода (что я бы рекомендовал вынести за границы самой статьи и опубликовать отдельно, непосредственно в том же выпуске ОИ). Кроме того, алгоритм интегрирован в общий пакет для обработки данных модели *ROMS*.

В заключении, в качестве фактов новизны и актуальности работы, хочется особенно выделить некоторые новые решения, являются украшением данной работы:

1. Представлено построение ортогональной криволинейной сетки изотропного разрешения для замкнутого контура, представляющего собой двухуровневый итерационный алгоритм поиска такого начального распределения на точки-узлов сетки на криволинейном контуре, что конформное преобразование контура в прямоугольник превращает это распределение в равномерное.

2. Следует отметить фактически созданный новый алгоритм для построения криволинейного контура с точными 90° углами с применением сплайнов пятого порядка.

Надо отметить, что другого аналогичного алгоритма создания криволинейных сеток для моделей *ROMS* (а вероятно, и для *NEMO*) пока не существует!

3. Представляет большой интерес и конкретный пример построения новой расчетной сетки для Черного моря, с демонстрацией итерационного процесса (от начальной точки и далее с использованием в качестве оценки суммы расстояний между узловыми точками, постепенно приближаясь к более точной оценке длины кривой). Распределение узлов сетки на контуре получается решением обратной задачи – требуется расположить точки на контуре таким образом, что конформное преобразование контура в прямоугольник сделало бы это распределение равномерным.

4. Показаны примеры использования алгоритма для других районов Мирового океана: Атлантического океана, Мексиканского залива, Гольфстрима.

5. Авторы в заключении подводят итог достигнутых результатов, которые впечатляют.

В тоже время к статье имеются общие редакторские замечания.

1. Учитывая, что статья больше относится к численным методам в океанологии и лишь немного касается описания собственно программной части, то Рецензент считает рекомендовать авторам сократить название статьи в следующем виде: «ПОСТРОЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ СЕТОК ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОКЕАНА: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ», оставив «Руководство пользователя» для будущих публикаций, а краткое описание программы рассматривать как полезное внутреннее бонусное приложение, которое вызовет дополнительный интерес к статье. Насколько известно, в правилах журнала допускается публикация такого краткого описания программы, как отдельного документа, если редакция посчитает это возможным, то моя рекомендация уже есть.

2. В статье по тексту обнаружены задублированные слова, пропущенные знаки препинания и не согласованные окончания, на что соответственно необходимо еще раз обратить внимание авторам и литературному редактору.

Заключение

Новизна и ценность работы неоспорима и очевидна. Авторы работы разработали действительно полезный алгоритм построения криволинейных ортогональных сеток для численного моделирования, что может быть полезным для модельных расчетов и понимания процессов, происходящих в различных районах Мирового океана, например, для обеспечения задач, выполняемых в Черном и северных морях, где последнее время ведутся интенсивные морские исследования.

Основные результаты своей работы авторы свели в заключительной главе, и которые представляют собой достижения в вычислительной математике для океанологических исследований.

Работу необходимо обязательно публиковать, несомненно и то, что она повысит рейтинг журнала.

Подпись: Рецензент №3 10.10.2020.

+++++

Ответ рецензенту №3 на Рецензию от 10.10.2020 на статью автора: Щепеткин А.Ф.: «Построение ортогональных криволинейных сеток для регионального моделирования океана: математический алгоритм и руководство пользователя»

Кроме написания самой рецензии, рецензент сделал аннотированный *PDF* файл самой статьи, где отметил места, которые требуют исправлений. Это очень кропотливая работа, и хочется выразить ему за это особую благодарность. Вопросы рецензента, которые требуют ответа, исправлений, или какой-нибудь реакции, сводятся к двум: во-первых, целесообразность разделения статьи на две части: сугубо математическую, и практическое

руководство пользователя; и, во-вторых, точечные исправление ошибок по тексту во многих местах. В этом ответе отражено в основном первое, т.к. характер точечных исправлений очевиден в каждом случае. Ниже в нашем ответе исходный текст рецензии выделен цветом и зауженной шириной абзацев. Все web-ссылки, выделенные голубым цветом «живые», т.е. сразу обращаются к соответствующему сайту если на них кликнуть мышкой.

Рецензент: *Современные модели океана написаны в общих ортогональных криволинейных координатах для горизонтальных направлений и совместимы с криволинейными сетками произвольной формы, однако на практике применение таких сеток очень ограничено, что как отмечают авторы, приводит к неполному использованию потенциала, которые дают криволинейные координаты. В статье дан обзор математических алгоритмов и подходов при создании современных программных реализаций для криволинейных сеток, которые не получили широкого распространения из-за накопления больших ошибок ортогональности в результате нахождения конформного преобразования контура в прямоугольник. Авторы рассматривают различные причины и аспекты применения, и моменты то снижения, то повышения интереса к использованию ортогональных криволинейных сеток в моделях ROMS, GETM, NEMO. В статье отмечается отсутствие достаточно хороших современных средств для построения криволинейных сеток и сложного анализа, и визуализации полученных решений. В тоже время происходит продвижение алгоритмов для создания простых сеток, которые, за исключением повернутых Меркаторских, дают ограниченную возможность создания криволинейных сеток путем последовательных аналитических конформных отображений. Сетки получают почти идеальной ортогональности, но возможность создания сетки произвольной формы сильно ограничена.*

В представленной статье как раз излагается методика построения криволинейных сеток для произвольной формы, при этом предлагаемый алгоритм обеспечивает ортогональность с высокой точностью, имеется сходимость задачи независимо от параметров, задаваемых пользователем. Приводится численное решение обратной задачи итерационным методом, путем подбора такого расположения точек-узлов сетки вдоль ее периметра, которое позволило бы посредством конформного преобразования периметра в прямоугольник превратить это распределение в равномерное.

По сути представленная статья - это новая научная работа в части разработки математических принципов построения криволинейных сеток для произвольной формы, применяемых в моделях океана. При этом, что очень важно, - она имеет большое практическое значение, и как следствие, авторы представляют новый алгоритм построения ортогональных криволинейных сеток на сфере для достаточно общей геометрической формы моделируемой области, даже представляют краткое описание кода (что я бы рекомендовал вынести за границы самой статьи и опубликовать отдельно, непосредственно в том же выпуске ОИ). Кроме того, алгоритм интегрирован в общий пакет для обработки данных модели ROMS.

В заключении, в качестве фактов новизны и актуальности работы, хочется особенно выделить некоторые новые решения, являющиеся украшением данной работы:

1. *Представлено построение ортогональной криволинейной сетки изотропного разрешения для замкнутого контура, представляющего собой двухуровневый итерационный алгоритм поиска такого начального распределения на точки-узлов сетки на криволинейном контуре, что конформное преобразование контура в прямоугольник превращает это распределение в равномерное.*

2. *Следует отметить фактически созданный новый алгоритм для построения криволинейного контура с точными 90° углами с применением сплайнов пятого порядка. Надо отметить, что другого аналогичного алгоритма создания криволинейных сеток для моделей ROMS (а вероятно, и для NEMO) пока не существует!*

3. *Представляет большой интерес и конкретный пример построения новой расчетной сетки для Черного моря, с демонстрацией итерационного процесса (от начальной точки и далее с использованием в качестве оценки суммы расстояний между узловыми точками, постепенно приближаясь к более точной оценке длины кривой). Распределение узлов сетки на контуре получается решением обратной задачи - требуется расположить точки на контуре таким образом, что конформное преобразование контура в прямоугольник сделало бы это распределение равномерным.*

4. *Показаны примеры использования алгоритма для других районов Мирового океана: Атлантического океана, Мексиканского залива, Гольфстрима.*

5. *Авторы в заключении подводят итог достигнутых результатов, которые впечатляют.*

В тоже время к статье имеются общие редакторские замечания.

1. *Учитывая, что статья больше относится к численным методам в океанологии и лишь немного касается описания собственно программной части, то Рецензент считает рекомендовать авторам сократить название статьи в следующем виде: «ПОСТРОЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ КРИВОЛИНЕЙНЫХ СЕТОК ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОКЕАНА: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ», оставив «Руководство пользователя» для будущих публикаций, а краткое описание программы рассматривать как полезное внутреннее бонусное приложение, которое вызовет дополнительный интерес к статье. Насколько известно, в правилах журнала допускается публикация такого краткого описания*

программы, как отдельного документа, если редакция посчитает это возможным, то моя рекомендация уже есть.

Автор: Этот вопрос – о целесообразности разделения статьи на две: чисто математическую и руководство пользователя – подняли не один, а два рецензента. Ответим так:

Начнем с того, что сама тема построения ортогональных криволинейных сеток в настоящее время откровенно затастана – эта проблема считается официально решенной, это делали и раньше, об этом писали многие, т.е. где-то в сети *Internet* должны существовать пакеты программ, которые можно скачать, и которыми можно воспользоваться. На практике оказывается, что это совсем не так. Естественно, возникает недоверие и скептицизм.

Далее, по мере обновлений *Matlab* пакеты перестают работать из-за банальной несовместимости интерфейса визуализации. Его бы переписать, чтобы привести в соответствие с новой версией *Matlab*, но... постдок, который написал этот пакет уже давно ушёл в неизвестном направлении, а уважаемый ученый из *USGS*, от имени которого этот пакет выставлен на всеобщее обозрение в *github.com*, и который 20 лет назад сам был постдоком, и мог разбираться в подобных вещах, сейчас стыдливо делает вид что он здесь абсолютно ни при чём.

Починить графический интерфейс? Это не просто - он массивен и написан так, что в нём чёрт ногу сломит - но оказывается, что и это ещё не всё: под сломанным интерфейсом скрываются более серьёзные ошибки уже принципиально-математического характера.

Но и это ещё не всё: даже если починить интерфейс и усовершенствовать математический алгоритм, то окажется что получившийся инструмент всё равно оказывается малопригодным для применения – он безнадежно медленный. Конечно, небольшие сетки для того, чтобы убедиться в работоспособности метода построить можно, но если попытаться сделать сетку высокого разрешения для современных расчетов, то он оказывается практически бесполезным. Ещё одна проблема возникает, когда необходимо сделать увеличение - *zoom* - эта возможность предусмотрена в *Matlab*, но любая манипуляция мышкой приводит к зависанию на несколько секунд.

Такая ситуация держится уже много лет, и это хорошо известно.

Теперь представим, что мы публикуем чисто математическую статью с описанием алгоритма построенного как итерационный цикл вокруг алгоритма *IZ*, детально описывая его, но при этом полностью исключив руководство по практическому использованию. Каким образом потенциальная аудитория встретит такую статью? Большая часть аудитории либо не проявит никакого интереса, либо отнесется к этому как к очередной дразнилке. И уж точно, никто не будет пытаться воспроизвести ("*reverse engineer*") функциональный пакет программ на основании математического описания в статье.

В океанографической аудитории подобные статьи принято читать с конца: сначала смотрят аннотацию, и, если она вызывает достаточный интерес, стараются оценить практическую полезность, и только после этого смотрят на математические детали в середине.

Если же посмотреть на саму проблему чисто математически и без учета *социальной* предыстории, то можно выделить три группы вопросов:

(1) собственно, математические алгоритмы: одних только сплайнов для построения контура, и, далее алгоритма *IZ* в сочетании с эллиптической задачей для построения сетки в принципе недостаточно: новым в данной работе является именно то, как они завязаны между собой.

(2) практическая т.е. программная реализация. Сама по себе эта тема не публикуема. Собственно, именно благодаря этой жестко установившейся традиции отсутствуют хорошо продуманные пакеты для подобных вспомогательных задач.

(3) практика применения. Допустим что задачи (1) и (2) полностью решены, т.е. у нас есть и веревка, и дверь. Достаточно ли это для того чтобы можно было построить *хорошие* сетки? Оказывается, что нет. Даже после 53х попыток. Стремиться сделать так, чтобы край сетки

был как можно ближе к береговой линии не всегда целесообразно и не всегда возможно. Получение более высокого разрешения в нужном месте за счет манипуляций с кривизной контура не всегда интуитивно, и требует некоторого опыта. Т.е. в статью нужно хотя бы включить иллюстративные примеры применения в сложной практической ситуации.

Если разделить статью на две части, то для (3) просто не будет места ни в одной из них.

Рецензент:

2. В статье по тексту обнаружены задублированные слова, пропущенные знаки препинания и не согласованные окончания, на что соответственно необходимо еще раз обратить внимание авторам и литературному редактору.

Автор: Мы внимательно прошли через весь аннотированный файл статьи, представленный рецензентом, и сделали исправления. Некоторые параграфы статьи были переписаны. Ещё раз выражаем благодарность за кропотливый труд.

Рецензент:

Заключение

Новизна и ценность работы неоспорима и очевидна. Авторы работы разработали действительно полезный алгоритм построения криволинейных ортогональных сеток для численного моделирования, что может быть полезным для модельных расчетов и понимания процессов, происходящих в различных районах Мирового океана, например, для обеспечения задач, выполняемых в Черном и северных морях, где последнее время ведутся интенсивные морские исследования.

Основные результаты своей работы авторы свели в заключительной главе, и которые представляют собой достижения в вычислительной математике для океанологических исследований.

Работу необходимо обязательно публиковать, несомненно и то, что она повысит рейтинг журнала.

С уважением, Автор. 26.10.2020.

+++++