

Отчет по практическим работам CITES-2015

2 группа

Барт А.А.

Бородина И.

Каштанова К.А.

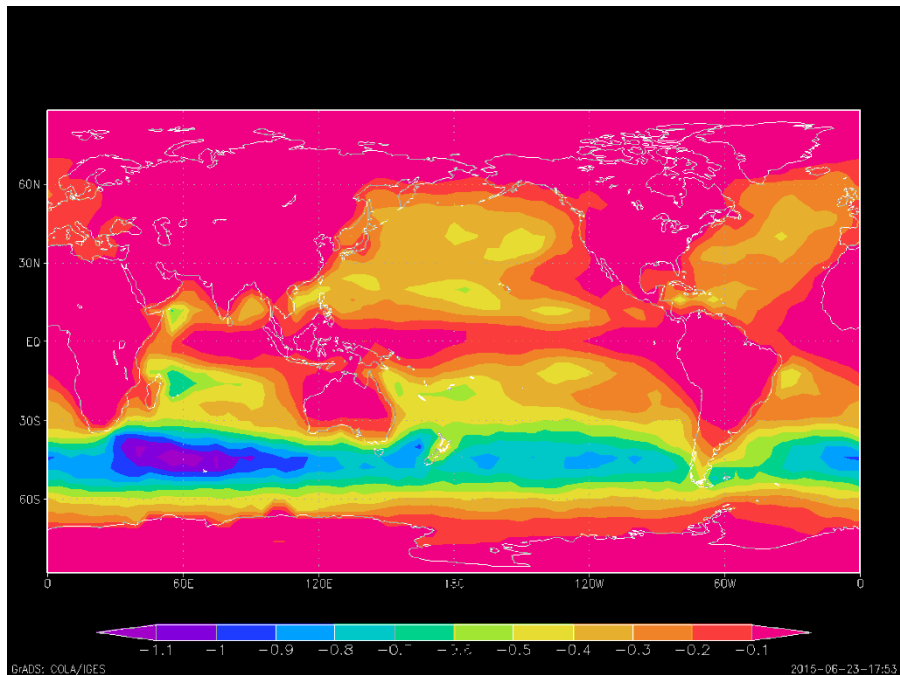
Практическая работа
«Построение алгоритма усвоения
данных для задач атмосферной
ХИМИИ»

- Вещества : CO,NO, O3
- Источник: Варшава
- Пункты наблюдения: Лондон, Варшава.
Амстердам

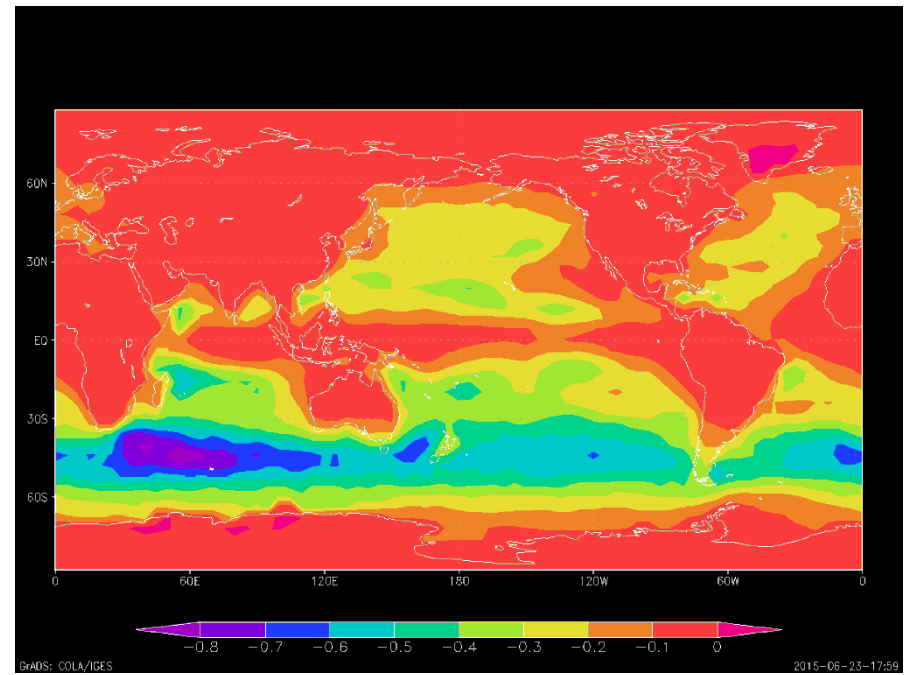
**Практическая работа «Аэрозоли и
малые газовые составляющие и
климат»**

Короткий эксперимент (1 год).

Интегральное значение прямого радиационного форсинга на поверхности и на верхней границе атмосферы



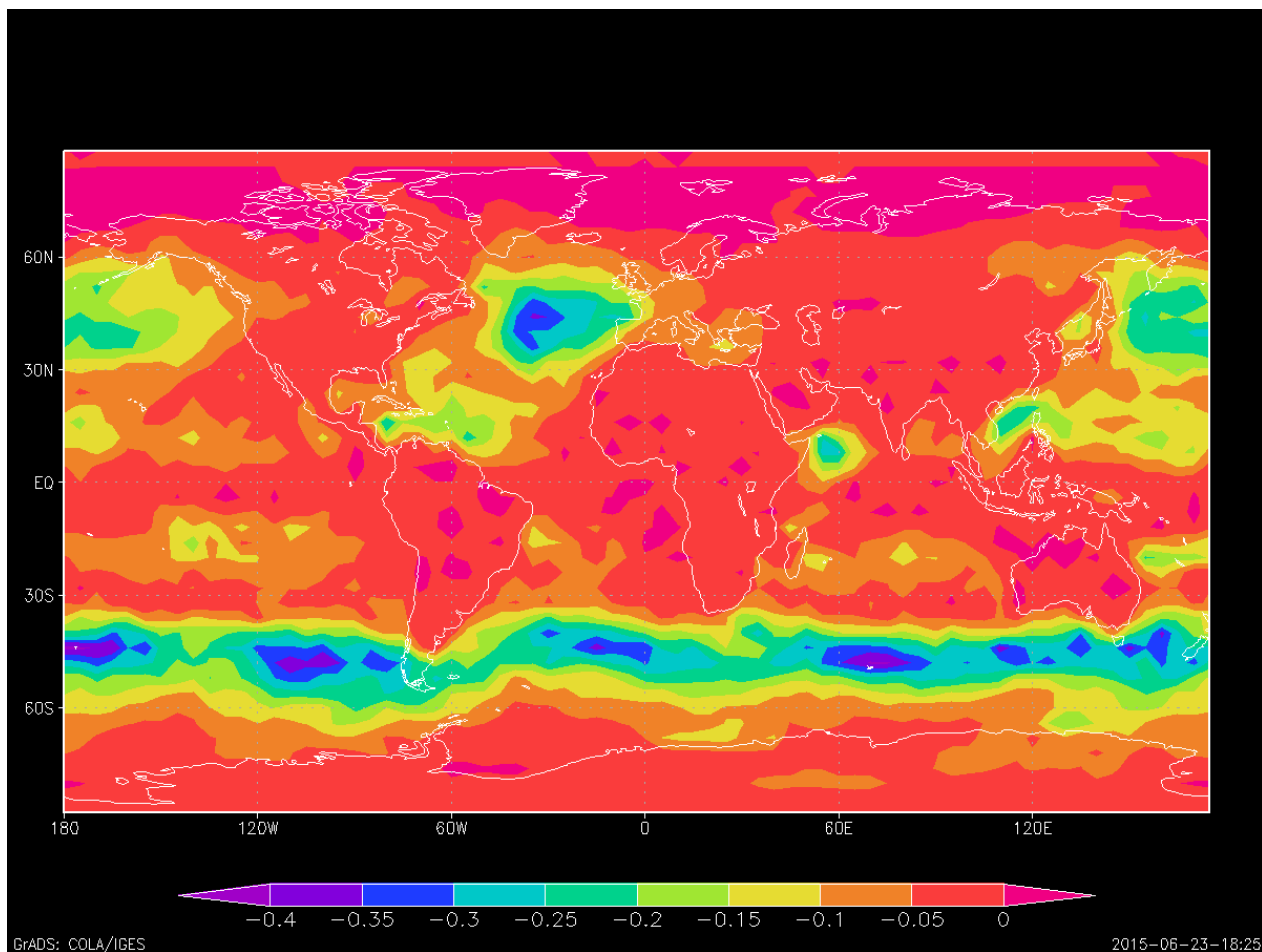
На поверхности (-0,257 Вт/м²)



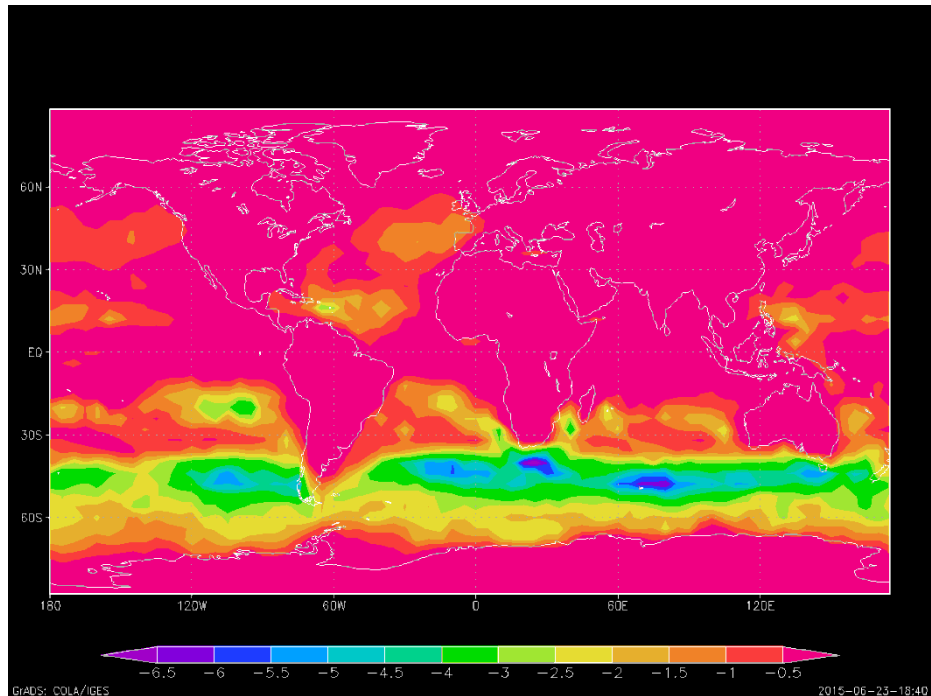
На верхней границе атмосферы (-0,191 Вт/м²)

Морская соль охлаждает климатическую систему

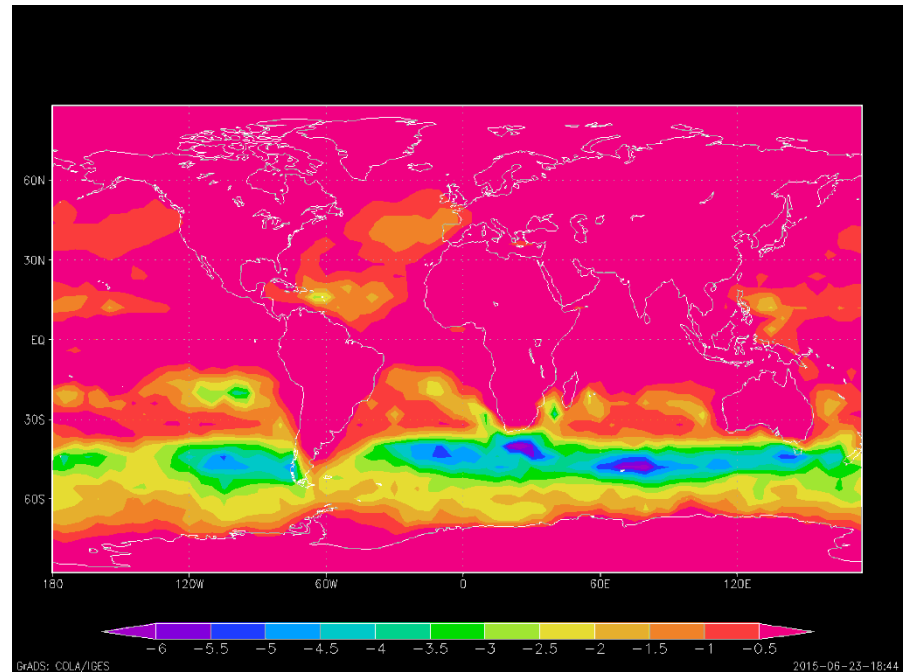
Поток энергии соль поглощает в атмосфере (0,07 Вт/м²)



Непрямой радиационный форсинг на поверхности и на верхней границе атмосферы



На поверхности



На верхней границе атмосферы

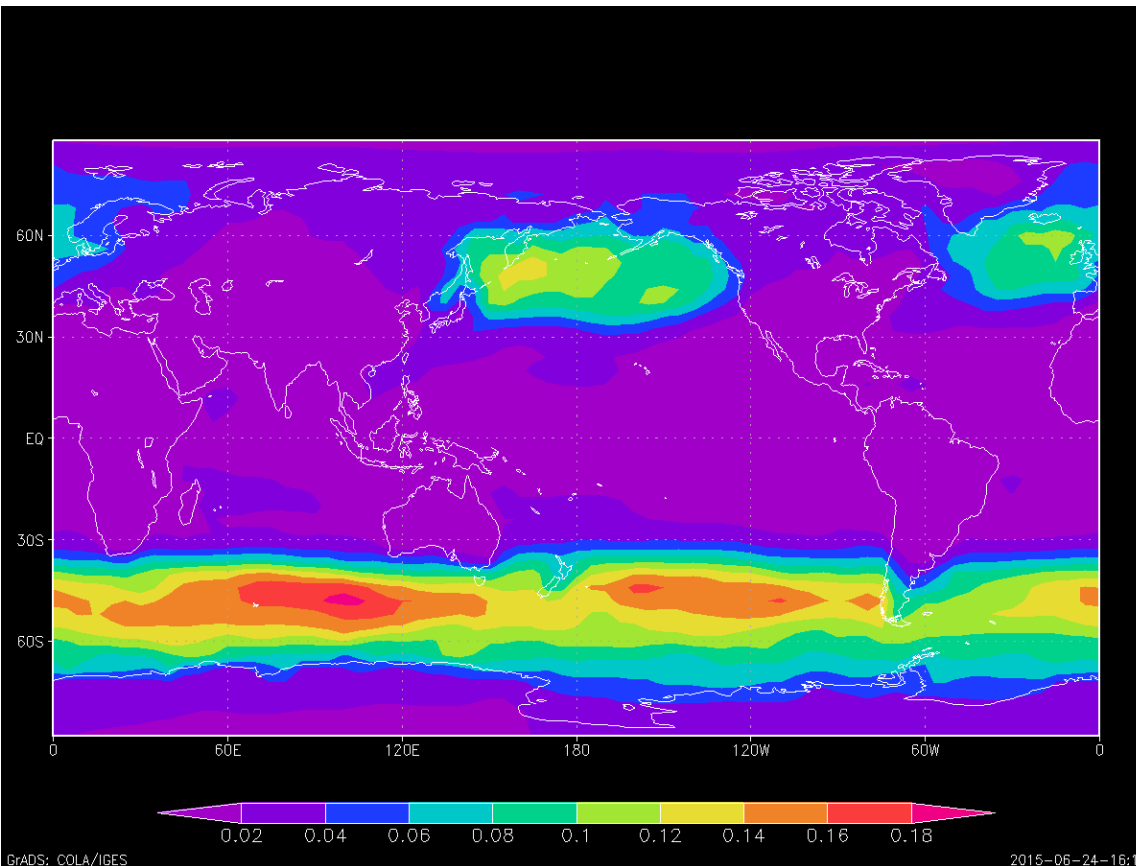
В среднем уменьшается радиус облачных
капель вследствие наличия морской соли на
0,696 микрон

Средняя масса вещества в атмосфере 0,5 млн.
тонн

Средняя величина источника вещества
996,641 млн. тонн/год

Характерное время жизни в атмосфере
4,4 часа

Средняя оптическая толщина 0,269941
0,0366545 часть всей оптической
аэрозольной толщины составляет морская
соль



Задание

Найдите прямой и непрямой радиационный форсинг на верхней границе атмосферы от соли, усредненный отдельно по Северному и Южному полушариям.

Известно, что температура воздуха у поверхности в северном полушарии примерно на 2 градуса выше, чем в южном.

Какой вклад в это вносит радиационный форсинг от соли?

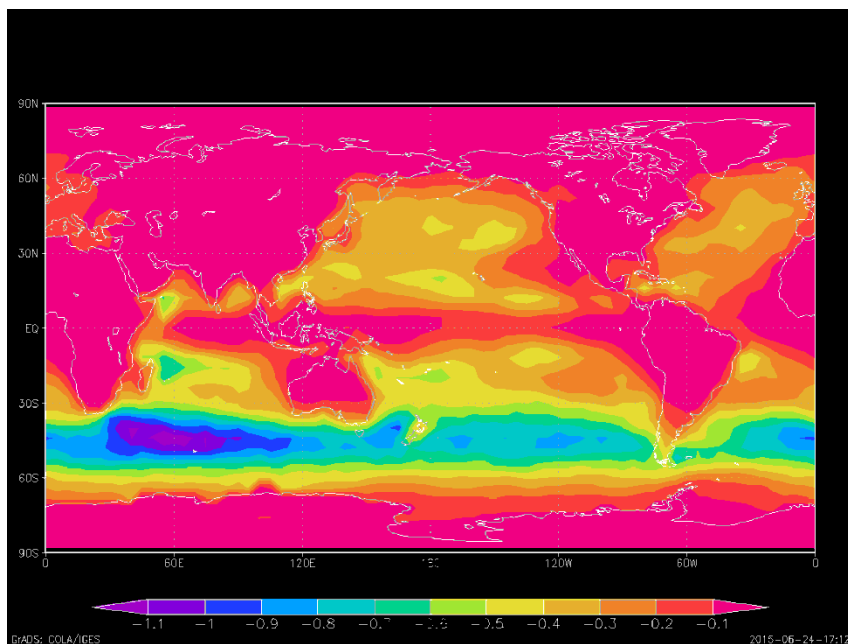
Считать, что 2 Вт/м^2 в радиационном форсинге соответствуют 1 К в приземной температуре

Решение

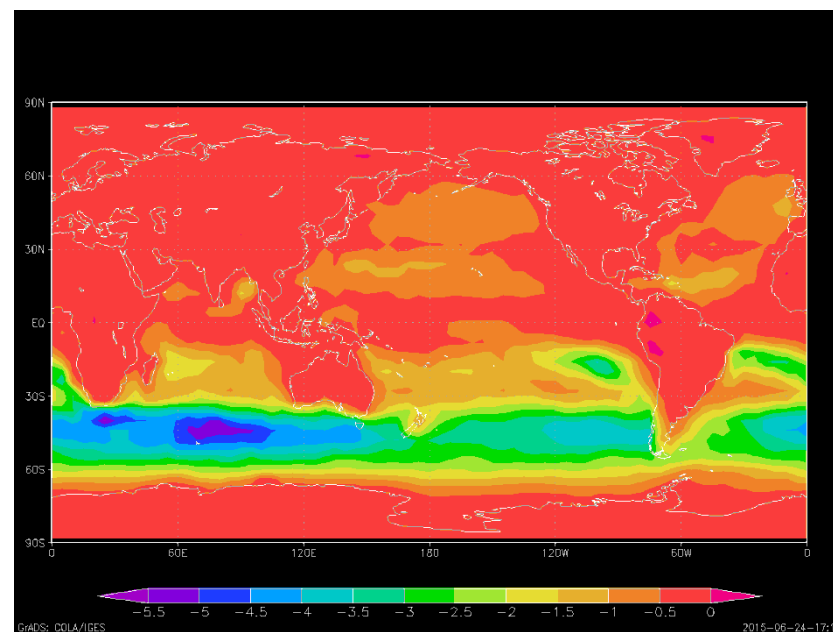
Были рассчитаны средние за весь период прямой и не прямой радиационный форсинг для Северного и Южного полушарий

Северное полушарие	Средний форсинг		Суммарный форсинг		Температура
Непрямой	-0,24523		-0,352421		0,1762105
Прямой	-0,1072				
Южное полушарие					
Непрямой	-1,41349		-1,67928		0,83964
Прямой	-0,26579				
Итог					0,66° (33%)

Среднегодовой прямой и непрямой радиационный форсинг от морской соли



Прямой

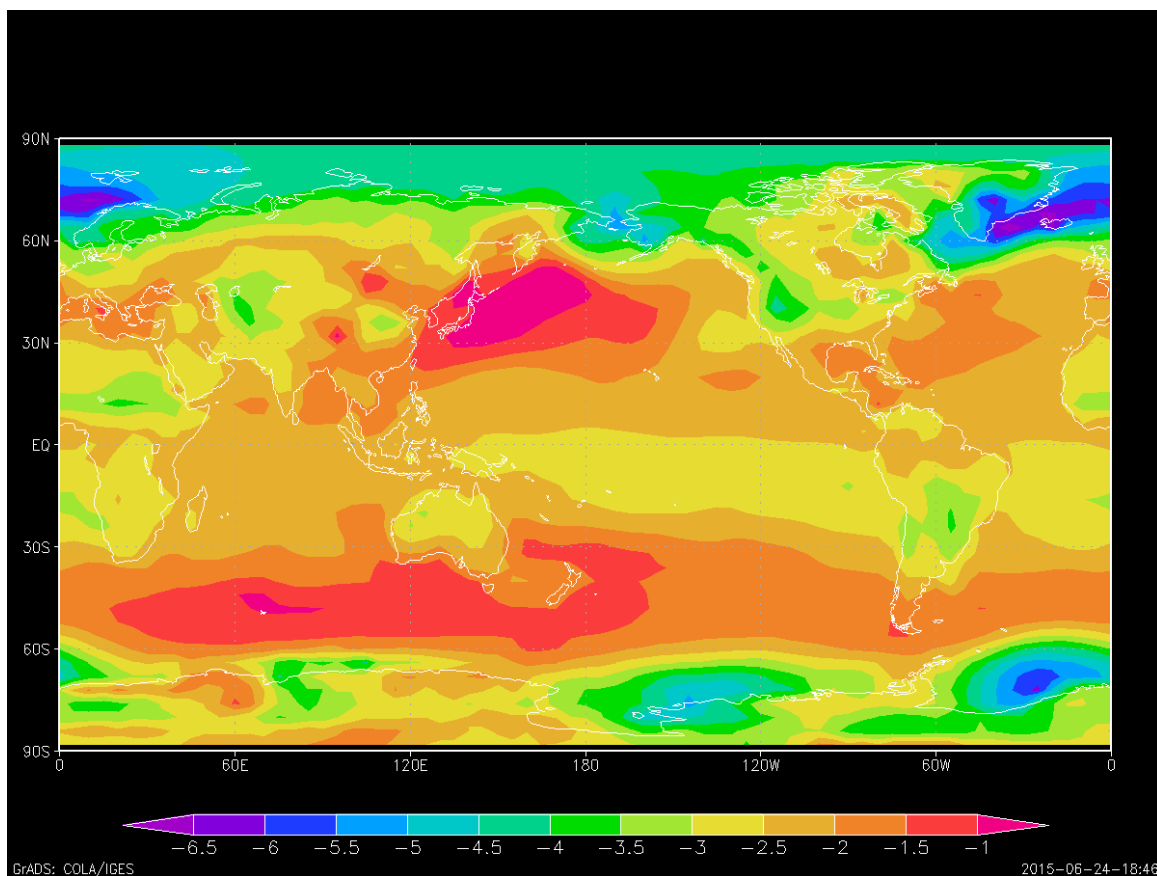


Непрямой

Длинный эксперимент по влиянию морской соли на климат (около 20 лет)

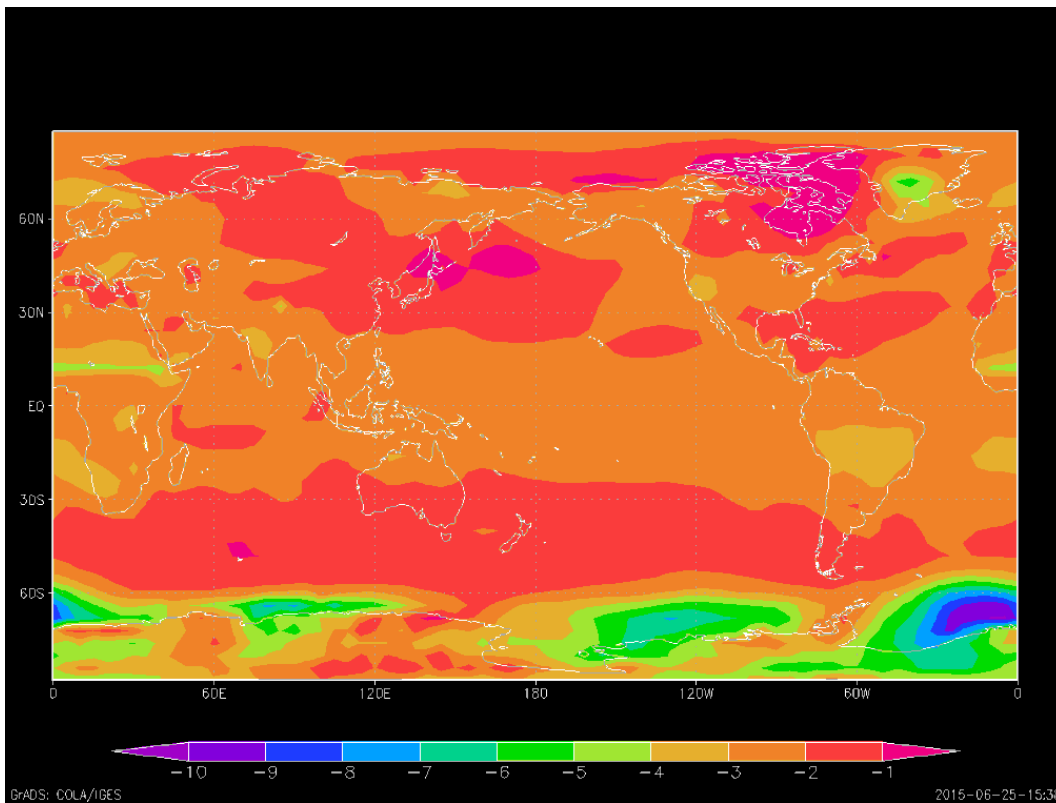
Одним из предлагаемых геоинженерных методов борьбы с глобальным потеплением является создание установок по распылению морской воды в воздухе, что должно приводить к росту концентрации морской соли в нижних слоях атмосферы. Такие установки, как считается, могут работать на энергии волн и достаточно дешевы, чтобы их можно было с достаточной частотой распределить по всему океану.

Уменьшение усредненной по всей Земле приповерхностной температуры воздуха по сравнению с контрольным экспериментом

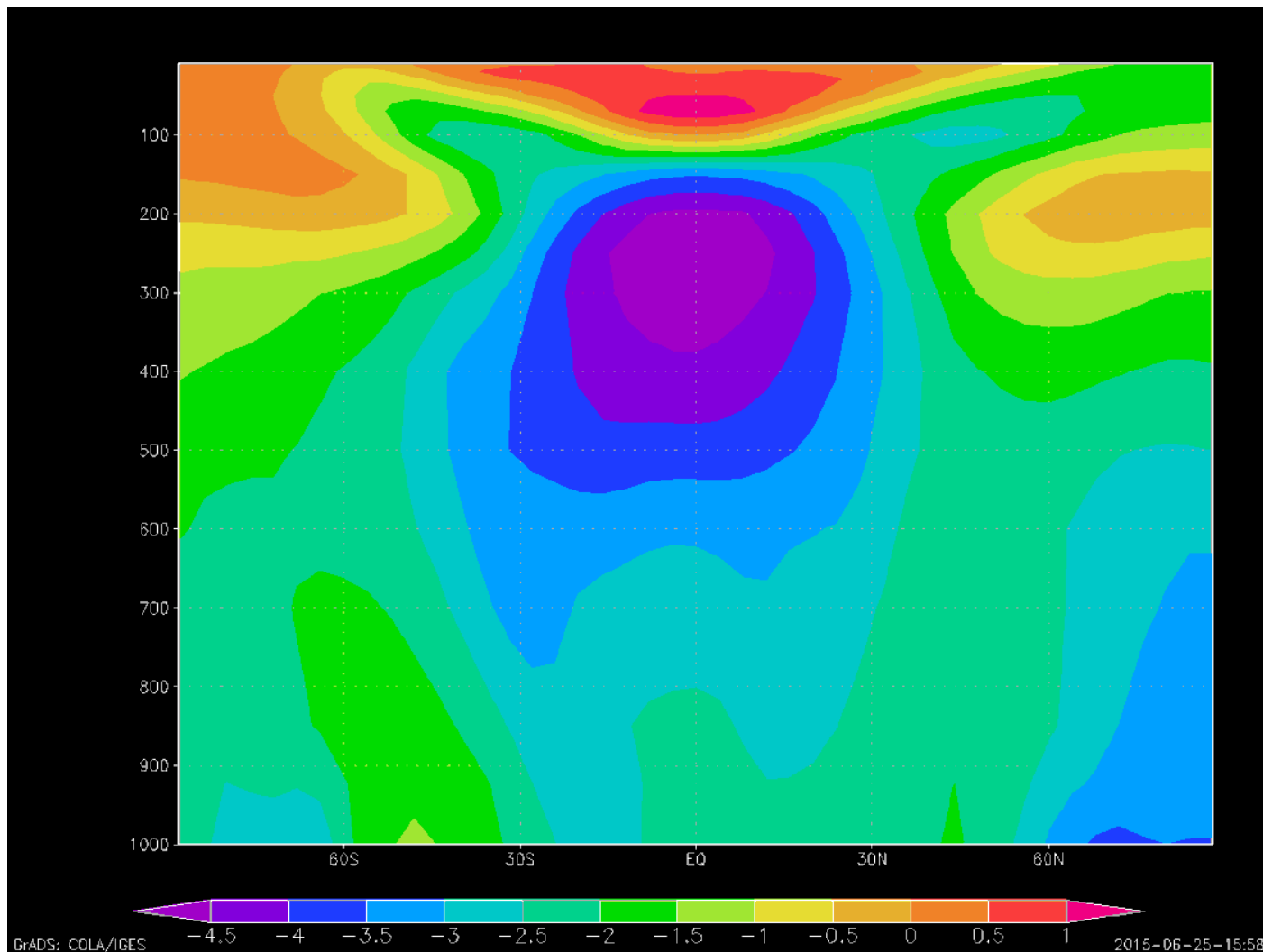


По сравнению с контрольным экспериментом
соли в атмосфере стало больше В 21 раз

Разность температур у поверхности Земли в июне-августе по сравнению с контрольным экспериментом.



Вертикальный профиль разности температур эксперимента и контрольного эксперимента



**Практическая работа «Решение
уравнений динамики
атмосферы»**

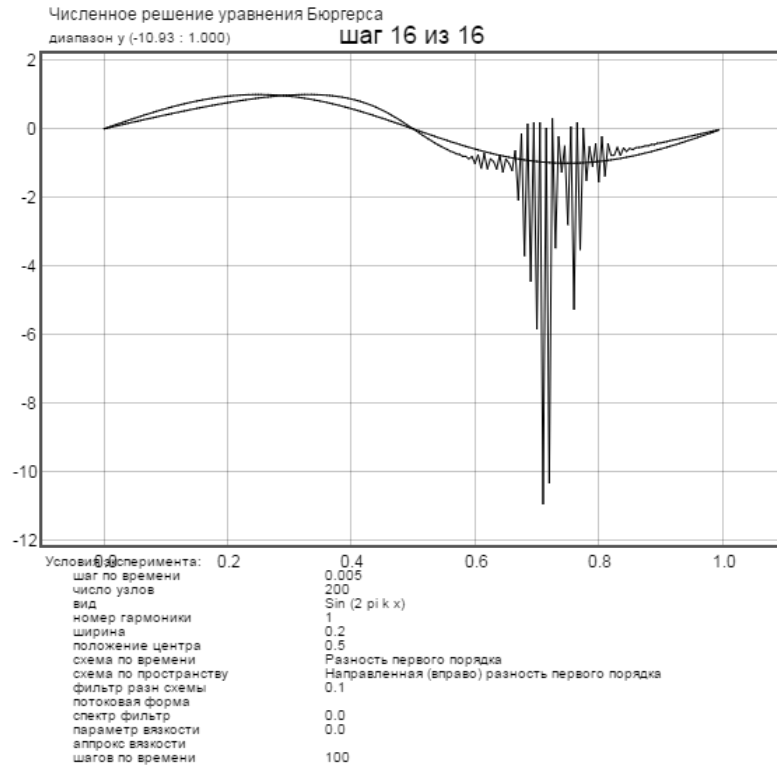
Численное решение уравнения Бюргерса

- Нелинейное уравнение Бюргерса (Burgers, 1948) задается уравнением

$$\frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

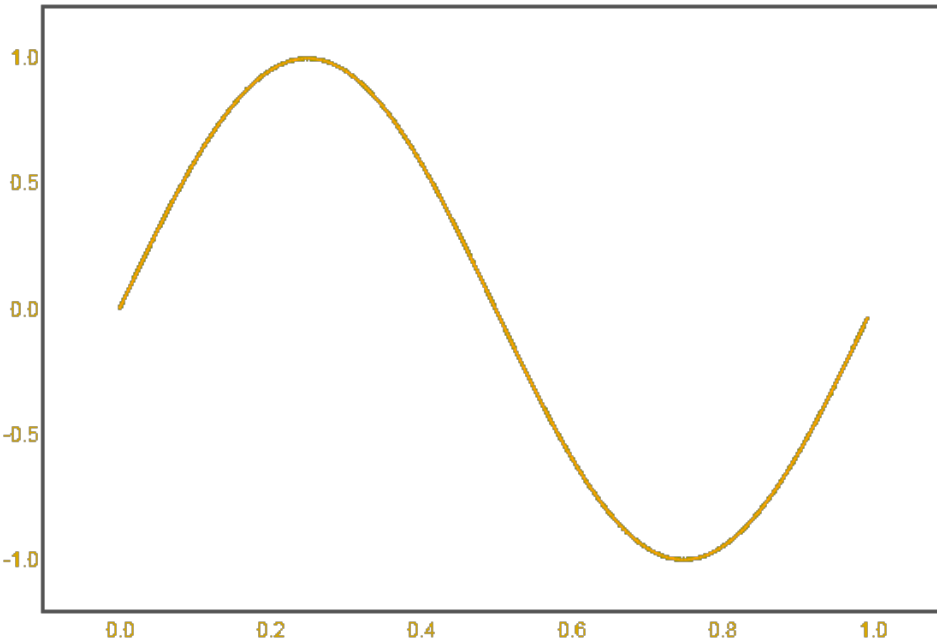
- Уравнение (1) является одномерным уравнением движения, где u - скорость потока, а слагаемое справа учитывает вязкость среды. Если вязкий член не равен нулю, то уравнение (1) является параболическим, в противном случае - гиперболическим.
- Уравнение Бюргерса можно интерпретировать как нелинейное волновое уравнение, где скорость распространения волны в разных точках будет разной. Поскольку скорость распространения возмущений меняется, то характеристики начинают пересекаться и в решении возникают разрывы, аналогичные ударным волнам в газовой динамике. Таким образом, рассматриваемое уравнение позволяет исследовать свойства разностных схем и алгоритмов на разрывных решениях.
- В численных экспериментах значения $u(t, x=0)$ и $u(t, x=1)$ равны друг другу (периодические граничные условия).
- Для решения уравнения Бюргерса можно использовать схемы, которые применяются для решения уравнения переноса в эксперименте "Перенос пассивной примеси".

- Аппроксимация разностными схемами первого порядка – общий метод для решения уравнений в частных производных.



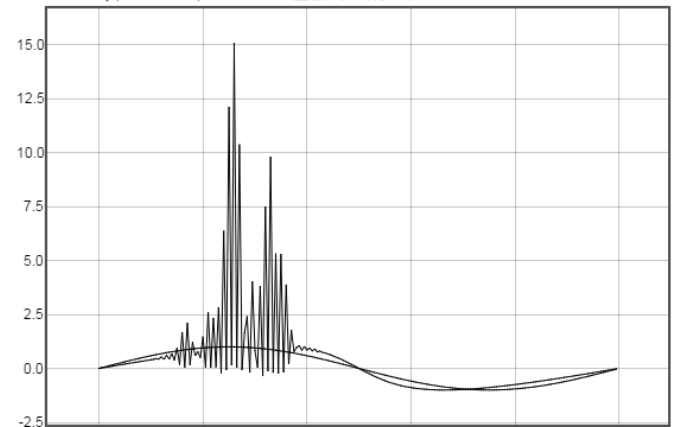
- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени – разность первого порядка
- схема по пространству – **правая разность**
- спектр. фильтр 0
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 100

Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон y (-1.000 : 1.000) шаг 0 из 17

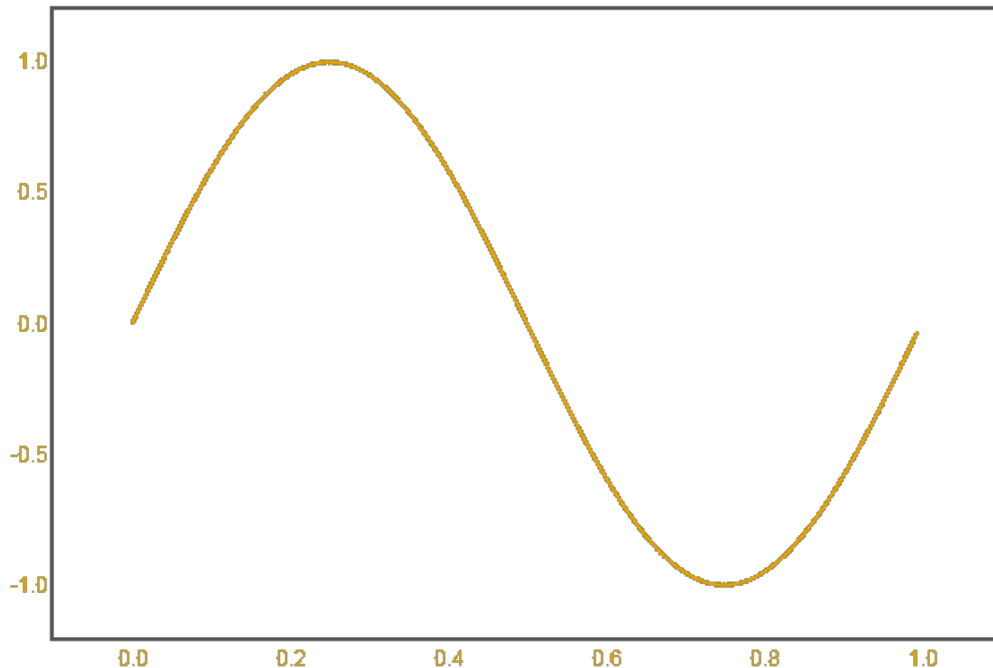


- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени – разность первого порядка
- схема по пространству – левая разность
- спектр фильтр 0
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 100

Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон y (-1.000 : 15.000) шаг 17 из 17

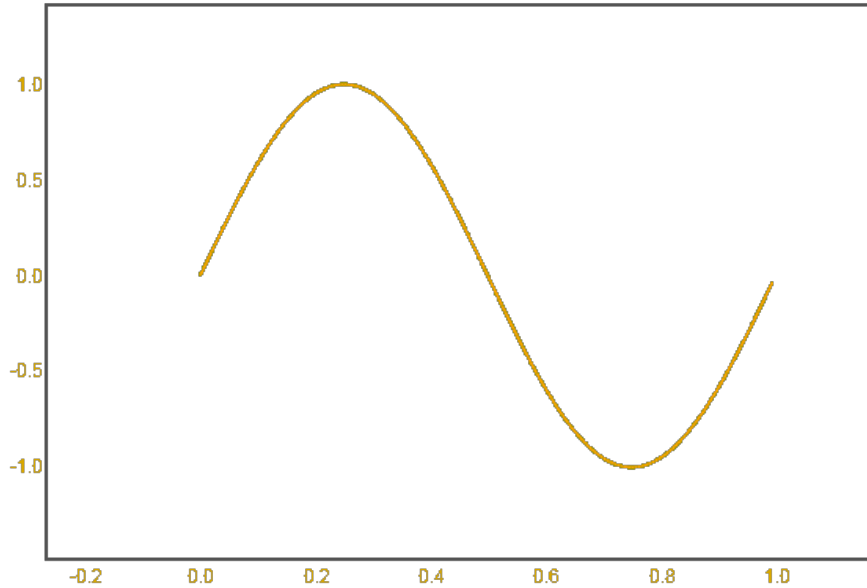


Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон y (-1.000 : 1.000) шаг 0 из 39

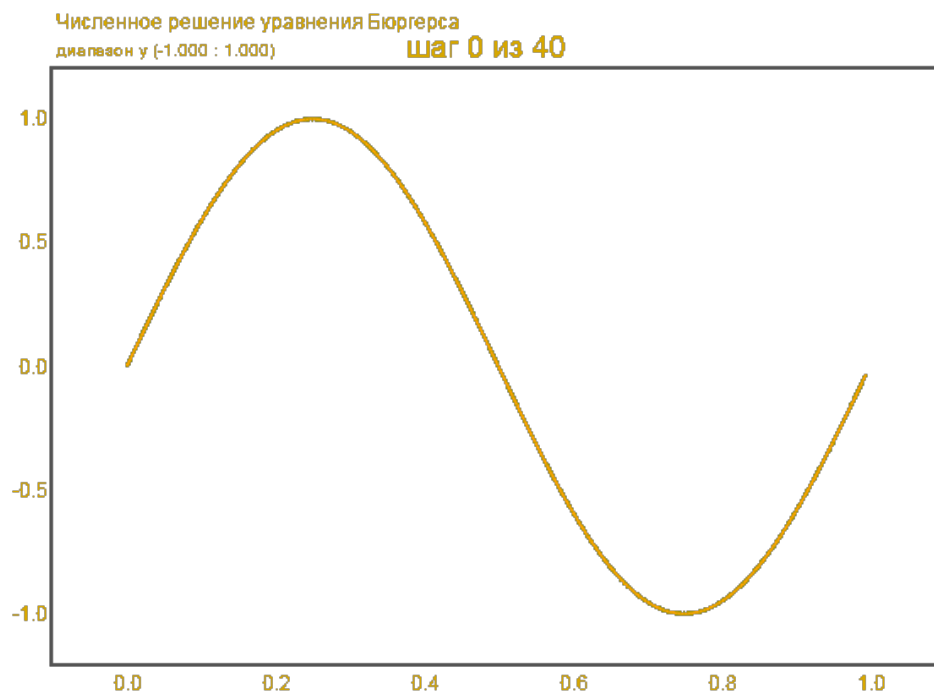


- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени – разность первого порядка
- схема по пространству – **центральная разность**
- спектр фильтр 0
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 100

Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон y (-1.000 : 1.000) шаг 0 из 39



- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени – разность первого порядка
- схема по пространству – центральная разность
- **спектр фильтр 0,03**
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 100



- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени – разность первого порядка
- схема по пространству – Центральная разность
- **спектр фильтр 0,1**
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 100

Метод Лакса-Вендрофа

Метод Лакса-Вендрофа относится к числу первых конечно-разностных алгоритмов второго порядка точности, созданных для решения гиперболических уравнений в частных производных, и имеет следующий вид:

$$u_j^{n+1} = u_j^n - \frac{\Delta t}{\Delta x} \frac{F_{j+1}^n - F_{j-1}^n}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta t}{\Delta x} \right)^2 [A_{j+1/2}^n (F_{j+1}^n - F_j^n) - A_{j-1/2}^n (F_j^n - F_{j-1}^n)]$$

Где

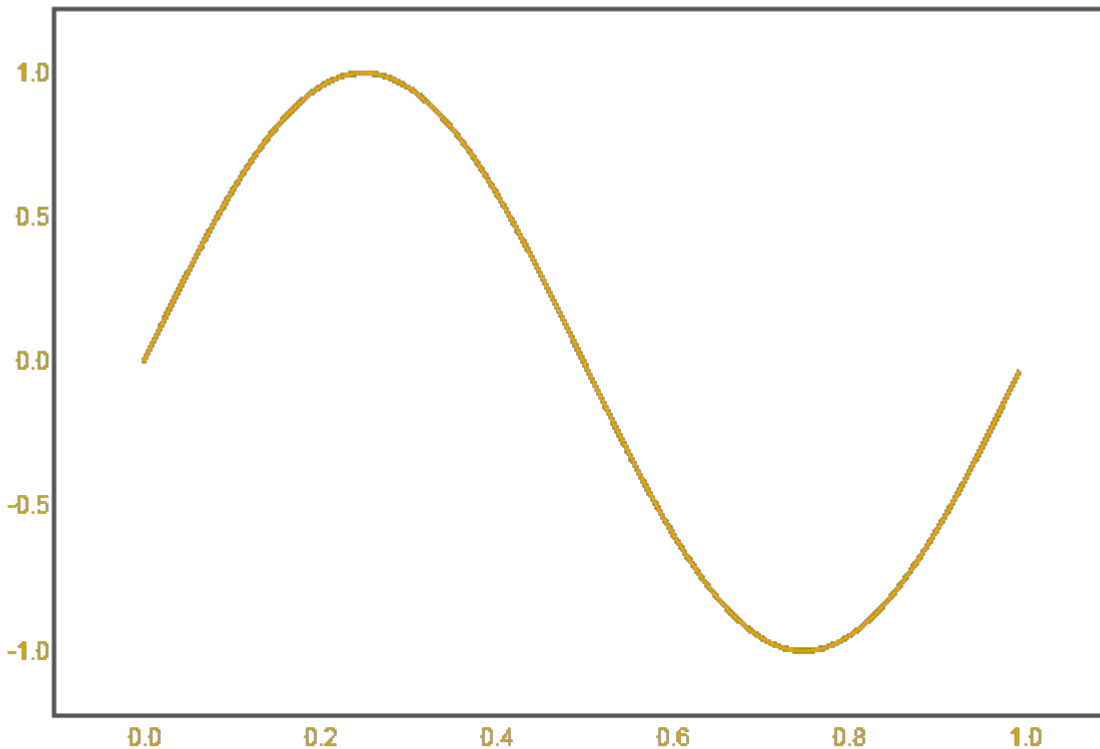
$$A_{j+1/2} = \frac{u_j + u_{j+1}}{2}$$

Условие устойчивости схемы имеет вид: $|(\Delta t / \Delta x) u_{\max}| \leq 1$.

Численное решение уравнения Бюргерса

диапазон u (-1.000 : 1.000)

шаг 0 из 6



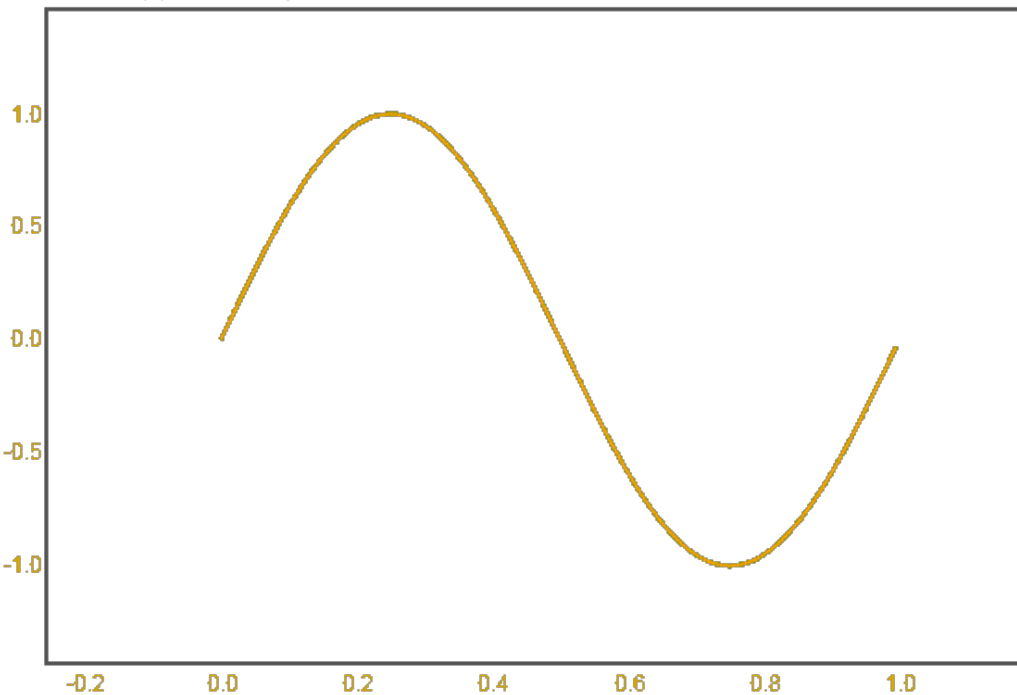
- шаг по времени 0,025
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени **Схема Лакса-Вендрофа**
- спектр фильтр 0
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 500

Не выполняется условие устойчивости схемы $|(\Delta t / \Delta x) u_{\max}| \leq 1$. ($5 > 1$)

Численное решение уравнения Бюргерса

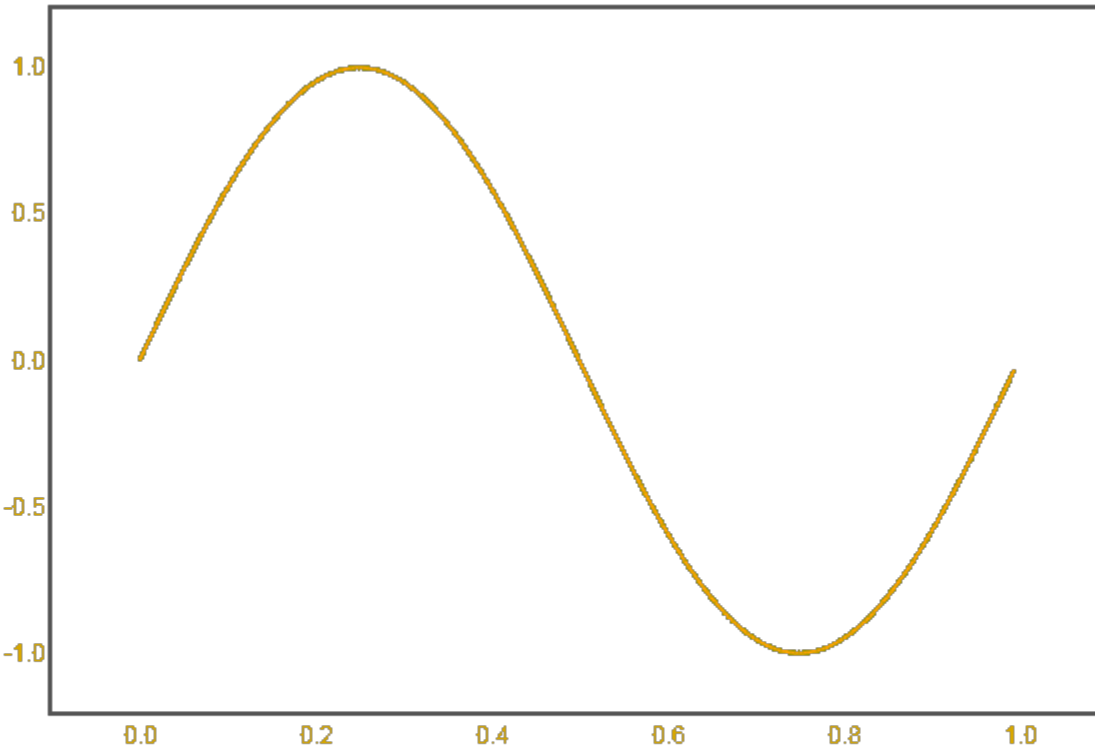
диапазон y (-1.000 : 1.000)

шаг 0 из 7



- шаг по времени 0,025
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени Схема Лакса-Вендрофа
- **спектр фильтр 0,3**
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 500

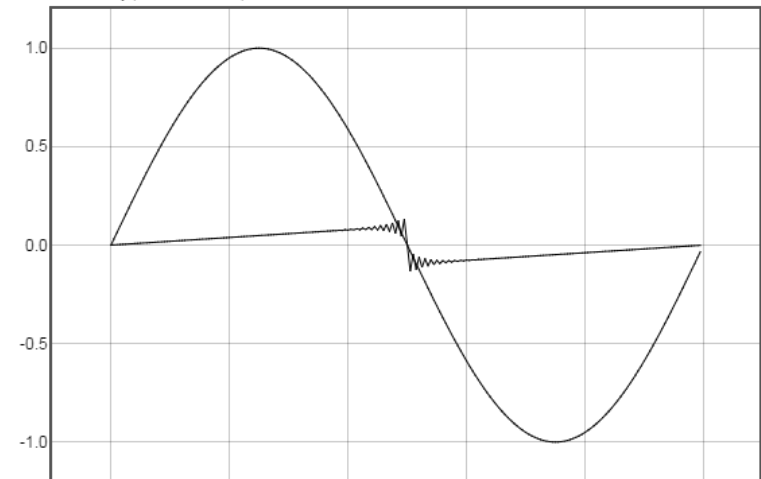
Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон u (-1.000 : 1.000) шаг 0 из 1000



- шаг по времени 0,005
- число узлов 200
- вид функции
- схема по времени Схема Лакса-Вендрофа
- спектр фильтр 0
- параметр вязкости 0
- шагов по времени 1000

Условие устойчивости схемы $|(\Delta t / \Delta x) u_{\max}| \leq 1$ выполняется

Численное решение уравнения Бюргерса
диапазон u (-0.1326 : 0.1326) шаг 1000 из 1000



Условие эксперимента:
шаг по времени 0,005
число узлов 200
вид Sin (2 pi k x)

Спасибо за внимание!