

# ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАДАНИЯ ИСТОЧНИКА ПРИ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ

Д.Г. Туйков\*, А.А. Табаков\*\*, А.В. Баев\*\*\*

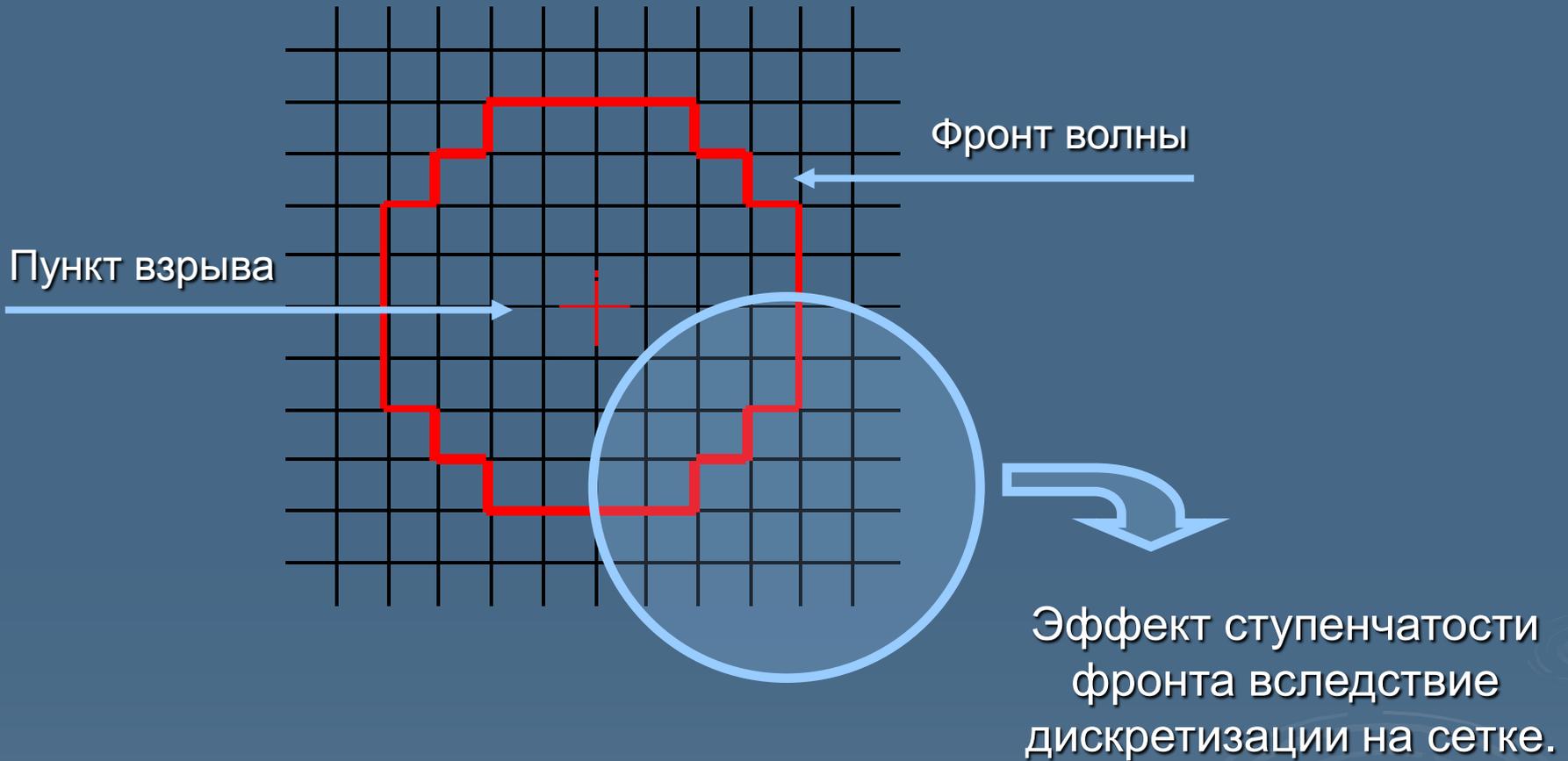
\* ООО «ГЕОВЕРС», Москва, \*\* ОАО «ЦГЭ», Москва, \*\*\* МГУ, г. Москва

# Постановка задачи

При конечно-разностном решении задачи моделирования волновых полей одной из основных проблем является **задание начального импульса** на сетке для получения однозначного решения дифференциального уравнения.

Для этого вполне оправданным является лучевой метод задания начального импульса на сфере (окружности), однако в связи с этим необходимо выбрать радиус начального возмущения таковым, чтобы в достаточной степени обеспечить **точную дискретизацию данной сферы (окружности) на сетке**.

# Постановка задачи



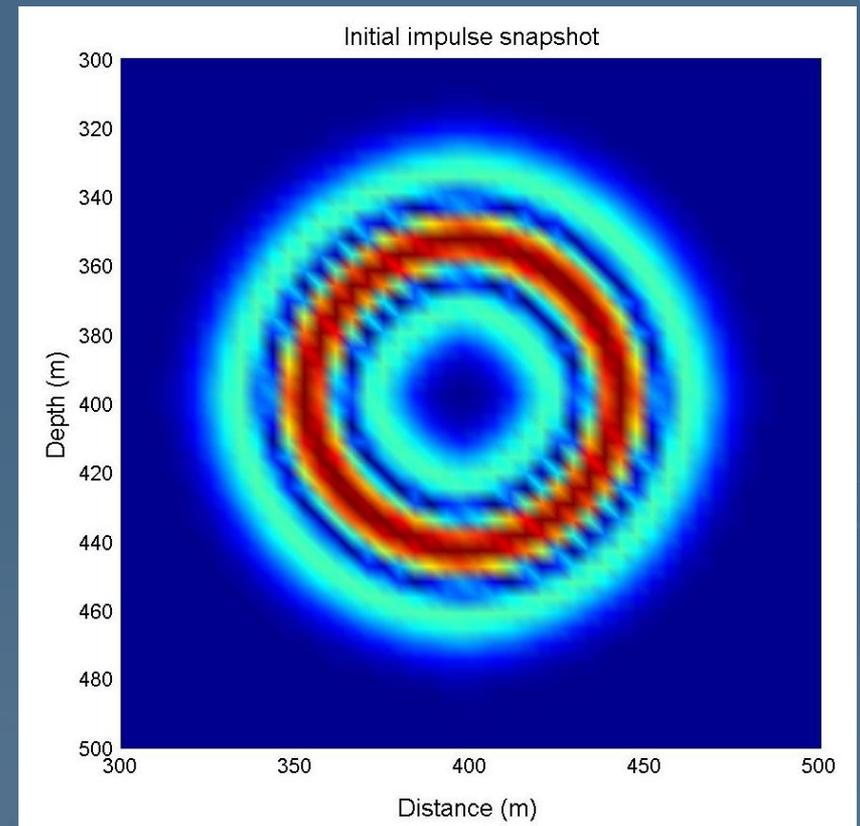
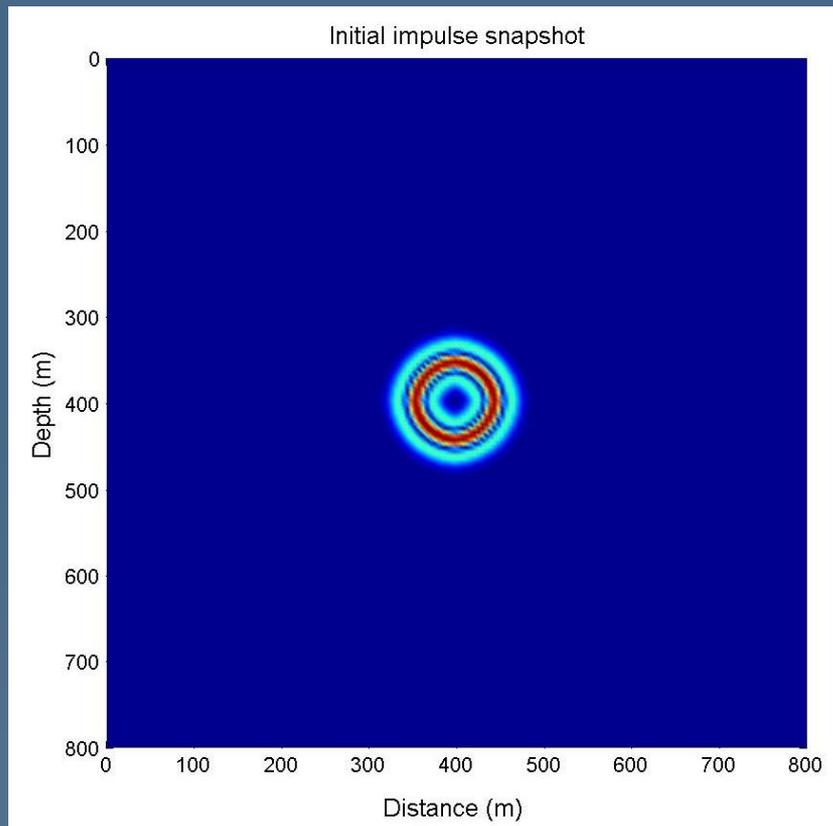
# Постановка задачи

Начальное возмущение. Генерация лучевым методом.

Импульс Риккера с частотой 40 Гц.

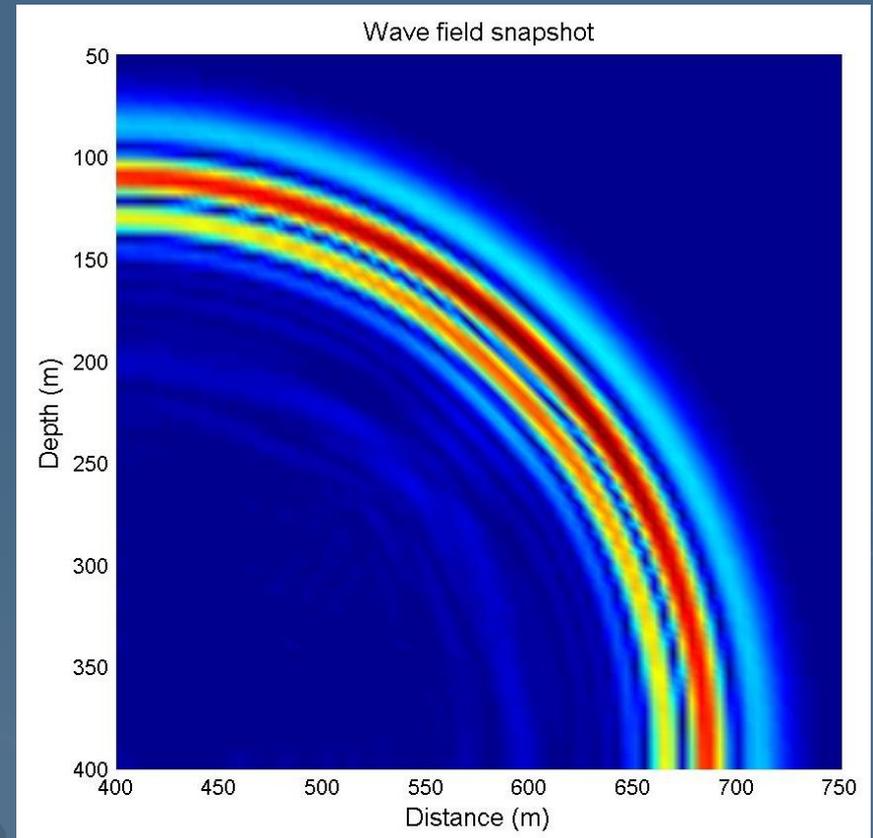
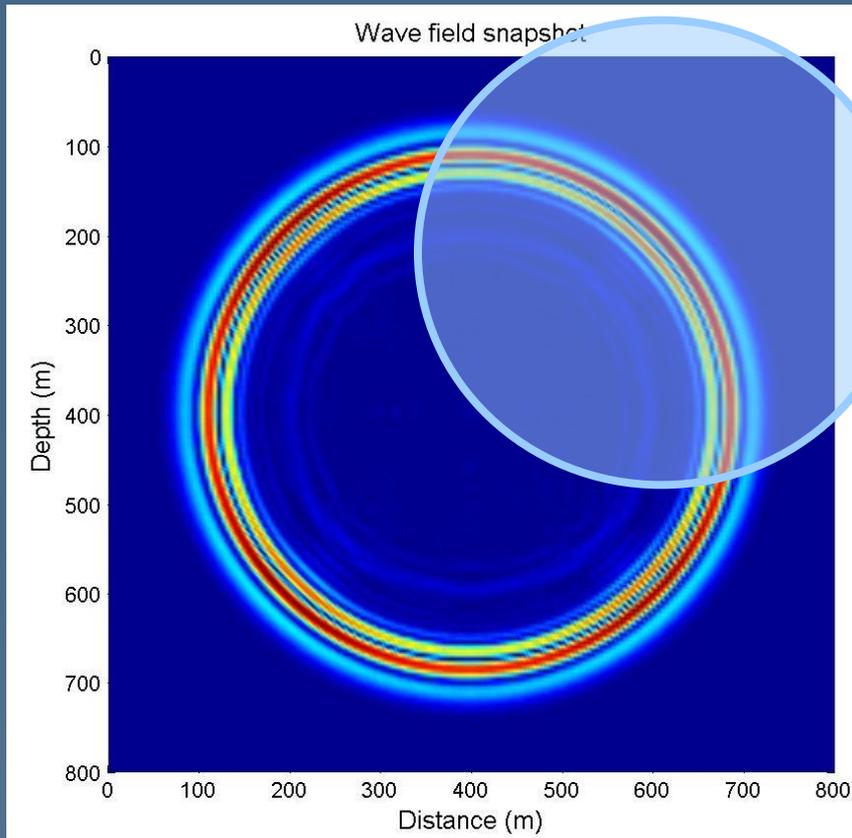
Пространственный шаг сетки – 4 на 4 метра.

Радиус первоначального возмущения – 50 м.



# Постановка задачи

Снимок волнового поля на расстоянии 300 метров от пункта взрыва.



# Способы улучшения дискретизации

Использование регулярной сетки с увеличением радиуса первоначального возмущения

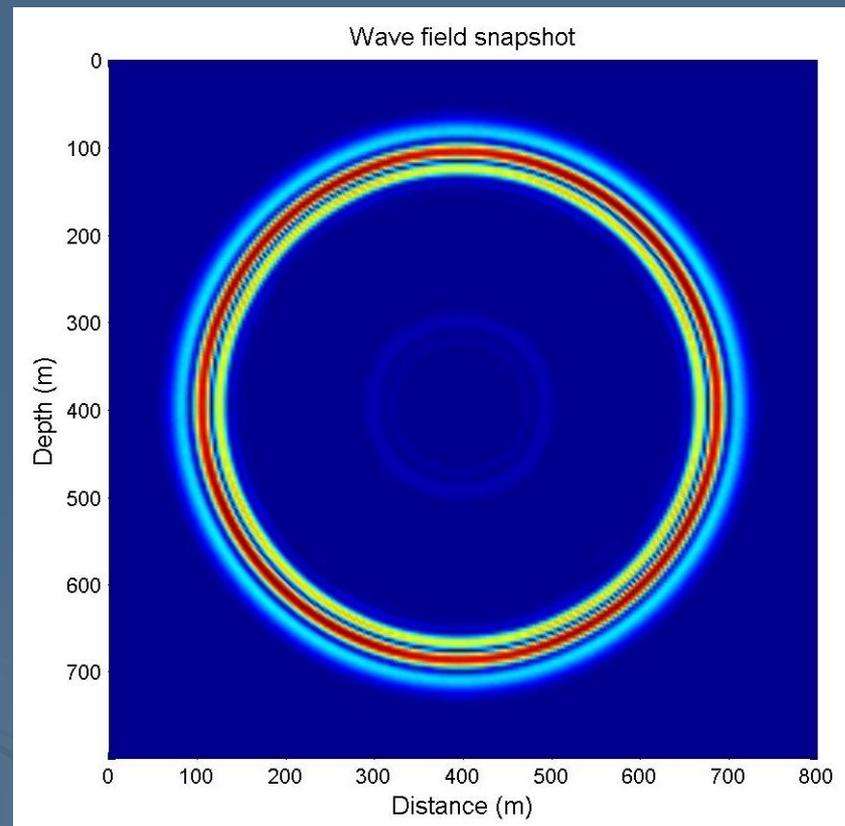
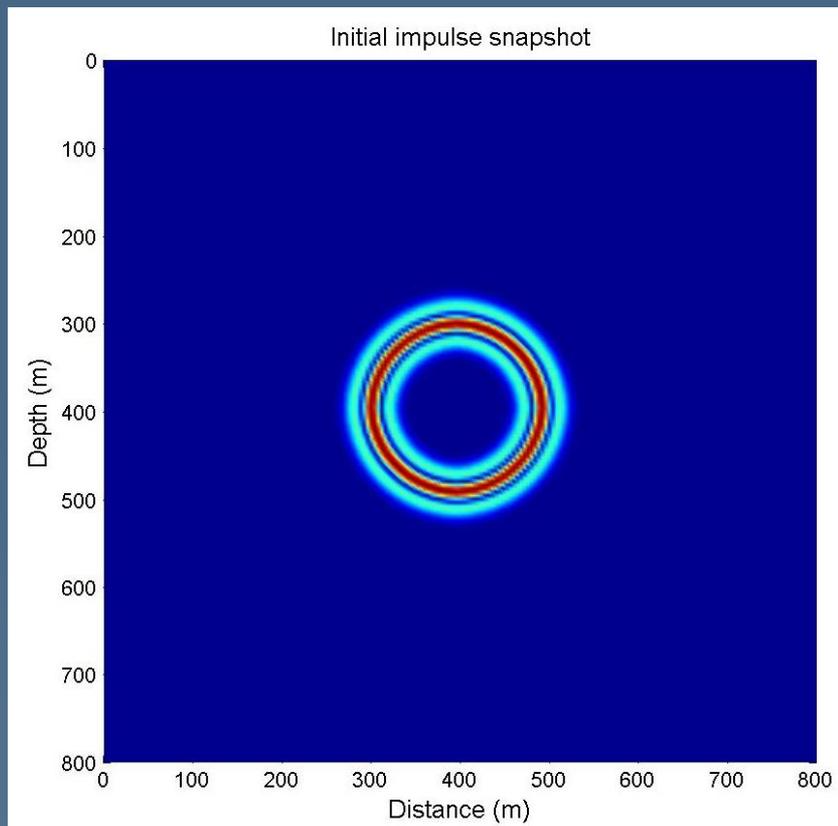
Наиболее очевидным способом улучшения дискретизации сферы (окружности) на сетке является **увеличение радиуса** этой сферы (окружности), не изменяя шага сетки.

Тем не менее, данный способ является весьма ограниченным из-за конечных размеров пластов, что делает **невозможным большое увеличение радиуса** первоначального возмущения.

# Способы улучшения дискретизации

Использование регулярной сетки с увеличением радиуса первоначального возмущения

Начальное возмущение и волновое поле на 300 м от источника.  
Радиус задания импульса – 100 м, пространственный шаг сетки – 4 м.



# Способы улучшения дискретизации

Использование регулярной сетки с уменьшением шага во всей области моделирования

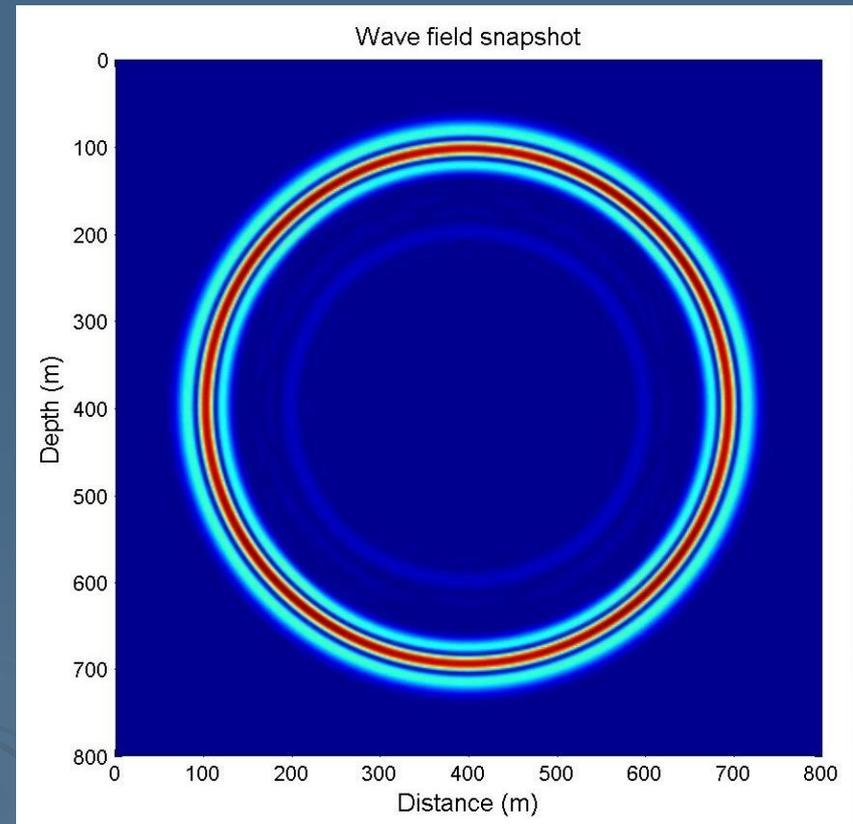
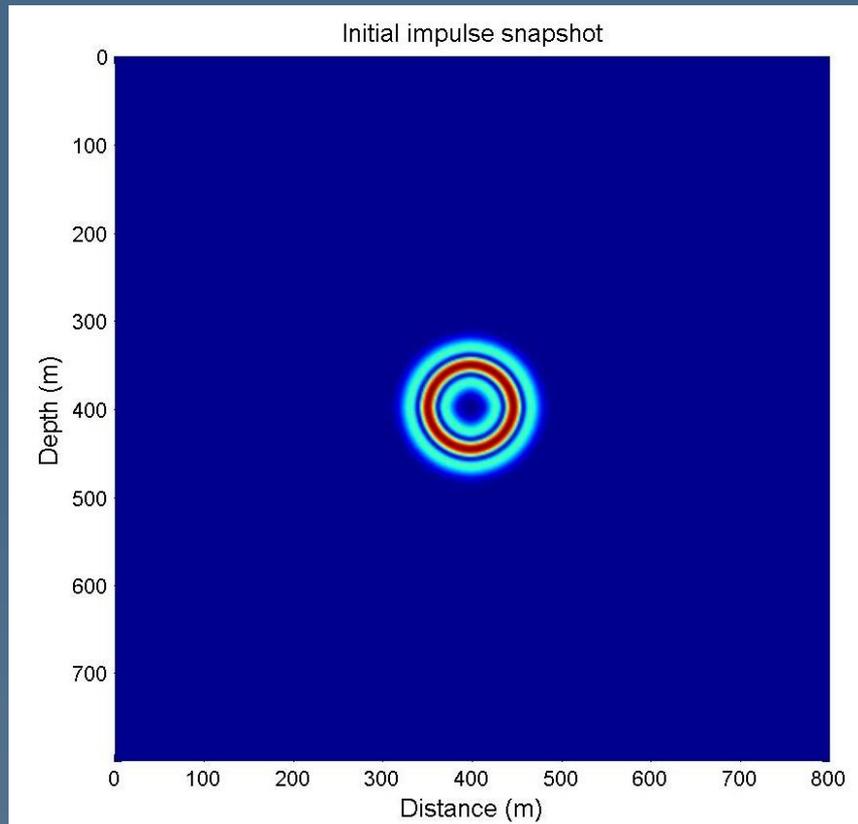
Другой альтернативой для улучшения качества первоначального возмущения является **уменьшение шага сетки**. К тому же в ходе дальнейшего расчета данные накапливают меньшие ошибки, благодаря меньшему шагу сетки. При этом нет необходимости увеличивать радиус первоначального возмущения.

Однако данный способ влечет за собой **значительное увеличение времени** расчета волнового поля вследствие увеличения числа узлов сетки.

# Способы улучшения дискретизации

Использование регулярной сетки с уменьшением шага во всей области моделирования

Начальное возмущение и волновое поле на 300 м от источника.  
Радиус задания импульса – 50 м, пространственный шаг сетки – 2 м.



# Способы улучшения дискретизации

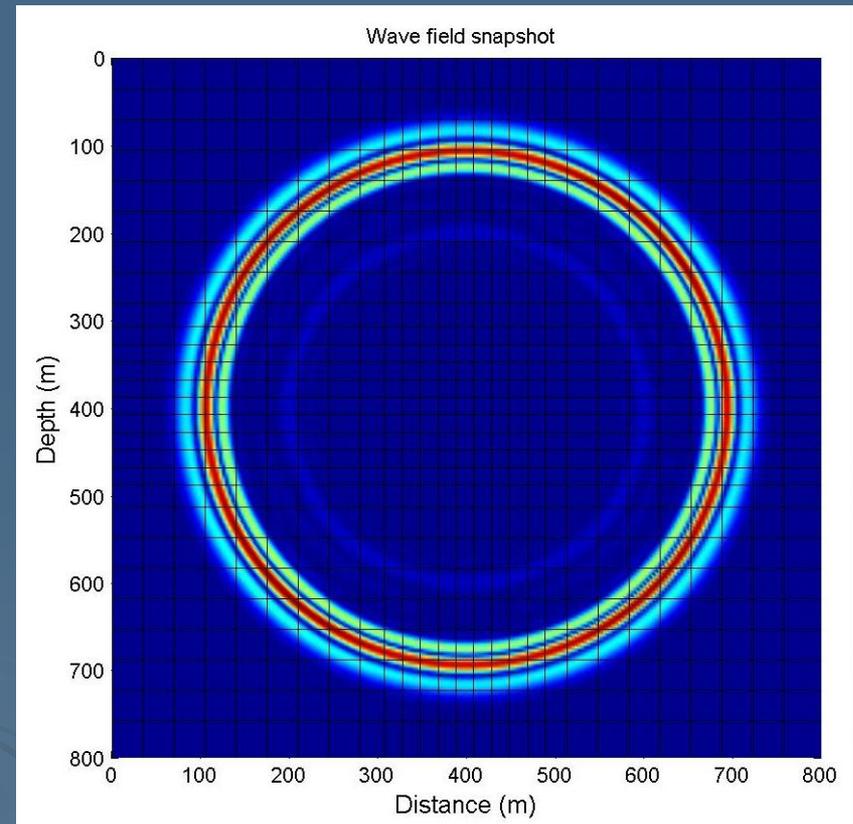
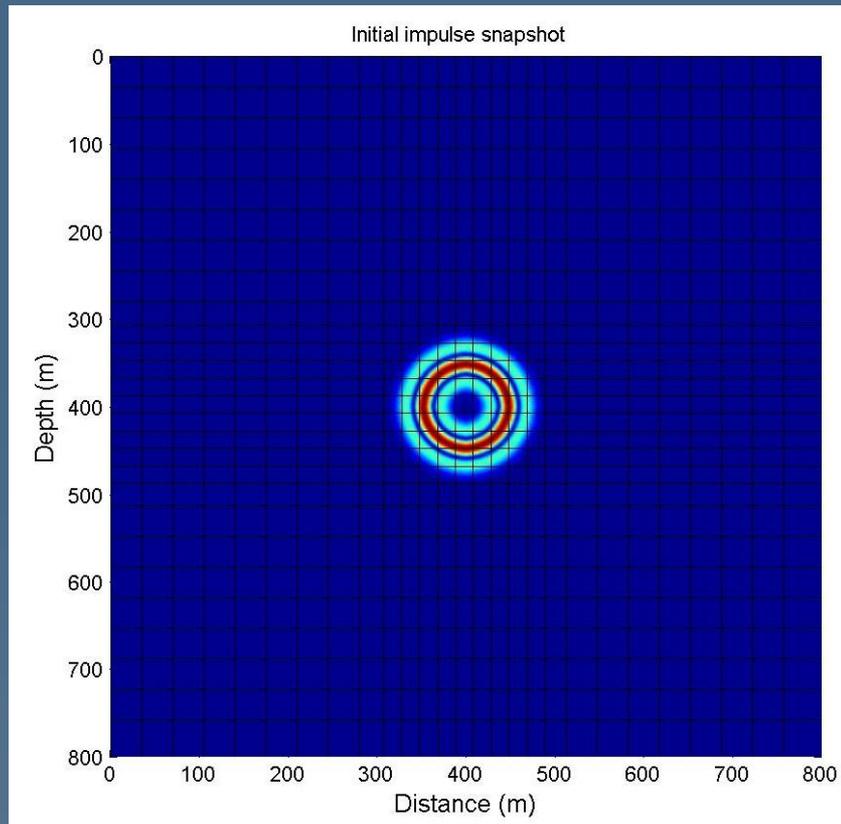
Использование нерегулярной сетки с областью сгущения в пределах задания начального импульса

Модификацией предыдущего способа является использование нерегулярной сетки с областью сгущения в пределах первоначального возмущения, что позволяет избежать недостатков, свойственных предыдущим методам – **достигается улучшение задания начального возмущения, нет роста размеров сферы, не происходит значительного увеличения размерности сетки, влекущего рост времени расчета.**

# Способы улучшения дискретизации

Использование нерегулярной сетки с областью сгущения в пределах задания начального импульса

Начальное возмущение и волновое поле на 300 м от источника. Радиус задания импульса – 50 м, пространственный шаг сетки в области задания источника – 2 м. В остальной области – 4 м.



# Сравнительный анализ

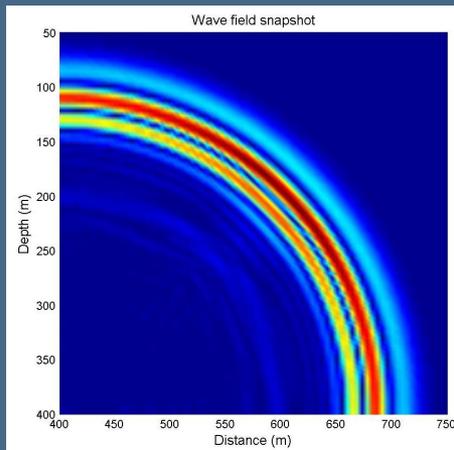
В качестве критерия для сравнения был выбран коэффициент корреляции между модельным волновым полем, рассчитанным как с использованием мелкого шага сетки – 2 на 2 метра, так и с большим начальным радиусом возмущения – 100 м. Сравнение проводилось с тремя волновыми полями, характеризующимися предложенными способами достижения большей эффективности задания начального импульса и волновым полем с наиболее грубым приближением начального возмущения.

Расчет проводился на модели размером 1600 на 3200 метров. Шаг схемы по времени – 0,1 мс. Скорость продольной волны – 2000 м/с.

# Сравнительный анализ

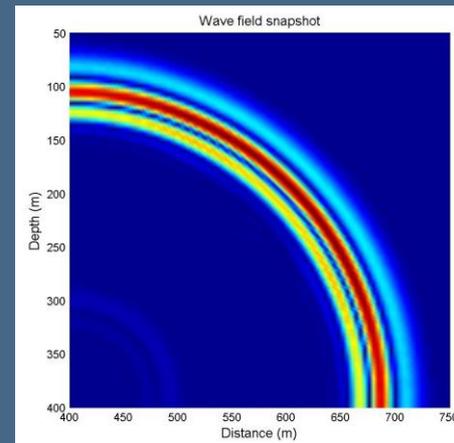
## Характеристики и снимки сравниваемых волновых полей

1.



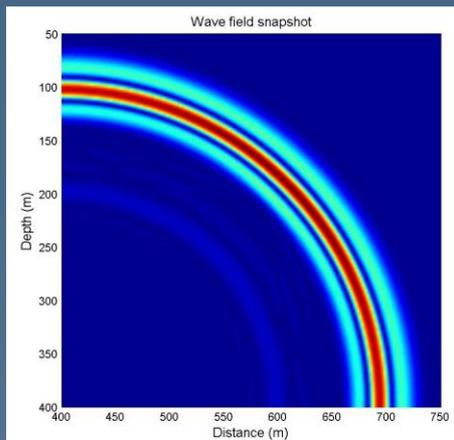
$dx=4$  m  
 $dz=4$  m  
 $R=50$  m

2.



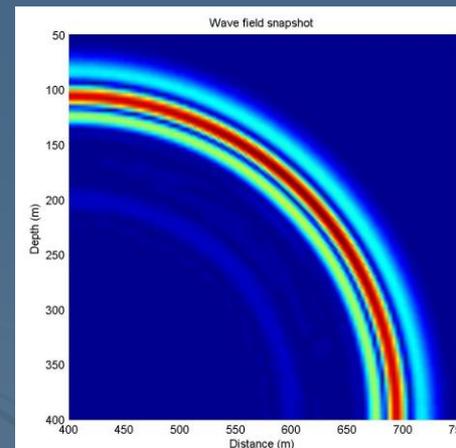
$dx=4$  m  
 $dz=4$  m  
 $R=100$  m

3.



$dx=2$  m  
 $dz=2$  m  
 $R=50$  m

4.



$dx_1=2$  m;  $dx_2=4$  m  
 $dz_1=2$  m;  $dz_2=4$  m  
 $R=50$  m

# Сравнительный анализ

## Результаты эксперимента

№ модельного поля	Коэффициент корреляции (300 м от ПВ)	Время расчета первых 5000 мс (мин:сек)
1	0,9104	127: 16
2	0,9417	126: 01
3	0,9966	756: 06
4	0,9848	268: 33

- Неоптимальный выбор радиуса начального возмущения и шага сетки приводит к наиболее неточному результату.
- Увеличение радиуса выгодно с точки зрения расчетного времени, при несущественном повышении точности.
- Снижения шага сетки дает наиболее точный результат, при значительном росте расчетного времени.
- Использование нерегулярной сетки оправданно как с точки зрения точности задания первоначального импульса, так и с точки зрения расчетного времени

# Выводы

- Сокращение радиуса сферы (окружности), на которой задается возмущение в методе конечных разностей, приводит к появлению «паразитных» эффектов, связанных с неточной дискретизации сферы (окружности) при большом шаге сетки.
- Сокращение шага сетки во всей области ведет к значительному уменьшению «паразитных» эффектов дискретизации сферы, но происходит существенное увеличение расчетного времени.
- Использование сетки со сгущением в области начального возмущения позволяет резко сократить «паразитные» эффекты при существенно меньшем увеличении затрат времени.