

Слайд 1

Здравствуйте, меня зовут Жигалов Петр Сергеевич. Тема моей магистерской диссертации – «Анализ систем источник-приемник в задачах морской геоэлектрики».

Слайд 2

Целью работы является решение трёхмерной прямой задачи морской геоэлектрики векторным методом конечных элементов. В рамках поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- Исследование влияния слоя воздуха при различной глубине источника электромагнитного возмущения.
- Исследование целесообразности применения PML-слоя для ограничения области моделирования на низких частотах.
- Исследование поведения электромагнитного поля при различном расположении источника поля и искомого объекта друг относительно друга.

Слайд 3

В современном мире экономика многих стран зависит от цены на нефть, поэтому актуальными в последнее время становятся задачи геологоразведки в недрах земли, скрытых под толщей морской воды. Обычно задача морской геоэлектрики выглядит так, как показано на слайде: источник перемещается кораблём со специальным оборудованием, а приёмники располагаются на морском дне.

Слайд 4

Задачи в морской геоэлектрике в частотной области описываются уравнением Гельмгольца. Это уравнение, а также краевые условия вы можете видеть на слайде.

Слайд 5

На этом слайде представлена векторная вариационная постановка в пространстве $H(\text{rot})$. В качестве конечных элементов используются тетраэдры.

Слайд 6

Размеры области моделирования в задачах морской геоэлектрики составляют более 6000 м. Это приводит к необходимости применения методов для сокращения расчётной области, например идеально согласованного слоя или PML-слоя. Он представляет собой подобласть со специальными коэффициентами, построенными таким образом, чтобы обеспечить полное поглощение электрического поля внутри слоя и не допустить его отражения от внутренних границ.

Слайд 7

PML-слой определяется заменой координат, которую можно видеть на слайде.

Слайд 8

На этом слайде представлена вариационная постановка с учетом замены координат.

Слайд 9

Перейдем к исследованиям. Для сокращения расчетной области нередко в область моделирования не включается воздух. Однако, так как в воздухе протекает гиперболический волновой процесс. Рассмотрим, насколько велико его влияние на электрическое в остальной области при различной величине заглубления источника поля. Расчетная область представлена на слайде. Будут рассматриваться две задачи, одна на полной области, другая на сокращенной, где на границе Ω_2 и Ω_1 задаются условия непротекания, а область Ω_1 отсутствует.

Слайд 10

На этом слайде представлена норма разности решений при различных заглублениях источника электромагнитного поля.

Слайд 11

А на этом слайде представлена y -компонента электрического поля в грунте недалеко от поверхности. Видно, что процессы в слое воздуха оказывают значительное влияние на поле при расположении источника электромагнитного возмущения на глубине меньше трёхсот метров для рассмотренной конфигурации.

Слайд 12

В следующем исследовании рассмотрим эффективности применения РМЛ-слоя. В высокочастотных задачах с волноводами РМЛ-слой широко используется, а для низкочастотных задач это рассматривается впервые. Расчетная область представлена на слайде. В ходе исследования проводится решение модельной задачи без РМЛ-слоя и с РМЛ-слоем с варьированием параметров.

Слайд 13

Некоторые полученные результаты можно видеть на слайде. Видно, что применение РМЛ-слоя позволило получить достаточно точные решения, однако не привело к уменьшению времени решения.

Слайд 14

На этом слайде представлены картины электрического поля без РМЛ-слоя и с РМЛ-слоем. Одной из причин того, что время решения не сокращается, может быть то, что основное растяжение приходится на вещественные компоненты координат. Это приводит к «вытянутости» тетраэдров внутри РМЛ-слоя и сильному ухудшению свойств матрицы СЛАУ и увеличению времени решения. Параллелепипедальные конечные элементы лишены подобного недостатка, однако, такие элементы не подходят для аппроксимации сколь-либо сложных областей. Для использования в одной сетке и тетраэдральных, и параллелепипедальных конечных элементов можно воспользоваться неконформными методами.

Слайд 15

В этом исследовании рассмотрим поведение электрического поля при различном расположении источника этого поля относительно объекта в грунте. Расчетная область представлена на слайде. Будем рассматривать ситуацию с проводящим и непроводящим объектом.

Слайд 16

На этом слайде представлены картины z -компоненты электрического поля при нулевом смещении.

Слайд 17

На этом слайде представлены картины поля при смещении в 100 м. Четко стали видны границы проводящего объекта.

Слайд 18

На этом слайде представлены картины поля при смещении в 200 м. На этот раз уже можно различить оба объекта.

Слайд 19

Подведем краткие выводы:

- Расчёты, в которых в область моделирования не включается воздух, допустимы только при расположении источника электромагнитного поля на большой глубине.
- Применение РМЛ-слоя позволяет получить достаточно точные решения, однако его применение не приводит к резкому уменьшению времени решения.
- Проводящий объект хорошо «виден» на некотором расстоянии от морского дна, а непроводящий – только вблизи дна или при небольшом заглублении приёмника в грунт. Наибольший отклик на источник электромагнитного возмущения для непроводящего объекта наблюдался в том случае, когда источник располагался со смещением от центра симметрии объекта.

Слайд 20

Спасибо за внимание! Ваши вопросы, пожалуйста.