

Комплекс программ для оценки функционирования подводных акустических систем

Примеры

Пример 1

На Рис. 1 показаны изолинии скорости звука и профиль дна участка мелкого моря. На Рис. 2 и 3 показана пространственно-временная структура огибающей импульсных характеристик при приеме на фиксированной дистанции от придонного источника.

Levels of sound velocity

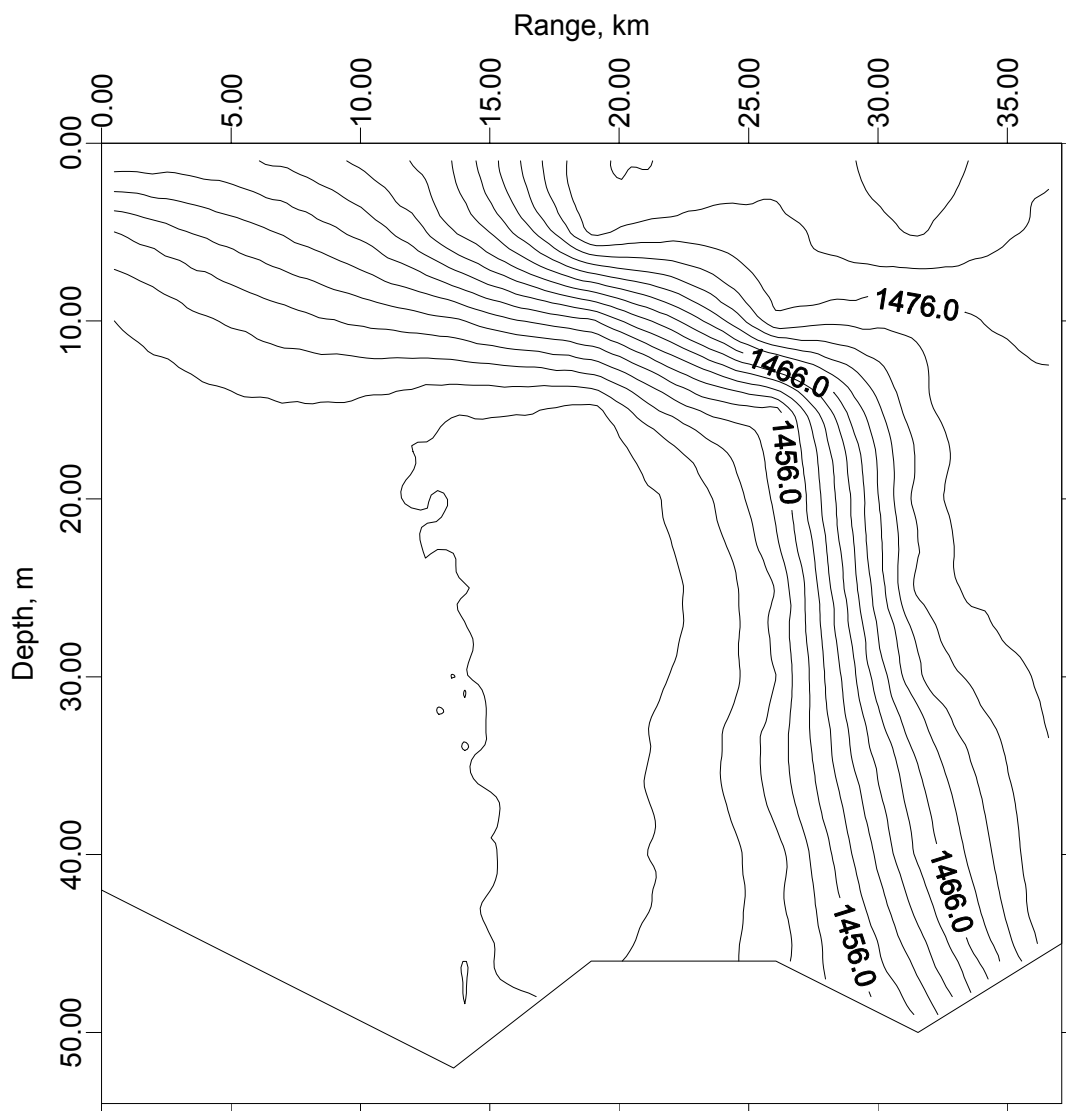


Рис. 1

Amplitude of the complex envelope of the IR against part of the time and depth

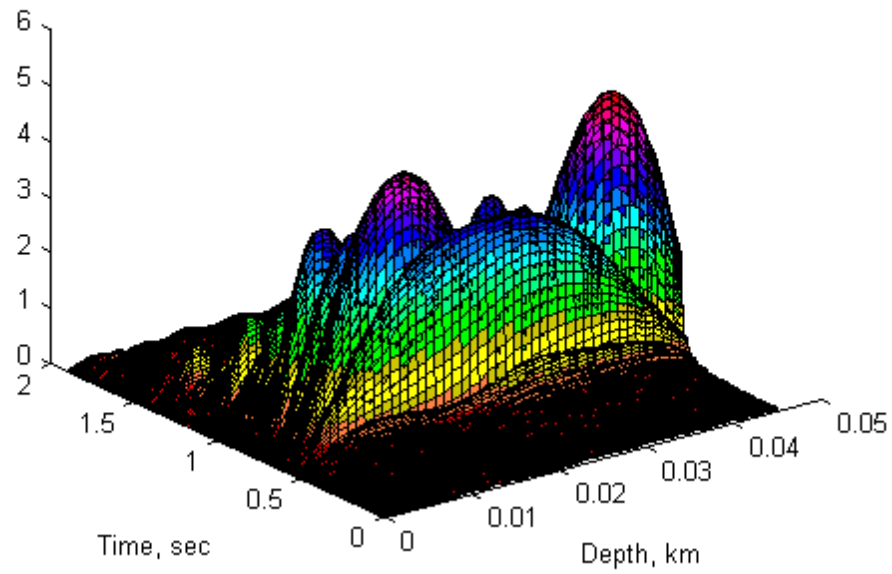


Рис. 2

Amplitude of the complex envelope of the IR against part of the time and depth

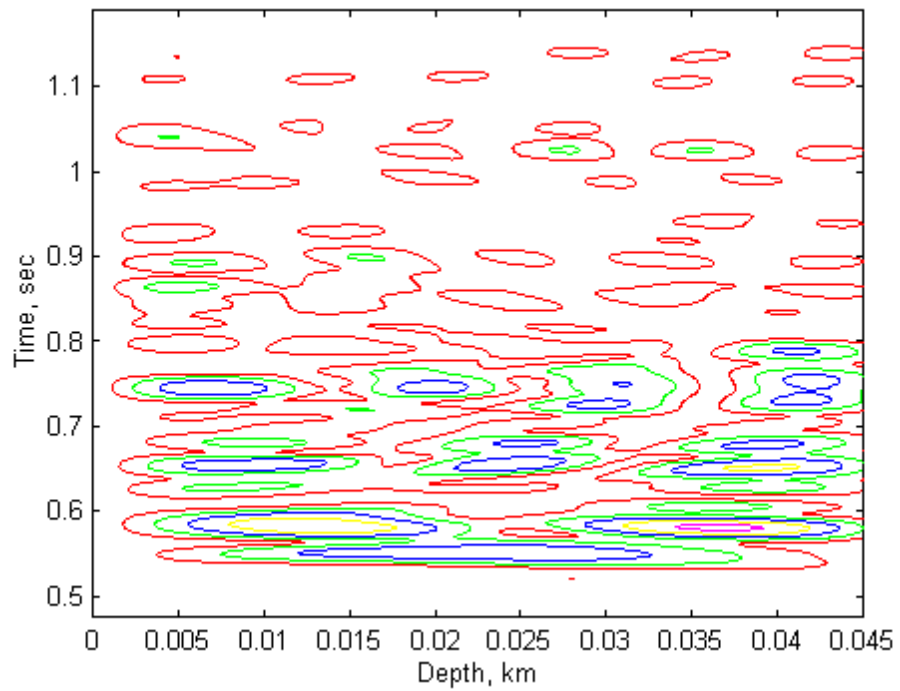


Рис. 3

Пример 2

На Рис. 4 показаны условия распространения звука на участке Шотландского шельфа. Условия распространения, некоторые экспериментальные данные и результаты расчетов методом адиабатических нормальных волн взяты из работы Дж. Х. Бииб, С.Т. Макдэниел *Геоакустические модели морского дна, объясняющие особенности распространения звука на Шотландском шельфе, в кн. Акустика дна океана, М., "Мир", 1984.*

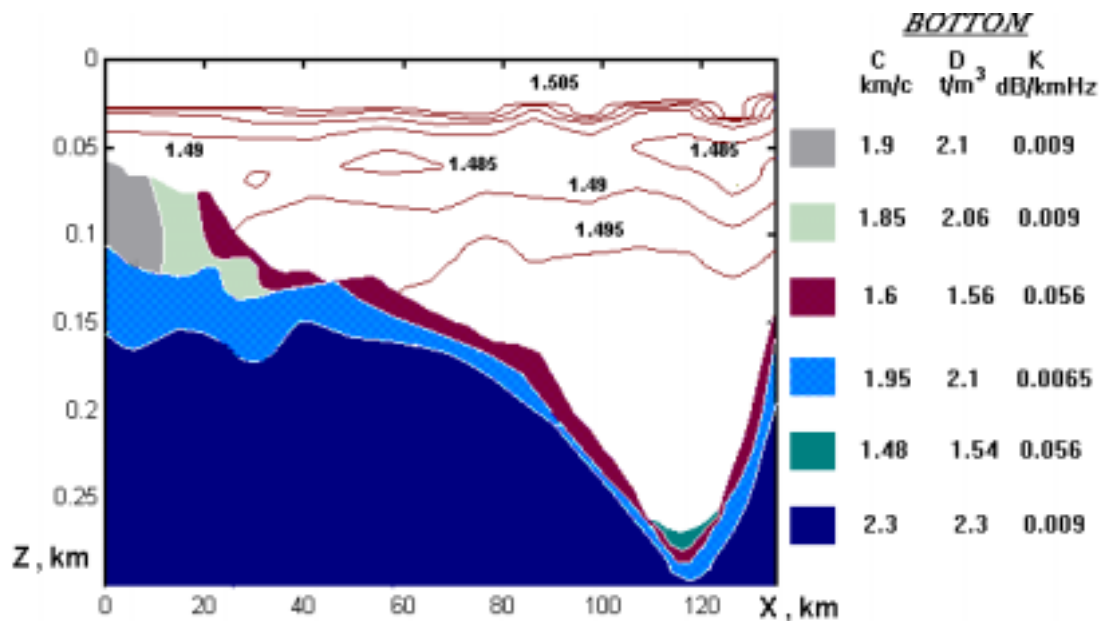


Рис. 4. Изолинии скорости звука в воде и структура слоев в дне.

На Рис. 5 приведены данные эксперимента по распространению сигналов подводных взрывов для горизонта излучения 80 м (на фигурах знаки - о) и результаты расчетов, проведенных авторами указанной статьи методом поперечных сечений в адиабатическом приближении (на фигурах - штриховые кривые), а также результаты расчетов нашим методом (на фигурах - сплошные кривые) . Экспериментальные точки и расчетные кривые получены в третьоктавной полосе со средней частотой 80 Гц. Приемник располагался на глубине 56 м в начале трассы распространения.

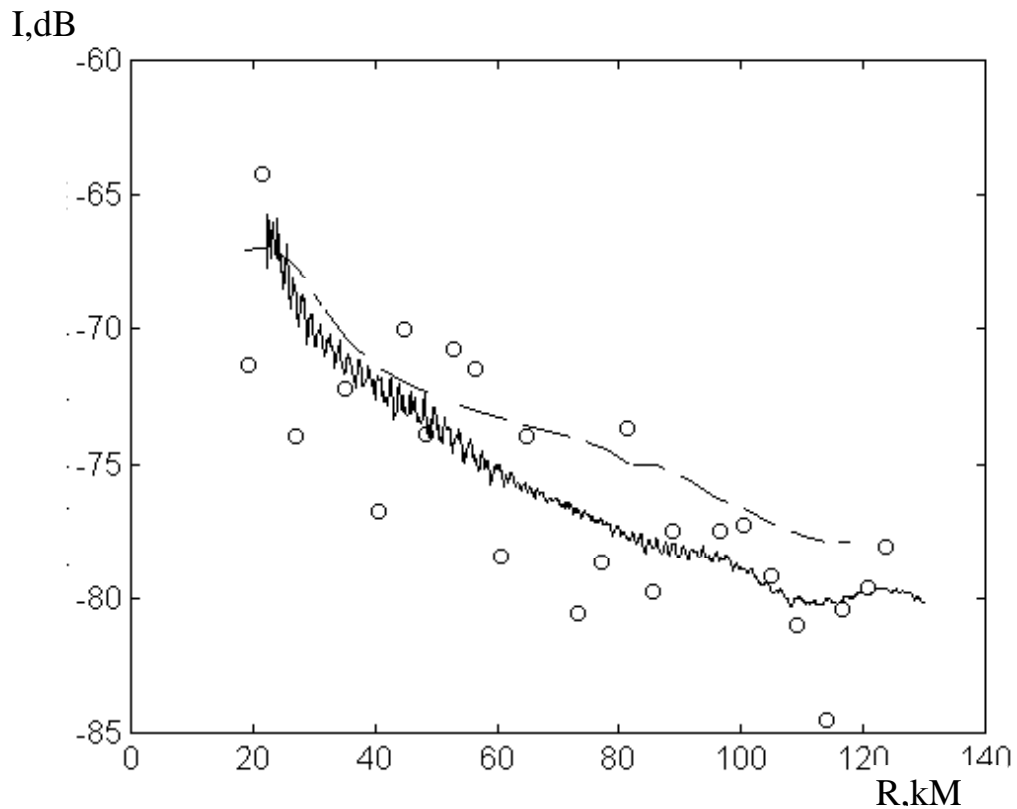


Рис. 5. Потери при распространении. Частота 80 Гц, глубина источника 79 м.

Рис. 6 иллюстрирует расчетные эффекты Доплера и частотной дисперсии мод, возникающие вследствие движения источника звука. Сплошной кривой изображен спектр сигнала источника гармонического звука частотой 60 Гц движущегося со скоростью 10 узлов на глубине 45 м при приеме на глубине 6 м и времени анализа 500 с (источник удаляется от приемника, начальная точка движения 7 км на Рис. 1), штриховой кривой - при времени анализа 25 с.

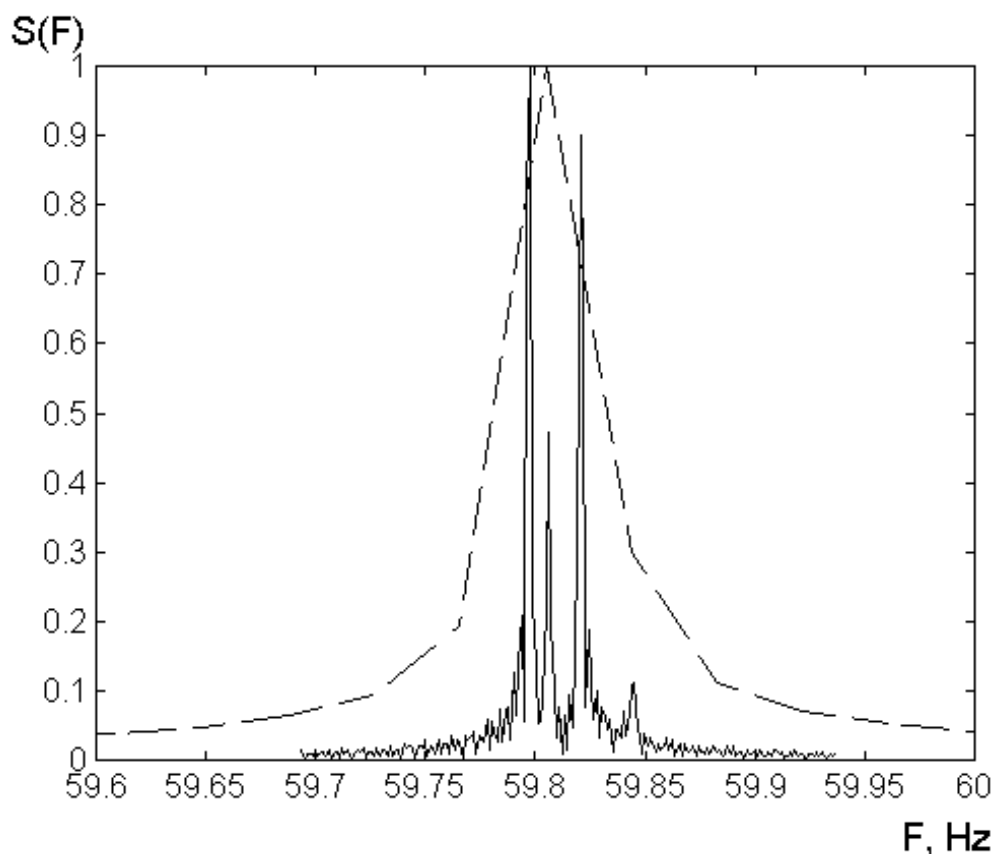


Рис. 6. Спектр сигнала источника гармонического звука частотой 60 Гц движущегося со скоростью 10 узлов .

Рис. 7 показывает картину превышения звукового поля над цилиндрическим законом спада во всей модели океанского шельфа в третьоктавной полосе частот со средней частотой 80 Гц. Хорошо видны особенности распространения звука:

- наивысшие уровни звукового поля в воде располагаются вблизи оси подводного звукового канала, глубина которой меняется по трассе распространения (см. Фиг. 2, 3)
- проникновение звука как в верхний, акустически относительно мягкий, слой дна, состоящий из осадочных пород, так и в более плотный фундамент. Звук проникает в дно в виде хорошо выраженных 'языков' повышенной интенсивности.
- ясно виден дипольный эффект у поверхности моря.

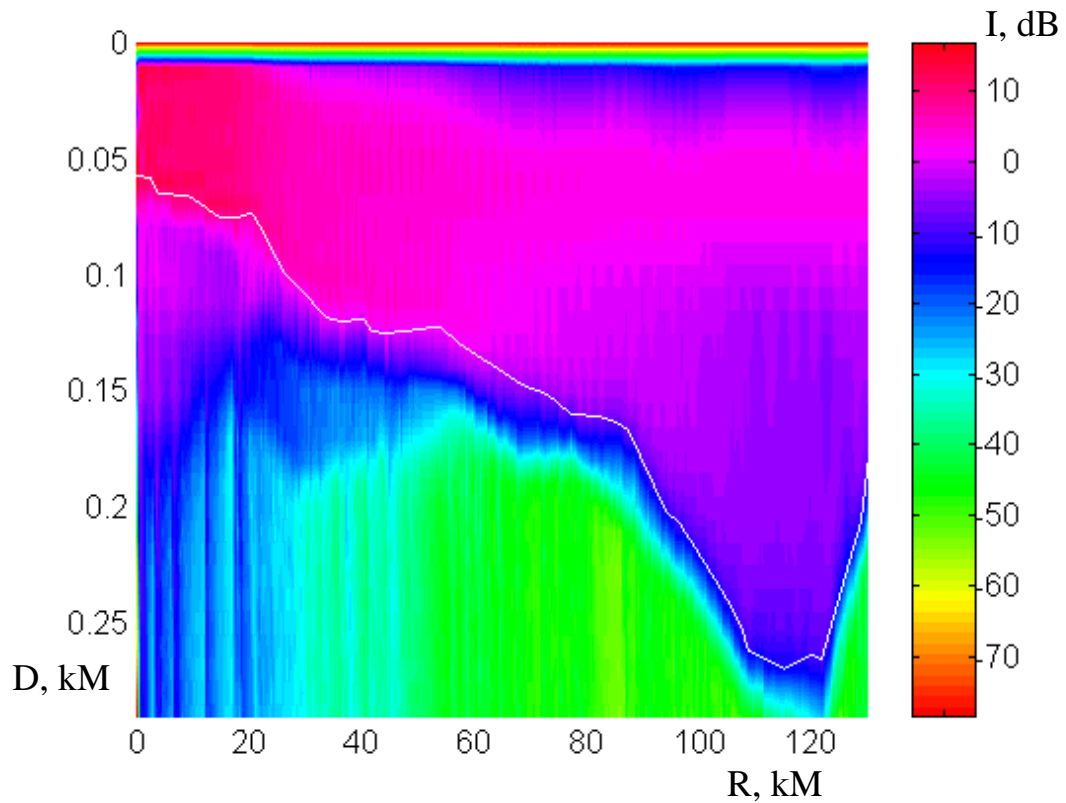


Рис. 7. Превышение звукового поля над цилиндрическим законом спада.

Пример 3

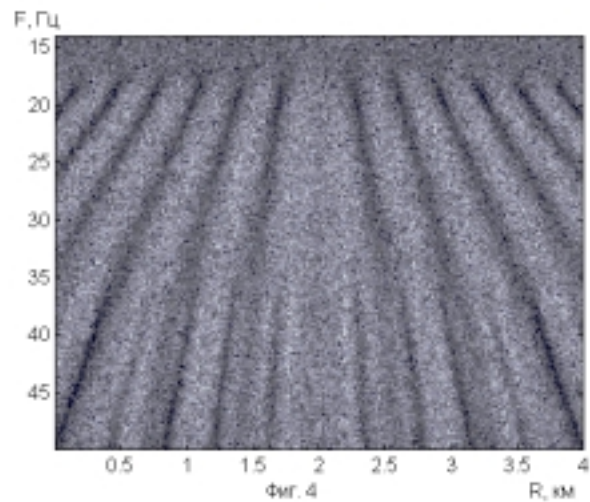


Рис. 8

На Рис. 8 показан пример расчета спектрограммы движущегося источника, излучающего шумовой сигнал в полосе 14-50 Гц. Глубина волновода постоянна и составляет 75 м. Источник, находясь на удалении от приемника на 2 км, движется прямолинейно со скоростью 6 узлов в сторону приемника, проходит на минимальном расстоянии до

приемника 100 м и затем удаляется на расстояние 2 км. Спектрограмма (на Рис. 8 F – абсолютное значение частоты), полученная с временным окном в 10 секунд, имеет периодическую структуру, вызванную интерференцией нормальных волн. На частотах ниже 17 Гц интерференции не наблюдается, поскольку распространяется практически одна нормальная волна. На частотах от 17 до 34 Гц можно выделить один характерный период, соответствующий интерференции первой и второй нормальных волн. По мере роста частоты растет число распространяющихся нормальных волн и соответственно усложняется интерференционная структура.

Спектрограмма практически симметрична относительно точки 2 км на графике, соответствующей минимальному расстоянию между источником и приемником, поскольку на скорости 6 узлов отличия по абсолютной величине доплеровских смещении при сближении и удалении источника от приемника незначительны.

Пример 4

На Рис. 4 показаны конфигурации линейного массива из 64 приемников, размещенного на дне мелкого моря. На Рис. 10 показаны линии уровня соотношения сигнал/шум (слева) и коэффициента усиления массива (справа) для Г-образной конфигурации приемного массива.

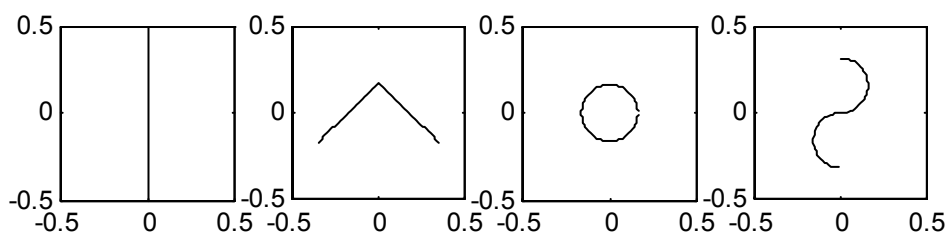


Рис. 9. Конфигурации массива приемников.

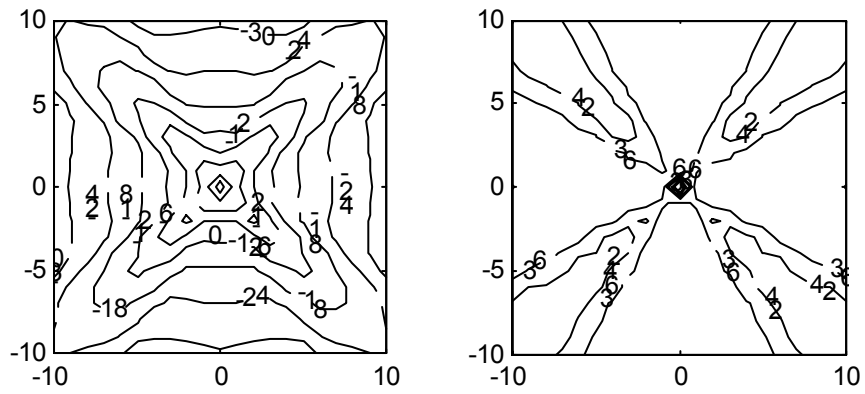


Рис. 10. Г-образный массив, глубина источника – 10 м, согласование с передаточной функцией среды распространения с постоянной скоростью звука в воде 1.460 км/сек и точной структурой дна.