

Эти неравенства гарантируют малость дифракц. эффектов, тогда как неравенства (1) служат лишь необходимыми условиями применимости Г. о. м.

Разнообразности Г. о. м. используют при решении разнообразных физ. задач, причём не только в оптике, но и в радиофизике, физике плазмы. У Г. о. м. имеются «двойники»: *геометрическая акустика*, геом. сейсмология, *квазиклассическое приближение* квантовой механики (в трёх измерениях) и т. д. Особенно велика роль Г. о. м. в задачах распространения волн в неоднородных средах, для к-рых аналитич. решения исходного волнового уравнения известны только для небольшого числа частных случаев.

Для описания векторных полей (эл.-магн., упругие, гидродинамич. и др. волны) разработано неск. вариантов Г. о. м. В случае анизотропных сред используют представление поля в виде суммы независимых (не взаимодействующих) нормальных волн. В изотропных средах разделяют продольные и поперечные волны, при этом оказывается, что векторы поля в поперечной волне

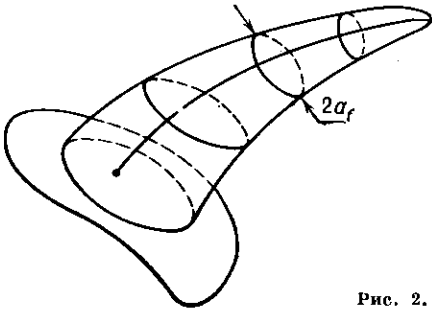


Рис. 2.

вращаются относительно естеств. трёхгранника со скоростью, равной кручению луча $\kappa : d\theta/ds = \kappa$ (закон Рытова). В промежуточном случае слабо анизотропных сред, когда нужно учитывать взаимодействие нормальных волн, эффективное описание поля достигается при помощи квазиизотропного приближения геом. оптики.

Распространение неполюхроматич. волн в общем случае неоднородных и нестационарных сред с частотной и пространств. дисперсией описывают при помощи пространственно-временной геом. оптики, к-рая опирается на понятие пространственно-временных лучей. Последние вводят как характеристики уравнения эйконала

$$H(\omega, t; \mathbf{k}, \mathbf{r}) = 0, \quad \omega = -\partial\phi/\partial t, \quad \mathbf{k} = \nabla\phi,$$

где $\phi = \phi(\mathbf{r}, t)$ — полная фаза волны. В нестационарных средах энергия волны не сохраняется, но в определен. условиях существует *адиабатический инвариант* $\mathcal{E}/\omega = \text{const}$, где \mathcal{E} — энергия волнового пакета. Разработаны также варианты Г. о. м. для случайной-неоднородных сред, волноводных систем и резонаторов, поверхностных волн, нелинейных задач и т. д.

Обобщения Г. о. м. Значение Г. о. м. определяется не только его наглядностью, универсальностью и эффективностью при решении разнообразных задач, но и тем, что он явился эвристич. основой мн. приближённых методов в теории распространения и дифракции волн. Комплексный Г. о. м. используют для описания полей в сильно поглощающих средах и в области каустич. тени. Ряд обобщений Г. о. м. направлен на устранение расходимости поля вблизи *каустик*. Сюда относятся метод эталонных ф-ций Кравцова — Людвига, метод канонич. оператора Маслова, метод интерференц. интеграла Орлова и нек-рые др. методы, существенно использующие лучевой каркас для построения равномерных и локальных асимптотик поля. К обобщениям Г. о. м. следует отнести также метод геом. теории дифракции Келлера, метод краевых волн Уфимцева, полутеневые асимптотич. методы и ряд др. подходов, выражающих дифракц. поле через решение известных эталонных задач и использующих разл. типы дифракц.

лучей, с введением к-рых дифракц. поля приобретают лучевую структуру.

Наконец, следует указать квазиоптич. обобщения Г. о. м.: *главных возмущений метод* (Рытова), *параболического уравнения приближение* (Леонтовича — Фока), *Кирхгофа метод* дифракц. интеграла для неоднородных сред. Указанные обобщения существенно расширили возможности Г. о. м. и позволили проводить расчёты полей в таких областях, как зоны тени и полутени, окрестности каустик и фокусов и т. д.

Лит.: Рытов С. М., Модулированные колебания и волны, «Тр. ФИАН», 1940, т. 2, в. 1; Вреховских Л. М., Волны в слоистых средах, 2 изд., М., 1973; Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ., 2 изд., М., 1973; Бабич В. М., Булдырев В. С., Асимптотические методы в задачах дифракции коротких волн, М., 1972; Маслов В. П., Федорук М. В., Квазиклассическое приближение для уравнений квантовой механики, М., 1976; Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И., Геометрическая оптика неоднородных сред, М., 1980.

Ю. А. Кравцов.
ГЕОФОН (от греч. *gē* — Земля и *phōnē* — звук) — *электроакустический преобразователь*, предназначенный для приёма упругих волн, распространяющихся в земной коре; применяется в *геоакустике*.

Для регистрации упругих волн на больших расстояниях используются низкочастотные инфразвуковые и звуковые Г.—сейсмографы, сейсмоприёмники, сейсмометры, Г. являются приёмниками колебат. смещения, колебат. скорости или ускорения в волне относительно «неподвижной» земли. Для создания эффекта «неподвижной» земли в Г. используется инерция массивной части, подвешенной на пружинах к корпусу прибора: при колебаниях грунта корпус движется вместе с ним, а подвешенная на пружинах масса стремится сохранить своё положение. Движение корпуса относительно массы измеряют с помощью эл.-механич. преобразователя. Для регистрации смещения применяют Г. с эл.-статич. преобразователем; при этом одна обкладка плоского конденсатора размещается на массе, вторая — на корпусе. Колебат. скорость регистрируют с помощью

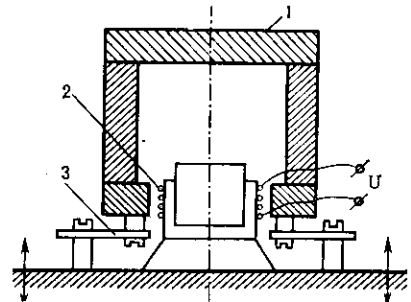


Рис. 1. Приёмник колебательной скорости: 1 — инерционная масса магнита; 2 — подвижная катушка; 3 — упругие пластины; стрелками помечено направление смещения.

эл.-динамич. Г., в к-ром инерционной массой является специально подвешенная катушка, а пост. магн. поле создается магнитом, закрепленным на корпусе; для этой же цели служит эл.-магн. Г., в к-ром катушка связана с корпусом, а магнит служит инерционной массой (рис. 1). Для измерения ускорений применяют *пьезоэлек-*

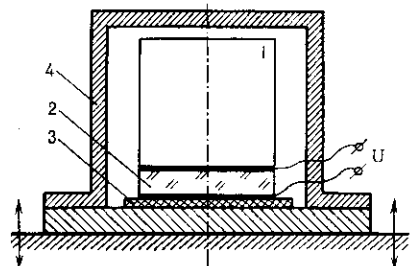


Рис. 2. Пьезоприёмник ускорения: 1 — инертная масса; 2 — пьезоэлемент; 3 — упругая прокладка; 4 — корпус.

трический преобразователь, в к-ром пьезоэлемент заменяет собой подвес (рис. 2), а его деформация под действием ускорения массивной части регистрируется благодаря пьезоэффекту. Обработка принятого сигнала на