

УДК 533.6.011.72:51  
С 301

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, профессор *А. М. Блохин*  
д-р физ.-мат. наук, профессор *В. А. Селезнев*

**Семенко Е.В., Семенко Т.И.**

С 301

Линейная задача об ударной волне:  
монография / Е.В.Семенко, Т.И.Семенко. – Новосибирск:  
Изд-во НГТУ, 2020. – 256 с. – (Серия "Монографии НГТУ").

ISBN 978-5-7782-4205-0

Монография посвящена линейной задаче о возмущениях ударной волны. Эта задача имеет долгую историю и может считаться классической. В данной работе предлагается сравнительно новый метод построения решения задачи, в основе которого лежит применение преобразования Фурье сразу по всем переменным. Это преобразование переводит задачу в алгебраическую, что позволяет выписать решение задачи в явном виде, проанализировать с помощью современных математических методов его структуру, качественные свойства, уточнить некоторые известные результаты теории ударных волн и получить новые результаты.

Монография предназначена для специалистов, аспирантов, докторантов, студентов, которые интересуются современными методами математической физики и их приложениями в гидро- и аэродинамике.

**УДК 533.6.011.72:51**

**ISBN 978-5-7782-4205-0**

© Семенко Е.В., Семенко Т.И., 2020

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2020

# Оглавление

<b>Введение</b>	<b>7</b>
<b>1 Постановка задачи</b>	<b>13</b>
1.1 Общая задача об ударной волне . . . . .	13
1.1.1 Основные уравнения и соотношения . . . . .	13
1.1.2 Примеры уравнений состояния . . . . .	15
1.1.3 Разрывные решения. Условия на поверхности разрыва . . . . .	19
1.2 Постановка линейной задачи . . . . .	25
1.2.1 Основное решение . . . . .	25
1.2.2 Линеаризация задачи вблизи основного решения	26
1.3 Преобразование Фурье. Постановка задачи в спек- тральных переменных . . . . .	36
1.3.1 Преобразование Фурье . . . . .	37
1.3.2 Задача в спектральных переменных . . . . .	45
<b>2 Исследование задачи в спектральных переменных, ал-     горитм решения</b>	<b>47</b>
2.1 Расположение корней многочленов $P, Q$ . . . . .	47
2.2 Векторные базисы . . . . .	62
2.3 О решении линейных алгебраических уравнений в классе обобщенных аналитических функ- ций . . . . .	73
2.4 Общие формулы решения начальной задачи . . . . .	83

2.5	О выделении сингулярных и регулярных членов в решении . . . . .	87
<b>3</b>	<b>Анализ и физическая интерпретация структуры решения</b>	<b>91</b>
3.1	Разложение решения в сумму акустической и энтропийно-вихревой волн . . . . .	91
3.2	Начальная, преломленная и отраженная волны . . . . .	100
3.2.1	Волны, вызванные начальными возмущениями перед фронтом: падение на фронт и преломление	101
3.2.2	Волны, вызванные начальными возмущениями за фронтом: падение на фронт и отражение . . . . .	107
3.3	Переход к безразмерным параметрам и переменным . . . . .	115
3.4	Устойчивость, нейтральная устойчивость, неустойчивость . . . . .	120
3.4.1	Вывод общих условий . . . . .	120
3.4.2	Устойчивость задачи для политропного газа . . . . .	134
3.4.3	Пример нейтральной устойчивости для газа Ван-дер-Ваальса . . . . .	136
<b>4</b>	<b>Распространение плоских волн</b>	<b>139</b>
4.1	Общий вид плоских волн . . . . .	139
4.2	Преобразование Фурье плоских волн . . . . .	143
4.3	Плоские волны перед фронтом и за фронтом . . . . .	145
4.3.1	Плоские волны перед фронтом . . . . .	145
4.3.2	Плоские волны за фронтом. Затухающие волны	147
4.4	Общий вид решения задачи об ударной волне в случае устойчивости . . . . .	156
4.5	Преломление предфронтных плоских волн . . . . .	158
4.5.1	Деформация фронта и прошедшие волны, порождаемые предфронтными плоскими волнами	158
4.5.2	Соответствие между углами падения и преломления . . . . .	160
4.5.3	Матрица коэффициентов преломления . . . . .	163

4.5.4	Коэффициенты преломления для политропного газа, усиление (амплификация) . . . . .	169
4.6	Плоские волны за фронтом и их отражение . . . . .	174
<b>5</b>	<b>Преломление и отражение в случае нейтральной устойчивости</b>	<b>179</b>
5.1	Особенности нейтральной устойчивости . . . . .	180
5.2	Затухающие начальные данные. Спонтанное излучение	180
5.3	Преломление и отражение плоских волн . . . . .	186
5.3.1	Преломление плоских волн . . . . .	186
5.3.2	Отражение плоских волн . . . . .	193
5.3.3	Обобщенные коэффициенты . . . . .	197
<b>6</b>	<b>Асимптотика возмущения фронта</b>	<b>203</b>
6.1	Представление возмущения фронта . . . . .	204
6.2	Вывод асимптотики . . . . .	219
	<b>Заключение</b>	<b>240</b>