

# Оглавление

<b>Предисловие .....</b>	<b>8</b>
<b>Введение .....</b>	<b>10</b>
<b>ГЛАВА 1. Математическое моделирование сопряженного теплопереноса между вязкими теплогазодинамическими течениями и анизотропными затупленными телами.....</b>	<b>17</b>
1.1. Уравнения вязкой теплогазодинамики на затупленных телах .....	20
1.2. Уравнения вязких пристенных теплогазодинамических течений .....	27
1.3. Моделирование турбулентных пристенных газодинамических течений.....	34
1.4. Моделирование нестационарного теплопереноса в затупленных анизотропных телах в условиях сопряженного теплообмена .....	41
1.4.1. Комбинированные системы координат для затупленных тел .....	41
1.4.2. Уравнения теплопереноса в анизотропных телах в различных системах координат .....	44
1.4.3. Изменение компонентов тензора теплопроводности при переходе от декартовых координат к криволинейным .....	52
1.4.4. Краевые условия на границах анизотропных тел.....	59
<b>ГЛАВА 2. Новые методы численного решения сопряженных задач теплогазодинамики и теплопроводности в анизотропных телах на основе расщепления дифференциальных операторов.....</b>	<b>65</b>
2.1. Комплексная физико-математическая модель сопряженного теплообмена между вязкими теплогазодинамическими течениями и телами с анизотропией свойств .....	66
2.2. Метод расщепления с экстраполяцией по пространственным переменным численного решения задач вязкой теплогазодинамики в ударном слое.....	73

2.2.1. Определение теплогазодинамических характеристик в окрестности критической точки и на линии полного торможения .....	74
2.2.2. Конечно-разностная схема метода расщепления с экстраполяцией по пространственным переменным с использованием процедуры «предиктор-корректор» .....	81
2.2.3. Порядок аппроксимации метода МРЭП.....	92
2.3. Метод расщепления с экстраполяцией по времени численного решения задач анизотропной теплопроводности .....	100
2.3.1. Конечно-разностная схема метода МРЭВ.....	101
2.3.2. Анализ порядка аппроксимации конечно-разностной схемы метода МРЭВ .....	104
2.3.3. Исследование устойчивости конечно-разностной схемы метода МРЭВ по начальным условиям .....	108
2.3.4. Анализ устойчивости конечно-разностной схемы метода МРЭВ по правым частям .....	111
2.4. Высокоточный метод определения температуры границы сопряжения на основе новых численных методов МРЭП в газе и МРЭВ в анизотропном теле.....	113
2.4.1. Высокоточный алгоритм численного решения задачи об определении температуры границы сопряжения .....	113
2.4.2. Ликвидация неустойчивости, возникающей при явной аппроксимации лучистого теплового потока .....	118

**ГЛАВА 3. Численное моделирование сопряженного теплообмена при обтекании затупленных анизотропных тел вязкими пристенными течениями .....**

3.1. Постановка задачи сопряженного теплообмена при обтекании затупленных анизотропных тел вязкими пристенными течениями.....	122
3.2. Формирование краевых условий для задачи теплогазодинамики в пристенных высокоскоростных течениях на затупленных телах .....	130
3.2.1. Определение теплогазодинамических характеристик на границе вязкого течения .....	130

3.2.2. Распределение давления вдоль внешней границы пристенного течения .....	135
3.2.3. Определение теплогазодинамических характеристик в пристенном течении за прямой частью ударной волны в окрестности критической точки и на линии полного торможения .....	137
3.3. Численное решение задачи сопряженного теплопереноса с учетом продольной неизотермичности .....	141
3.4. Теплоперенос в анизотропных областях с разрывными характеристиками (сопряженный теплоперенос между гомогенными средами) .....	149
3.4.1. Моделирование сопряженного теплопереноса в многослойных анизотропных областях .....	149
3.4.2. Схема метода МРЭВ численного решения задач анизотропной теплопроводности в многослойных телах.....	154
3.5. Сопряженный теплоперенос между пристенными теплогазодинамическими течениями и анизотропными составными телами .....	164
3.5.1. Метод численного решения сопряженных задач с высокой точностью .....	165
3.5.2 Анализ результатов численного решения сопряженных задач вязкой теплогазодинамики и теплопроводности в составных анизотропных телах.....	169

**ГЛАВА 4. Математическое моделирование сопряженного теплопереноса в анизотропных телах с использованием новых аналитических решений..... 183**

4.1. Аналитические решения задач анизотропной теплопроводности в полупространстве при условии теплообмена на границе .....	184
4.1.1. Аналитическое решение задачи анизотропной теплопроводности в полупространстве при задании тепловых потоков на границе .....	184
4.1.2. Теплоперенос в анизотропном полупространстве в условиях теплообмена с окружающей средой, имеющей заданную температуру.....	193



## Владимир Федорович ФОРМАЛЕВ

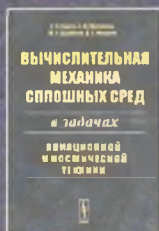
Доктор физико-математических наук, профессор Московского авиационного института (национального исследовательского университета). Заслуженный деятель науки РФ, пятикратный соросовский профессор, пятикратный победитель конкурса правительства г. Москвы в области науки и образования, награжден медалью им. нобелевского лауреата П. Л. Капицы «За научное открытие». Признанный ученый в РФ и за рубежом в области математического моделирования тепломассопереноса в анизотропных телах, аналитических и численных методов решения задач теплопереноса в анизотропных телах, сопряженных задач теплообмена, волнового теплопереноса, обратных задач теплопереноса в анизотропных телах, дифференциальных уравнений, содержащих смешанные производные. Автор класса экономичных абсолютно устойчивых численных методов решения задач со смешанными производными. 12 лет занимался в НИИ и ОКБ математическим моделированием тепловой защиты скоростных и гиперзвуковых летательных аппаратов. Автор и соавтор свыше 400 научных публикаций, среди которых 21 книга (монографии, учебники, учебные пособия).

## Сергей Александрович КОЛЕСНИК

Доктор физико-математических наук, профессор Московского авиационного института (национального исследовательского университета). Трижды становился победителем конкурса на право получения гранта Президента РФ по господдержке молодых ученых — кандидатов наук. Дважды был лауреатом конкурса «Грант Москвы в области наук и технологий в сфере образования». Победитель конкурса на право получения гранта Президента РФ по господдержке молодых ученых — докторов наук. Ученик В. Ф. Формалева. Специалист в области сопряженного теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами, математических методов численного решения обратных задач анизотропной теплопроводности, аналитических методов решения задач математической физики со смешанными производными. Автор и соавтор более 150 научных публикаций, среди которых 2 монографии и учебное пособие.



### Наше издательство предлагает следующие книги:



Издательская группа  
**URSS**  
Каталог изданий  
в Интернете:  
<http://URSS.ru>  
E-mail: [URSS@URSS.ru](mailto:URSS@URSS.ru)

117335, Москва, Телефон / факс  
Нахимовский (многоканальный)  
проспект, 56 +7 (499) 724 25 45

Отзывы о настоящем издании, а также обнаруженные опечатки присылайте по адресу [URSS@URSS.ru](mailto:URSS@URSS.ru).  
Ваши замечания и предложения будут учтены и отражены на web-странице этой книги на сайте <http://URSS.ru>

24612 ID 245935

9 785971 060529