

Г. Б. Шерьязданов

**ЗАДАЧИ
И УПРАЖНЕНИЯ
ПО МЕХАНИКЕ
СПЛОШНОЙ
СРЕДЫ**

Учебное пособие

УДК 531.01
ББК 22.2я73
Ш 28

Рекомендовано к изданию
Ученым советом механико-математического факультета
и РИСО КазНУ имени аль-Фараби

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор **А.И. Искакбаев**;
кандидат физико-математических наук, доцент **О.И. Чуркина**

Ш 28
Шерьязданов Г.Б.

Задачи и упражнения по механике сплошной среды:
Учебное пособие. – Изд. 2-е, доп. – Алматы: Казак
университеті, 2009. – 106 с.

ISBN 9965-30-642-7

Учебное пособие содержит задачи и упражнения по основным разделам дисциплины «Модели механики сплошной среды»: кинематика (закон движения среды, методы Лагранжа и Эйлера, скорость и ускорение, траектория, линия тока и вихревая линия); деформации и внутреннее напряжение (тензоры деформаций, скорости деформаций и напряжений), простейшие классические модели (гидростатика, гидродинамика идеальной среды, динамика вязкой несжимаемой жидкости, линейная теория упругости) и сведения из теории.

Пособие предназначено для студентов специальностей «Механика» и «Математическое и компьютерное моделирование» университетов.

УДК 531.01
ББК 22.2я73
Ш 1603010000-302 021-08
460(05)-09

ISBN 9965-30-642-7

© Шерьязданов Г.Б., 2009.

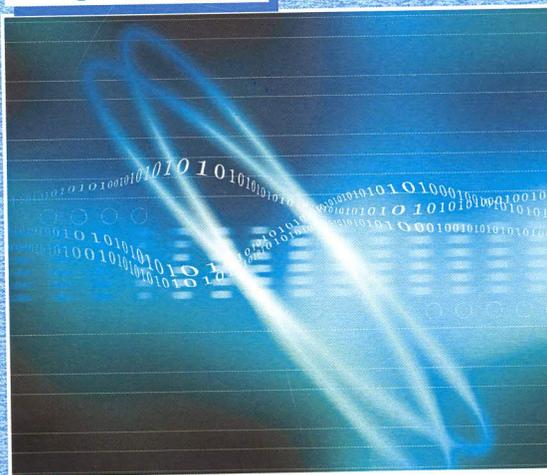
ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
1. КИНЕМАТИКА	5
§ 1. Закон движения сплошной среды. Методы Лагранжа и Эйлера. Поля перемещений, скоростей и ускорений.....	9
§ 2. Траектория, линия тока и вихревая линия	11
2. ДЕФОРМАЦИИ	22
§ 1. Тензор деформаций.....	24
§ 2. Тензор скоростей деформаций. Тензор завихренности.....	28
3. ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ	35
§ 1. Тензор напряжений.....	36
§ 2. Главные оси и главные компоненты симметричного тензора напряжений.....	39
4. ПРОСТЕЙШИЕ КЛАССИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СПЛОШНЫХ СРЕД	42
§ 1. Уравнения сохранения массы	46
§ 2. Уравнения движения среды.....	52
5. ЗАДАЧИ ПО ГИДРОДИНАМИКЕ	57
§ 1. Гидростатика.....	57
§ 2. Гидродинамика идеальной среды.....	61
§ 3. Динамика вязкой жидкости.....	71
6. ЗАДАЧИ ПО ЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ	74
Ответы и указания	83
Рекомендуемая литература	105

К.Б. ДЖАКУПОВ

САНАУЛЫҚ МЕХАНИКА

Оқу құралы



АЛМАТЫ 2011



**ҚАЗАҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БАСПАСЫ**

УДК 532 (075.8)
ББК 22. 253 я73
Д 40

*Баспаға ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті
механика-математика факультетінің Ғылыми кеңесі және
Редакциялық-баспа кеңесі шешімімен ұсынылды*

Пікір жазғандар:

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор *М.Т. Жиеналиев*
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор *С.Я. Серовайский*
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор *С.Т. Мұхамеджанов*

Джакупов К. Б.

Д 40 Санаулық механика: оқу құралы – Алматы: Қазақ университеті, 2011. - 237 бет.
ISBN 978-601-247-148-9

Оқу құралында алгебралық сымалық теңдеулерді шешу алгоритмдері, сандық дифференциалдау және интегралдау әдістері, нүктенің динамикасының негізгі есебін Рунге-Кутты, Эйлер әдістерімен есептеу, парабодалық түрге, эллипсе түрге, гиперболодалық түрге келтірілген механика есептерінің айырым-айып схемаларын құрастыру, олардың орнықтылығының, жинақтылығының, зерттеу тәсілдерінің терең және жоғары деңгейдегі теориясы берілген.
«Механика» мамандығы бойынша оқитын студенттерге, магистранттарға және аспиранттарға ұсынылады.

ББК 22. 253 я73

ISBN 9965-601-247-148-9

© Джакупов К.Б., 2011
© Эл-Фараби атындағы Қазақ ҰУ, 2011

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.....7

**1-тарау. АЛГЕБРАЛЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ДӘЛІК ЖӘНЕ
ЫРҒАҚТЫ ҚАЙТАЛАМА ӘДІСТЕРМЕН ШЕШУ**

- §1. Гаусстың басты элементті қолданып біртіндеп жою әдісі.....8
- §2. Қуалау әдісі.....10
- §3. Жай ырғақты қайталама әдіс. Қайталама әдістің негізгі түсініктері11
- §4. *Неврасов-Зейдельдің* әдісі.....14
- §5. *Красносельский-Крейниң* әдісі.....15
- §6. Стандартты емес сымалық теңдеулер жүйесін тибриді қайталама әдісімен шешу.....16
- §7. Теңдеудің түбірін табу. Жай ырғақты қайталама әдіс. Жартылай бөлу әдісі. *Ньютоның* әдісі. Киошылар әдісі18

**2-тарау. САНДЫҚ ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ, ИНТЕГРАЛДАУ,
ІШТӘЙБУЫНДАУ**

- §1. Торлар және торлық функциялар20
 - §2. Элементарлық айырымдық операторлар21
 - §3. Айырымдық схемаларды құрудың әдістері.
Айлен-Сарсвелдің Схемасы25
 - §4. Конвективтік мүшелерді бағытталған айырымдармен аппроксимациялау. *Булеев-Петришвиң* аппроксимациясы32
 - §5. Конвективтік мүшелердің «схема тұтқырлығы жоқ» айырымдық аппроксимациялары34
 - §6. Конвективтік мүшелердің «схема тұтқырлығы жоқ» бағытталған айырымдары бар аппроксимациялары. *Джакуповтың* аппроксимациясы37
 - §7. Диссипативтік мүшелердің айырымдық аппроксимациялары.....38
 - §8. Сандық интегралдау. *Ньютон-Котестің* формулалары40
 - §9. Торлық функциялардың аралық мағыналарын сплайнмен ішпәйбуындау (интерполяциялау).....41
- 3-тарау. ДИНАМИКАНЫҢ НЕГІЗГІ ЕСЕБІН РУНГЕ-КУТТИН,
ЭЙЛЕРДІҢ ӘДІСТЕРІМЕН САНАУ**
- §1. Нүкте қозғалысының дифференциалдық теңдеулері49

Г. Б. Шерьязданов

МОДЕЛИ
МЕХАНИКИ
СПЛОШНОЙ
СРЕДЫ

Учебное пособие

УДК 531.01
ББК 22.2я73
Ш 28

Рекомендовано к изданию
Ученым советом механико-математического факультета
и РИСО КазНУ им. аль-Фараби

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор У.К.Жапбабаев;
доктор физико-математических наук, профессор А.Ж.Найманова

Шерьязданов Г.Б.

Ш 28 Модели механики сплошной среды: Учебное пособие. Изд.
2-е, доп. - Алматы: Казак университеті, 2008. - 212 с.

ISBN 9965-30-366-5

В пособии изложены основы механики сплошной среды: элементы тензорного исчисления и анализа; кинематика и методы изучения движения среды; теория деформаций и внутренних напряжений (тензоры деформаций, скорости деформаций и напряжений); законы и уравнения динамики, термодинамики и электродинамики. Даны замкнутые системы уравнений для классических сред (идеальная и вязкая жидкость и газ, упругие и термоупругие тела) и для сред со сложными свойствами (упруго-пластические среды, неньютоновские жидкости, проводящие среды, намагничивающиеся и поляризующиеся среды, гетерогенные среды, электродинамические двухфазные среды).

Книга предназначена для студентов и магистрантов специальностей «Механика» и «Математическое и компьютерное моделирование» университетов.

Ш 1603010000-159 022-07
460 (05)-08

ББК 22.2я73

ISBN 9965-30-366-5

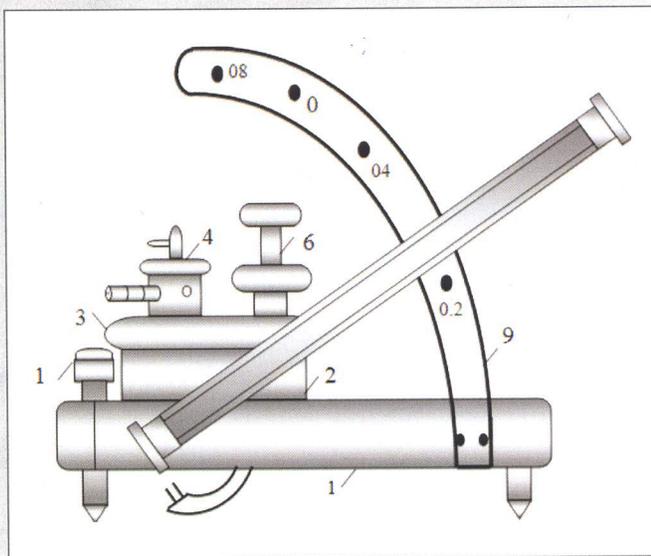
© Шерьязданов Г.Б., 2008.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	8
Глава I. ВВЕДЕНИЕ.....	9
1.1. Предмет механики сплошной среды.....	9
1.2. Методы исследования. Гипотеза сплошности.....	9
1.3. Элементы тензорного исчисления и анализа.....	11
1.3.1. Тензоры. Ранг тензора.....	12
1.3.2. Главные компоненты и главные оси симметричных тензоров второго ранга.....	15
1.3.3. Простейшие операции над тензорами.....	17
1.3.4. Дифференцирование тензоров.....	22
1.3.5. Основные дифференциальные операции над тензорами.....	24
Глава II. КИНЕМАТИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ.....	26
2.1. Основные понятия и уравнения кинематики сплошной среды.....	26
2.1.1. Пространство и время.....	26
2.1.2. Основные понятия кинематики.....	26
2.1.3. Закон движения абсолютно твёрдого тела.....	27
2.1.4. Закон движения сплошной среды.....	29
2.2. Методы изучения движения сплошной среды.....	31
2.2.1. Метод Лагранжа.....	31
2.2.2. Метод Эйлера.....	34
2.2.3. Взаимосвязь методов Лагранжа и Эйлера.....	36
2.3. Скалярные и векторные поля и их основные характеристики.....	38

Д. Е. Туралина

**ТӘЖІРИБЕЛІК АЭРОМЕХАНИКА
бойынша
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР**



Оқу құралы



«ҚАЗАҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
БАСПАСЫ

УДК 532+523.3+
ББК 22. 553я73
Т 88

Баспаға ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің жанындағы ҚР БЖСТУ-нің жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім берудің Республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің думнистарлық және жаратылыстану ғылымдары мамандықтары Секция мажлісі және Редакциялық-баспа кеңесі шешімімен ұсынылған
(1 хаттама 28 қаңтар 2011 жыл)

Пікір жазғандар:

- техника ғылымдарының докторы, профессор **Ұ.К. Жипібабаев**
(Қазақ-Британ техникалық университеті)
- физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **А.К. Ершина**
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогика университеті)
- техника ғылымдарының кандидаты, доцент **А.К. Ералиев**
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті)

Турағина Д.Е.

Т 88 Тәжірибелік аэромеханика бойынша зертханалық жұмыстар: Оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 85 бет.

ISBN 9965–29–738–X

Оқу құралы «050603–механика» мамандығы бойынша білім алатын бакалавриатура студенттеріне арналған «Механиканың тәжірибелік зерттеу әдістері» атты іргелік пәннің бағдарламасына сәйкес құрастырылды.

Оқу құралында сұйықтар мен газдар механикасы саласына қатысты 12 зертханалық жұмыстың түсіндірмесі келтірілген. Әрбір зертханалық жұмыстың мақсаты, қысқаша теориялық кіріспесі, тәжірибелік қондырғылардың түсіндірмесі, жұмысты орындау тәртібі, тапсырмалар мен тақырыпқа байланысты сұрақтар келтірілген.

Оқу құралы университеттердің механика мамандығы бойынша білім алушы студенттеріне арналған.

УДК 532+523.3+
ББК 22. 553я73

ISBN 9965–29–738–X

© Турағина Д. Е., 2011
© әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2011

МАЗМҰНЫ

Категіліктер мен өлшеулер жөніндегі кейбір мағлұматтар ...	4
№1 зертханалық жұмыс	
Сұйықтың ішкі үйкеліс коэффициентінің Стокс әдісімен анықтау	8
№2 зертханалық жұмыс	
Қимасы айнымалы құбыр бойындағы сұйықтың стационарлық қозғалысын зерттеу. Бернулли теоремасын тексеру.	14
№3 зертханалық жұмыс	
Микрометрді дәйектеу (тарировкалау).	21
№4 зертханалық жұмыс	
Қысымды өлшейтін пневматикалық саптаманы тарировкалау.	34
№5 зертханалық жұмыс	
У шарналы саптаманы тарировкалау	44
№6 зертханалық жұмыс	
Термопараны жасау және оның градуирлік байланысын анықтау.	51
№7 зертханалық жұмыс	
Өзегіне қарағанда симметриялы турбулентті еркін ағыншаның таралу заңдылықтарын зерттеу	56
№8 зертханалық жұмыс	
Еркін жазық ағыншаның таралу заңдылықтарын зерттеу.....	65
№9 зертханалық жұмыс	
Жартылай шектелген тұнған ағынша	68
№10 зертханалық жұмыс	
Шардың аэродинамикалық кедергісін анықтау	70
№11 зертханалық жұмыс	
Шар артындағы аэродинамикалық із	77
№12 зертханалық жұмыс	
Жазық пластинаны бетіндегі шекаралық қабақ	79
Ұсынғылатын әдебиеттер.....	84

**М. Б. Елгондина, К. С. Жилисбаева,
З. Б. Ракишева**

**ТЕСТЫ
ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
МЕХАНИКЕ**

Учебно-методическое пособие

Алматы 2010

УДК 531
ББК 22.21
Е 34

Рекомендовано к изданию
Учеными советами механико-математического факультета
и РИСО КазНУ им. аль-Фараби

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор **А.Н. Тюреходжаев**
(КазНТУ им. К.И. Сатпаева);

доктор физико-математических наук, профессор **А.А. Беков**
(Институт космических исследований);

доктор физико-математических наук, профессор **М.Дж. Мингибаев**
(КазНУ им. аль-Фараби)

Елгондина М.Б., Жиглибаева К.С., Ракишева З.Б.

Е 34 Тесты по теоретической механике: учебно-методическое пособие. - Алматы: Казак университета, 2010. - 93 с.

ISBN 9965-30-986-8

В пособии предложено 255 вопросов с вариантами ответов по теоретической механике, охватывающих разделы «Кинематика», «Статика», «Динамика материальной точки и системы материальных точек», «Динамика твердого тела», «Аналитическая механика». Задания включают в себя как теоретические вопросы, так и небольшие задачи.

Тесты могут быть полезны преподавателям любых вузов, читающим предмет «Теоретическая механика», студентам для самоконтроля в процессе изучения дисциплины, для подготовки к тестированию по остаточным знаниям, а также всем желающим, изучающим курс теоретической механики самостоятельно.

ББК 22.21

ISBN 9965-30-986-8

© Елгондина М.Б., Жиглибаева К.С., Ракишева З.Б., 2010
© КазНУ им. аль-Фараби, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Теоретическая механика является естественнонаучной дисциплиной, изучаемой в каждом техническом университете, в процессе изучения любой естественной науки в университетах. Она имеет огромное практическое значение и представляет базу для большинства технических дисциплин.

Настоящее учебно-методическое пособие представляет собой сборник вопросов по курсу теоретической механики, являющемуся базовой дисциплиной, включенной в Государственный общеобразовательный стандарт образования Республики Казахстан (обязательный компонент) для многих специальностей по естественным и техническим наукам.

Тесты включают пять разделов курса теоретической механики: «Кинематика», «Статика», «Динамика материальной точки и системы материальных точек», «Динамика твердого тела», «Аналитическая механика». Вопросы тестов различаются по сложности: есть простые вопросы, для которых достаточно запомнить формулу или выучить формулировку соответствующей теоремы, и есть вопросы, требующие размышления, как применить полученные теоретические знания для дальнейших теоретических выкладок или для решения практических задач. Тесты снабжены кодами правильных ответов, приведенных в конце пособия. Также приведен список основной и дополнительной литературы, необходимой для успешного освоения курса.

Пособие является результатом многолетнего преподавания авторами курса теоретической механики на механико-математическом факультете Казакского национального университета имени аль-Фараби.

Учебно-методическое пособие может быть рекомендовано студентам для самоконтроля при изучении курса теоретической механики, для подготовки к тестированию по остаточным знаниям, а также в помощь педагогам при преподавании данной дисциплины для промежуточного и рубежного контроля усваиваемого студентами материала.

ТҰТАС ОРТА МЕХАНИКАСЫ

131
А. Қ. Ершина, Ф. Б. Шериязданов

**ТҰТАС ОРТА МЕХАНИКАСЫНЫҢ
ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ
КЛАССИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ**

О К У Л Ы Қ

ББК 22.2я73
Е 70

Оқулық ҚР Білім және ғылым министрлігінің
оқу дәбіеліттерін дайындау, шығару және сатып алу жөніндегі
атаық конкурстың қорытындылары бойынша шығарылды

МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ	6
ШАРТТЫ БЕЛГІЛЕР	8
I тарау. ЖАЛПЫ МӘСЕЛЕЛЕР	
1.1. Тұтас орта механикасы пәні.....	10
1.2. Зерттеу әдістері	10
1.3. Тензорлық есептеу мен анализ элементтері	12
1.3.1. Тензорлармен жүргізілетін қарапайым операциялар	15
1.3.2. Тензорларды дифференциалдау.....	19
1.3.3. Тензорлармен жасалынатын негізгі дифференциалдық операциялар	20
1.3.4. Кристоффель символдарының қасиеттері	22
Есептер мен жаттығулар	23

II тарау. ТҰТАС ОРТАНЫҢ КИНЕМАТИКАСЫ

2.1. Негізгі ұғымдар және тұтас орта кинематикасының теңдеулері.....	24
2.1.1. Кеністік және уақыт. Ортаның тұтастық гипотезасы	24
2.1.2. Кинематика негіздері.....	24
2.1.3. Абсолют қатты дененің қозғалыс теңдеулері.....	25
2.1.4. Тұтас орта қозғалысының теңдеулері.....	26
2.2. Тұтас ортаның қозғалысын зерттеу әдістері.....	29
2.2.1. Лагранж әдісі.....	29
2.2.2. Эйлер әдісі.....	31
2.2.3. Лагранж және Эйлер әдістерінің өзара байланысы	33
Есептер мен жаттығулар	35

III тарау. ТҰТАС ОРТА ДЕФОРМАЦИЯСЫНЫҢ ТЕОРИЯСЫ

3.1. Деформация тензоры.....	38
3.2. Деформация тензоры компоненттерінің геометриялық мағынасы	41
3.3. Деформация тензорын қолдану туралы	44
3.3.1. Деформация тензорының компоненттерін қозғалыс заңы бойынша есептеу.....	44
3.3.2. Орын ауыстыру векторының компоненттері арқылы деформация тензорын өрнектеу.....	46
3.3.3. Деформация үйлесімділігінің шарттары.....	48
3.3.4. Деформация тензорының бас осьтері мен бас компоненттері	49
3.4. Деформация жылдамдықтарының тензоры.....	53
3.4.1. Деформация жылдамдықтарының тензорын анықтау	53

Ершина А.К., Шерпазанов Ф.Б.
Тұтас орта механикасының теориялық негіздері және класси-
калық модельдері: Оқулық / Жаппы ред. басқ. Ш.Ә.Ершин. —
Алматы: Қазақ университеті, 2005. — 167 бет.
ISBN 9965-12-992-4

Оқулықта тұтас орта механикасының негізгі заңдылықтары: зерттеу әдістері,
тұтастық гипотезасы, деформация теориясы мен кинематикасы, көлемдік және беттік
күштер, деформация және деформация тензорларының кернеулер, тензормен
байланысы, тұтас орта динамикасының теңдеулері мен теоремалары, термодинамика
және электродинамика теңдеулері т.б. қарастырылған.
Классикалық ортаның белгілі математикалық модельдері берілген. Оқулықтың
әрбір тарауының соңында теорияны практикада қолдануға және студенттердің
білімдерін бекітуге арналған есептер мен жаттығулар келтірілген.
Ұсынылып отырған кітап тұтас орта механикасының бастамасын меңгеруге
«Тұтас орта механикасының теориялық негіздері және классикалық модельдері»
оқулығы университеттердің, педагогикалық институттардың студенттері, магистрант-
тары мен аспиранттарына, сол сияқты тұтас орта механикасының негіздерін өз
бетімен меңгергісі келетін мамандарға арналған.

Е 1603010000-380
460(05)-05

ББК 22.2я73

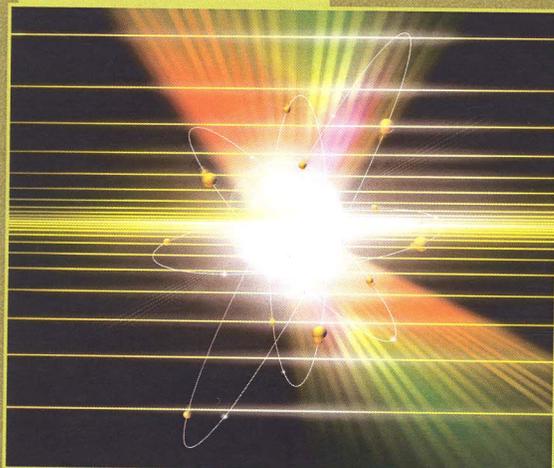
ISBN 9965-12-992-4

Әл-Фараби атындағы
ҚазҰУ-дың кітапханасы
Оқулық коды
Библиотекә
ҚазҰУ им. Әл-Фараби
Үнемінін фонд

К.Б. ДЖАКУПОВ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебное пособие



АЛМАТЫ 2011



**КАЗАҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БАСПАСЫ**

УДК 532 (075.8)
ББК 22.253 я73
Д 40

Рекомендовано к изданию
Ученым советом механико-математического факультета КазНУ
и РИСО им. аль-Фараби

Рецензенты:
Доктор физико-математических наук, профессор С.Я. Серовайский;
доктор физико-математических наук, профессор С.Т. Мухамеджанов

Джакупов К.Б.
Д 40 Вычислительная механика: учебное пособие. – Алматы:
Казак университеті, 2011. – 294 с.
ISBN 9065-29-717-7

В учебном пособии излагаются вычислительные методы решения фундаментальных уравнений динамики материальной точки, гидродинамики, теории упругости, электродинамики.
Рекомендовано бакалаврам, магистрантам, аспирантам специальности «Механика».

ББК 22.253я73

© Джакупов К.Б., 2011
ISBN 9065-29-717-7
© КазНУ им. аль-Фараби, 2011.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
Модуль-1. ТОЧНЫЕ И ИТЕРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ	
\$1. Метод исключения Гресса с выделением главного элемента.....	8
\$2. Метод прогонки	10
\$3. Метод простой итерации Якоби. Основные понятия итерационных методов.....	11
\$4. Метод Некрасова-Зейделя.....	14
\$5. Метод минимальных невязок Красносельского-Крейна.....	16
\$6. Вычисление корней уравнения. Метод простой итерации. Метод половинного деления. Метод Ньютона. Метод хорд.....	19
Модуль-2. ЧИСЛЕННОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ, ИНТЕГРИРОВАНИЕ, ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ	
\$1. Сетки и сеточные функции.....	21
\$2. Элементарные разностные операторы	23
\$3. Методы построения разностных схем. Интерпо-интерполяционный метод баланса в ячейке. Аппроксимация Аллена-Сарвелла.....	26
\$4. Разностные конвективные члены с «аппроксимационной вязкостью». Аппроксимация Булеева-Петрицева	34
\$5. Разностные конвективные члены без «аппроксимационной вязкости». Аппроксимация Джакупова.....	35
\$6. Аппроксимации диссипативных членов.....	39
\$7. Численное интегрирование. Формулы Ньютона-Котеса.....	41
\$8. Интерполирование сплайнами промежуточных значений сеточной функции. Простая интерполяция.....	42
Модуль-3. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ МЕТОДАМИ РУНГЕ-КУТТА, ЭЙЛЕРА	
\$1. Дифференциальные уравнения динамики точки.....	49
\$2. Методы Рунге-Кутты 4-го порядка точности.....	49
\$3. Методы Эйлера.....	53
Модуль-4. ПАРАБОЛИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИКИ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА	
\$1. Уравнения динамики вязкой жидкости	55
\$2. Уравнения Лейбгольца для вихря скорости и функции тока.....	57
\$3. Уравнения теплопроводности	58
\$4. Уравнения диффузии	59
\$5. Уравнения распространения тепла в газах.....	59
\$6. Уравнения Бюргерса	60

К.Б.Джакупов

**КОРРЕКЦИИ
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ
ПАРАДОКСОВ МЕХАНИКИ
СПЛОШНОЙ СРЕДЫ**

УДК 532.516
ББК 22.5
Д 40

Рекомендовано к изданию
РГГУ «Институт математики, информатики и механики»

Р е ц е н з е н т ы:

доктор физико-математических наук, академик РАН РК
Т.Ш.Калименов;
доктор физико-математических наук, профессор **М.Т.Джениалиев**

Джакупов Кенес Байженович

Д 40 Коррекции теоретических парадоксов механики сплошной
среды – Алматы: Типография «К2», 2012. – 270с.

ISBN 978-601-0288-5

В монографии приводятся парадоксы гипотез Стокса и Навье-Коши-Ламе. Теоретически обоснованы новые уравнения динамики вязкого газа и несжимаемой жидкости с переменной вязкостью, теории упругости. Подробно излагаются технологии эффективных разностных схем для сложных систем дифференциальных уравнений в переменных «скорость-давление». Рекомендуются студентам, магистрантам, аспирантам, докторантам и исследователям, специализирующимся в области гидродинамики и теории упругости.

Д 1603040000
00(05)–09

ББК 22.5

ISBN 978-601-0288-5

© Джакупов К.Б.
© Типография «К2»

2

ОГЛАВЛЕНИЕ
ПРЕДИСЛОВИЕ.....8

**Гл.1. ОШИБОЧНОСТЬ ГИПОТЕЗЫ СТОКСА. НОВЫЕ
УРАВНЕНИЯ ДИНАМИКИ ВЯЗКОГО ГАЗА И
НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ С ПЕРЕМЕННОЙ
ВЯЗКОСТЬЮ**.....10

- §1. Парадоксы формул Эйлера, Лейбница..... 11
§2. Парадоксы деформационного движения элементарного объема
сплошной среды..... 16
§3. Парадоксы интегрального вывода уравнений динамики
сплошной среды..... 22
§4. Индуктивный метод..... 27
§5. Парадоксы первой теоремы Гельмгольца..... 31
§6. Парадоксы гипотезы Стокса..... 38
§7. Несимметричный тензор напряжений Ньютона. Парадоксы
определения вязких нормальных напряжений связаны с гипотезами
о давлении и с законом Паскаля для идеальных жидкостей..... 47
§8. Предпосылки ошибочного вывода о симметричности тензора
напряжений..... 54
§9. Из теоремы об изменении момента количества движений не следует
симметричность тензора напряжений..... 59
§10. Тензор напряжений сплошной среды не симметричен..... 63
§11. Парадоксы Бэтчелора..... 68
§12. Аналог гипотезы Стокса. Антисимметричный тензор
напряжений..... 73
§13. Парадоксальное применение теоремы об изменении момента
импульса. Ошибочность уравнений Навье-Стокса..... 75
§14. Новые уравнения динамики вязкой жидкости
с несимметричным тензором напряжений Ньютона
$$\pi_{j(i)} = -[p + (\mu/3 - \mu')div\vec{v}] \delta_{ij} + \mu \frac{\partial v_i}{\partial x_j}, i, j = 1, 2, 3$$
..... 78
§15. Новые уравнения динамики вязкой жидкости в цилиндрических
координатах с несимметричным тензором напряжений Ньютона
$$\pi_{ii} = -[p + (\mu/3 - \mu')div\vec{v}]E + \mu\bar{S}$$
..... 82
§16. Новые уравнения динамики вязкой жидкости в сферических
координатах с несимметричным тензором напряжений Ньютона
$$\pi_{ii} = -[p + (\mu/3 - \mu')div\vec{v}]E + \mu\bar{S}$$
..... 83

3