

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
Глава 1. Предварительные сведения	11
1. Теория идеальной жидкости	11
2. Метод обобщенных координат	21
Глава 2. Вывод вариационного уравнения Гамильтона	28
3. Лагранжева и эйлерова вариации. Лагранжево перемещение и его асимптотические свойства	28
4. Кинематика поверхности. Обобщенные координаты и скорости; обобщенные силы	32
5. Вариационное уравнение	34
6. Кинетическая и потенциальная энергии	39
Глава 3. Динамика твердых и деформирующихся тел в жидкости, покоящейся на бесконечности	42
7. Движение твердого тела в жидкости. Гидродинамические реакции, действующие на твердое тело в отсутствие массовых сил	42
8. Перемещение периодически деформирующегося тела. Сила тяги . .	53
9. Постановка задачи о движении газового пузырька в безграничной жидкости. Функции Лагранжа и уравнения движения	55
10. Движение деформированных капель и пузырьков	59
10.1. Движение капель	59
10.2. Движение пузырьков	62
11. Осесимметричное обтекание тонкого тела	69
11.1. Асимптотические разложения	69
11.2. Гипотеза плоских сечений	72
Глава 4. Некоторые проблемы кавитации	76
12. Начальная стадия кавитации	76
13. Течение при сильно развитой кавитации	82
14. Асимптотический закон расширения струи	90

Глава 5. Гидродинамическое взаимодействие тел. Движение тела в неоднородном потоке	108
15. Общие сведения об исследовании задач гидродинамического взаимодействия	108
15.1. Постановки задач	108
15.2. Методы вычисления реакций	109
15.3. Плоскопараллельные течения	113
16. Теорема о конечном возмущении кинетической энергии	116
17. Движение твердого тела в неоднородном потенциальном потоке жидкости	120
17.1. Реакции	120
17.2. Уравнения движения	125
17.3. Движение шара в жидкости	126
18. Взаимодействие двух сфер	130
19. Динамика газового пузырька в неоднородном потоке	134
20. Захлопывание сферического пузырька вблизи плоской стенки	137
21. Неподвижное тело в установившемся неоднородном потенциальном потоке	140
22. Течения при сильно развитой кавитации при наличии особенностей в потоке	146
Глава 6. Системы с бесконечным числом степеней свободы	148
23. Плоская задача о движении пузырька в идеальной жидкости	148
23.1. Гидродинамический подход	148
23.2. Вариационное уравнение	149
23.3. Точные соотношения, вытекающие из вариационного уравнения	150
23.4. Эллиптическая полость	152
23.5. Общие уравнения динамики пузырька	154
23.6. Решение Мак Леода	160
23.7. Устойчивость стационарного движения полости	162
24. Волны конечной амплитуды на поверхности тяжелой жидкости	169
24.1. Волны на поверхности тяжелой жидкости бесконечной глубины	170
24.2. Прогрессивные волны	176
24.3. Стоячие волны	183
25. Длинные волны	184
25.1. О приближениях мелкой воды и Буссинеска	184
25.2. Приближение Буссинеска для каналов и струй	185
25.3. Точные решения уравнений мелкой воды	200
25.4. Краткий обзор сведений из теории нелинейных волн на поверхности тяжелой жидкости	204
Глава 7. Уравнения Лагранжа для неклассических случаев	207
26. Постановки задач и методы их решения	207
26.1. Из истории вопроса	207
26.2. Методы обоснования динамических уравнений	209

26.3. Формулировки вариационного уравнения Гамильтона и функции Лагранжа	210
26.4. Обобщение теории Томсона и Тэта	213
26.5. Понятие среды, «скрепленной» с границей области	216
26.6. Тожества и уравнения	217
27. Течение в ограниченной области	219
27.1. Описание течений и функция Лагранжа	219
27.2. Потенциальное течение. Формула Кельвина для функции Лагранжа	220
27.3. Плоскопараллельное течение с постоянной завихренностью	222
27.4. Осесимметричное течение с постоянной завихренностью	225
28. Течение жидкости вне движущейся поверхности	226
28.1. Движение тела в неоднородном потенциальном потоке с однозначным потенциалом скорости	226
28.2. Движение контура в неоднородном плоскопараллельном потоке с циркуляцией	227
29. Примеры динамических систем	234
29.1. Устойчивость равновесия шара в неоднородном потоке	234
29.2. Эллипсоидальная капля	240
29.3. Динамика эллиптического вихря	244

Глава 8. Движение пузырьков, капель и твердых частиц в вязкой жидкости	256
30. Модель вязкой жидкости	256
30.1. Различные формы уравнений движения	256
30.2. Уравнение Гельмгольца для вихря	258
31. Всплывающие пузырьки	259
31.1. Задача о всплывании пузырька в тяжелой вязкой жидкости	259
31.2. Интегральные законы сохранения	262
31.3. Сферический пузырек	267
31.4. Анализ размерности. Эксперименты	275
31.5. Модели всплывающих пузырьков	276
31.6. Модель эллипсоидального пузырька в жидкости малой вязкости	280
31.7. Диссипативные процессы при колебаниях газовых пузырьков в жидкости	284
32. Течение вязкой жидкости под воздействием касательного напряжения	291
32.1. Основные методы и результаты	291
32.2. Течения с замкнутыми линиями тока при больших числах Рейнольдса	293
32.3. Двухсторонние оценки	297
33. Стационарное движение сферических капель в вязкой жидкости	299
33.1. Обзор теоретических работ по движению сферических капель	299
33.2. Решение при малом внешнем числе Рейнольдса	302
33.3. Движение жидких капель в газе при произвольном числе Рейнольдса вне капли	303
33.4. Анализ внешнего и внутреннего течений при движении жидких капель в газе	312

34. Движение в газе деформированных капель вязкой жидкости	317
34.1. Обзор теоретических работ по движению деформированных капель	317
34.2. Деформация и устойчивость вязких капель, движущихся в газе с постоянной скоростью	319
35. О движении твердых частиц в вязкой жидкости	327
35.1. Сопротивление сферической частицы	327
35.2. Осаждение сферической частицы	330
35.3. Движение частицы в стоячей акустической волне	335
Глава 9. Гамильтоновы системы.	341
36. Гамильтоновы системы с одной степенью свободы	341
36.1. Сведение задачи о движении частиц к гамильтоновой системе	341
36.2. Первый интеграл гамильтоновой системы	343
37. Канонические преобразования на плоскости	346
37.1. Определение и общие свойства	346
37.2. Теорема об интегральном инварианте Пуанкаре–Картана	349
37.3. Общий критерий каноничности преобразований	351
37.4. Отображения с помощью канонических преобразований	353
38. Способы построения канонических преобразований	354
38.1. Производящие функции Якоби	354
38.2. Производящая функция Пуанкаре	358
38.3. Производящий гамильтониан	359
39. Параметрическая производящая функция	360
39.1. Определение и общие свойства параметрической производя- щей функции	360
39.2. Примеры параметризации	364
39.3. Параметризация отображений на фазовом потоке гамильтоно- вой системы	367
40. Методы усреднения гамильтоновых систем	368
40.1. Алгоритм последовательного исключения времени	368
40.2. Теория последования Пуанкаре для неавтономных гамильто- новых систем	370
40.3. Сравнение параметрического метода и метода производящих функций	375
41. Динамический хаос	378
41.1. Упорядоченное и хаотическое движения	378
41.2. Качественный анализ гамильтоновой системы стандартной формы	379
41.3. Методы исследования хаотических движений	380
42. Перемешивание вязкой и вязкопластической сред в тонком дефор- мирующемся слое	381
42.1. Функция тока–гамильтониан для движения частиц вязкой и вязкопластической сред	381
42.2. Движение частиц вязкой и вязкопластической сред при отсут- ствии касательной скорости на границе	384
42.3. Движение частиц вязкой жидкости при наличии касательной скорости на границе	385

43. Перемешивание вязкой жидкости между двумя эксцентрично вращающимися круговыми цилиндрами	391
43.1. Краткий обзор результатов	391
43.2. Вращение внутреннего цилиндра около центра, не совпадающего с центрами цилиндров	393
43.3. Движение частиц вязкой жидкости в слое между эксцентрично вращающимися цилиндрами	397
Глава 10. Гамильтоновы системы с двумя степенями свободы . . .	413
44. Производящие функции для гамильтоновых систем со многими степенями свободы.	413
44.1. Специфика систем с двумя и более степенями свободы	413
44.2. Производящие функции Якоби	414
44.3. Теорема о параметризации	414
44.4. Локальный критерий параметризуемости канонического преобразования	417
44.5. Инвариантность параметризуемости	418
44.6. Параметризация отображений на фазовом потоке	419
45. Алгебраическое определение гамильтоновой нормальной формы. . .	419
45.1. Разложение гамильтониана в окрестности неподвижной точки	419
45.2. Нормальная форма квадратичной части	420
45.3. Нормальная форма гамильтониана	420
45.4. Нормальные формы для систем с двумя степенями свободы	421
46. Методы вычисления нормальных форм	423
46.1. Классификация алгоритмов	423
46.2. Метод инвариантной симметризации гамильтониана	426
46.3. Алгоритм симметризации с помощью параметрической функции Пуанкаре	429
47. Примеры асимптотического интегрирования гамильтоновых колебательных систем методом нормальной формы.	430
47.1. Качающаяся пружина	430
47.2. Колебания газового пузырька в жидкости при резонансе частот радиальных и деформационных колебаний 1 : 2	437
Глава 11. Численные схемы.	444
48. Введение	444
48.1. Квадратурные формулы метода граничных элементов	444
48.2. Постановки краевых задач	449
49. Плоские краевые задачи для уравнения Лапласа	450
49.1. Метод интегральных уравнений	450
49.2. Схема численного расчета решетки профилей	461
49.3. Расчет точки отрыва при обтекании профиля вязкой жидкостью	466
50. Осесимметричные задачи	467
50.1. Интегральные уравнения для функции тока	468
50.2. Численная схема решения интегральных уравнений	474
50.3. Интегральные уравнения для осесимметричных гармонических функций	476

51. Движения жидкости со свободной границей	478
51.1. Функция Грина	479
51.2. Уравнение для кривизны и проблема устойчивости численной схемы	483
51.3. Динамические уравнения	485
51.4. Численная схема для определения профиля нестационарных волн	486
51.5. Капиллярно-гравитационные волны с неизменяющимся про- филем	492
51.6. Кубический сплайн для периодической функции	496
51.7. Вывод формул, используемых в методе граничных элементов	500
51.8. Справочные формулы метода граничных элементов	503
Список литературы	505