

УДК 532.5.013

ББК 22.253.3

МЗ1

А

**Масахиро, Такэи.**

МЗ1     Занимательная физика. Гидродинамика : манга / Масахиро Такэи (автор), Маи Мацусита (худож.) ; пер. с яп. А. Б. Клионского. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 209 с. — Москва : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2023. — (Образовательная манга). — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-411-7

Аканэ, Сираиси и Эки учатся в одной школе и дополнительно занимаются в физическом кружке. Аканэ — самая старшая, она староста кружка, Сираиси — самый умный, а Эки — самая непредсказуемая и верит в оккультные науки. Однажды Эки приснился вещий сон, в котором упал самолёт и утонул корабль. И тогда у неё возник вопрос — а почему вообще самолёты летают, а корабли не тонут. Оказалось, что наука, которая может дать ответ на эти и другие вопросы, называется гидродинамикой или механикой текучих сред, и Эки и Аканэ попросили Сираиси рассказать про неё.

Вместе с нашими героями мы совершим увлекательное путешествие в мир текучих сред и узнаем много нового и интересного об их свойствах и законах, которым они подчиняются, и которые мы используем в повседневной жизни, даже не догадываясь об этом.

УДК 532.5.013

ББК 22.253.3

**Электронное издание на основе печатного издания:** Занимательная физика. Гидродинамика : манга / Масахиро Такэи (автор), Маи Мацусита (худож.) ; пер. с яп. А. Б. Клионского. — Москва : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2015. — 208 с. — (Образовательная манга). — ISBN 978-5-97060-117-4. — Текст : непосредственный.

Издательство выражает благодарность *В. О. Панфилову*

Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть воспроизведена в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, ксерокопирование или иные средства копирования или сохранения информации, без письменного разрешения издательства.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-411-7

© 2009 by Masahiro Takeo and Office sawa

© Перевод, Издательский дом «Додэка-XXI», 2013

© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2015

А

# СОДЕРЖАНИЕ

Пролог.

<b>ЧТО ЭТО – ВЕЩИЙ СОН?! ОККУЛЬТНАЯ ДЕВЧОНКА И МЕХАНИКА ТЕКУЧИХ СРЕД .....</b>	<b>1</b>
--	----------

Глава 1.

<b>СВОЙСТВА И СТАТИКА ТЕКУЧИХ СРЕД .....</b>	<b>11</b>
--	-----------

1. Твёрдые тела и текучие среды .....	12
Извольте, чай со льдом.....	12
2. Сила и давление .....	17
Готовим в скороварке .....	17
Осваиваем уравнение равновесия сил .....	23
3. Плотность и относительная плотность .....	25
Закон Паскаля .....	25
4. Секрет густой лапши «рамэн» .....	28
Я что, супермен?!.....	28
5. Зависимость давления от высоты и измерение давления.....	31
Отвези меня на дайвинг с аквалангом .....	31
О смысле знака $\Delta$ , который используется в обозначении $\Delta p$ .....	35
Скорость и ускорение.....	36
Жидкостный манометр .....	37
6. Полное давление, действующее на плоскую стенку .....	39
Очарованные в океанариуме.....	39
7. Сила плавучести .....	42
Почему корабли не тонут? .....	42

Глава 2.

<b>ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ.....</b>	<b>49</b>
--	-----------

1. Разнообразные термины, используемые в механике текучих сред ...	50
Пожалуйста, не изменяйся (Стационарное и нестационарное течения).....	52
Скорость и направление (Однородное и неоднородное течения).....	53

Привет, я - частица текучей среды!	
(Скорость текучей среды и расход текучей среды).....	55
Преследовать? Или поджидать? (метод Лагранжа и метод Эйлера).....	56
И такая линия, и вот такая линия	
(Линии тока, траектории и трубки тока) .....	58
Что можно понять, играя с водой	
(Силы, действующие на текучую среду) .....	60
Попробуем сдвинуть колоду карт (сдвигающая сила).....	63
<b>2. Уравнение неразрывности .....</b>	<b>66</b>
Похищения призраками не происходит?! (Закон сохранения массы) .....	66
Об уравнении неразрывности .....	70
<b>3. Теорема Бернулли .....</b>	<b>71</b>
Покатаемся на американских горках! (Закон сохранения энергии тела) .....	71
Прогуливаемся вдоль линий тока.	
(Закон сохранения энергии текучей среды, теорема Бернулли).....	72
О единицах измерения энергии.....	75
Наступаем на шланг!	
(Отношения между скоростью текучей среды и давлением) .....	76
<b>4. Закон сохранения импульса .....</b>	<b>80</b>
Поиграем с колыбелью Ньютона (Закон сохранения импульса).....	80
Закон сохранения импульса для колыбели Ньютона.....	81
Приложим силу извне (Импульс силы).....	83
В потайной комнате. (Закон сохранения импульса текучей среды) .....	86

## Глава 3.

## ЛАМИНАРНОЕ И ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ..... 95

<b>1. Течение, обладающее вязкостью .....</b>	<b>96</b>
Густо? Или жидко? (Вязкость) .....	98
Вредина, мешающая течению (Сила вязкости) .....	99
То ускоряет, то замедляет (Механизм действия силы вязкости).....	100
Что это - призрак? (Идеально текучая среда и вязкая текучая среда).....	104
Что такое градиент скорости? (Закон вязкости Ньютона) .....	106
Насколько это густо? (Коэффициент вязкости	
и коэффициент кинематической вязкости) .....	110
Великий закон, выражающий свойства течения? (Число Рейнольдса)....	111
<b>2. Ламинарное течение и турбулентное течение .....</b>	<b>113</b>
Ой, оно пришло в беспорядок (Свойства турбулентного течения).....	113
Наблюдаем за дымом (Ламинарное течение и турбулентное течение) .....	115
Льём чернила (Опыт Рейнольдса).....	116

<b>3. Ламинарное течение внутри трубы</b> .....	<b>117</b>
Течение внутри соломинки (Средняя скорость текучей среды и распределение скоростей текучей среды).....	117
Поглядим пристально на формулу! (Течение с параболическим распределением).....	120
Какова природа таинственной силы? (Разность давлений).....	122
Хочу выпить побольше! (Связь между коэффициентом вязкости и расходом текучей среды).....	126
Можно ли выпить молочный коктейль без проблем? (Расширенное уравнение Бернулли).....	128
Потери давления в изогнутых трубах .....	134
Вода, оставшаяся в ванне, и нефть Аравийского моря?!.....	138

## Глава 4.

## ЛОБОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ПОДЪЁМНАЯ СИЛА... 139

<b>1. Лобовое сопротивление и подъёмная сила, действующие на тело</b> ...	<b>140</b>
Почему птицы и самолёты могут летать по небу? (Подъёмная сила).....	143
Почему яхта движется против ветра (Использование подъёмной силы).....	146
Что общего между крылом и парусом (Теорема о кривизне линий тока).....	149
Чудеса с ложкой?! (Опыт с подъёмной силой) .....	153
Я устала плавать (Лобовое сопротивление).....	155
Трудная дилемма! (Коэффициент лобового сопротивления и коэффициент подъёмной силы).....	157
Потеря скорости?! (Угол атаки, отрыв) .....	161
<b>2. Силы, действующие на вращающееся тело</b> .....	<b>163</b>
Почему поворачивает кручёный мяч? (Эффект Магнуса).....	163
Искраплённое лучше, чем гладкое? (Снижение сопротивления воздуха).....	167
И тогда мяч повернул .....	172
<b>3. Отрыв течения</b> .....	<b>172</b>
Страшное событие в маленьком мирке?! (Отрыв) .....	174

<b>ЭПИЛОГ</b> .....	<b>182</b>
---------------------	------------

<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>193</b>
--------------------------------	------------

<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	<b>194</b>
-----------------------------------	------------