

Е.Ю. Воробьева, И.В. Погорелова, М.С. Старцева

**Методические указания
к лабораторному практикуму
по механике для студентов 1 курса
специальности 31.05.01 Лечебное дело
по дисциплине «Физика, математика»:
модуль II
механика и вязкость жидкости**

Учебное пособие



Владивосток
Медицина ДВ
2019

ISBN 978-5-98301-162-5



9 785983 011625



Издательство «Медицина ДВ»
690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 4
Тел.: (423) 245-56-49, E-mail: medicinaDV@mail.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации
Тихоокеанский государственный медицинский университет
Институт терапии и инструментальной диагностики

Е.Ю. Воробьева, И.В. Погорелова, М.С. Старцева

**Методические указания
к лабораторному практикуму
по механике для студентов 1 курса
специальности 31.05.01 Лечебное дело
по дисциплине «Физика, математика»:
модуль II
механика и вязкость жидкости**

Учебно-методическое пособие



Владивосток
Медицина ДВ
2019

УКД 577.3(076.5)(083.131)
ББК 52.57я73
В 751

*Издано по рекомендации редакционно-издательского совета
Тихоокеанского государственного медицинского университета*

Рецензенты:

А. В. Зотов – д. ф.-м. н., профессор кафедры информационных технологий и систем, ВГУЭС, г. Владивосток

Галкин Н. Г – д. ф.-м. н., профессор кафедры физики низкоразмерных структур, Школа Естественных наук ДВФУ, г. Владивосток

Воробьева, Е.Ю.

В 751 Методические указания к лабораторному практикуму по механике для студентов 1 курса специальности 31.05.01 Лечебное дело по дисциплине «физика, математика»: модуль II механика и вязкость жидкости. Учебно-методическое пособие/ Е.Ю. Воробьева, И.В. Погорелова, М.С. Старцева. – Владивосток. «Медицина ДВ», 2019 г. –88 с.

ISBN 978-5-98301-162-5

Методические указания к лабораторному практикуму, предложенные коллективом авторов, составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования в полном соответствии с учебным планом.

Методические указания составлены по программе подготовки студентов первого курса специальности 31.05.01 (Лечебное дело).

УКД 577.3(076.5)(083.131)
ББК52.57я73

ISBN 978-5-98301-162-5

© Коллектив авторов ТГМУ, 2019
© «Медицина ДВ», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по физике для студентов специальностей института медицинского образования направлен на систематическое изучение физических обоснований явлений, происходящих в организме, а также применяемых в клинике диагностических и лечебных методов. Мы считаем своей главной целью не только дать возможность студентам изучить на опыте важнейшие физические явления, но и научить их обращаться с разнообразными, в том числе с самыми современными физическими приборами, а также приборами, применяемыми в медицинской практике (вискозиметры, электрокардиографы и т.д.) Описания к работам не претендуют на то, чтобы создать у студентов полное представление об изучаемых явлениях. Такое представление может возникнуть только в результате проработки лекций и чтения учебников. В описаниях сообщается тот минимум сведений, без которых невозможны связное изложение экспериментальной методики и сознательная постановка опытов. Большое внимание уделяется методам обработки результатов и, в особенности, методам графического анализа. Студент должен научиться выбирать правильный метод обработки результатов, менее всего чувствительный к погрешностям отдельных опытов, лучше всего использующий всю полученную информацию и, по возможности, простой и наглядный. В каждой работе содержатся краткие теоретические сведения, описание лабораторной установки, порядок выполнения работы, контрольные вопросы по изучаемой теме, а также бланк протокола к лабораторной работе.

Мы благодарны всем преподавателям и сотрудникам кафедры физики и математики ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России, вложившим свой труд в постановку лабораторных задач.

ПРИМЕР ЗАГОТОВКИ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа №_____ от _____

Тема: Изучение вынужденных колебаний с помощью маятника Поля.

Цель: Исследовать зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы при различном затухании колебательной системы.

Задачи: 1. Определить собственную частоту колебаний маятника Поля.

2. Построить и исследовать графики зависимости амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы для разных коэффициентов затухания.

3. Определить добротность колебательной системы с различной степенью затухания.

Формулы, необходимые для расчета: $\Delta\Omega = \Omega_2 - \Omega_1$, $Q = \frac{\Omega_{рез}}{\Delta\Omega}$, где

$\Delta\Omega$ – ширина резонансной кривой, $\Omega_{рез}$ – резонансная частота.

Таблица.

Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы

Входное напряжение, В	Напряжение на выходе, В	Частота вынуждающей силы Ω , рад/с	Амплитуда колебаний, А, дел.	Резонансная частота $\Omega_{рез}$, рад/с	Резонансная амплитуда $A_{рез}$, дел.	Ширина резонансной кривой $\Delta\Omega$, 1/с	Добротность Q
0	4	1,88					
	6	2,51					
	7	2,83					
	8	3,14					
	8,5	3,33					
	9	3,45					
	9,5	3,64					
	10	3,77					
	11	4,08					
	12	4,40					
	14	5,02					

Входное напряжение, В	Напряжение на выходе, В	Частота вынуждающей силы Ω , рад/с	Амплитуда колебаний, А, дел.	Резонансная частота $\Omega_{рез}$, рад/с	Резонансная амплитуда $A_{рез}$, дел.	Ширина резонансной кривой $\Delta\Omega$, 1/с	Добротность Q
8	4	1,88					
	6	2,51					
	7	2,83					
	8	3,14					
	8,5	3,33					
	9	3,45					
	9,5	3,64					
	10	3,77					
	11	4,08					
	12	4,40					
15	14	5,02					
	4	1,88					
	6	2,51					
	7	2,83					
	8	3,14					
	8,5	3,33					
	9	3,45					
	9,5	3,64					
	10	3,77					
	11	4,08					
	12	4,40					
	14	5,02					

Оформите отчет и сдайте его преподавателю.

Глава 1

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Колебаниями называются движения или процессы, которые характеризуются определенной повторяемостью во времени. Физическая природа колебаний может быть разной, поэтому различают колебания механические, электромагнитные и др. Однако различные колебательные процессы описываются одинаковыми характеристиками и одинаковыми уравнениями. Отсюда следует целесообразность единого подхода к изучению колебаний различной физической природы. Примерами колебаний могут служить дыхательные движения грудной клетки, пульсации сосудистой стенки (пульс), суточные изменения температуры тела и др.

Изучение гармонических колебаний позволяет анализировать такие важные для оценки состояния организма процессы, как сокращение сердечной мышцы, электрическую активность головного мозга, биологические ритмы органов и систем человека.

Самым простым механическим колебанием является гармоническое колебание. Гармоническое колебания представляет собой периодический процесс, в котором изменение величины происходит по закону синуса или косинуса:

$$x = A \cos (\omega_0 t + \varphi_0), \quad (1)$$

где x – смещение точки от положения равновесия, ω_0 – круговая частота собственных колебаний маятника, φ_0 – начальная фаза колебаний, A – амплитуда колебаний.

Формула (1) носит название закона движения для гармонического колебания. Графически этот закон представлен на рисунке 1.

Время, за которое совершается одно колебание, называется периодом колебаний (T). Количество колебаний, совершаемых системой в единицу времени – частота колебаний (ν). Она связана с круговой частотой формулой:

$$\omega = 2\pi\nu \quad (2)$$

Наибольшее отклонение маятника от положения равновесия представляет собой амплитуду данного колебания.

В реальных колебательных системах всегда существуют силы сопротивления, на преодоление которых затрачивается энергия колебательного движения, поэтому амплитуда колебаний свободно колеблющегося тела постепенно уменьшается, колебания затухают (рис. 2).

Уравнение затухающего колебания имеет вид:

$$x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (3)$$

где $A_0 e^{-\beta t}$ – убывающая амплитуда затухающего колебания; ω – круговая частота затухающих свободных колебаний; β – коэффициент затухания; φ_0 – начальная фаза колебаний, e – основание натурального логарифма, $e=2,7183\dots$

Основными характеристиками затухающего колебания являются следующие величины:

β – коэффициент затухания, характеризующий быстроту убывания амплитуды в единицу времени, размерность $[1/c]$;

τ – время релаксации, за которое амплитуда колебаний убывает в e раз. Время релаксации – величина, обратная коэффициенту затухания.

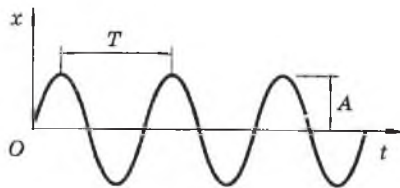


Рисунок 1. График зависимости смещения от времени для гармонических колебаний.

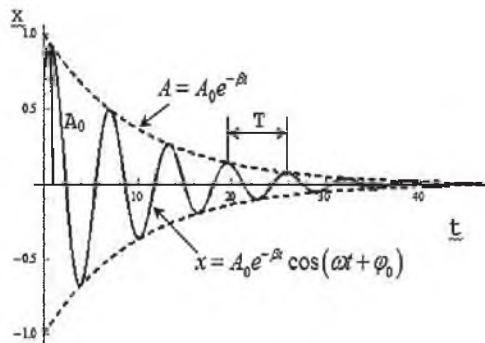


Рисунок 2. График зависимости смещения от времени для затухающих колебаний.

λ – логарифмический декремент затухания, характеризующий быстроту убывания амплитуды за период. Логарифмический декремент затухания равен натуральному логарифму отношения амплитуд, относящихся друг от друга на один период:

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln(A_0 e^{-\beta t} / A_0 e^{-\beta(t+T)}) = \ln e^{\beta T} = \beta T, \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{N_e}, \quad (5)$$

где T – период колебаний; N_e – число колебаний, за которое амплитуда уменьшилась в e раз.

В случае вынужденных колебаний система колеблется под действием внешней (вынуждающей) силы, и за счет работы этой силы периодически компенсируются потери энергии системы.

Если на тело действует вынуждающая сила, изменяющаяся со временем по закону:

$$F = F_m \cos \Omega t, \quad (6)$$

то уравнение установившихся вынужденных колебаний будет иметь вид:

$$x = A \cos(\Omega t + \varphi_0), \quad (7)$$

где Ω – частота вынуждающей силы, F_m – амплитуда вынуждающей силы, A – амплитуда вынужденных колебаний.

Таким образом, при вынужденных колебаниях система колеблется по гармоническому закону с частотой вынуждающей силы.

Амплитуда вынужденных колебаний зависит от коэффициента затухания и частоты вынуждающей силы по закону:

$$A = \frac{F_m}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}}, \quad (8)$$

где ω_0 – частота собственных колебаний, β – коэффициент затухания.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

ЦЕЛЬ: изучить собственные колебания пружинного маятника в воздухе, определить жесткость пружины.

Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе:

1. Что называется колебанием? Какие колебания бывают гармоническими?
2. Какой вид имеет уравнение гармонических колебаний?
3. Какой вид имеет закон движения гармонических колебаний?
4. Что называется периодом, частотой и амплитудой гармонических колебаний?
5. Как определить скорость колебаний маятника по его уравнению движения?
6. Что собой представляет пружинный маятник? Как определяется период пружинного маятника?
7. Как изменяется энергия маятника при его колебании?

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

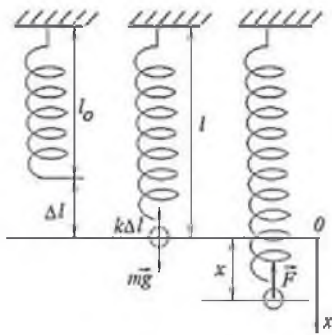


Рисунок 3.
Колебания груза на пружине.

Рассмотрим систему, состоящую из груза массой m , подвешенного на пружине, массой которой можно пренебречь (рис. 3). Пусть l_0 – длина пружины без подвешенного к ней груза. Тогда под тяжестью груза пружина растянется на $\Delta l = l - l_0$. В положении равновесия модуль силы тяжести mg равен модулю силы упругости пружины:

$$mg = k(l - \Delta l), \quad (9)$$

где k – коэффициент жесткости пружины. Коэффициент k численно равен силе, которую нужно при-

ложить к пружине при упругой деформации, чтобы растянуть (или сжать) пружину на единицу длины.

Если вывести груз из положения равновесия, то на него будет действовать дополнительная сила упругости, проекция которой на направленную вниз ось x будет равна $F = -kx$ (закон Гука). Под действием этой силы груз будет совершать гармонические колебания. Основное