



**Лаборатории компьютерного  
моделирования  
«Физика колебаний»**

Пакет учебных компьютерных программ «**Физика колебаний**» разработан **Е. И. Бутиковым**, профессором физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.



Программы комплекса предназначены для изучения собственных, вынужденных и параметрических колебаний в сравнительно простых линейных и нелинейных механических системах и их электромагнитных аналогах.

# Комплект продукта «Физика колебаний» содержит

- Пакет компьютерных программ
- Учебное пособие (около 150 страниц):
  - теоретические сведения
  - задачи для предварительного решения
  - конкретные индивидуальные задания для экспериментальной работы на компьютере.
- Методические материалы в помощь преподавателю:
  - задачи с решениями (около 100 страниц)
  - вопросы для контроля знаний с ответами (27 страниц)
  - образцы отчета о выполнении работы (17 страниц)
- Методические материалы в помощь студентам:
  - методические рекомендации по выполнению работ
  - задачи и вопросы для самостоятельного решения.
- Лицензию на тиражирование учебных материалов для обеспечения процесса обучения, право внесения изменений и дополнений в методические материалы

08/18/2023

3

# Лаборатории компьютерного моделирования



- Собственные колебания линейного пружинного осциллятора
- Торсионный пружинный осциллятор с сухим и вязким трением
- Собственные колебания и перевороты жесткого маятника
- Вынужденные колебания линейного торсионного осциллятора
- Линейный осциллятор с несинусоидальной внешней силой
- Параметрическое возбуждение линейного осциллятора
- Синусоидальная модуляция параметра осциллятора

Пакет образовательных компьютерных программ «ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ» представляет собой учебную лабораторию для интерактивной работы учащегося с математической моделью изучаемого физического явления.

Работа с моделирующими программами во многом сходна с небольшим научным исследованием, в котором студент играет активную роль.



# Компоненты лабораторий

- Сведения из теории
- Физическая система
- Графики колебаний
- Фазовая траектория
- Превращения энергии
- Фазовый портрет
- Преобразование спектра
- Задачи



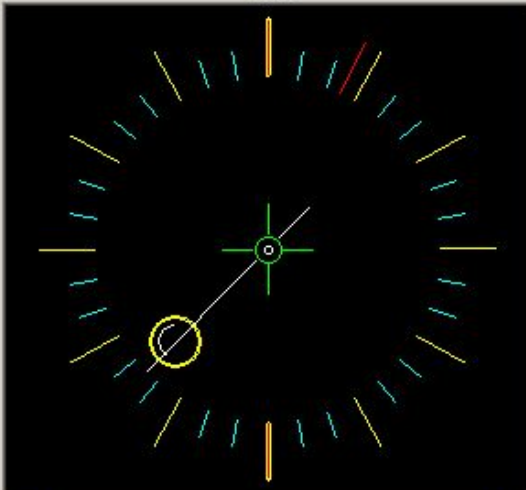
08/18/2023

6

# Теоретические сведения

Маятник: теоретические сведения
\_ □ ×

Обзор Экран Ввод данных Условия моделир. Помощь Выход



180

-116      0      109



-180    -90    0    90    180

Моделирование

Замедлить ◀ [ ] ▶ Ускорить

### 3. Колебания с большой амплитудой

При больших углах отклонения различие потенциальных ям линейного осциллятора и маятника возрастает: берега ямы маятника более пологие. Рост возвращающего момента замедляется, и при отклонениях более 90 градусов момент силы тяжести убывает (до нуля при 180 градусах).

Если сравнивать маятник с линейным осциллятором, дно параболической потенциальной ямы которого имеет такую же кривизну как у маятника, малые колебания в обеих системах происходят с одинаковыми периодами. Но при больших амплитудах маятник отстает от осциллятора. Поэтому период колебаний маятника (в противоположность изохронному линейному осциллятору) растет с увеличением амплитуды. Рост периода особенно заметен, когда размах колебаний приближается к 180 градусам.

Различия потенциальных ям проявляются как в периоде колебаний, так и в форме временной зависимости колебаний. Чем больше размах колебаний маятника, тем сильнее их график отличается от синусоиды.

Нажмите <Пуск> для наблюдения больших колебаний.

**Чтобы начать моделирование, нажмите кнопку <Пуск>. Для изучения следующей темы нажмите Далее >>. Для возвращения к предыдущей нажмите << Назад.**

Нажмите эту кнопку для паузы в моделировании

⏸ Пауза
<< Назад
Далее >>
Содерж.
Выход

# Физическая система

Линейный осциллятор -- синусоидальная внешняя сила

Файл Обзор Экран Ввод данных Условия Примеры Объяснение Задачи Помощь Выход

Возбуждающий стержень совершает заданное движение по закону:  $\theta(t) = b \sin at$

**Параметры системы:**

Частота возбуждения: 0,8  
(в единицах собств. част.)

Амплитуда возбужд.: 25,0  
(в градусах откл. стержня)

Добротность: 15,0

**Начальные условия:**

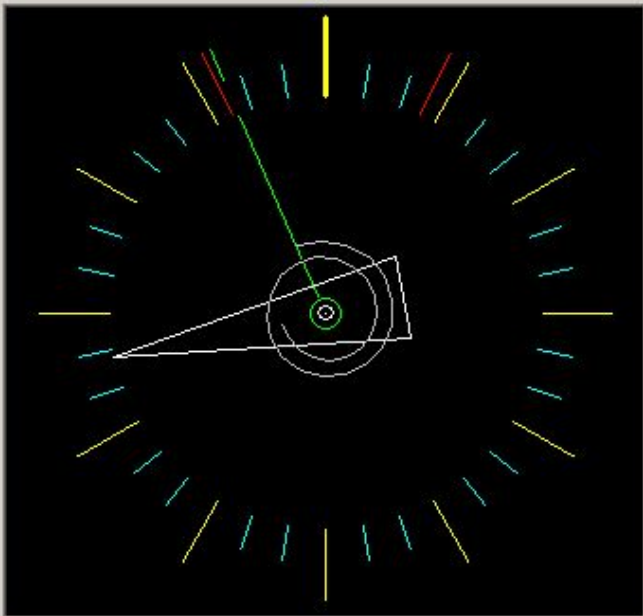
Угол отклонения: 0,0  
(в градусах)

Угловая скорость: 0,0  
(в единицах собств. част.)

**Моделирование:**

Замедлить  Ускорить

периодов внешнего воздействия



0

-90                      90

-102                      180                      93,3

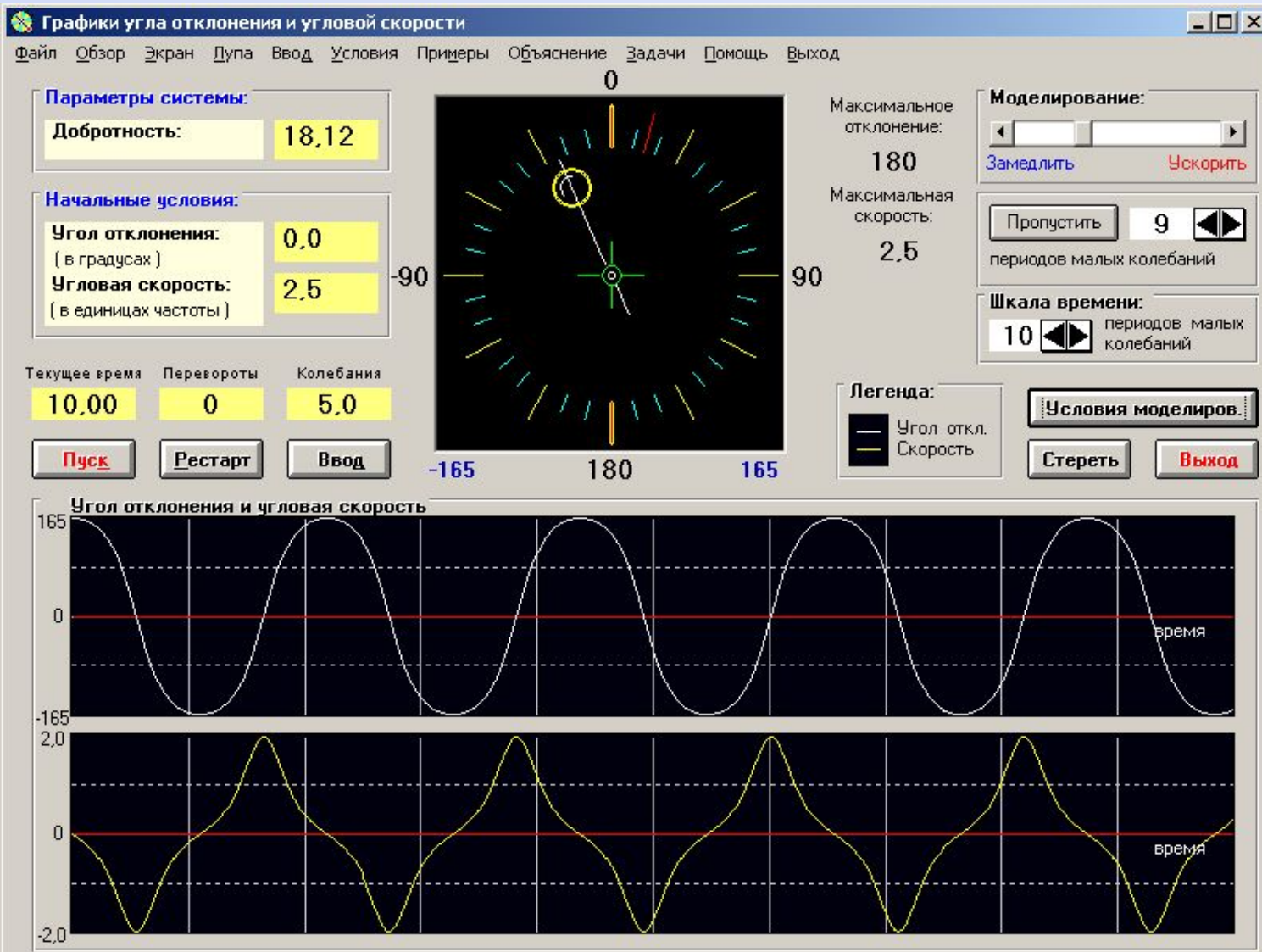
Ампл. устан. колебаний 68,7      Время:      Колебания:

Максим. отклонение 101      1      2

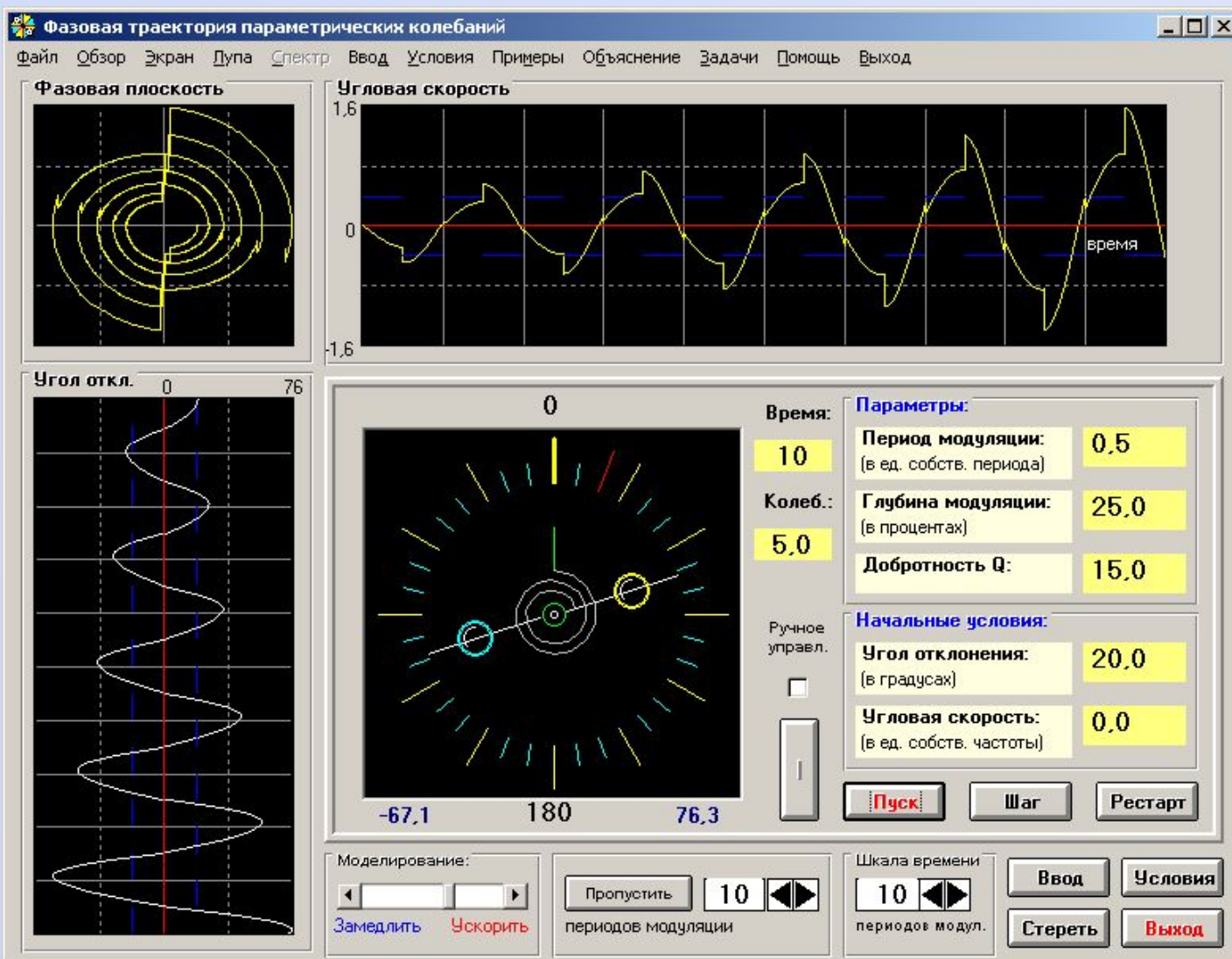
Пауза в моделировании



# Графики колебаний



# Фазовая траектория




08/1

# Превращения энергии

**Превращения энергии колебаний**

Файл Обзор Экран Ввод параметров Условия Примеры Объяснение Задачи Помощь Выход

**Маятник**



-41.9      45.9

**Максим. отклонение**  
165

**Максим. скорость**  
-1.88

**Параметры и начальные условия**

Добротность: 18.12

Угол отклонения: 165.0  
(в градусах)

Угловая скорость: 0.0  
(в ед. частоты малых кол.)

**Моделирование:**

Замедлить  Ускорить

Пропустить 9  периодов

Время: 7.00

Перевороты: 0

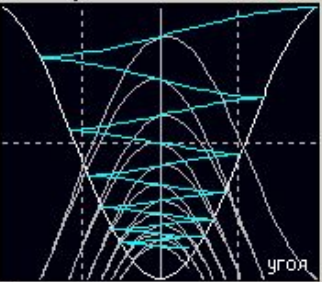
Колебания: 5.5

Шкала времени: 7  периодов малых колебаний

**Графики энергии:**

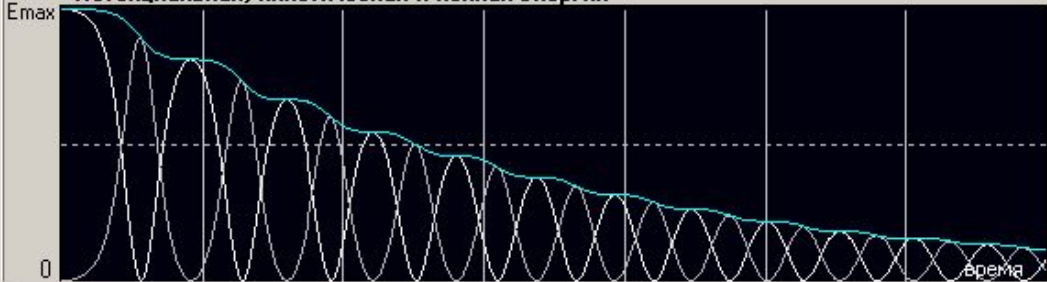
- Потенц.
- Кинетич.
- Полная

**Потенциальная яма**



угол

**Потенциальная, кинетическая и полная энергия**

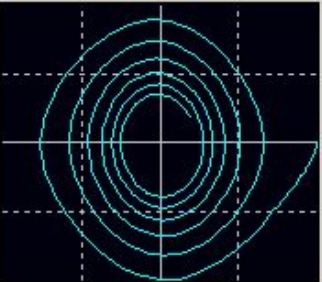


Е<sub>max</sub>


0

время

**Фазовая плоскость**



**Угол отклонения и угловая скорость**



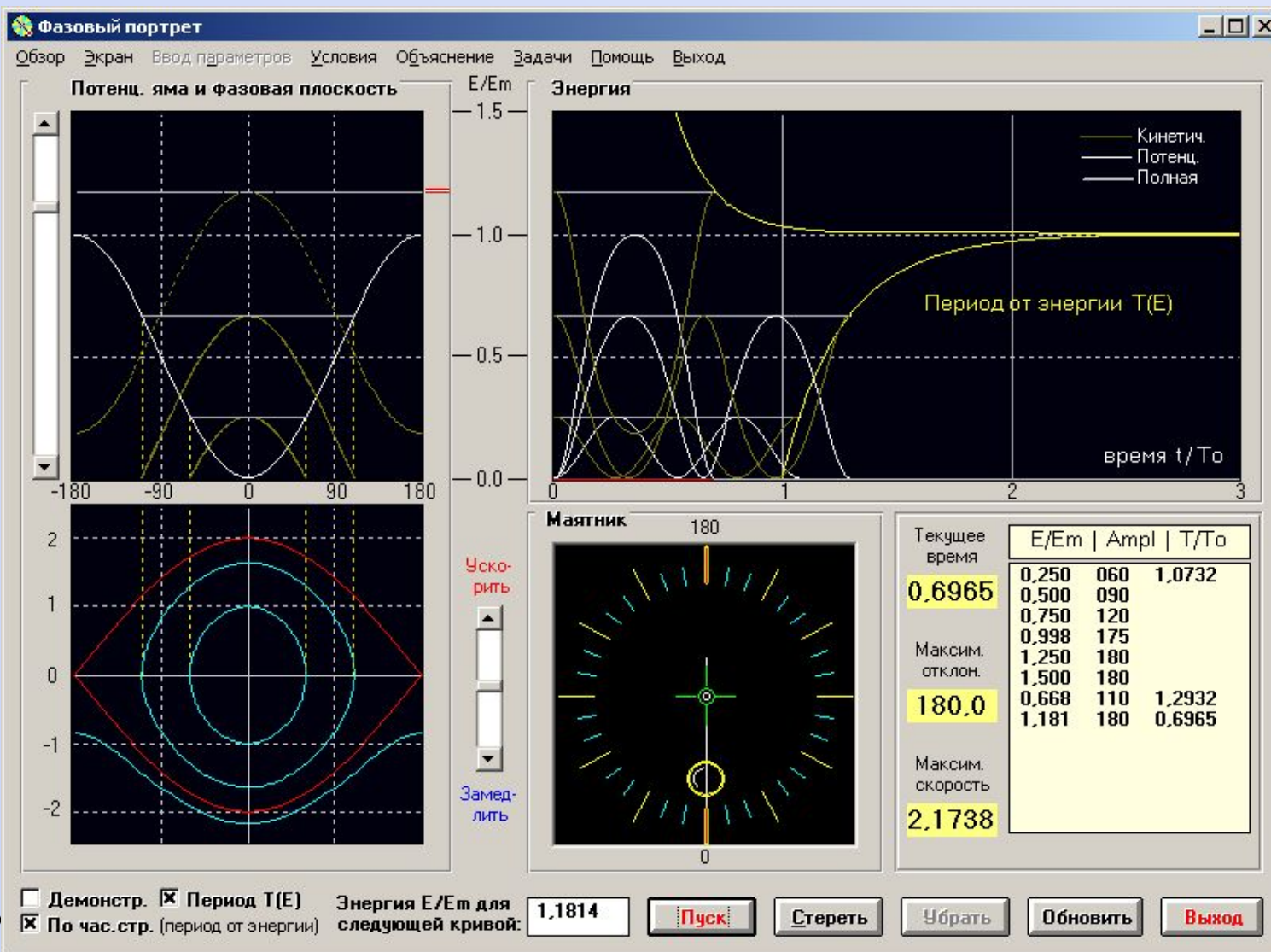
165

0

-165

время

# Фазовый портрет



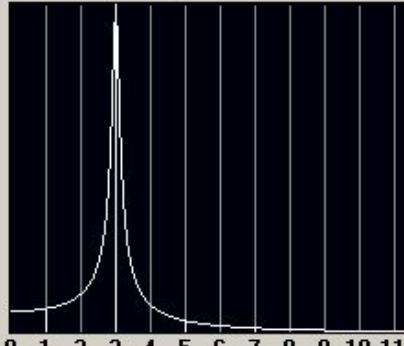
08/

# Преобразование спектра

**Преобразование спектра**


Файл Обзор Экран Ввод данных Условия Примеры Объяснение Задачи Помощь Выход

**Резонансная кривая**



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

**Осциллятор**



**Параметры:**

Период шатуна  $T$ : **3.0**  
(в собств. периодах  $T_0$ )

Амплитуда шатуна: **25.0**  
(в градусах угла)

Добротность  $Q$ : **15.0**

Третья гармоника -- добавить

Все (до 15) сложить

Стереть Пуск Ввод

Моделирование

<--Замедлить  
Ускорить-->

Масштаб:


5 <>

периодов


Выход

**Амплитуды гармоник:**

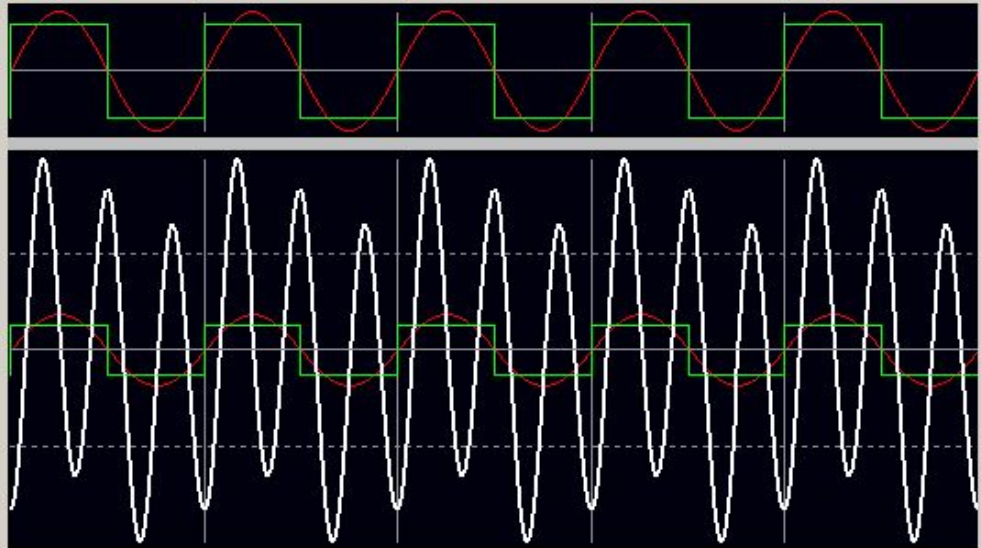
Внешний момент (вход)



Осциллятор (выход)



**Входные и выходные гармоники:**



Моделирование позволяет получить наглядные, запоминающиеся иллюстрации изучаемых физических явлений во всей их динамике, воспроизвести тонкие детали явлений, обычно ускользающие при непосредственном наблюдении.

В программах можно изменять временной масштаб, варьировать в широких пределах параметры и условия эксперимента, моделировать ситуации, недоступные для изучения в натурном эксперименте.

Графический способ отображения результатов моделирования облегчает усвоение больших объемов получаемой информации.



Выпущенная ранее англоязычная версия пакета «Физика колебаний» в 1996 году стала победителем Европейского конкурса образовательных компьютерных программ EASA`96 (European Academic Software Award) и в 1998 году – победителем конкурса американского журнала «Компьютеры в физике» (Computers in Physics).

Программа может использоваться для **контроля знаний** и на других занятиях: на семинарах, коллоквиумах, зачетах, экзаменах и т.д.

Программа может быть использована и студентами в процессе **подготовки**.



**Виртуальный практикум содержит лицензию на использование, тиражирование, переработку, методического пособия для обеспечения учебного процесса!**

**Практикумы успешно используются более чем в ста российских вузах.**

# Технические требования для установки практикумов

- Windows 95/98SE/Me/2000/XP, процессор Pentium 200 МГц, 200 Мб свободного дискового пространства, 64 Мб оперативной памяти, CD-ROM, SVGA 800×600, протокол TCP/IP (в случае работы в локальной сети) .

# Особенности использования

Комплекс дополняет традиционные формы преподавания (лекции, семинары, физическую лабораторию) и может использоваться в компьютерных классах всех университетов, технических, педагогических институтов и других высших учебных заведений как современное дополнение к курсам физики.

# Особенности использования

Компьютерное моделирование создает наглядную, легко запоминающуюся динамическую картинку изучаемых явлений и описывающих их законов, а графический способ отображения результатов моделирования облегчает усвоение больших объемов получаемой информации.



## Контакты:

ООО ФИЗИКОН

(095) 408 7772; (095) 408 6154

[www.physicon.ru](http://www.physicon.ru)

[info@physicon.ru](mailto:info@physicon.ru)

