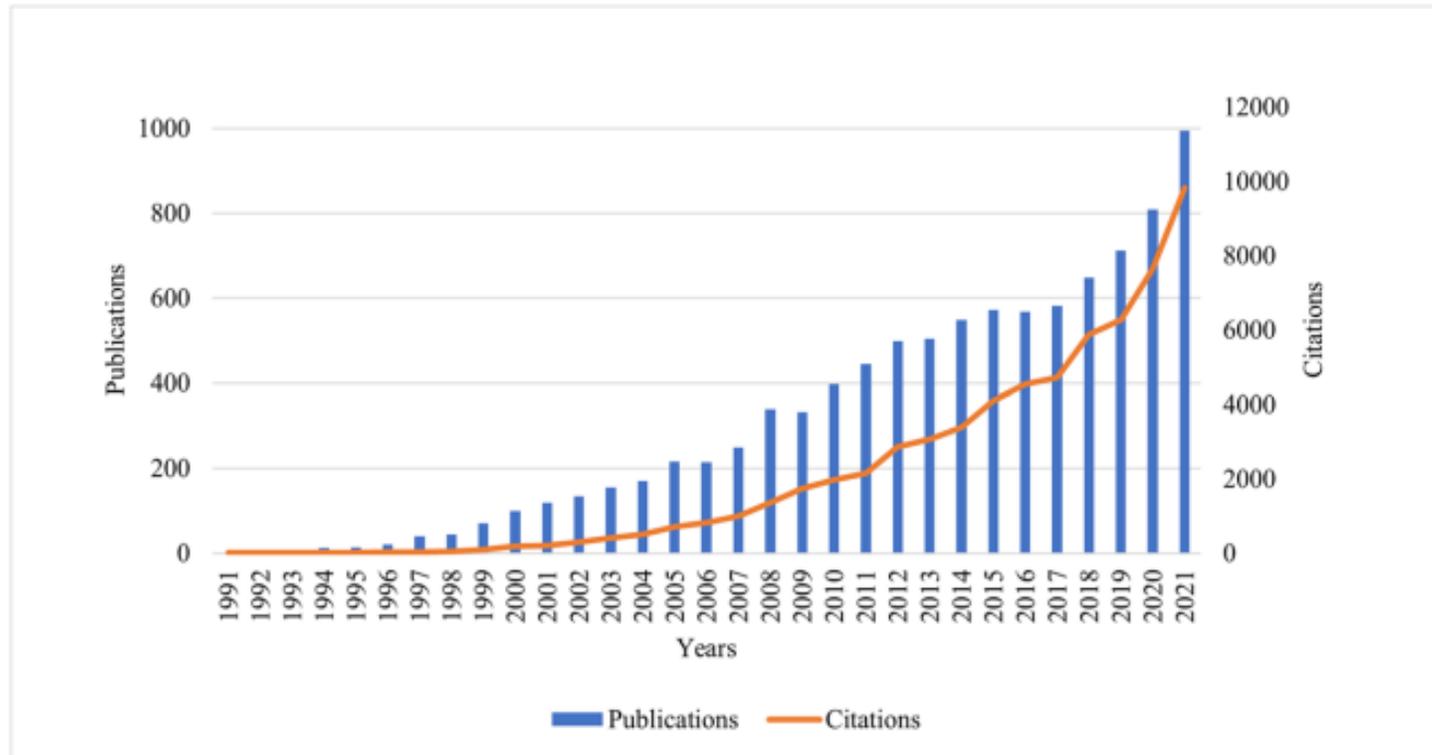


Виртуальные лаборатории: использование, разработка, стандарты

Сениченков Ю.Б. Семинар НП «НОИМ»

Рост числа публикаций, посвященных виртуальным лабораториям



Raghu Raman, Krishnashree Achuthan, Vinith Kumar Nair, Prema Nedungadi. Virtual Laboratories - a historical review and bibliometric analysis of the past three decades. Education and Information Technologies. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11058-9> (дата обращения: 02.10.2022).

Виртуальная лаборатория_1

Виртуальная лаборатория «представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой или при полном отсутствии таковой. В первом случае мы имеем дело с так называемой лабораторной установкой с удаленным доступом, в состав которой входит реальная лаборатория, программно-аппаратное обеспечение для управления установкой и оцифровки полученных данных, а также средства коммуникации. Во втором случае все процессы моделируются при помощи компьютера»

А.В. Трухин. «Об использовании виртуальных лабораторий в образовании» // Открытое и дистанционное образование. – 2002. – № 4 (8)

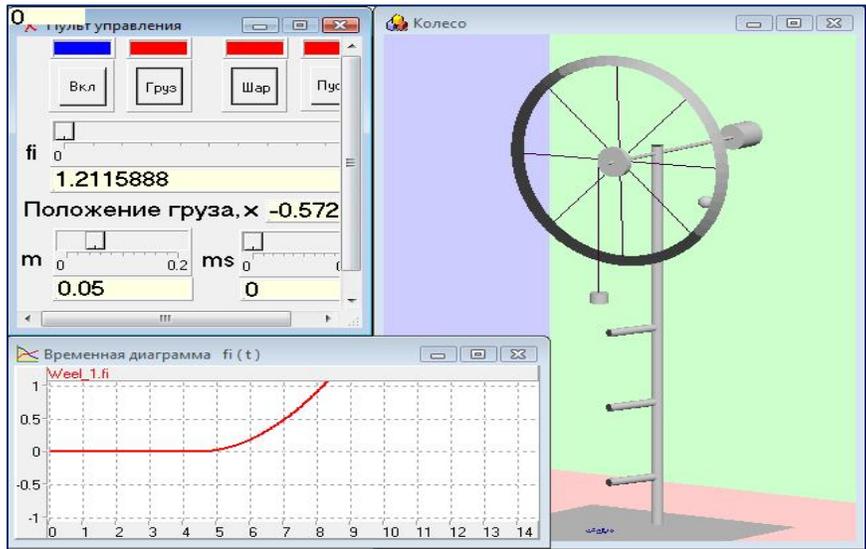
Виртуальная лаборатория _2

Программная виртуальная лаборатория – это компьютерная реализация математической модели изучаемого явления или устройства, виртуальные инструменты для задания параметров и визуализации значений измеряемых величин, средства планирования эксперимента, сбора и обработки полученных результатов.

Иными словами,

Виртуальная лаборатория = {Модель и ее программная реализация, Приборы, Вычислительный эксперимент, Данные (исходные, получаемые), Инструменты для обработки результатов экспериментов}.

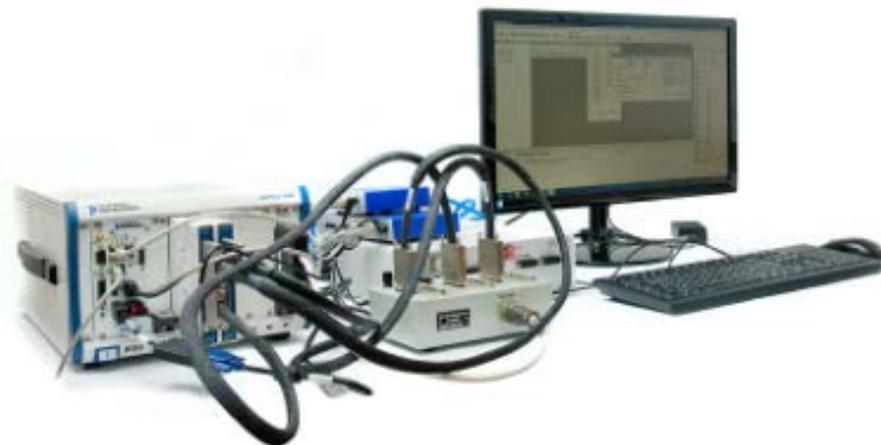
Пример. Программная виртуальная лаборатория



Программная виртуальная лаборатория:
программная реализация модели,
динамический графический образ устройства,
приборы и графики.

1. Virtual Laboratory- виртуальная лаборатория.
https://kai.ru/documents/683568/1374382/V_VLab.pdf/668f71d4-f14c-42f5-aa77-c59ce0319fd1 (дата обращения: 02.10.2022).
2. Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков, Д.Б. Инихов. MvStudium в учебном процессе. Компьютерные инструменты в образовании, №6, 2007, стр. 32-38

Программно-аппаратная виртуальная лаборатория



Виртуальная лаборатория с реальными компонентами
(<https://www.irz.ru/products/kpa/394.htm>)

Виртуальные лаборатории_1

Уникальные разработки.

Пользователь имеет дело с конечным продуктом - лабораторией. Технология изготовления не важна пользователю. Пользовательская модификация существующих лабораторий практически невозможна.

Уникальные технологии разработки лабораторий.

Пользователю предлагается технология, позволяющая самостоятельно создавать лаборатории из компонентов. Можно использовать и модифицировать существующие лаборатории. В рамках конкретного подхода компоненты унифицируются и их можно использовать повторно в разных лабораториях.

Виртуальные лаборатории_2

Технологии на базе сред моделирования*)

Библиотеки лабораторий, как конечный продукт, создаются с помощью сред моделирования (Matlab+Simulink, OpenModelica, MapleSim, System Developer, AnyLogic, SimInTech, AnyDynamics,...).

Пользователи могут, имея исходные тексты и навыки работы со средами моделирования, модифицировать лаборатории.

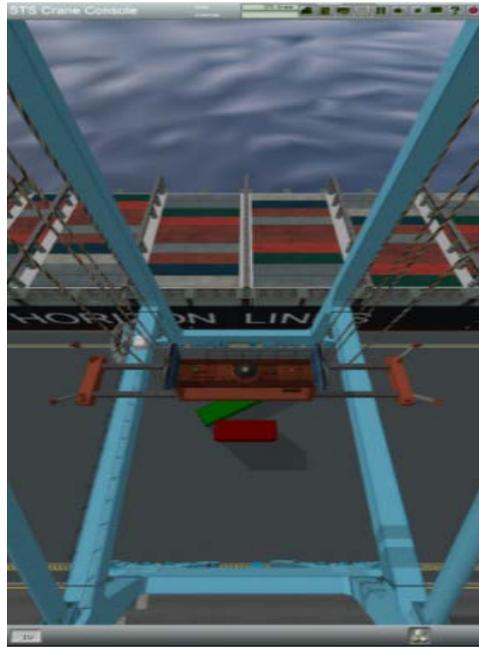
- ▶ *) Наиболее перспективные (личное мнение)

Тренажеры: программные



https://www.vrnlab.ru/catalog_item/virtualnaya-santehnika/

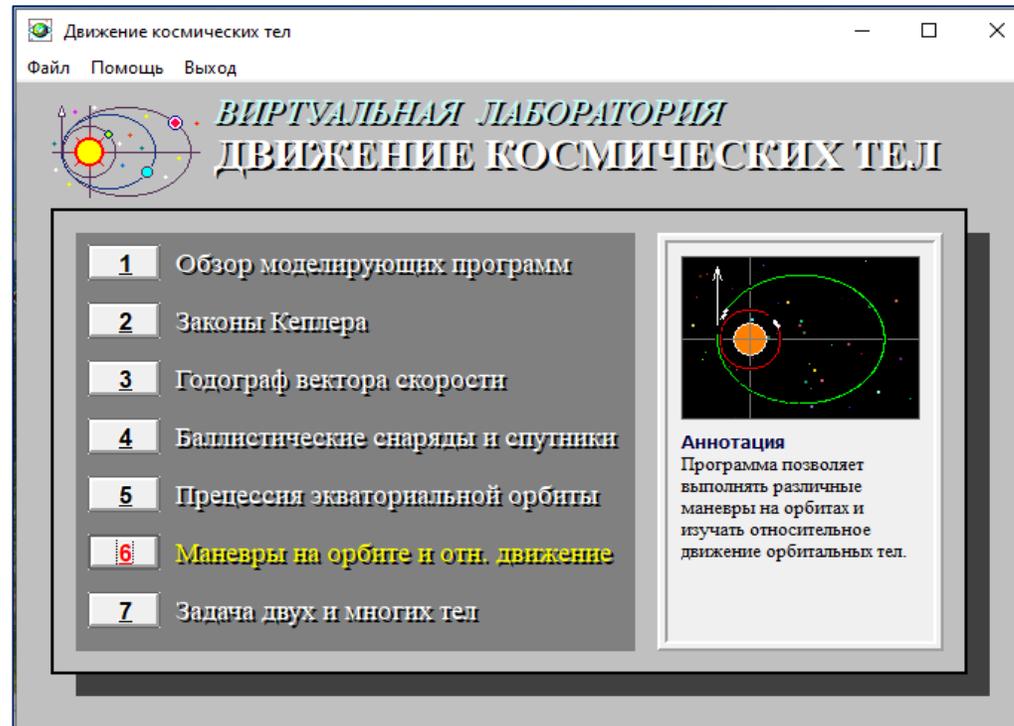
Тренажеры: программно-аппаратные



Программно-аппаратный тренажер. Оператор с помощью реальных устройств управляет виртуальным объектом (портовым краном).

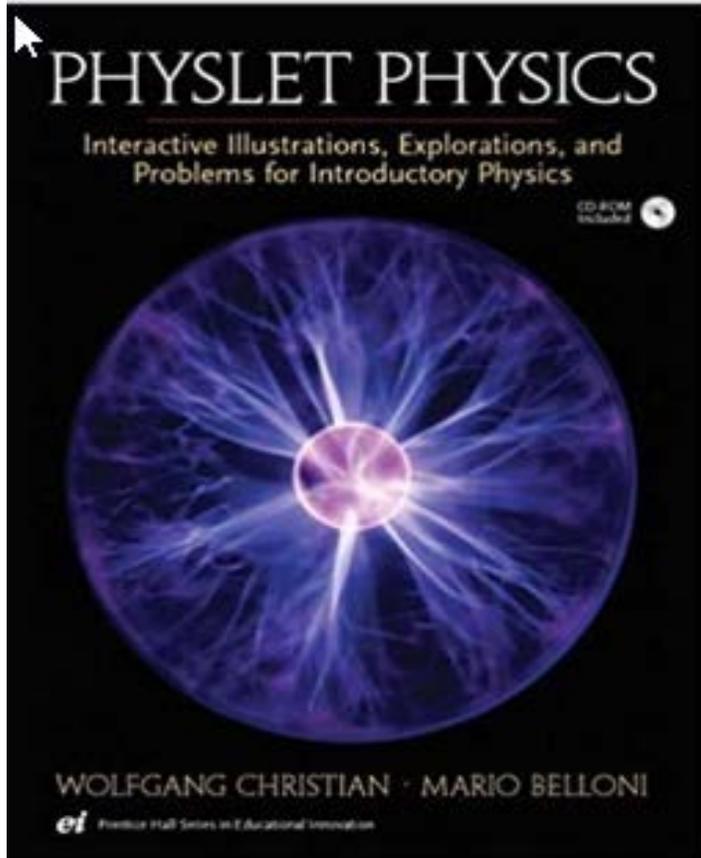
<http://transas.ru/>

Уникальные программы. Модифицировать и приспособлять «под себя» сложно, используем «как есть»



Автор – профессор Бутиков Е.И. (<http://butikov.faculty.ifmo.ru/indexR.html>)

Уникальные технологии



W. Christian and M. Belloni. *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.

See also:

<http://webphysics.davidson.edu/applets/applets.htm>

Современные библиотеки - студенты

Примеры виртуальных лабораторных практикумов

Разработчик/Название (при наличии)	Доступ	Автономность	Требования к ПО
mediadidaktika.ru	свободный	Требуется сеть Интернет	Adobe Flash Player*
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	свободный	Локальный компьютер	LabView Runtime Engine
СПбГУ/ Интернет-олимпиада по физике	коммерческий	Локальный	Internet Explorer одной из последних версий
Цифровой элемент/Виртуальные лаборатории	коммерческий	Локальный	Отдельное ПО не требуется
Новосибирский государственный технический университет	свободный	Локальный	Отдельное ПО не требуется
Уральский федеральный университет и РНМЦ «Современный физический практикум»	коммерческий	Локальный	Adobe Flash и NI LabVIEW
Sunspire/Виртуальная лаборатория общей физики	коммерческий	Локальный	Отдельное ПО не требуется

Фомичева Е.Е. Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике. Мир науки, культуры, образования. № 1 (92), стр. 65-69, 2022.

Современные библиотеки -школьники



The image displays two promotional cards for 3D interactive physics laboratories. Each card features a 3D-rendered laboratory scene with various equipment like flasks, beakers, and a microscope. A large white circle with a blue number (8 or 9) and the word 'КЛАСС' (CLASS) is centered on each card. A blue button with the word 'ФИЗИКА' (PHYSICS) is in the top left corner. Below the scene, the text 'Интерактивная 3D физика' is written in white on a blue background. At the bottom of each card, the full title 'Интерактивная 3D «Физика. 8 класс»' or 'Интерактивная 3D «Физика. 9 класс»' is written in white, followed by the subtitle 'В помощь школьникам, изучающими физику'.

<https://vr-labs.ru/laboratories/>

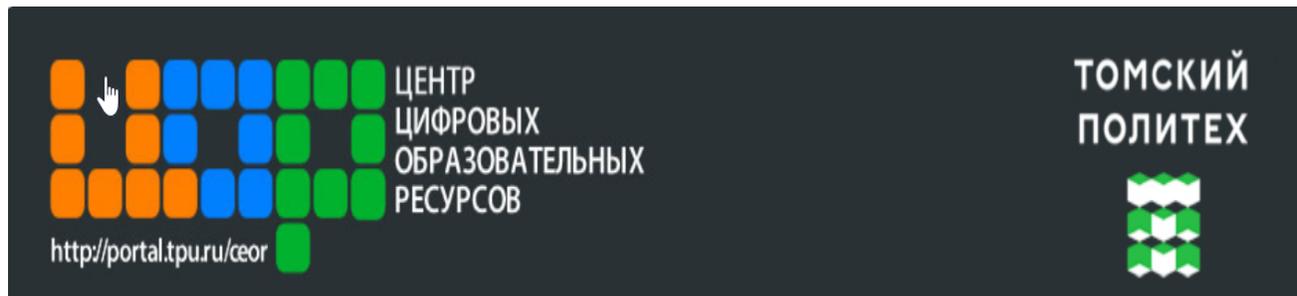
Интерактивная 3D «Физика. 8 класс»
В помощь школьникам, изучающими физику

Интерактивная 3D «Физика. 9 класс»
В помощь школьникам, изучающими физику

<https://vr-labs.ru/laboratories/>

Современные библиотеки: ссылки

<https://edtechreview.in/e-learning/5255-top-online-tools-and-virtual-labs-for-fun-experiments-teachers-must-know>)



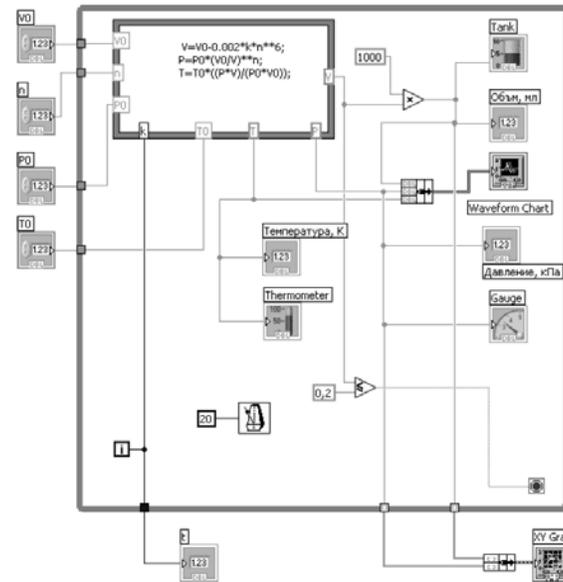
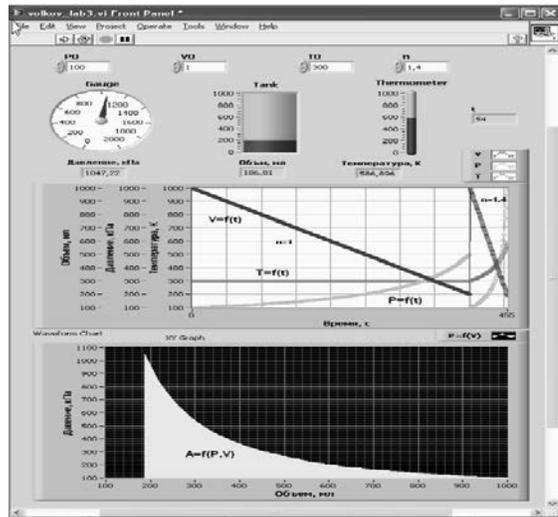
Виртуальные
лаборатории

Виртуальные лабораторные работы – это компьютерные программы, позволяющие выполнять эксперименты и получать результаты без непосредственного использования реальных лабораторных установок и приборов. Мы создаем интерактивную модель лабораторной установки, включающую виртуальные приборы и инструменты. Компьютерная модель даёт возможность студенту последовательно выполнять этапы программы лабораторной работы. Работа с виртуальной лабораторной установкой напоминает своеобразную компьютерную игру. Можно нажимать кнопки виртуальных приборов, переключать тумблеры, поворачивать вентили, подключать провода, наблюдать за течением жидкости, горением и другими физическими и химическими явлениями и технологическими процессами.

► ИТМО: http://expert.itmo.ru/lab_list

Технологии на базе универсальных сред моделирования

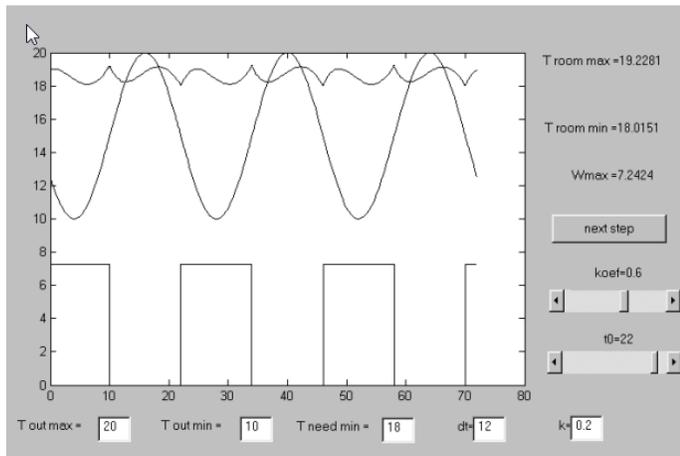
LabView (<https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html>)



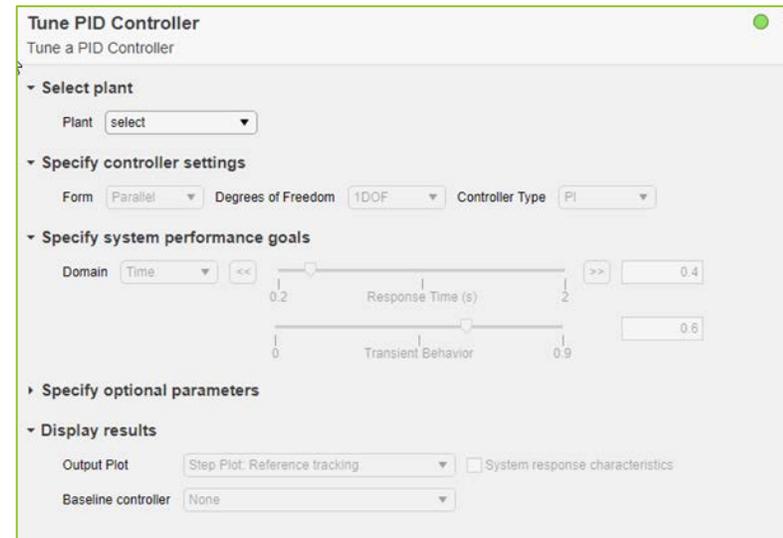
- ▶ Панель лаборатории + код на языке моделирования

Технологии на базе универсальных сред моделирования

MathWorks (<https://www.mathworks.com/>)



► GUI



Matlab Live Editor

(https://www.mathworks.com/products/matlab/live-editor.html?s_tid=srchtitle_live_1),

Технологии на базе универсальных сред моделирования

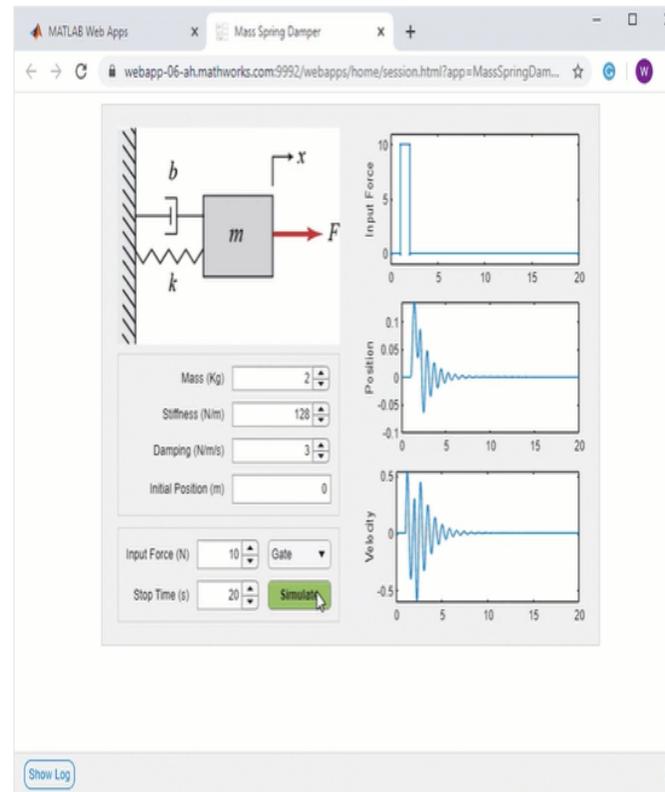
MathWorks (<https://www.mathworks.com/>) App Designer. (<https://www.mathworks.com/products/matlab/app-designer.html>).

Build Your Own Lab Interfaces

MATLAB and Simulink support the construction of user interfaces to customize virtualized lab environments. Use existing apps inside MATLAB and Simulink as the basis for a virtual laboratory or create your own using [App Designer](#).

MATLAB apps allow your students to experiment and learn engineering concepts without focusing on the code or software-specific skills. Students interact with apps within MATLAB or MATLAB Online. Apps can be shared in a browser with [MATLAB Web App Server](#).

▶ Watch video: [MATLAB Apps \(3:35\)](#)



Технологии на базе универсальных сред моделирования

OpenModelica (<https://www.openmodelica.org/>)



OpenModelica Connection Editor (OMEdit)

- Graphical Connection Editor
- Modelica annotation 3.1 is supported making the exchange of models to other tools easier
- Qt C++ libraries used
- Click the thumbnail for a screenshot.

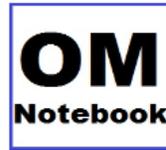
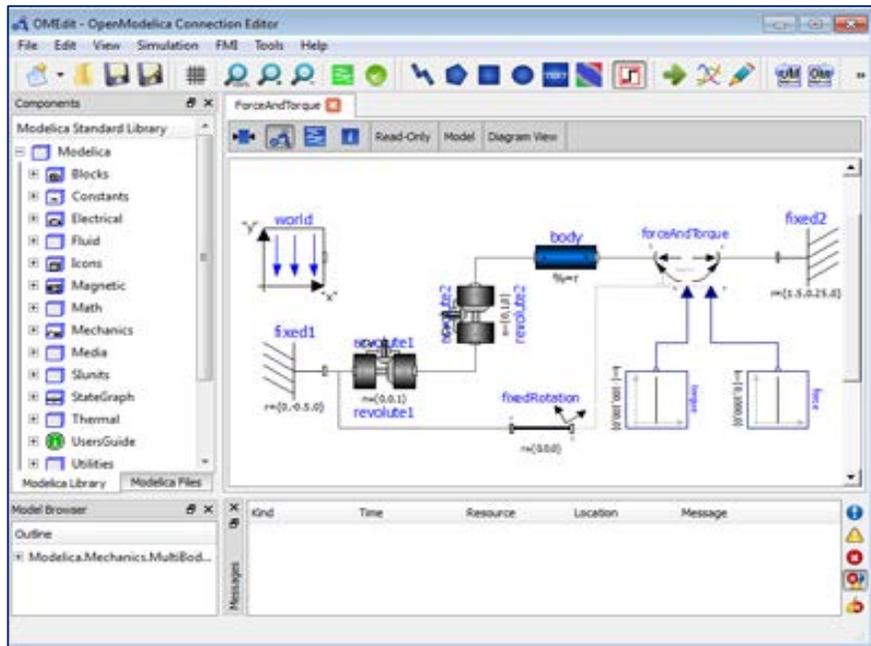


OMEdit Integrated with Electronic Notebooks and Interactive Simulation

- Gives students the facility to export/import models between OMEdit and electronic notebooks.
- Uses OpenModelica Interactive (OMI) subsystem to perform interactive simulation.
- Online simulation makes the simulation respond in real-time to user input.
- Click the thumbnail for a screenshot.

Технологии на базе универсальных сред моделирования

OpenModelica (<https://www.openmodelica.org/>)



OpenModelica Notebook (OMNotebook)

- A literate programming notebook
- OMNotebook is a Mathematica style Notebook for Modelica.
- The purpose of OMNotebook is to provide an advanced Modelica teaching tool.
- Click the thumbnail for a screenshot.



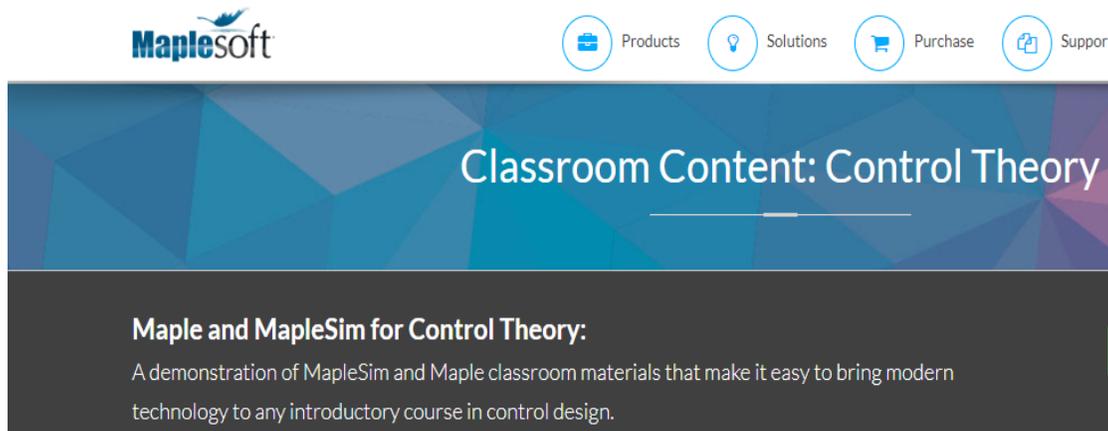
DrControl Under OMNotebook

- DrControl is an interactive course material in control theory based on the electronic book OMNotebook.
- DrControl can be an alternative or complement to the traditional teaching method with lecturing and reading textbooks in control theory.
- Click the thumbnail for a screenshot.

<https://www.openmodelica.org/openmodelicaworld/tools>

Технологии на базе универсальных сред моделирования

MapleSim (<https://www.maplesoft.com/products/maplesim> ;
https://www.basissoft.ru/map_product_sim.html)



The screenshot shows the MapleSoft website interface. At the top left is the MapleSoft logo. To its right are navigation icons for Products, Solutions, Purchase, and Support. Below this is a blue banner with the text "Classroom Content: Control Theory". Underneath the banner is a dark grey box with the text "Maple and MapleSim for Control Theory: A demonstration of MapleSim and Maple classroom materials that make it easy to bring modern technology to any introductory course in control design."

Engineering Curriculum Content: Exploring Engineering Fundamentals

Free, professionally developed content designed to teach engineering fundamentals. Students use this material to explore and reinforce concepts, and instructors use it to supplement lectures, and as base material for labs and assignments.



Kinematics & Dynamics



Robot Manipulators



Intro to Vibrations



Electrical Circuits



Intro to Control Systems

Also Available: [Classroom content for Control Theory](#)

Технологии на базе универсальных сред моделирования

System Modeler (<https://www.wolfram.com/system-modeler/>).

Virtual Lab Libraries

Make education come alive and be more engaging. Virtual Labs are open educational resources (OER) designed to encourage student curiosity by allowing students to test ideas with immediate feedback in a programmatic environment.

Virtual Labs



High School Physics

The High School Physics library provides interactive examples and exercises related to high-school physics courses. »

Free



High School Biology

The High School Biology library provides interactive examples and exercises related to high-school biology courses. »

Free



High School Chemistry

The High School Chemistry library provides interactive examples and exercises related to high-school chemistry courses. »

Free



College Thermal

The College Thermal library provides interactive examples and exercises related to heat transfer and thermal engineering courses. »

Free



College Biology

The College Biology library provides interactive examples and exercises related to college biology courses. »

Free



College Digital Electronics

The College Digital Electronics library contains electronics labs for college students. »

Free



HighSchoolPhysics

Библиотека HighSchoolPhysics включает интерактивные лабораторные работы по физике для учащихся старших классов. Она содержит множество упражнений, связанных с курсами кинематики и динамики.

  Библиотека HighSchoolPhysics

Технологии на базе универсальных сред моделирования

System Modeler (<https://www.wolfram.com/system-modeler/>).

Vladimir Ryzhov · Tatiana Fedorova · Kirill Safronov · Shaharin Anwar Sulaiman · Mark Ovinis · Veeradasan Perumal

Modeling and Simulation of Complex Dynamical Systems

Virtual Laboratory Approach based on Wolfram SystemModeler



Modeling and Simulation of Complex Dynamical Systems: Virtual Laboratory Approach Based on Wolfram SystemModeler

Vladimir Ryzhov (Author) , Tatiana Fedorova (Author) , & 2 more

FORMAT

Hardcover
\$63.24

 AVAILABLE





Modeling and Simulation of Complex Dynamical Systems pp 91–168 | [Cite as](#)

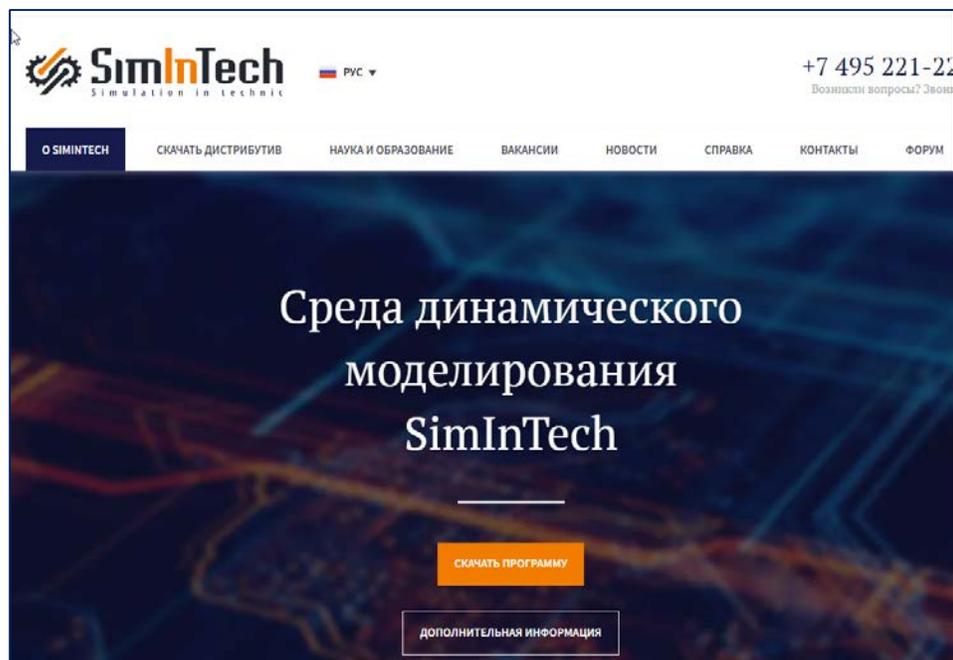
Guidelines for Performing Virtual Labs in Wolfram SystemModeler

[Vladimir Ryzhov](#), [Tatiana Fedorova](#), [Kirill Safronov](#), [Shaharin Anwar Sulaiman](#) , [Mark Ovinis](#) & [Veeradasan Perumal](#)

Chapter | [First Online: 17 July 2021](#)

Технологии на базе универсальных сред моделирования

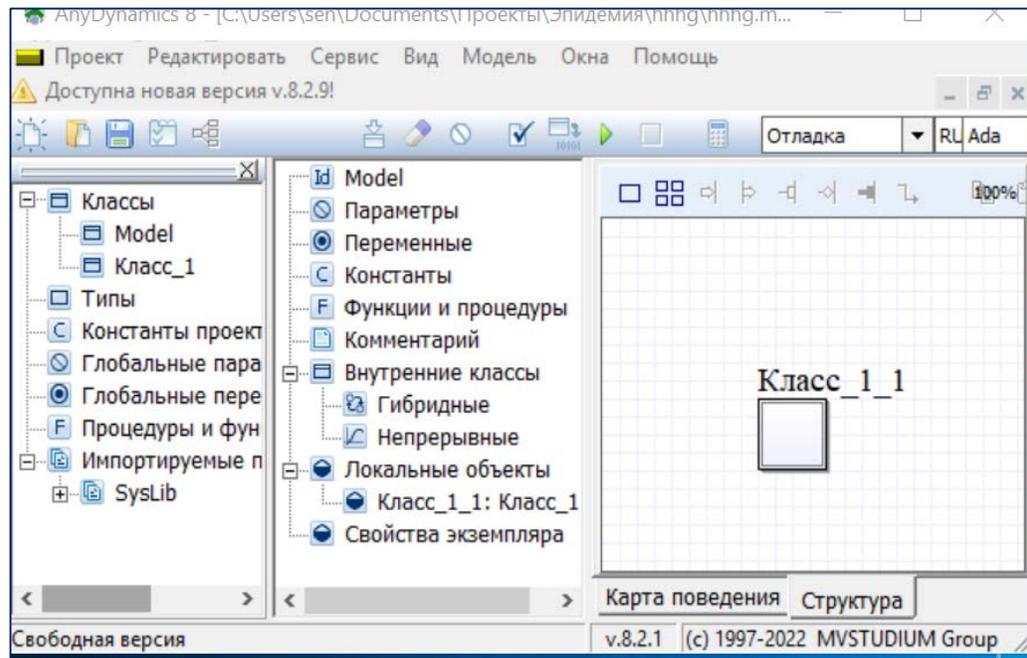
SimInTech (<https://simintech.ru/>)



	Практикум по моделированию систем автоматического регулирования	Карташов Б.А. Шабает Е.А. Козлов О.С. Щекатуров А.М.
	Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения	Герман-Галкин С.Г. Карташов Б.А. Летвинов С.Н.
	Моделирование в электроприводе	Калачев Ю. Н.
	Преобразователи автономных источников энергии	Калачев Ю.Н. Александров А. Г.
	Применение программного пакета SimInTech для изучения теории автоматического управления	Гайдук А. Р. Пьявченко Т. А.
	Методика моделирования динамики октокоптера	Щекатуров А.
	Методика моделирования динамики паротурбинной установки	Щекатуров А.И. Корсаков А. Р.

Технологии на базе универсальных сред моделирования

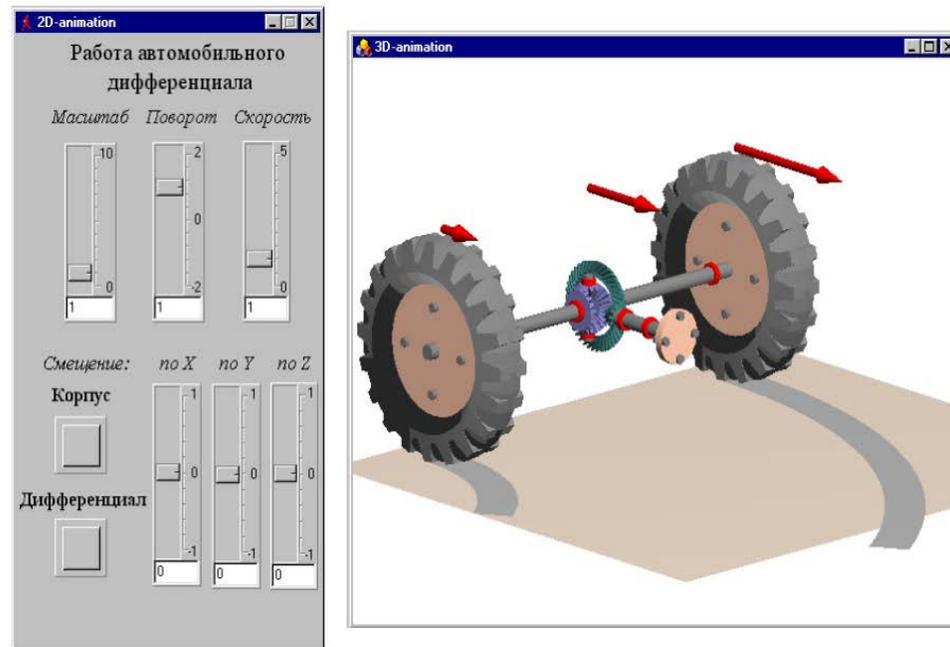
AnyDynamics (<https://www.mvstudium.com/>)



Карта поведения (машина состояний) управляет ходом эксперимента с экземпляром класса Класс_1 (лабораторная установка). Этот интерфейс помогает строить сложные лаборатории.

Технологии на базе универсальных сред моделирования

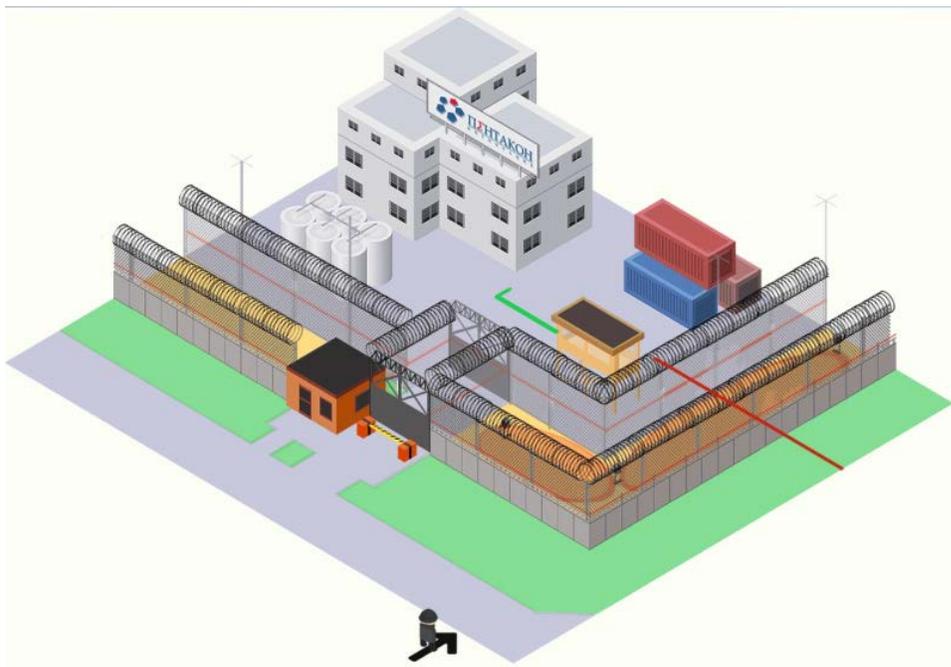
AnyDynamics (<https://www.mvstudium.com/>)



Работа автомобильного дифференциатора – аналог GUI

Технологии на базе универсальных сред моделирования

AnyDynamics (<https://www.mvstudium.com/>)



<https://www.cctv.ru/>

Цифровой двойник охраняемого объекта – создан с помощью AnyDynamics