

# Simscape

## Моделирование и симуляция многодисциплинарных физических систем

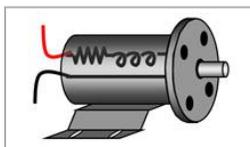
Simscape™ предоставляет окружение для моделирования и симуляции физических систем, содержащих компоненты из различных инженерных сфер деятельности: механических, электрических, гидравлических и других. Он предоставляет фундаментальные блоки для построения систем из этих областей знаний. При помощи фундаментальных блоков вы создаете модели физических компонентов – таких, как электродвигатель, инвертирующий операционный усилитель, гидравлические клапаны и храповые механизмы. Поскольку компоненты Simscape используют физические соединения, ваши модели соответствуют структуре системы, которую вы разрабатываете.

Модели Simscape могут использоваться для разработки систем управления и тестирования на системном уровне. Вы можете расширять библиотеки с использованием языка Simscape, основанного на языке MATLAB®. Это позволяет в текстовом виде определять компоненты, домены и библиотеки для [физического моделирования](#). Вы можете параметризовать ваши модели, используя переменные и выражения MATLAB, и разрабатывать системы управления для ваших физических систем в Simulink®. Для развертывания ваших моделей в других средах симуляции, включая полунатурное тестирование (hardware-in-the-loop, HIL), Simscape поддерживает генерацию C кода.

Узнайте больше о [физическом моделировании](#).

### Основные возможности

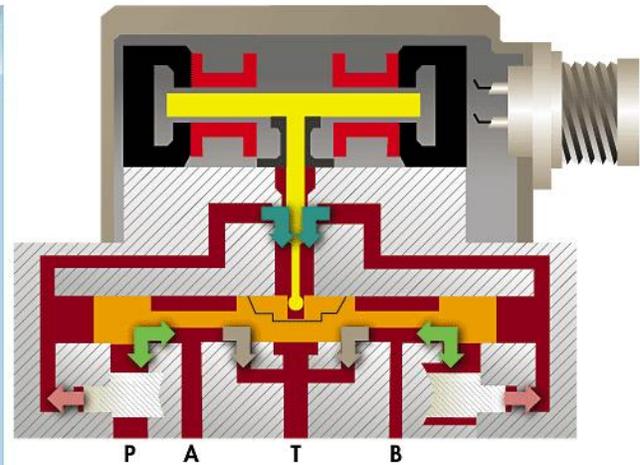
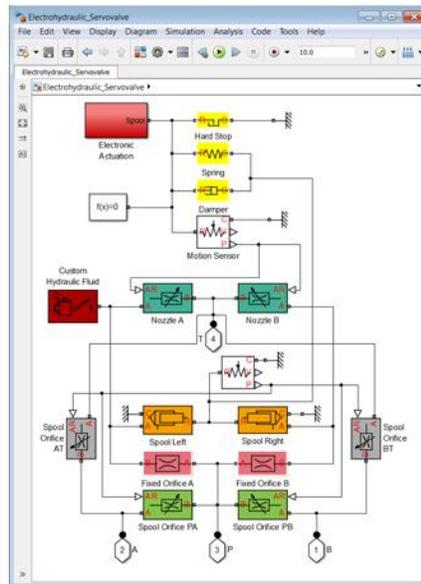
- Единая среда для моделирования и симуляции механических, электрических, гидравлических, термальных и других многодисциплинарных физических систем
- Библиотеки блоков для физического моделирования и математические элементы для разработки собственных компонентов.
- Язык Simscape, основанный на MATLAB, позволяющий в текстовом виде определять компоненты физического моделирования, домены и библиотеки
- Физические единицы измерения для параметров и переменных с автоматической конвертацией всех единиц измерения
- Возможность симулировать модели, включающие блоки из связанных продуктов для физического моделирования без необходимости покупки этих продуктов
- Поддержка генерации C кода



[Моделирование двигателя постоянного тока](#) 6:31

Моделирование двигателя постоянного тока с использованием электрических и механических компонентов физического моделирования.

Simscape используется для оптимизации эффективности системы в целом и для создания моделей объектов управления для синтеза систем управления. Модели, которые вы создаете, поддерживают весь процесс разработки, включая полунатурное моделирование.



Электрогидравлический сервоклапан в разрезе. Желтым цветом отмечен усилитель сопло-заслонка (справа). Блоки, выделенные цветом в модели Simscape (слева), соответствуют цветным стрелкам, которые представляют течение жидкости в каналах.

## Моделирование физической системы

При помощи Simscape вы создаете модель системы так же, как если бы вы собирали физическую систему. Simscape использует подход, называемый "физическая сеть", также известный как каузальное моделирование, для построения модели: компоненты (блоки), относящиеся к физическим элементам, таким, как насосы, двигатели и операционные усилители, соединяются линиями, представляющими физические соединения, по которым передается энергия. Этот подход позволяет вам описывать физическую структуру системы, более чем математические выражения, лежащие в основе этой системы. Из вашей модели, которая близка по виду к чертежу, Simscape автоматически выводит дифференциальные уравнения, характеризующие поведение системы. Эти уравнения совмещаются с остальной моделью Simulink и решаются напрямую. Компоненты из различных физических доменов решаются совместно, относительно своих переменных, таким образом, позволяя избегать алгебраических зацикливаний.

## Библиотеки компонентов

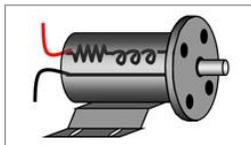
Simscape позволяет вам создавать модели из настраиваемых компонентов, используя базовые элементы, содержащиеся в фундаментальных библиотеках.

### Моделирование механических компонентов

Simscape предоставляет блоки для построения механических систем для представления одномерных поступательных или вращательных движений. В дополнение к базовым элементам – таким, как масса, пружина и упор – доступны нелинейные эффекты, такие, как мертвый ход и трение. Интерфейсные блоки, предоставляемые вместе с SimMechanics™ и SimDriveline™, позволяют вам подсоединять модели Simscape к моделям, созданным с использованием этих инструментов.

### Моделирование электрических компонентов

Simscape предоставляет блоки для построения электрических систем для представления электрических компонентов и схем. В дополнение к базовым элементам – таким, как резисторы, емкости и индуктивности – доступны более сложные элементы, такие, как операционные усилители и трансформаторы. Более продвинутые электронные и электромеханические компоненты доступны в продукте SimElectronics™.

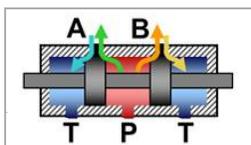


#### Моделирование двигателя постоянного тока 6:31

Моделирование двигателя постоянного тока с использованием электрических и механических компонентов физического моделирования.

### Моделирование гидравлических компонентов

Simscape предоставляет блоки для построения гидравлических систем для представления фундаментальных гидравлических законов и создания сложных гидравлических компонентов. Эти блоки определяют взаимосвязь давления/потока для базовых физических эффектов, таких, как сжимаемость жидкости, инертность жидкости, механическое трение, преобразование энергии и поток через базовые фиксированные и меняющиеся отверстия. Вы можете задавать жидкость, определяя ее свойства. Более продвинутые гидравлические компоненты доступны в продукте SimHydraulics®.

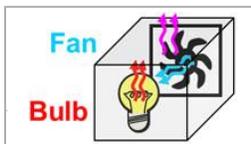


#### Моделирование гидравлического клапана 9:46

Моделирование настраиваемого четырехходового клапана и гидравлического цилиндра с использованием фундаментальных блоков из библиотеки Simscape.

### Моделирование термальных эффектов

Simscape предоставляет блоки для моделирования и симуляции термальных эффектов в вашей системе. Вы можете моделировать передачу тепловой энергии путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения, а также термальную массу элементов. Используя блоки-источники тепла, вы можете задавать температуру или теплопередачу; используя блоки-датчики тепла, вы можете измерять теплопередачу или изменение температуры.

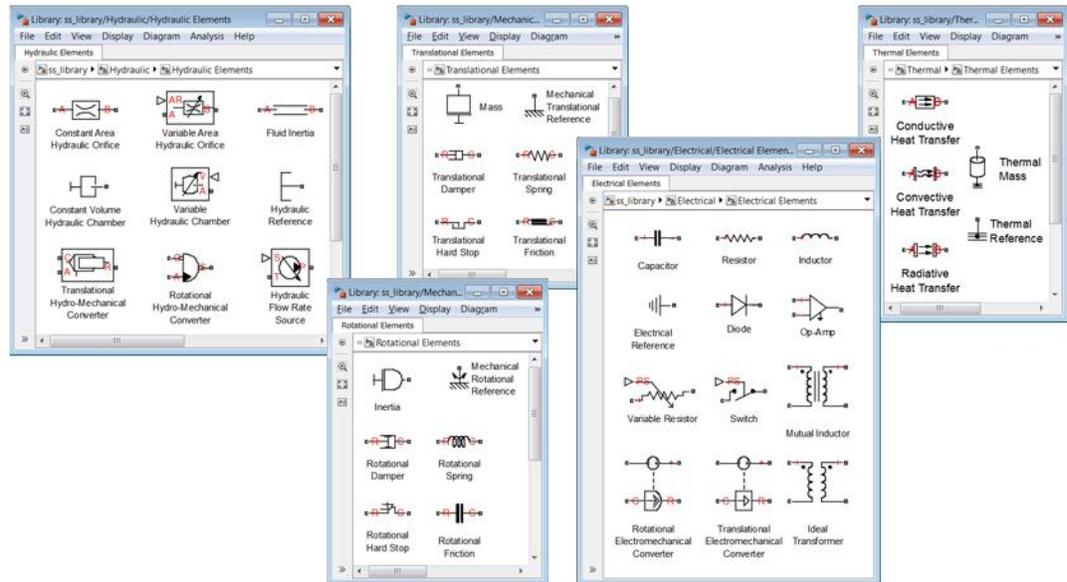


#### Моделирование теплопередачи в проекторе 8:00

Моделирование передачи тепла в проекторе с использованием компонентов для термального физического моделирования.

### Работа с физическими сигналами

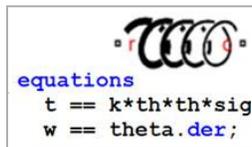
В Simscape ваши модели могут использовать физические сигналы, у которых есть единицы измерения. Вы задаете единицы измерения и значения параметров в диалоговых окнах блоков, и Simscape осуществляет необходимые преобразования единиц измерения при решении физической сети. Библиотека блоков для работы с физическими сигналами позволяет вам осуществлять математические операции над физическими сигналами и графически вводить уравнения внутри физической сети. Порты для физических сигналов используются в диаграммах Simscape для лучшей интеграции физических сигналов в вашу физическую систему, что увеличивает скорость расчетов. Используя элементы, содержащиеся в этих фундаментальных библиотеках, вы можете создавать более сложные компоненты, содержащие элементы из разных инженерных областей. Так же, как в Simulink, вы можете затем группировать эту сборку блоков в подсистему и параметризовать ее для повторного и совместного использования этих компонентов. Вы можете использовать блоки-датчики в Simscape для измерения значений различных физических величин, таких, как механические (сила/крутящий момент, скорость), гидравлические (давление, поток), или электрические (напряжение, сила тока), и затем передавать эти сигналы в стандартные блоки Simulink. Блоки-источники позволяют использовать сигналы Simulink, чтобы задавать значение различных физических величин. Блоки-датчики и блоки-источники позволяют вам подключать ваши алгоритмы управления, разработанные в Simulink, к физической сети Simscape.



Библиотеки электрических, механических, гидравлических и термальных блоков Simscape для создания собственных компонентов и моделей.

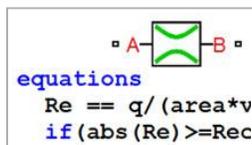
### Язык Simscape

Язык Simscape позволяет вам добавлять новые физические домены и создавать ваши собственные компоненты и библиотеки для [физического моделирования](#). Он основан на языке программирования MATLAB, который хорошо известен инженерам. Используя этот объектно-ориентированный язык, вы можете создавать собственные компоненты, определять их параметры и физические соединения, а также задавать их дифференциальные уравнения для каузального моделирования. Вы также можете использовать MATLAB для анализа значений параметров, осуществления предварительных расчетов и инициализации системных переменных. Блоки Simulink с соответствующими диалоговыми окнами для компонентов создаются автоматически из файлов Simscape.



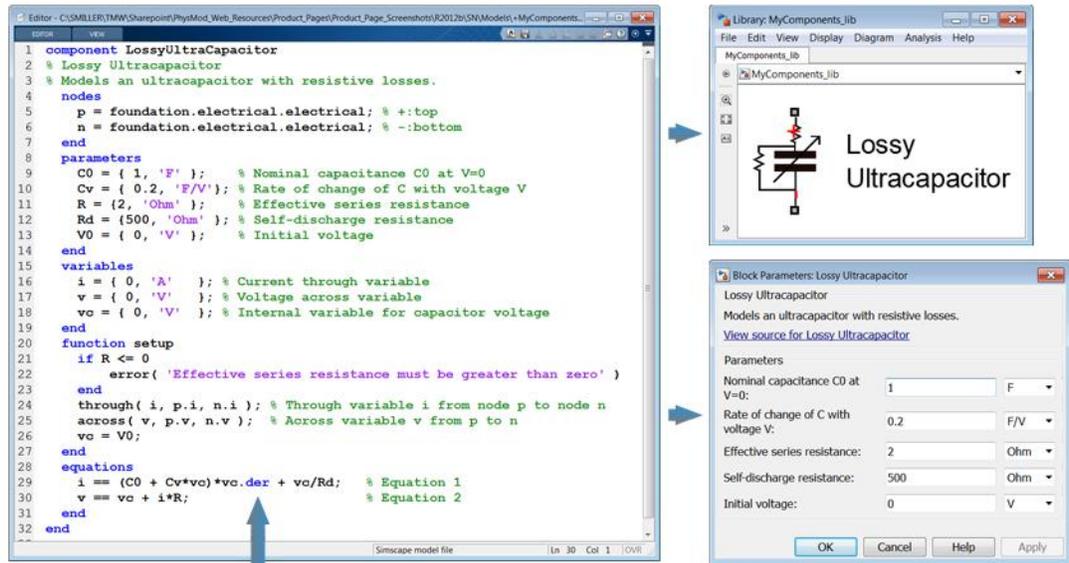
Язык Simscape: пример из механики 7:29  
 Моделирование собственных механических компонентов с использованием языка Simscape™. Создание компонента для нелинейной пружины с вращением.

Компоненты, которые вы создаете, могут повторно использовать определения физических доменов, предоставляемые вместе со Simscape, для того, чтобы ваши компоненты были совместимы со стандартными компонентами Simscape. Но вы также можете добавлять ваши собственные физические домены. Вы можете автоматически создавать и управлять библиотеками Simulink, содержащими ваши компоненты и домены Simscape, что позволяет вам передавать модели внутри организации. Вы также можете генерировать C код из моделей Simulink, содержащих ваши собственные компоненты.



Язык Simscape: пример из гидравлики 5:26  
 Моделирование собственных гидравлических компонентов с использованием языка Simscape™. Создание компонента для фиксированного гидравлического отверстия.

С использованием языка Simscape вы можете управлять тем, какие именно физические эффекты происходят в ваших компонентах. Этот подход позволяет вам находить компромисс между точностью модели и скоростью симуляции.



$$i = (C_0 + C_v v) \frac{dv}{dt} + \frac{v}{r_d}$$

Использование языка Simscape для создания собственной модели суперконденсатора с потерями. Приведенное уравнение (снизу) реализовано на языке (слева). Блок Simulink (сверху справа) и его диалоговое окно (посередине) создаются автоматически из файла Simscape.

### Передача моделей и использование режима редактирования в Simscape

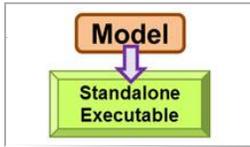
Режим редактирования позволяет вам осуществлять **физическое моделирование** и симуляцию с использованием Simscape и его расширений: SimDriveline, SimElectronics, SimHydraulics, SimMechanics и SimPowerSystems. Вы можете открывать, симулировать, настраивать параметры и сохранять модели, содержащие блоки из этих расширений с одной только лицензией Simscape, в том случае, если на вашем компьютере установлены эти расширения. Вы можете передавать ваши модели внутри организации без покупки дополнительных лицензий.

Узнайте больше о [работе в режиме редактирования в Simscape](#).

### Конвертация моделей Simscape в C код

При помощи Simscape вы можете конвертировать ваши модели в C код, что позволяет вам использовать режим Accelerator в Simulink для сокращения времени симуляции. Вы также можете конвертировать модели Simscape в C код при помощи Simulink Coder™, что позволяет вам:

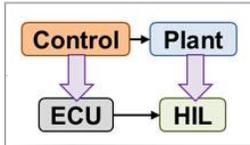
- Запускать модели в реальном времени и осуществлять HiL тестирование
- Интегрировать вашу модель с другими средами симуляции
- Компилировать вашу модель Simscape в виде отдельного приложения, что позволяет ускорять такие задачи, как, например, подбор параметров и симуляции Монте-Карло



**Подбор параметров: Скорость вентилятора** 4:38

Запуск подбора параметров с использованием отдельного приложения. Конвертация модели Simscape™ в С код для быстрого тестирования значений параметров.

Запуск ваших моделей в реальном времени позволяет проводить полунатурное моделирование вместо использования дорогих прототипов для тестирования вашей системы. Вы можете находить ошибки на более ранних стадиях разработки, уменьшая расходы и сокращая цикл разработки.



**Полунатурное (HIL) тестирование** 5:21

Использование HIL тестирования вместо аппаратных прототипов для тестирования алгоритмов управления. Конвертация физических моделей в С код и симуляция в реальном времени на контроллере.

**Интеграция с MATLAB и Simulink**

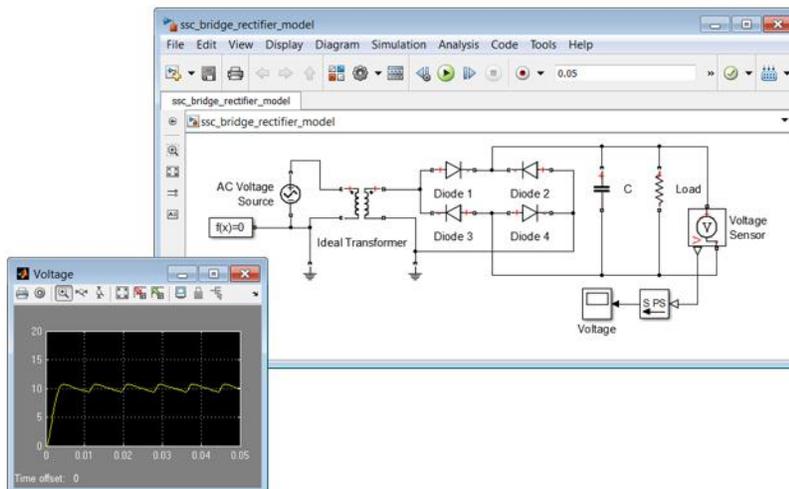
Simscape предоставляет расширенные возможности для моделирования физических систем. Вы можете создавать модели ваших объектов управления, используя физические соединения и подключать их непосредственно к вашим алгоритмам управления, разработанным при помощи Simulink. Модели Simscape также могут быть подключены напрямую к другим специфичным инструментам **физического моделирования** MathWorks, позволяя вам моделировать сложные взаимодействия в физической системе, содержащей компоненты из разных инженерных областей.



**Интеграция физических систем и алгоритма управления** 5:49

Выявление проблем с системной интеграцией во время симуляции. Механические, гидравлические, электрические системы, а также системы управления постепенно интегрируются в общую системную модель.

Вы можете использовать MATLAB для параметризации вашей модели, автоматизации тестирования и симуляции, анализа выходных данных и оптимизации эффективности системы. В результате, вы можете тестировать вашу систему в целом (многодисциплинарный физический объект управления и алгоритмы управления) в среде MATLAB и Simulink.



Модель Simscape (сверху), представляющая двухполупериодный мостовой выпрямитель, который конвертирует 120 вольт AC в 12 вольт DC. Эта модель может быть использована для подбора емкости при соответствующей нагрузке. График (снизу) показывает колебания напряжения DC.

## Ресурсы

### Информация о продукте, примеры и системные требования

[www.sl-matlab.ru/services/products/detail.php?ID=472&list=c](http://www.sl-matlab.ru/services/products/detail.php?ID=472&list=c)  
[www.mathworks.com/products/simscape](http://www.mathworks.com/products/simscape)

### Пробная версия

[www.sl-matlab.ru/services/request\\_trial.php](http://www.sl-matlab.ru/services/request_trial.php)

### Лицензирование и цены

[www.sl-matlab.ru/services/request\\_price.php](http://www.sl-matlab.ru/services/request_price.php)

### Техническая поддержка

[www.sl-matlab.ru/services/service/ssms.php](http://www.sl-matlab.ru/services/service/ssms.php)

### Сообщество пользователей

[www.mathworks.com/matlabcentral](http://www.mathworks.com/matlabcentral)  
<http://matlab.exponenta.ru/>

### Обучение

[www.sl-matlab.ru/training/](http://www.sl-matlab.ru/training/)

### Сторонние продукты и сервисы

[www.sl-matlab.ru/services/products/ppartnership.php](http://www.sl-matlab.ru/services/products/ppartnership.php)

### Контакты

[www.sl-matlab.ru/about/](http://www.sl-matlab.ru/about/)

Email: [matlab@sl-matlab.ru](mailto:matlab@sl-matlab.ru)

Тел.: +7 (495) 232-00-23, доб. 0609