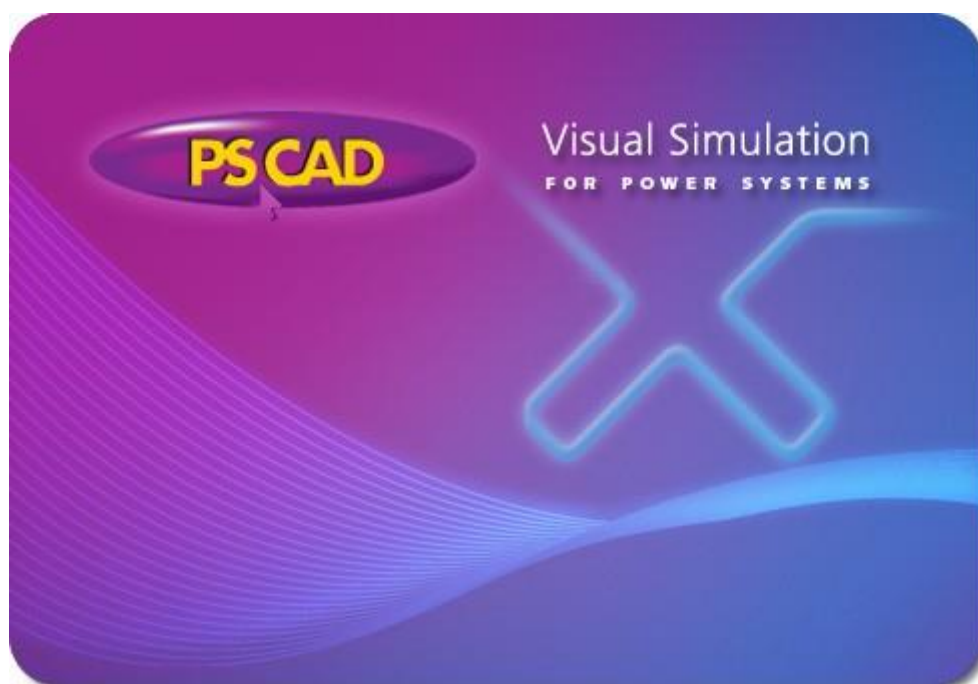


4 марта 2015 г.



Встроенная справка PSCAD X4

(перевод на русский)



Редакция на английском от: 2013-06-27 (v4.5.2)

Copyright ©2003-2013 Manitoba HVDC Research Centre, a division of MHI Ltd.

ЗАО "ЭнЛАБ"
Чебоксары 2015 г

1. Приступая к работе с PSCAD

1.1. Требования к компьютеру

PSCAD – это числовой симулятор переходных процессов в электроэнергетических системах; для достижения наилучших результатов рекомендуется использовать быстродействующий и эффективный персональный компьютер (ПК). PSCAD поддерживается на любом компьютере с операционной системой Microsoft® Vista или 7.

Категория	Рекомендуется
Операционная система ¹	Microsoft® Windows Vista 32 SP1, Vista 64 SP1 Microsoft® Windows 7
Дополнительное программное обеспечение	Intel® Fortran Composer XE 2013 ² Microsoft® .NET Framework 4.0 Full ³ Microsoft Visual C++ 2010 Redistributables ⁴
Периферийное оборудование	Один USB-порт 2.0 ⁵

¹PSCAD выпускается в виде 32- или 64-разрядных приложений. 32-разрядное приложение будет работать и на 64-разрядных платформах, при условии, что для аппаратной защиты USB будут установлены драйверы 64-разрядных устройств.

²Установлено, что использование компилятора Intel® Fortran Composer XE 2013 позволило значительно уменьшить время выполнения исполняемых файлов EMTDC, по сравнению с предыдущей версией компилятора Intel Visual Fortran 11. Новая версия программы расчета параметров линий Line Constants Program при использовании этого компилятора также имеет значительное увеличение быстродействия. Для получения более подробной информации свяжитесь с нашим отделом продаж (sales@pscad.com).

ПРИМЕЧАНИЕ. Компилятор Intel Visual Fortran не поддерживается в PSCAD Free Edition, а вместо него используется компилятор GFortran 95.

³ Для инсталляции PSCAD X4 необходимо наличие Microsoft® .NET Framework 4.0 Full. Это программное обеспечение поставляется в комплекте с операционной системой Microsoft® Windows 7 и не входит в комплект Microsoft® Windows Vista. При необходимости программа Microsoft® .NET Framework 4.0 Full будет автоматически установлена вместе с PSCAD (или вы можете скачать и установить ее самостоятельно, посетив сайт www.microsoft.com).

⁴При необходимости программа Microsoft Visual Studio C ++ 2010 Redistributables (x86 для 32-битного PSCAD или x64 для 64-битного PSCAD) будет автоматически установлена вместе



с PSCAD (или вы можете скачать и установить ее, посетив сайт www.microsoft.com). Пожалуйста, обратите внимание, что если вы работаете с 32-битным PSCAD, вам нужна только версия (x86), даже если вы используете 64-разрядную операционную систему.

⁵Порт USB 2.0 необходим для подключения ключа аппаратной блокировки. Ключи аппаратной блокировки, подключаемые к параллельному порту больше не поддерживаются.

При использовании ПК с относительно медленными процессорами и небольшой оперативной памятью снижается общая производительность симуляции. Т.е. скорость моделирования напрямую зависит от быстродействия процессора и объема установленной оперативной памяти.

1.2. Область применения

Ограничения, налагаемые на ваши проекты, зависят от используемой версии PSCAD. В приведенных ниже таблицах перечислены наиболее важные ограничения.

1.2.1. Ограничения PSCAD

Описание	Ограничение
Трансформаторы	Нет ограничений
Обмотки со взаимной индукцией	Нет ограничений
Количество графических слоев	256
Кабельные и воздушные линии	Нет ограничений
Количество проводников в одной линии электропередачи	30
Количество кабелей в трассе	12
Размерность сигнала данных	1 024
Количество приемников / передатчиков	1 024
Распределение массивов хранения STOR	Нет ограничений
Распределение массивов хранения STORE/L/I/C	Нет ограничений

1.2.2. Ограниченные версии

Описание	Бесплатная	Образовательная	Профессиональная
Электрических подсистем	1	1	256
Электрических узлов	15	200	Нет ограничений
Модулей	5	64	2 048
Компонентов	1 024	32 768	65 536
Выходных каналов	64	1 024	1 024



1.2.3. Ограничения бесплатной версии

Описание	Профессиональная и образовательная версии	Бесплатная версия
Создание определений Definition	✓	✗
Редактирование определений	✓	✗
Использование иерархии модулей	✓	✓
Импорт / Экспорт определений	✓	✗
Копирование/ Вставка определений	✓	✗
Импорт существующего проекта (т. е. V4)	✓	✗
Коммерческий компилятор FORTRAN	✓	✗
Частотно-зависимые линии электропередачи	✓	✗
Интерфейс MATLAB	✓	✗
Множество подсистем	✓	✗
Печать	✓	✓

1.3. Поддерживаемые компиляторы FORTRAN

Для создания и симуляции проектов в PSCAD необходим компилятор FORTRAN. В настоящее время поддерживаются следующие коммерчески доступные компиляторы:

- Intel Visual Fortran 9.x, 10.x, 11.x, 12.x & 13.x¹
- GFortran 95

Для вашего удобства на CD PSCAD предоставляется бесплатный компилятор FORTRAN, который называется компилятор *GFortran 95*. Если вы установите бесплатную версию PSCAD с вашей учетной записью MyCentre, компилятор *GFortran* можно будет скачать отдельно.

Если вы являетесь обладателем профессиональной или образовательной лицензии PSCAD, рекомендуется приобрести компилятор *Intel® Visual Fortran Composer XE 2011 (v12)*, что связано главным образом с его превосходными характеристиками отладочной среды и функциями оптимизации. Также установлено, что EMTDC с этим компилятором затрачивает значительно (в некоторых случаях до двух раз) меньше времени на исполнение файлов, чем EMTDC, созданный с использованием Intel Visual Fortran 11. Для получения подробной информации о покупке свяжитесь с нашим отделом продаж (sales@pscad.com).

¹*Компилятор Intel Visual Fortran не поддерживается бесплатной версией PSCAD, которая использует только компилятор GFortran 95.*



1.4. Установка PSCAD

1.4.1. Профессиональная и образовательная версии

Установка программного обеспечения PSCAD не должна вызывать затруднений. В случае возникновения проблем, пожалуйста, обратитесь за помощью в службу поддержки PSCAD (support@pscad.com).

1. Вставьте компакт-диск в оптический дисковод. Программа установки должна запуститься автоматически.
2. Следуйте инструкциям, приведенным в диалоговом окне программы установки.
3. Для получения более подробных инструкций, пожалуйста, пройдите по ссылкам, доступным на следующей веб-странице:

<https://hvdc.ca/knowledge-library/reference-material>

- Для новой установки скачайте *PSCAD X4*
- Установка. Для обновления скачайте *Updating PSCAD X4*.

1.4.2. Бесплатная версия

Установка бесплатной версии PSCAD осуществляется весьма просто. В случае возникновения проблем, пожалуйста, обратитесь за помощью, используя вкладку «Поддержка» ('Support') в вашем аккаунте *MyCentre*. Действуйте следующим образом:

1. Зарегистрируйте Ваш профиль пользователя в *MyCentre*.
2. Установите инструмент *MyUpdater*, который управляет установкой и обновлением Вашего программного обеспечения.
3. Запустите *MyUpdater* и установите или обновите Вашу бесплатную версию PSCAD.
4. Убедитесь через *MyUpdater*, что *GFortran* установлен.
5. Для получения более подробных инструкций, пожалуйста, скачайте *Managing MyCentre* со следующей веб-страницы:

<https://hvdc.ca/knowledge-library/reference-material>

1.4.3. Запуск бесплатной версии

1. Запустите инструмент *MyUpdater*.
2. Если Ваша программа установки PSCAD устарела, до запуска PSCAD Вам нужно выбрать *Update*.
3. Если Ваша программа установки PSCAD обновлена согласно последней версии, выберите *Run*, чтобы запустить ее.
4. Получите лицензию для работы с бесплатной версией PSCAD.



Примечания:

- Лицензия доступна в течение четырех недель, когда пользователям позволено работать автономно. После истечения срока действия лицензии, может быть получена новая лицензия на четыре недели.
- Обновления программного обеспечения регулярно публикуются и доступны, только если Вы вошли в *MyUpdater*.

5. Для получения более подробных инструкций, пожалуйста, скачайте *Managing MyCentre* со следующей веб-страницы:

<https://hvdc.ca/knowledge-library/reference-material>



2. Добро пожаловать в PSCAD

Независимо от того, являетесь ли Вы опытным пользователем PSCAD X4 или только начинающим, рады сообщить Вам, что Вы присоединились к сообществу, в которое входит более 30 000 пользователей из более чем 1000 предприятий примерно в 80 странах Мира – добро пожаловать в нашу семью!

2.1. Что такое PSCAD?

PSCAD (Power Systems Computer Aided Design) – это мощный и гибкий графический пользовательский интерфейс для всемирноизвестного программного продукта EMTDC для моделирования электромагнитных переходных процессов. PSCAD предоставляет пользователю возможности осуществлять схематическое построение цепей, выполнять моделирование, анализировать результаты и управлять данными в полностью интегрированной графической оболочке. Также имеются элементы отображения графиков, управляющих элементов и измерительных приборов, которые дают пользователю возможность изменять системные параметры в процессе симуляции и наблюдать реакцию не дожидаясь окончания моделирования.

В комплекте с PSCAD поставляется библиотека предварительно запрограммированных и протестированных элементов, включающая в себя как простые пассивные элементы, так и сложные модели электрических машины, гибкие системы передачи переменного тока FACTS, воздушные и кабельные линии электропередачи. Если требуемая модель отсутствует, то PSCAD предоставляет возможности для построения пользователем собственных моделей элементов. Такие пользовательские модели могут быть созданы путем соединения существующих элементов в схему или путем создания элементов с нуля в специальной гибкой среде разработки. Библиотека элементов PSCAD содержит следующие элементы:

- резисторы, индуктивности, конденсаторы;
- обмотки с взаимной индукцией, такие как трансформаторы;
- частотнозависимые воздушные и кабельные линии электропередачи (в том числе наиболее точная модель линии электропередачи во временной области);
- источники тока и напряжения;
- переключатели и выключатели;
- реле защиты;
- диоды, тиристоры и запираемые тиристоры;
- аналоговые и цифровые функции управления;
- машины переменного и постоянного тока, возбудители, регуляторы, стабилизаторы и модели инерционных сил;
- измерители и измерительные функции;
- средства управления переменным и постоянным током;
- системы управления HVDC, SVC, FACTS;



- ветровые установки, турбины и их регуляторы.

PSCAD и EMTDC имеют более чем 40-летнюю историю развития и постоянно вдохновляются новыми идеями и предложениями от пользователей по всему миру. Эта философия развития помогла сделать из PSCAD один из самых мощных и интуитивно понятных программных пакетов систем автоматизированного проектирования (САПР).

2.2. Тихая революция в моделировании

Концепция программы PSCAD впервые была представлена в 1988 году. Программа начала свое развитие в качестве графической оболочки для программы моделирования электромагнитных переходных процессов EMTDC. В первоначальной форме PSCAD был во многом экспериментальным продуктом. Тем не менее, он и тогда давал гигантский скачок в производительности, так как пользователи EMTDC могли разрабатывать свои системы в виде привычных электрических схем, а не вводить их в текстовом виде. Графический интерфейс PSCAD позволил целено воспринимать и лучше понимать моделируемую систему, а также резко ускорить составление схем и минимизировать количество ошибок. PSCAD прошел тщательное тестирование в Северной Америке, Японии, Австралии и Европе, и по его завершении осенью 1992 года был выпущен как коммерческий продукт под торговой маркой PSCAD / EMTDC. Была подготовлена версия PSCAD под операционную систему UNIX, известная как PSCAD V2. Она состояла из набора связанных программных средств для составления схем, построения графиков управления во время симуляции, и построения графиков в автономном режиме. PSCAD V2 пользовался большим успехом, который способствовал его использованию и в новом тысячелетии. В этот же период стали очень популярными настольные персональные компьютеры под управлением Microsoft Windows, и пользователи PSCAD, число которых быстро росло, требовали версию, поддерживающую эту платформу. Сразу же началась разработка версии PSCAD под ОС Windows.

2.2.1. Переход на Windows

Когда в 1999 году наконец появилась версия PSCAD V3 для Windows, она стремилась выйти за имевшиеся ограничения и создать среду, в которой схема энергосистемы могла быть построена в модульной форме. Таким образом, системы могли создаваться с использованием взаимосвязанных модулей страниц (или вложенных страниц), которые были скомпилированы по отдельности и обладали своим собственным пространством данных. Кроме того, в PSCAD V3 были объединены обе системы редактирования и симуляции от предшественника, в результате чего была создана единая среда, позволяющая производить как разработку модели, так и ее симуляцию и анализ.



В 2001 году началось развитие четвертой версии PSCAD. Одной из основных целей PSCAD V4 было повышение надежности программного обеспечения за счет приведения набора пользовательских инструментов к более стандартизированному виду. Это удалось сделать за счет использования *Microsoft Foundation Class (MFC)*, а также новой панели управления и средств построения графиков. Для того чтобы достичь полностью единой среды проектирования был интегрирован компонент *Workshop V3* непосредственно как часть редактора схем, что позволило в одном редакторе оперировать как параметрами компонентов, так и всей схемой целиком.

PSCAD V4 был выпущен в 2002 году и включал в себя множество новых функций, которые с тех пор стали незаменимыми при создании моделей, таких как однолинейная форма представления, двумерное построение графиков, режим нанесения проводников, операция отмена / повтор, перетаскивание, закрепление окон и расширенные навигационные возможности.

2.2.2. Изменение парадигмы

Как и многие другие программные продукты, PSCAD постоянно совершенствуется и приобретает новые возможности, которые делают работу с PSCAD удобной для пользователей. Однако при постоянном развитии может сложиться ситуация, когда программное приложение станет очень сложным нагромождением различных улучшений. При этом дальнейшее развитие продукта будет все более и более сложным, так как вводятся в действие новые механизмы, которые, возможно, не вполне вписываются в общую структуру. Наша команда разработчиков вовремя распознаёт, когда программное обеспечение достигает такого критического уровня и принимает меры противодействия. Так, в 2006 году пользователям PSCAD стала нужна среда моделирования, где они в дополнение к исследованиям электромагнитных переходных процессов с использованием EMTDC, могли бы выполнять и другие исследования, например, анализ потокораспределения потребителей. Была начата разработка совершенно нового дизайна для PSCAD, в частности, чтобы сделать возможной создание многопользовательской учебной среды. После длительных исследований и проработки была выбрана новая структура на основе единой модели базы данных. Это конструкция, помещающая ядро данных в фокусе приложения. В результате была создана среда, в которой различные приложения, такие как EMTDC, Load Flow и другие, могут динамически обмениваться информацией между собой и с самой средой моделирования. Новая реализация, названная *neXus*, стала новым поколением программы PSCAD X4.

PSCAD X4 была первой версией, которая включила в себя концепцию *neXus*. Хотя эта версия PSCAD, как и прежние, является исследовательской средой, ориентированной исключительно на электромагнитные переходные процессы, ее главным нововведением стала база для создания среды для нескольких симуляций. Эта версия PSCAD также включила в себя множество новых возможностей, таких как, параллельное моделирование, "черный ящик", взаимодукция линий электропередач и многих других. В 2011 году структура *Microsoft Foundation Class* была обновлена до последней версии и в ней была произведена модернизация интерфейса программы, которая коснулась панели управления и закладок окон.

2.3. Для чего используется PSCAD?

В число пользователей PSCAD входят инженеры и научные сотрудники в области электроэнергетики, сотрудники промышленных и консультационных предприятий. PSCAD используется для планирования, проектирования, эксплуатации, подготовки тендерной документации,



при преподавании и проведении научных исследований. Ниже приведены некоторые примеры исследований, для которых обычно используется PSCAD:

- исследования аварийных ситуаций в сетях переменного тока, включающих в себя вращающиеся электрические машины и возбудители, регуляторы частоты вращения, турбины, трансформаторы, воздушные и кабельные линии электропередачи, различные виды нагрузок;
- анализ работы релейной защиты;
- исследования процессов насыщения трансформаторов;
- согласование изоляции трансформаторов, выключателей и разрядников;
- импульсное тестирование трансформаторов;
- исследование подсинхронного резонанса сети и электрических машин, линий электропередачи постоянного тока (HVDC);
- анализ гармонических составляющих и выбор оптимального фильтра;
- разработка системы управления и согласование силовых полупроводниковых установок: FACTS, HVDC, STATCOM, VSC и преобразователей частоты;
- исследование новых решений и концепций систем управления;
- исследование ударов молний, неисправностей при работе выключателя;
- изучение сверхбыстрых процессов с крутыми фронтами;
- разработка полностью электрических кораблей;
- исследование эффекта пульсации в сетях с дизельными генераторами и ветровыми турбинами.

