

Ansys

КазахИнжиниринг

«КазахИнжиниринг» является сертифицированным партнером и центром компетенций ANSYS на территории Казахстана.

Мы занимаемся поставкой программного обеспечения, обучаем специалистов предприятия работать в ANSYS, от базовых и до специализированных курсов, созданных под задачи заказчика, разрабатываем расчетные методики, а также выполняем работы по инженерному анализу в формате аутсорсинга.

ОГЛАВЛЕНИЕ

5 Механика	175 Расчетная платформа
35 Гидрогазодинамика	195 Подготовка геометрии и сетки
67 Электроника	209 Оптимизация
91 Разработка встраиваемого программного обеспечения	217 Обработка результатов расчета
119 Материалы	225 Лицензии ANSYS
133 Моделирование систем	
157 Оптика	
167 Расчетные инструменты конструктора	



МЕХАНИКА

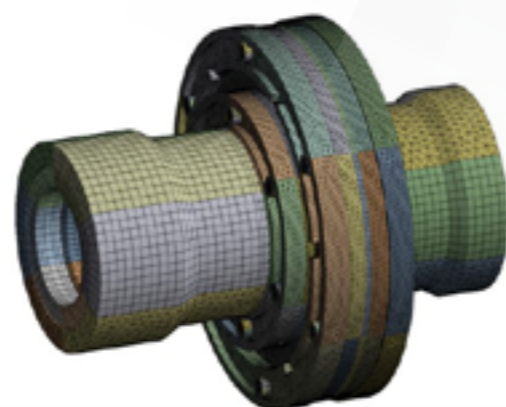
Продукты **ANSYS** в области динамики и прочности позволяют решать комплексные инженерные задачи и быстро принимать наилучшие конструктивные решения. В рамках доступных решателей метода конечных элементов (FEA) можно настраивать и автоматизировать решения задач динамики и прочности, а также параметризовать их для расчета нескольких возможных вариантов конструкции и/или сценариев нагружения. Кроме того есть возможность без лишних трудностей обращаться к инструменту расчетов в других областях физики для еще большей точности моделирования процессов.

Решения **ANSYS** в области расчета динамики и прочности конструкций используются во множестве отраслей промышленности и помогают инженерам оптимизировать их разработки, сокращая стоимость этапа физических испытаний.

Решения для расчетов динамики и прочности конструкций

Доступность расчетов для специалистов всех уровней

ANSYS удовлетворяет пожелания специалистов всех уровней от конструкторов и нерегулярных пользователей, желающих получать быстрые, легкие и точные результаты, до экспертов, стремящихся смоделировать сложное поведение материалов, большие сборки и нелинейное поведение. Интуитивный интерфейс ANSYS Mechanical позволяет инженерам всех уровней получать все ответы с быстротой и удобством. Решение можно производить как на локальной машине, так и в облаке. Более того, можно запускать сотни расчетных случаев при помощи ANSYS distributed compute services (DCS).



Сетка высокого качества

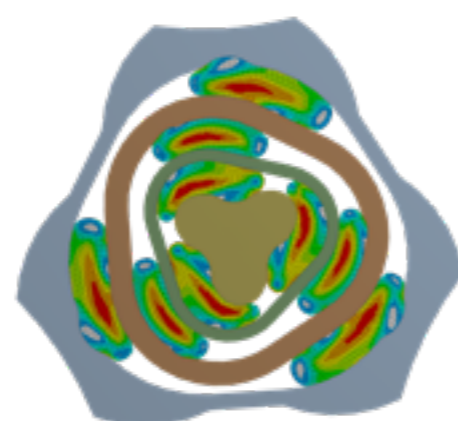
ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Надежный, автоматизированный процесс построения сетки высокого качества

Mechanical обладает мощными и гибкими инструментами построения сетки, позволяющими быстро получать оптимальную сетку на каждой модели. Благодаря легко добавляемым настройкам обеспечивается возможность дополнительной тонкой настройки при необходимости.



Адаптивное перестроение сетки

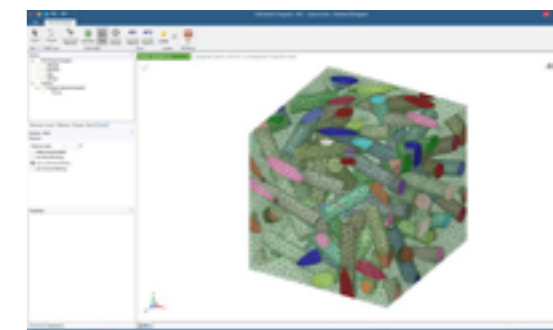
ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Передовые возможности

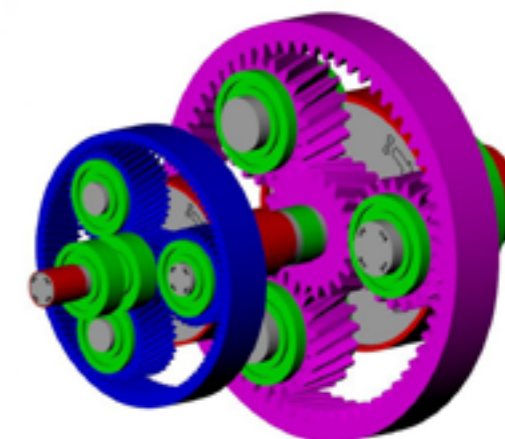
Моделирование сложного комплексного поведения материала производится при помощи встроенных или пользовательских моделей, либо инструмента **Material Designer** в Mechanical, в рамках которого создаются элементы представительного элементарного объема (RVE). Модели с очень большими перемещениями не требуют упрощать путем переключения к явным решателям без необходимости. Инструмент нелинейной адаптивности (NLAD) автоматически справляется со сложными задачами путем перестроения сетки прямо в процессе решения.



Расчет RVE в MATERIAL DESIGNER

Передовая технология моделирования процесса развития трещины при помощи адаптивного перестроения сетки (SMART) была реализована в **Mechanical** для моделирования данных процессов в конструкциях, где как раз подобное разрушение является проблемой. Таким образом, программа выполняет сложные операции по перестроению сетки, а догадки с предположениями уже не требуются.

ANSYS Motion является инженерным решением нового поколения, основанным на динамике системы многих деформируемых тел внутри интерфейса Mechanical. Оно обеспечивает быстрый и точный анализ системы из жестких и деформируемых тел в рамках единого решателя. Ряд наборов инструментов для расширения функционала ANSYS Motion позволяет исследовать поведение конструкции трансмиссии автомобиля, включая шестерни и подшипники, а также системы с цепями, ремнями и гусеницами.



Моделирование в ANSYS MOTION

ANSYS Mechanical Enterprise

ANSYS Motion

ANSYS Motion Drivetrain

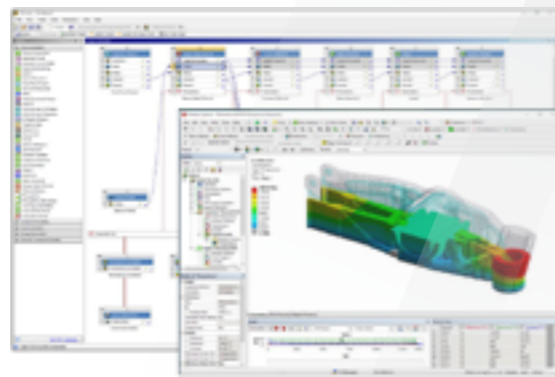
ANSYS Motion Links

ANSYS Motion Car

ANSYS Motion Easy Flex

Аддитивное производство

ANSYS предоставляет комплексное масштабируемое решение, которое минимизирует риски процессов аддитивного производства и обеспечит высокое качество деталей. При помощи аддитивных решений ANSYS, можно пройти от проектирования для AM (DfAM) вплоть до оценки качества и сертификации детали с возможностью выполнить подготовку файла построения (build-file), моделирование процесса аддитивного производства из металла, а также провести анализ материала на уровне его микроструктуры.



Моделирование процесса аддитивного производства

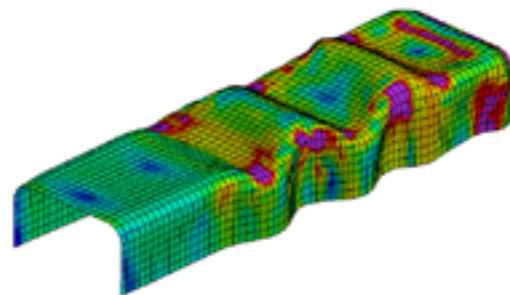
ANSYS Additive Prep

ANSYS Additive Print

ANSYS Additive Suite

Комплексное решение для расчетов динамики и прочности конструкций

Представлен широкий набор инструментов для расчета случаев единичного нагружения, вибрации или переходных процессов; кроме того есть также возможность исследовать линейное и нелинейное поведение материалов, шарниров и геометрии. Передовые технологии решателей ANSYS Autodyn и ANSYS LS-DYNA позволяют выполнять расчеты дроб-тестов, импактных соударений и взрывов. ANSYS AQWA, вместе со специфическими инструментами в Mechanical, предоставляет отраслевые возможности для разработки морских сооружений.



Решение высоконелинейной задачи

ANSYS Mechanical Enterprise

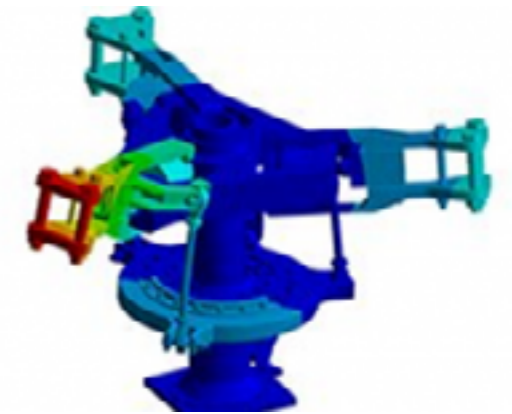
ANSYS AUTODYN

ANSYS LS-DYNA

Применение Ansys для расчетов динамики и прочности конструкций

Расчет прочности

ANSYS Mechanical обладает всеми необходимыми инструментами для выполнения расчетов прочности деталей и сборок. Существует возможность учитывать нагрузки в болтах, напряжения, вызванные изменением температуры и физические нагрузки, такие как давление, силы, моменты, ускорения и перемещения. Отклик конструкции можно рассматривать с точки зрения перемещений, напряжений или деформаций на уровне всей сборки или отдельной детали. Таким образом, можно прогнозировать работоспособность конструкции один раз на весь срок службы.



Расчет прочности сборки

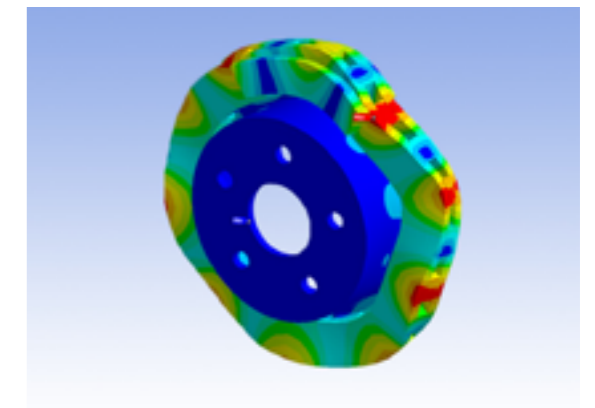
ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Вибрация

Модели ANSYS Mechanical помогают понимать, как разрабатываемые изделия будут производить отклик на вибрации от таких явлений как визг тормоза, землетрясение, транспортные, акустические и гармонические нагрузки. ANSYS Mechanical предоставляет платформу для расчетов в рамках одной или нескольких дисциплин, чтобы помочь инженеру справиться со сложнейшими вызовами, связанными с вибрацией.



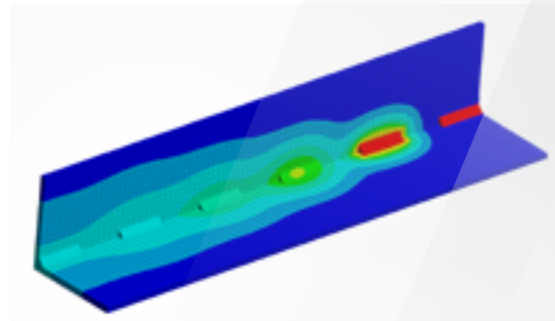
Расчет вибрационных нагрузок

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Тепловые расчеты

Контроль за температурным режимом является ключевой проблемой при разработке продуктов для интернета вещей, носимой электроники и прочих трендов, связанных с помещением тепловыделяющих электрических компонентов во все меньшие и меньшие формы. Инструменты ANSYS предлагают среду для высокоточного моделирования тепловых процессов, включая конвекцию, излучение и теплопроводность, вместе с эффектами от потерь мощности и тепловой энергии на трение и прочие внешние источники.



Анализ температурного режима

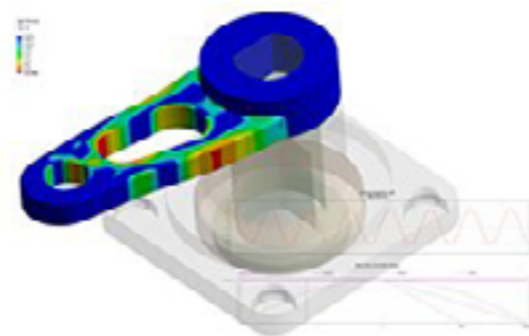
ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Долговечность

Вибрация и усталость могут серьезно повлиять на эксплуатационные расходы и ресурс проектируемого изделия. Решение ANSYS Mechanical и ANSYS nCode DesignLife предлагают интегрированный набор инструментов, требуемый для определения потенциальной вибрации, критических областей по механической и термомеханической усталости и улучшения усталостной долговечности.



Расчет вибрационных нагрузок

ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

ANSYS nCode DesignLife Standard

ANSYS nCode DesignLife Vibration

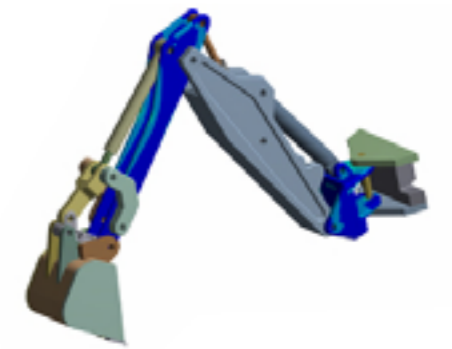
ANSYS nCode DesignLife Parallelization

ANSYS nCode DesignLife Welds

ANSYS nCode DesignLife Thermo-Mechanical Fatigue (TMF)

Динамика жестких тел

Механические системы зачастую состоят из сложных сборок взаимосвязанных деталей, например сборки подвески в наземном транспорте, робототехника в производстве и шасси самолета. Моделирование движения таких систем является дорогостоящим как с точки зрения затрачиваемого времени, так и с точки зрения требуемых вычислительных ресурсов. Расчет динамики жестких тел (ANSYS Rigid Body Dynamics) предлагает быстрое, менее затратное и более эффективное решение в рамках высокопроизводительного и удобного в использовании ANSYS Mechanical.



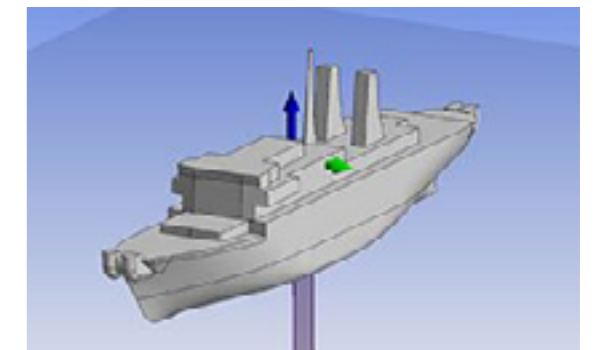
Пример сложной сборки взаимосвязанных деталей

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise

Гидродинамика

Требования к проектированию морских сооружений существенно отличаются от требований для традиционных наземных конструкций. ANSYS Mechanical предлагает особый набор инструментов для точного моделирования нагрузок и других эффектов от океанских волн, течений и ветров. В зависимости от потребностей уровень подробности в модели может быть задан различным, от упрощенных моделей тросов до высокоточных моделей, включающих все аспекты нагружения волной, приливом и течением.

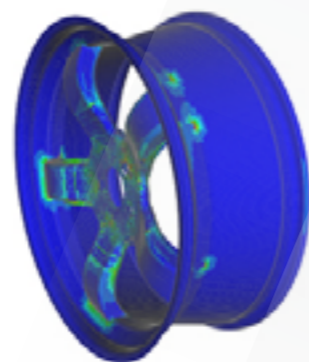


Моделирование нагрузок морских волн

ANSYS Mechanical Enterprise

Композиционные материалы

Использование композиционных материалов предоставляет новые решения — и новые вызовы — для производителей, старающихся получить все более прочные, легкие и инновационные материалы. Решение ANSYS Composite PrepPost, часть продукта ANSYS Mechanical Enterprise, предлагает все инструменты, необходимые для проведения расчетов конструкций из слоистых композиционных материалов методом конечных элементов.



Анализ прочности композиционного материала

ANSYS Mechanical Enterprise

Соударение

Повреждения, вызванные столкновениями или суровыми условиями среды сокращают ресурс, вызывают гарантийные и ремонтные расходы, создают риски по несению ответственности. Инструменты для расчетов динамики и прочности в ANSYS позволяют создавать модели явной, неявной и динамики жестких тел для определения потенциальных деформаций продукта или повреждений после столкновения.

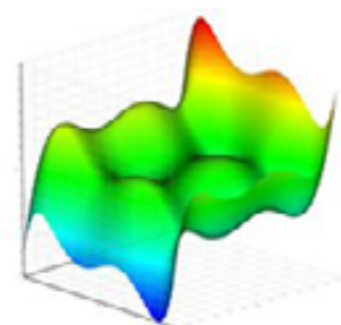


Расчет повреждений от столкновения

ANSYS Mechanical Enterprise ANSYS AUTODYN ANSYS LS-DYNA ANSYS Motion

Оптимизация

Решение ANSYS Design Xplorer позволяет создавать модели со множеством параметров проектирования, различного нагружения, и изменений условий среды за меньшее время, чем потребовало бы полноценное построение одного физического прототипа. Далее доступные инструменты позволяют определять влияние каждого параметра, включая также производственную вариативность через 6 сигма методы. Таким образом, можно проводить все расчеты в единой среде, с уверенностью получая наилучший вариант для любых условий.



Определение влияния множества параметров проектирования

ANSYS Mechanical Pro ANSYS Mechanical Premium ANSYS Mechanical Enterprise

НРС для МКЭ

Использование ANSYS HPC для проведения расчетов в параллельном режиме существенно сокращает время решения с дней на часы, и делает возможными большие и экстремально сложные модели, которые прежде были невозможны. Конструкторы могут выполнять больше итераций проектирования за меньшее время, что ускоряет оптимизацию. Гибкое и масштабируемое лицензирование делает HPC доступным для компаний любого размера.

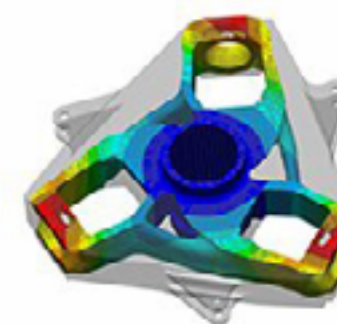


Проведение расчетов в параллельном режиме

ANSYS HPC ANSYS HPC Pack ANSYS HPC Workgroup ANSYS HPC Parametric Pack

Топологическая оптимизация

ANSYS Mechanical предоставляет инструменты, требуемые для того, чтобы была возможность воспользоваться преимуществами новых методов производства, таких как аддитивное производство. Оптимальная форма детали часто является органической и не интуитивной; технология топологической оптимизации ANSYS позволяет указывать расположение опор и нагрузок на объеме материала и далее уже программа определяет наилучшую форму. В настоящее время можно легко провести расчет по сокращению веса изделия, извлечь CAD формы и быстро верифицировать полученный результат.

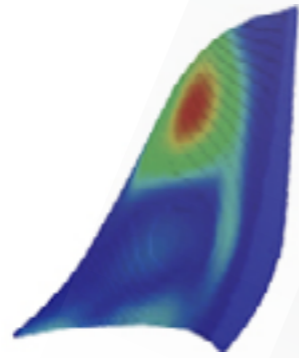


Топологическая оптимизация

ANSYS Mechanical Pro ANSYS Mechanical Premium ANSYS Mechanical Enterprise

Аддитивное производство

Аддитивное производство - это способ изготовления сложных деталей слой за слоем из 3D модели. Инструменты для моделирования процесса аддитивного производства ANSYS помогают оптимизировать конструкцию для 3D печати, определять любые потенциальные напряжения и искажения в проекте, чтобы их можно было скорректировать заранее, а также позволяют прогнозировать микроструктуру детали на основе тепловой истории процесса изготовления. Моделирование устраняет необходимость большого количества проб и ошибок и дает уверенность в том, что деталь будет успешно построена с первого раза и с необходимыми свойствами.



Аддитивное производство

ANSYS Additive Prep

ANSYS Additive Print

ANSYS Additive Suite

Продукты ANSYS для расчетов динамики и прочности конструкций

- ANSYS MECHANICAL
- ANSYS LS-DYNA
- ANSYS MOTION
- ANSYS ADDITIVE SUITE
- ANSYS ADDITIVE PRINT
- ANSYS ADDITIVE PREP
- ANSYS AUTODYN
- ANSYS nCODE DESIGNLIFE
- ANSYS ACT

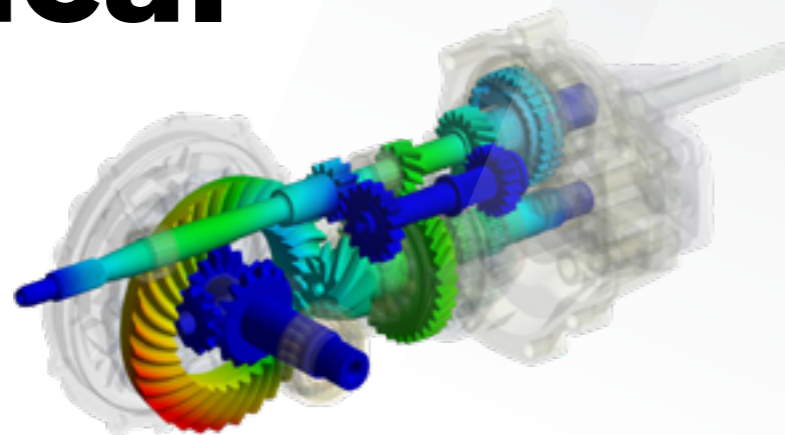
Mechanical

Флагманский программный продукт для решения задач механики

ANSYS Mechanical Pro

ANSYS Mechanical Premium

ANSYS Mechanical Enterprise



ANSYS Mechanical Enterprise является флагманским программным обеспечением для решения задач механики, которое использует метод конечных элементов (FEA) с использованием интерфейса ANSYS Mechanical. Данное ПО охватывает огромный спектр приложений и поставляется в комплекте со всем необходимым: от подготовки геометрии до инструментов для оптимизации. С Mechanical Enterprise Вы сможете моделировать современные материалы, сложные случаи нагружения и решать задачи из специализированных областей, таких как морская гидродинамика и слоистые композитные материалы.

Материалы

С помощью моделей может быть описан материал любого типа, в том числе гиперупругий, сплавы с памятью формы, грунты, бетоны, полимеры и металлы. Также Вы можете создавать пользовательские материалы, если это необходимо. Material Designer может легко создавать представительные объемы, основанные на геометрии решетки, волокна или плетения, чтобы облегчить моделирование материалов со сложной структурой.

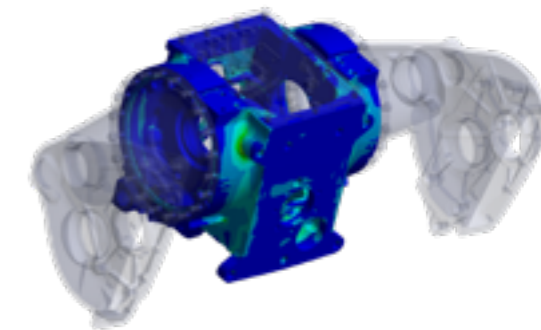
Динамика

Mechanical Enterprise может удовлетворить все потребности в динамическом анализе. Линейная динамика - модальный, гармонический, спектральный анализы и анализ случайных колебаний, в том числе с предварительным нагружением. Для нестационарного анализа, неявный и явный решатели позволяют моделировать процессы во временной области. Rigid Body Dynamics используется для моделирования различных механизмов. Также может быть использован метод супер элементов (Component Mode Synthesis), чтобы ускорить процесс расчета. Кроме того, есть инструменты для моделирования акустики, позволяющие проводить оценку виброакустического поведения систем с учетом предварительного нагружения или без него.

Дополнительные инструменты

Mechanical Enterprise включает такие инструменты как ANSYS ACT для настройки рабочей области, добавления функциональности и ускорения процесса моделирования, а также ANSYS DesignXplorer со встроенной технологией параметрической оптимизации, позволяющей быстро найти оптимальное решение.

ANSYS SpaceClaim предназначен для легкой и интуитивно понятной подготовки геометрии (срединная поверхность, извлечение балок и упрощение) для анализа, создания прототипов или управление геометрией во время проектирования.



Расчет прочности сборки

Основные возможности продукта

■ Нелинейный анализ

Продвинутое моделирование материалов для геомеханики, металлов, гиперупругих материалов и композитов в сочетании с возможностями создавать пользовательские модели, представляют собой комплексное решение для нелинейного анализа.

■ Динамика

Вы можете проводить анализ линейной динамики: модальный, гармонический, спектральный, случайных колебаний, а также нестационарный анализ в неявной и явной постановке для продолжительных по времени процессов и быстропротекающих процессов соответственно.

■ ANSYS SpaceClaim

ANSYS SpaceClaim интуитивно понятное программное решение для 3D-моделирования, которое позволяет любому пользователю создавать, редактировать и восстанавливать геометрию, наборы поверхностей и сетку конечных элементов.

■ Композиты

Программное обеспечение для моделирования композитных материалов позволяет создавать слоистые материалы, определять режимы разрушения слоев и расслоение.

■ Междисциплинарный анализ

Анализируйте взаимодействие различных физических явлений, чтобы лучше имитировать условия реального мира, включая взаимодействие жидкости с конструкцией, конструкции с электромагнитным полем и другие процессы различной природы, используя встроенные инструменты.

■ Оптимизация

ANSYS DesignXplorer использует всю мощь платформы ANSYS Workbench для параметрической оптимизации. Это позволяет исследовать, понимать и оптимизировать конструкцию.

■ Customization

Создавайте ACT-приложения для сбора экспертных знаний, специализированных процессов и лучших практик.

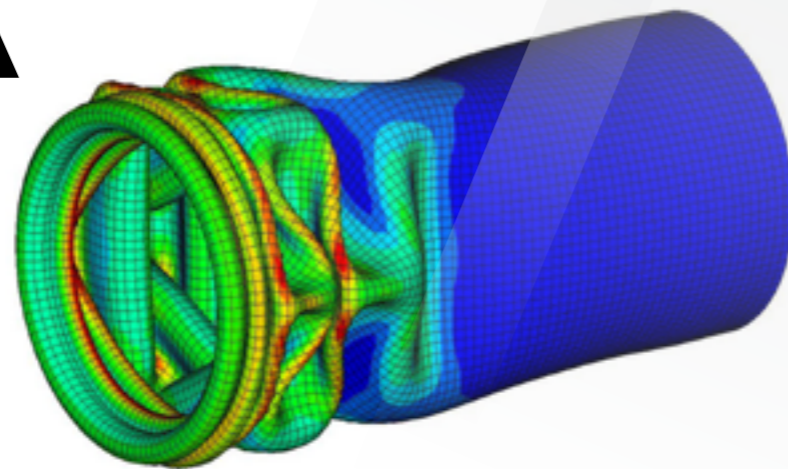
■ Гидродинамика

Моделирование воздействия волновых и ветровых нагрузок на плавучие и стационарные морские сооружения, суда, полупогруженные системы и проектирование волнорезов.

Основной инструмент для моделирования быстропротекающих процессов

ANSYS LS-DYNA

ANSYS LS-DYNA является наиболее широко используемым решением для задач явной динамики, способным моделировать отклик материалов на очень большие нагрузки при очень малых периодах действия. Предлагаемое продуктом множество конечных элементов, формулировок контакта, моделей материалов и других настроек позволяет создавать сложные модели с высоким уровнем контроля над всеми особенностями задачи. **ANSYS LS-DYNA** обладает обширным набором возможностей для решения задач с экстремальным уровнем деформирования при помощи явного решателя.



Также существует возможность проводить расчеты, включающие в себя разрушение материала не только как результат, но и как прогрессирующий процесс, развивающийся через деталь или целую сборку. Модели с большим количеством взаимодействующих друг с другом деталей или поверхностей обрабатываются с легкостью, а сами взаимодействия и передача нагружения в сложных ситуациях моделируются с высокой точностью. При помощи компьютеров с большим количеством ядер CPU можно существенно сократить время решения.

Отрасли применения продукта

■ Автомобильная промышленность

ANSYS LS-DYNA широко используется в автомобильной промышленности для прогнозирования поведения автомобиля при столкновении и сопутствующего урона для пассажиров.

■ Аэрокосмическая промышленность

ANSYS LS-DYNA широко используется в аэрокосмической промышленности для моделирования столкновений с птицами, удержания оборвавшейся лопатки и разрушения конструкций.

■ Анализ взаимодействия конструкции и грунта

В рамках нового метода расчета задач взаимодействия конструкции и грунта в ANSYS LS-DYNA нагрузки от землетрясения прикладываются эффективным, рациональным образом, а неограниченная область моделируется с высокой точностью при низких вычислительных затратах, с учетом свободного движения грунта, характеризующего землетрясение.

■ Сжимаемые жидкости и ударные волны

В ANSYS LS-DYNA есть особый решатель (conservation element/solution element (CESE) solver) сжимаемого течения, используемый при решении множества различных типов задач, таких как волны детонации, воздействие ударной/акустической волны, кавитация и химические реакции.

■ Несжимаемые жидкости

ANSYS LS-DYNA позволяет проводить робастные расчеты взаимодействия среды и конструкции (FSI) при помощи явной схемы при слабом связывании FSI, или неявной при необходимости моделировать сильное связывание FSI.

■ Обработка металлов давлением

ANSYS LS-DYNA позволяет с высокой точностью прогнозировать напряжения и перемещения в заготовках из листового металла в процессе обработки давлением, а также определять произошло ли разрушение.

■ Электромагнитные процессы

ANSYS LS-DYNA в области электромагнитных процессов (EM) позволяет решать уравнения Максвелла в аппроксимации вихревых токов (индукция-диффузия) для магнитной металлообработки, сварки и сопутствующих тепловых задач.

Основные возможности продукта

■ Нелинейный расчет механики конструкций

Можно создавать модели с большим количеством контактов, шарниров и других соединений для расчетов дроп-тестов, импактных соударений и прочих быстропротекающих процессов.

■ Интеграция с ANSYS Workbench

Интеграция LS-DYNA в ANSYS Workbench через ACT означает быстрое и удобное создание модели и возможности для проведения параметрических исследований.

■ Сочетания элементов и контактов

Можно использовать любое сочетание твердотельных, оболочечных или балочных элементов, что дает ультимативную гибкость процесса создания модели.



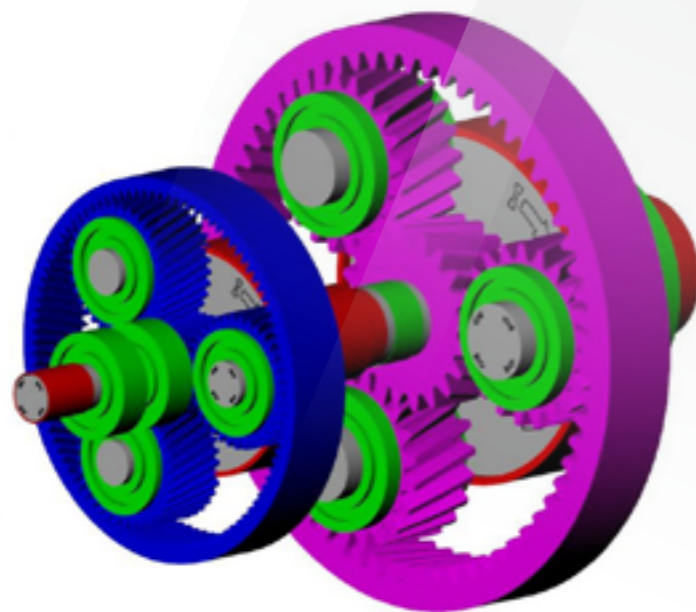
Моделирование краш-теста автомобиля

Инженерное решение третьего поколения для моделирования динамики механических систем

ANSYS Motion ANSYS Motion Drivetrain

ANSYS Motion Links ANSYS Motion Car

ANSYS Motion Easy Flex

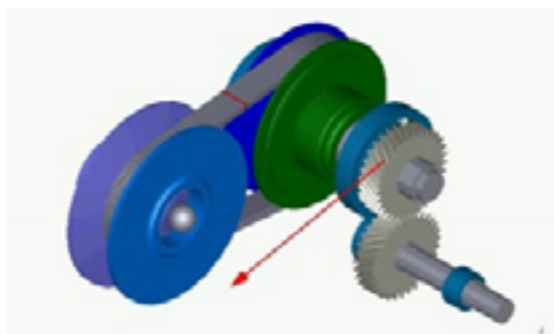


ANSYS Motion в интерфейсе ANSYS Mechanical представляет собой инженерное решение третьего поколения, основанное на продвинутом решателе многотельной динамики. Данный продукт позволяет быстро и точно анализировать жесткие и упругие тела, и дает точную оценку физических процессов посредством анализа механической системы в целом.

ANSYS Motion использует четыре тесно интегрированные схемы решения: жесткие тела, упругие тела, модальные и узловые EasyFlex. Это дает беспрецедентные возможности для анализа систем и механизмов в любой комбинации, которая Вам необходима. Большие сборки со многими миллионами степеней свободы могут быть исследованы с учетом эффектов упругости и контактного взаимодействия. Контакты и шарниры позволяют соединять и нагружать такие системы.

Возможность проведения моделирования в ANSYS Motion в том же интерфейсе, что и при обычном статическом анализе,

означает, что одна модель может быть использована для различных целей, что приводит к значительной экономии времени. В дополнении к базовому пакету ANSYS Motion предлагает дополнительные наборы инструментов, чтобы пользователи, работающие в определенных областях, могли работать быстрее и эффективнее.



Моделирование цепных вариаторов

TOOLKITS / Наборы инструментов

ANSYS MOTION CAR

Системы автомобиля со множеством деталей и интерфейсов можно легко и удобно моделировать с помощью Car Toolkit.

ANSYS MOTION DRIVETRAIN

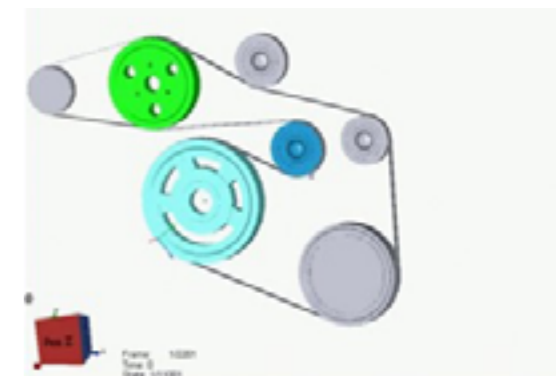
Drivetrain - набор инструментов, предназначенный для создания механических передач, включая шестерни, подшипники, валы и корпуса.

ANSYS Motion Links

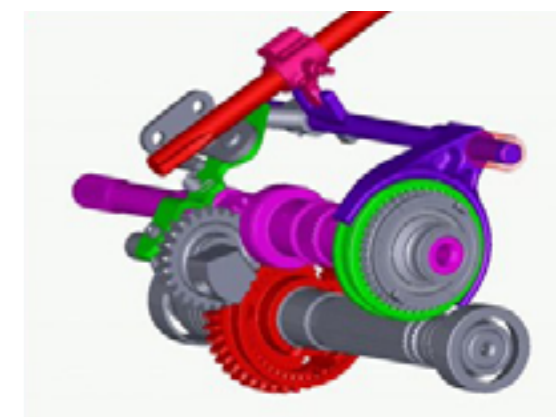
Многие механические системы содержат передачи с гибкой связью, такой как цепи, гусеницы и ремни. Motion Links Toolkit предоставляет возможность автоматизированного создания и настройки подобных систем.

ANSYS Motion EasyFlex

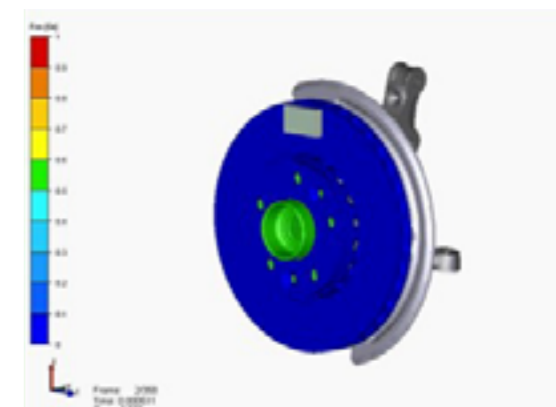
EasyFlex дает возможность моделирования различных систем без этапа построения сетки.



Расчет и создание моделей ременной передачи



Расчет и создание моделей зубчатых передач

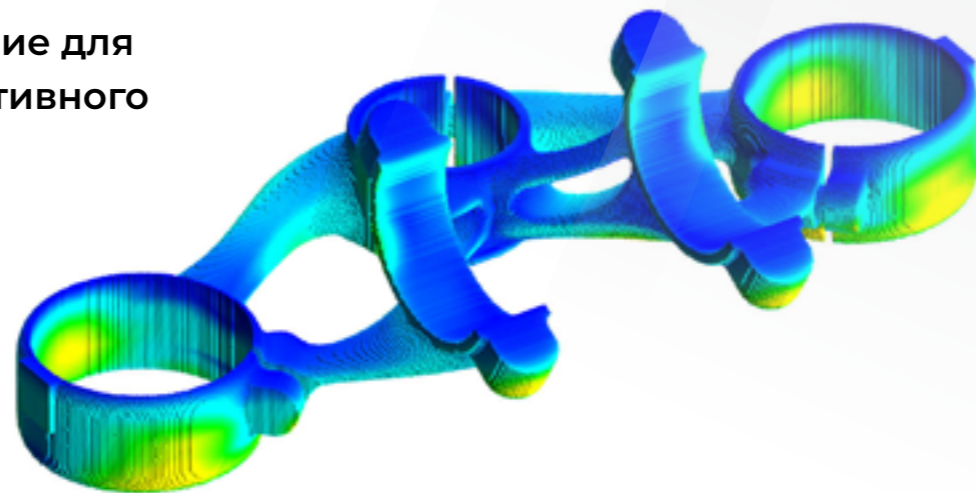


Расчет тормозной системы автомобиля

Additive Suite

Самое мощное решение для моделирования аддитивного производства

ANSYS Additive Suite

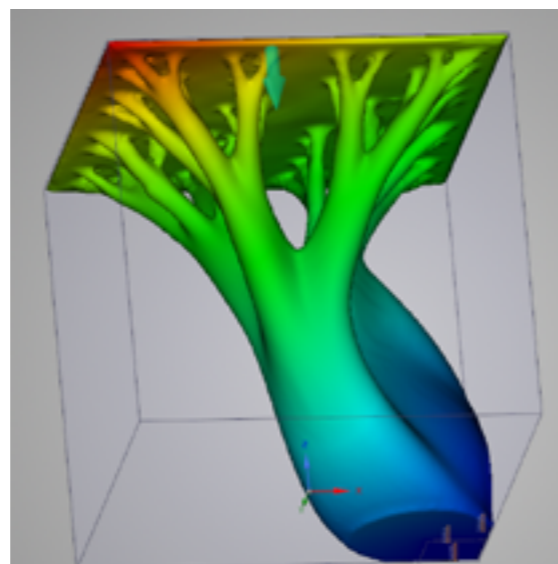


ANSYS Additive Suite предоставляет критически важную информацию для конструкторов, инженеров и аналитиков, позволяющую избежать сбоев в процессе печати и получить точное соответствие проектной документации. Это комплексное решение охватывает весь рабочий процесс - от проектирования для аддитивного производства (DfAM) до валидации, подготовки печати, моделирования процесса печати и исследования материалов.

Доступные опции сетки позволяют создавать связанную многослойную сетку, для детального описания геометрии с точным учетом мелких особенностей. Вы получаете полный контроль над этапами печати и можете добавлять этапы термообработки и удаления поддержек для более полного моделирования всего процесса печати.

Как и с большинством приложений **ANSYS Workbench**, для аддитивного моделирования доступен весь функционал параметрического анализа, позволяющий изучить влияние параметров, таких как положение детали и ориентация.

ANSYS Additive Suite доступен в качестве дополнения к лицензии ANSYS Mechanical Enterprise.



Топологическая оптимизация

Основные возможности продукта

Топологическая оптимизация

Топологическая оптимизация и оптимизация решетчатой структуры для снижения веса.

STL-файл и обработка геометрии

Работа с STL-файлами и геометрией для восстановления, создания решетчатой структуры и очистки деталей.

Термо-прочностной анализ и валидация конструкции

Доступен полный нелинейный, в том числе переходный и линейный анализ, возможность проверки проекта в широком диапазоне сценариев. Как тепловые, так и механические условия нагружения могут быть применены к моделям для понимания работоспособности и долговечности.

Моделирование аддитивной печати

Встроенная функция ANSYS Mechanical для прогнозирования формы детали, искажений и напряжений перед непосредственным изготовлением.

Моделирование аддитивной печати

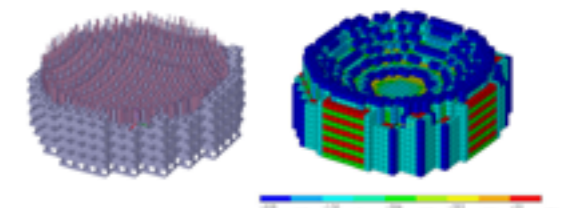
Встроенная функция ANSYS Mechanical для прогнозирования формы детали, искажений и напряжений перед непосредственным изготовлением.

ANSYS Additive Print

Автономный продукт для прогнозирования формы детали, искажений и напряжений, а также автоматической генерации оптимальных поддержек и файлов STL с компенсацией искажений.

Additive Science

Автономное приложение для исследования материалов на стадии проектирования и оптимальных параметров машины.

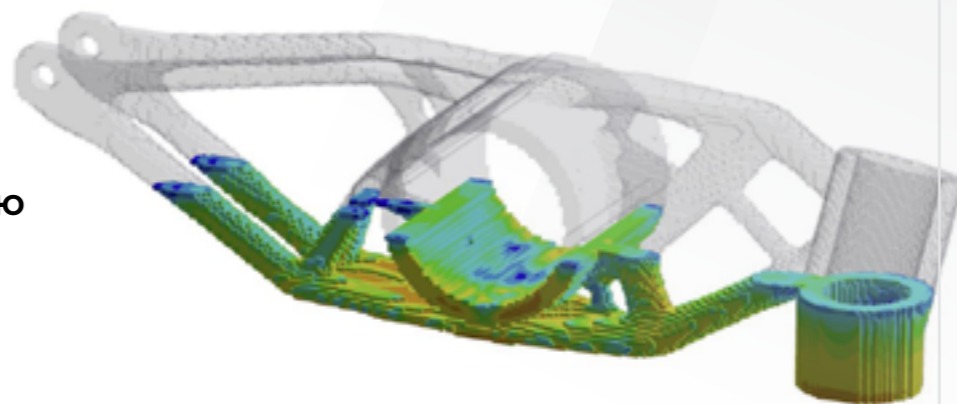


Моделирование процесса аддитивного производства

Additive Print

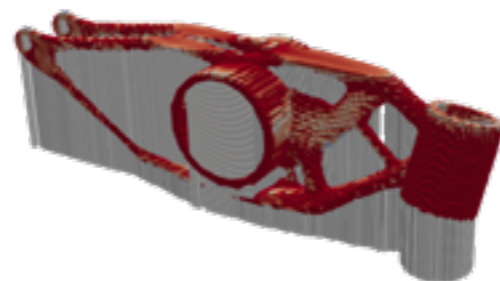
Прогнозирование напряжений и короблений изделий изготовленных с помощью аддитивной печати

ANSYS Additive Print



ANSYS Additive Print ликвидирует необходимость тестовых попыток печати и часах потерянного времени в сфере аддитивного производства (Additive Manufacturing, AM). Это простое в использовании, но в то же время мощное автономное решение чрезвычайно значимое для операторов и конструкторов AM, позволяющее успешно изготавливать детали с первой попытки.

Additive Print позволяет импортировать поддержки, созданные другим программным обеспечением. Дополнительные материалы, такие как алюминиевый сплав Al357, AlSi10Mg и титан Ti64, доступны для высокоточного теплового моделирования. Вспомогательные возможности решателя включают ускоренное моделирование и повышенную надежность для тонкостенных конструкций.



Автоматически созданные поддерживающие структуры

Основные возможности продукта

■ Прогнозирование короблений

Additive Print обеспечивает понимание того, как изделия будут искажаться во время печати, обеспечивает визуализацию, позволяя пользователям оценить влияние искажений и остаточных напряжений на процесс печати деталей, гарантируя правильный выбор ориентации и конструкции поддержек. Возможность визуализации различия между исходной, недеформированной геометрией, и финальной искаженной геометрией до и после удаления поддержек.

■ Прогнозирование напряжений

Прогнозирование тенденции напряжений, остаточных напряжений и мест максимальных напряжений на протяжении всего процесса печати. Обеспечивает отображение послойного накопления напряжений и областей с высоким уровнем деформаций по всей детали. Предсказывает потенциальные места столкновения с рекоутером.

■ Автокомпенсация короблений

Автоматическая генерация файлов STL с компенсацией короблений для создания качественных изделий с первой попытки.

■ Прогнозирование тепловых деформаций

Прогнозирование тепловых деформаций, основанное на термическом анализе всей конструкции, с учетом анизотропных эффектов и ориентации векторов сканирования. Вычисление деформации, используя один из трех типов анализа: однородная деформация, шаблон сканирования или термическая деформация.

■ Автосоздание поддержек

Прогнозирование максимальных остаточных напряжений, которое должны выдерживать поддержки. Автоматическое создание поддержек на основе алгоритма, изменяющего плотность конструкции в соответствии с остаточными напряжениями. Предоставляет пользователям результирующую конструкцию поддержек в формате STL.

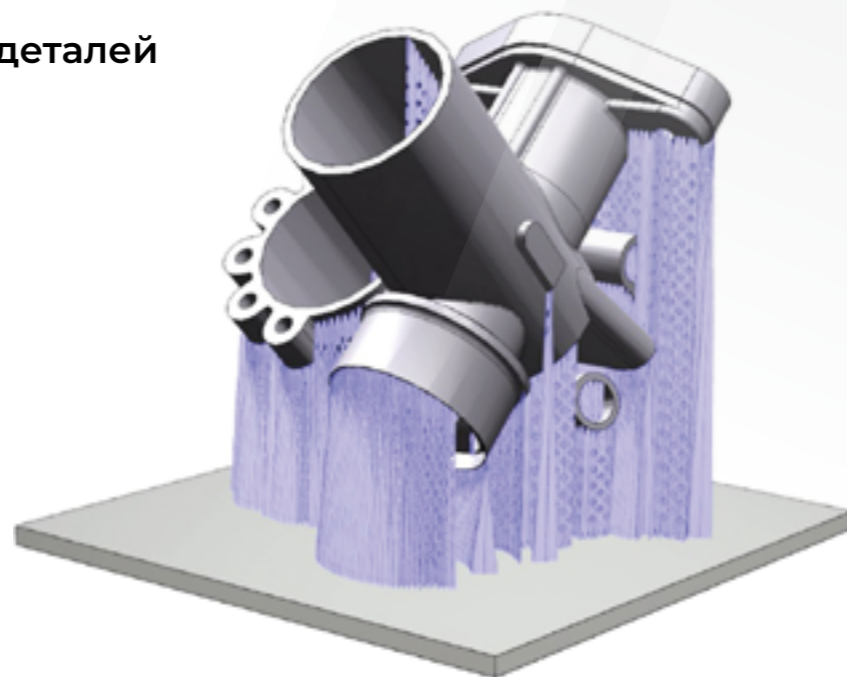


Прогнозирование коробления изделия

Additive Prep

Оптимизация ориентации деталей для 3D-печати

ANSYS Additive Prep

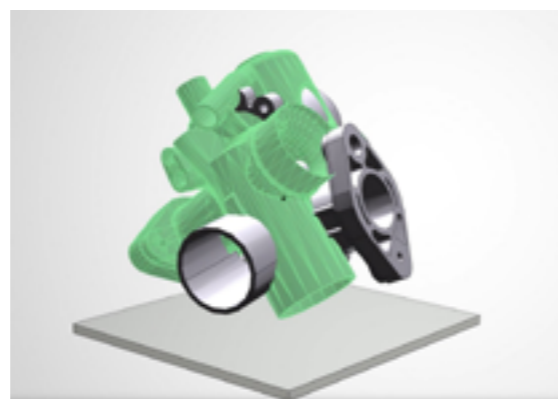


ANSYS Additive Prep – инструмент для подготовки геометрии к моделированию и печати, реализованный в пакете SpaceClaim. Additive Prep позволяет подобрать оптимальную ориентацию детали, на основе указанных пользователем приоритетов печати: время изготовления, объем поддержек и коробления. А затем автоматически создать поддержки, включающее широкий набор настроек, на основе предустановленных типов или пользовательских конструкций.

ANSYS Additive Prep – приложение, встроенное в ANSYS SpaceClaim и тесно интегрированное в рабочий процесс аддитивного производства. Пользователи могут легко сравнить различные ориентации изделия с учетом требований к поддержкам, времени печати и оценки короблений.

Additive Prep оптимизирует ориентацию деталей, автоматически определяет области поддержек и позволяет индивидуально настроить различные типы поддержек для каждой из них,

буквально за считанные секунды. Созданные конструкции можно экспортировать для проведения анализа, с целью установления возможного разрушения, определения коробления и напряжения без использования оборудования для печати и материалов.



Моделирование аддитивной печати

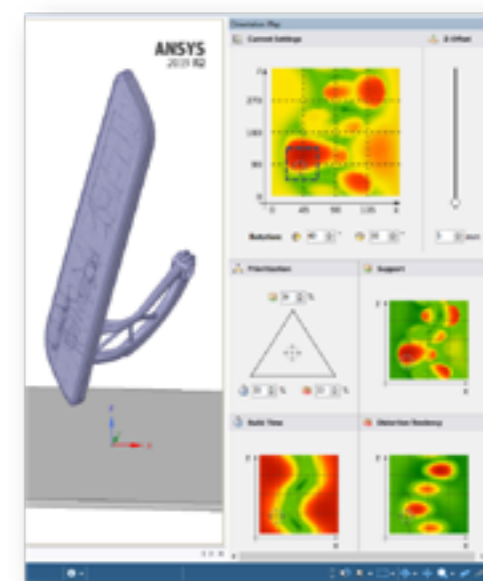
Additive Prep также позволяет вам просматривать и анимировать последовательность векторов лазерного сканирования в любом срезе внутри детали. Кроме того, вы можете просмотреть последовательную печать всех 2D-срезов, используя новый инструмент “Slice Viewer”.

Инструмент “Build Processor” позволяет экспортировать файл печати непосредственно на 3D принтер. Доступны параметры для управления масштабированием, разделением на слои, объемом, сплавлением и покрытием. Вы также можете указать мощность лазера, скорость и фокусное пятно для векторов сканирования, используя доступные опции.

Additive Prep включен в ANSYS Additive Suite и ANSYS Additive Print, а также доступен в качестве дополнения к SpaceClaim.



Моделирование поддержек

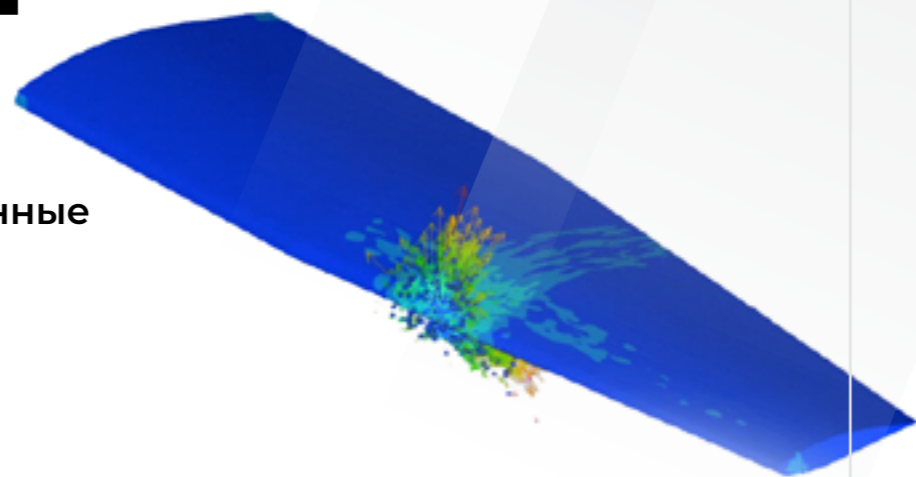


Оптимизация ориентации детали

Autodyn

Инструмент моделирования реакции материалов на кратковременные ударные нагрузки

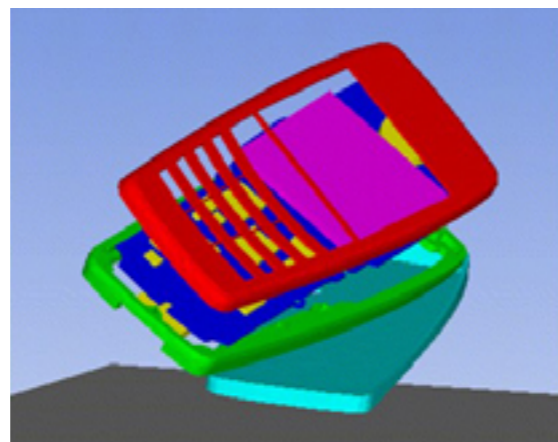
ANSYS AUTODYN



ANSYS Autodyn позволяет моделировать реакцию материалов на кратковременные ударные нагрузки, высокого давления или взрыва. Данный продукт отлично подходит для решения задач с большими деформациями и разрушением. Autodyn предоставляет передовые методы для решения и при этом прост в использовании. Сложные физические процессы, такие как взаимодействие жидкостей, твердых тел и газов, фазовые переходы и распространение ударных волн может быть смоделировано в Autodyn. Данное программное обеспечение, интегрированное в ANSYS Workbench со своим пользовательским интерфейсом, на протяжении десятилетий лидирует в отрасли по простоте использования, позволяя получать точные результаты с наименьшими затратами времени и усилий.

Широкий спектр технологий **Autodyn** позволяет моделировать твердые тела лагранжевыми элементами, а жидкости - эйлеровыми элементами и SPH (гидродинамика гладких частиц), таким образом, Вы можете решать задачи с помощью подходящих технологий.

В одной модели могут быть использованы несколько решателей, а взаимодействие между различными областями можно смоделировать для получения точных результатов.



Моделирование дроп-теста телефона

Основные возможности продукта

Решатели

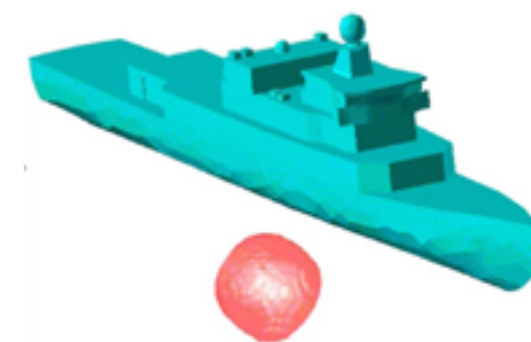
Multimaterial Euler solver предоставляет широкий спектр возможностей, а механизм расчета SPH дополняет картину, предоставляя все необходимое для решения задач явной динамики.

Связанный анализ (междисциплинарный)

Автоматическая связь между решателями позволяет связывать модели взаимодействия жидкость - твердое тело (FSI) для моделирования взрывов, эрозии, ударов и высокоскоростных процессов.

Material Data

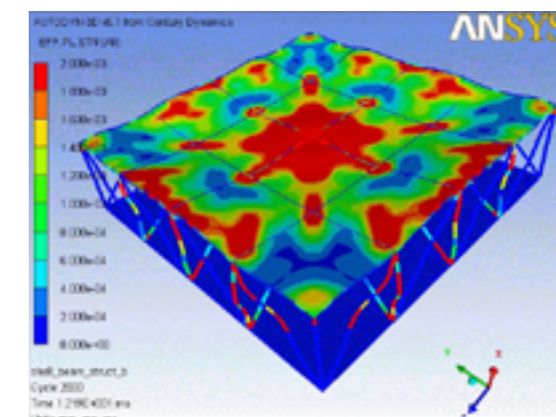
Отличный инструмент для быстрого и надежного проектирования аэродинамических и гидродинамических рядов лопастей.



Расчет подводного взрыва



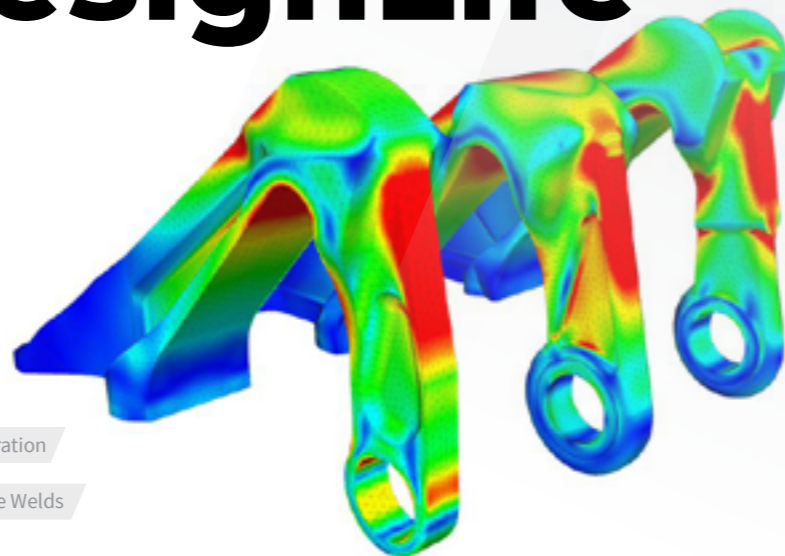
Расчет взрыва в городской среде



Расчет динамической прочности рамы

nCode DesignLife

Инструмент прогнозирования срока службы изделия при повторяющихся нагрузках



ANSYS nCode DesignLife Standard

ANSYS nCode DesignLife Vibration

ANSYS nCode DesignLife Parallelization

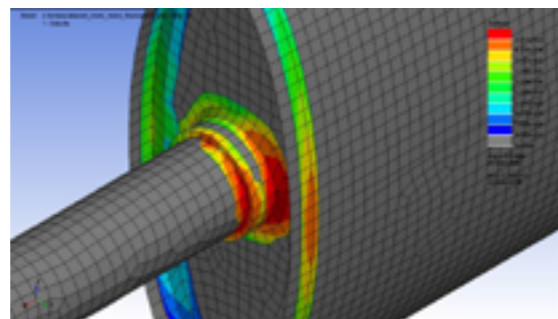
ANSYS nCode DesignLife Welds

ANSYS nCode DesignLife Thermo-Mechanical Fatigue (TMF)

ANSYS nCode DesignLife работает совместно с ANSYS Mechanical для точной оценки усталостной прочности. Используя результаты анализа методом конечных элементов из ANSYS Mechanical, nCode вычисляет напряжения и деформации, а затем накапливает повреждение от повторяющихся нагрузок, чтобы определить прогнозируемый срок службы продукта. Вы можете быстро оценить влияние различных материалов и геометрии на новые изделия, а затем оптимизировать для достижения ожидаемых результатов задолго до создания первого прототипа.

ANSYS nCode DesignLife ведущий инструмент в области анализа долговечности, который предоставляет Вам комплексный диагностический процесс определения усталости для прогнозирования срока службы продукта. nCode полностью интегрирован в ANSYS Workbench для простоты использования. Вы можете задать комплексное нагружение, соответствующее режиму работы и основанное на измерениях, или использовать ожидаемые истории нагружения.

После создания, процесс анализа усталостной прочности может быть записан и использован повторно. Инженеры, не имеющие опыта в области анализа усталостной прочности, могут анализировать различные варианты конструкций. Комплексная автоматизация позволяет избежать большого количества ошибок и обеспечивает согласованность, что важно для больших организаций, в которых над проектом могут работать несколько сотрудников.



Расчет усталостной долговечности сварного шва

Основные возможности продукта

Простота в использовании

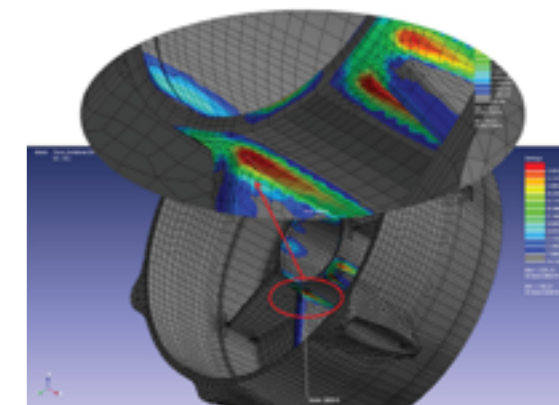
ANSYS nCode DesignLife полностью интегрирован в среду the ANSYS Workbench, поэтому Вы можете выполнить анализ усталостной прочности, который может использоваться повторно.

Большая библиотека материалов

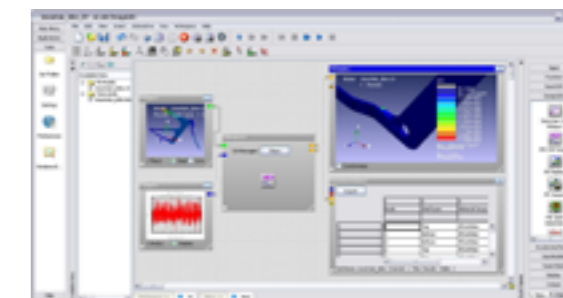
ANSYS nCode DesignLife поставляется с полной библиотекой материалов, которая помогает быстро создавать модели.

Современные возможности моделирования усталостной прочности

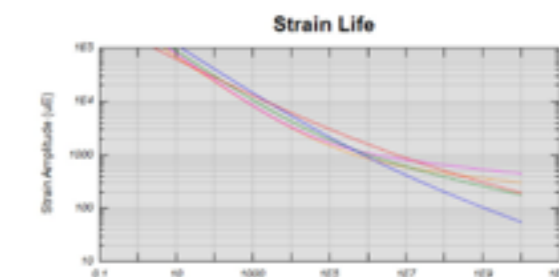
ANSYS nCode DesignLife включает в себя современные методы и инструменты моделирования, чтобы сделать процесс анализа усталостной прочности и долговечности максимально точным и простым.



Расчет усталостной долговечности при динамическом нагружении



Расчет усталостной долговечности в nCODE DESIGNLIFE

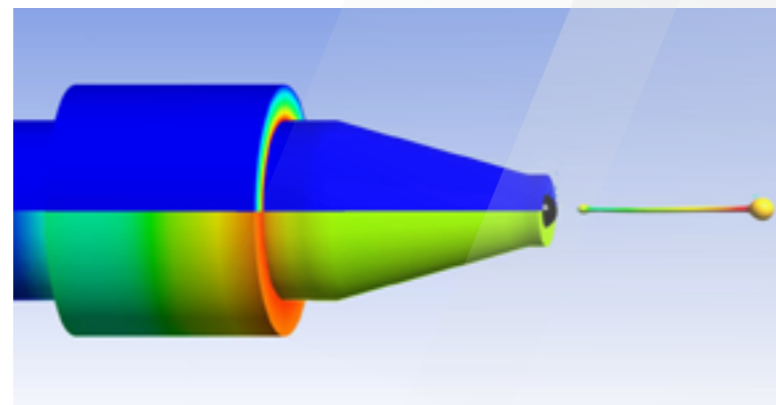


Модель материала для расчета малоциклового усталости в nCODE DESIGNLIFE

Наиболее быстрый и легкий способ адаптации ваших методик моделирования

ANSYS Mechanical Enterprise

ANSYS Customization Suite (+Mechanical Pro/Premium)



Настройка среды моделирования под пользовательские инженерные методики является сложным и затратным с точки зрения времени и ресурсов процессом.

ACT существенно упрощает эту работу и позволяет инженерам фокусироваться на разработке своих продуктов, а не на регулировании программного обеспечения. Благодаря ACT можно создавать приложения для автоматизации распространенных и повторяющихся процедур и расчетов, настраивать определенные указываемые операции, разрабатывать ориентированные на отрасль приложения, и совмещать работу сторонних инструментов и данных с линейкой продуктов ANSYS.

В **ACT** используются легкие в освоении, но мощные языки программирования XML и IronPython, позволяющие даже специалистам не очень высокого уровня создавать пользовательские приложения для своих передовых методик - в течение считанных дней, а не обычно требуемых на это недель или месяцев. В отличие от обычного подхода к программированию, не потребуется никакой коммерческой интегрированной среды разработки (IDE) в ACT. Напротив, ANSYS

предоставляет простую и интуитивную среду разработки со всей полной документацией, шаблонами и предустановленными приложениями, которые проведут пользователя через весь процесс.

ACT обладает простыми инструментами создания приложений и интуитивными API, позволяющими использовать передовые методики лучших экспертов для сокращения затрат на обучение и реализацию, а также для того, чтобы дать более широкому кругу специалистов, расчетчиков и конструкторов возможность более эффективно использовать инструменты моделирования.

ACT способствует развитию унифицированного подхода к моделированию, соединяющему в себе все технологии ANSYS, а также других инструментов и данных для достижения максимальной производительности инженерных отделов. Хорошо налаженные и отработанные методики моделирования позволяют принимать лучшие решения за более короткое время и на любом этапе жизненного цикла продукта, от идеи до работающего изделия.

Основные возможности продукта

Расширение функционала для проведения расчетов

Функционал приложений ANSYS можно расширить для удовлетворения нужд отрасли путем создания новых возможностей, таких как новые нагрузки и граничные условия, пользовательские инструменты постановки задачи и обработки результатов, и т.д.

Сокращение процедур моделирования

При помощи уникальных знаний экспертов в области и пользовательских мастеров ACT можно сократить специфические для отрасли массивные расчетные процедуры до хорошо налаженных узконаправленных приложений.

Создание собственных методик

Можно формировать комплексные методики моделирования, опирающиеся на использование нескольких приложений путем объединения разрозненных моделей внутри единой среды.

Интеграция сторонних инструментов и данных

Можно использовать пользовательские внешние программы и данные, обращаться к пользовательским решателям и добавлять новые алгоритмы оптимизации на блок схеме, похожей на страницу проекта в ANSYS Workbench.

Разработка, публикация и продажа приложений

Можно значительно улучшить процесс моделирования, а также повысить скорость и масштабируемость решения, если скачать соответствующее приложение (расширение). Кроме того, пользовательскими расширениями можно делиться и распространять по всей глобальной системе команд, поставщиков и партнеров.

Разработка приложений, не требующая усилий

Простой, но мощный интерфейс разработки приложений, совместимые API, а также обширные ресурсы позволят пройти через весь процесс настройки и создания приложений.



Магазин ACT-расширений ANSYS



ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Вычислительная гидрогазодинамика (CFD)

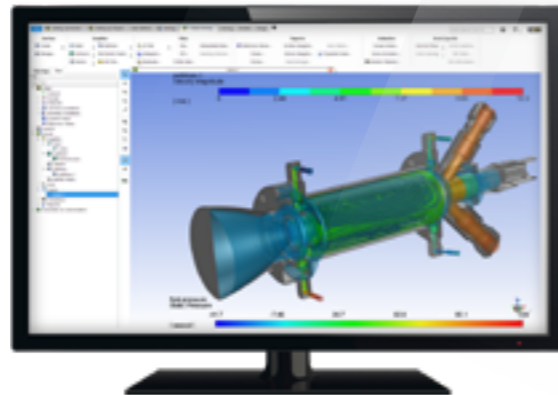
Вычислительная гидродинамика (Computational Fluid Dynamics, CFD) – это удивительно гибкий и точный инструмент с высокой широтой применения. Но серьезная CFD, которая позволила бы Вам оптимизировать Ваши проекты, может быть недостижима, если плохо подойти к вопросу выбора программного обеспечения. Чтобы получить достойные результаты, Вам нужны достойные программы. ANSYS CFD выходит за рамки качественных оценок, чтобы обеспечить точное количественное моделирование взаимодействия жидкостей и пути оптимизации оборудования.

Эти программы открывают неожиданные возможности для Вашего продукта, возможности, которые могут упустить даже опытные инженерные аналитики.

Возможности Ansys для гидрогазодинамики

CFD расчеты для каждого инженера

ANSYS CFD позволяет опытным аналитикам производить сложное моделирование. Тем не менее, CFD предназначен не только для экспертов, моделирующих ракеты и гоночные автомобили. Инженеры на каждом уровне в различных отраслях промышленности могут получить большую пользу от CFD. Команда ANSYS Customer Excellence (ACE) увидела и решила широкий спектр задач моделирования CFD и готова помочь Вам решить Ваши.

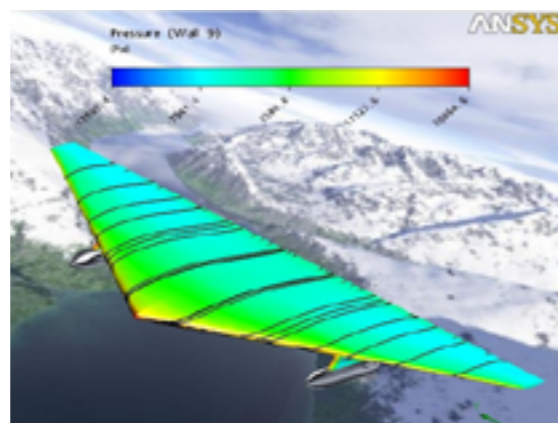


Все этапы инженерного анализа в одном окне

ANSYS CFD Pro

Больше решений CFD

Достигайте новых высот с верифицированными CFD решателями в самом широком диапазоне общих, специальных и мультифизических задач. ANSYS Fluent и ANSYS CFX обеспечивают быстрые результаты практически для любых задач гидрогазодинамики и мультифизики с лучшей в отрасли точностью и надежностью. Это серьезное программное обеспечение CFD обладает широкими возможностями, необходимыми для выполнения Ваших проектов сегодня и в будущем.

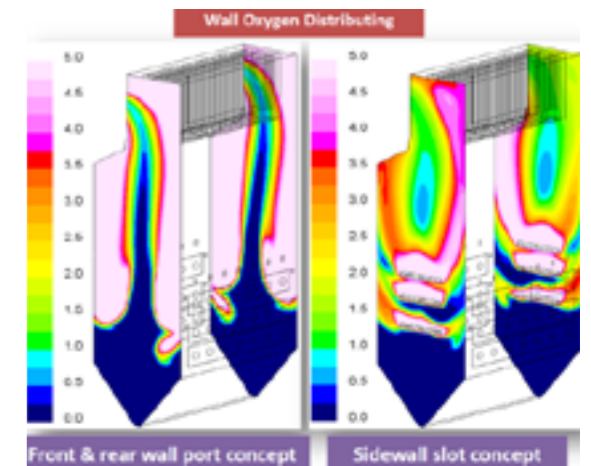


Давление воздуха на крыло самолёта

ANSYS CFD Premium

Решайте сложные задачи жидкостей и газов

Лучшие в своем классе CFD-решатели расширяют границы возможного, чтобы Вы могли максимизировать производительность и эффективность вашего продукта. Вы можете использовать анализ ANSYS CFD для новых открытий в турбомашиностроении, турбулентности, горении и обледенении частей самолёта.



Распределение концентрации кислорода на стенках угольной топки

ANSYS CFD Enterprise

Решайте лучше и быстрее

Последние инновации в моделировании, создании сеток, пользовательской среде, высокопроизводительных вычислениях и постобработке радикально ускоряют время получения результатов без ущерба для точности. Они позволяют начинающим пользователям быстро стать продуктивными, в то же время предоставляя опытным пользователям больше возможностей для инженерного анализа.



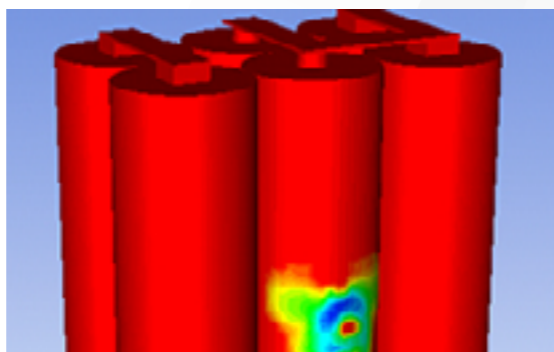
Разбиение расчётной области между ядрами для высокопроизводительных вычислений

ANSYS CFD PrePost

Применение Ansys для гидрогазодинамики

Моделирование батарей

Химическая, электрическая и тепловая часть батарей работают в сложном взаимодействии, которое должно контролироваться в узком диапазоне, чтобы обеспечить длительный срок службы батареи и низкую стоимость. Малейший выход за пределы диапазона может привести к резкому сокращению срока службы батареи и к серьезным угрозам для жизни людей. Батареи склонны к перегреву от быстрого разряда, перезаряда или чрезмерного нагрева окружающей среды. Такой перегрев и неравномерное распределение температуры могут привести к быстрой деградации аккумуляторов и сократить срок службы батареи. ANSYS помогает максимизировать производительность и безопасность при одновременном снижении затрат и времени испытаний.



Моделирование батарей

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

Кавитация

Кавитация происходит, когда в жидкости образуются пузырьки пара из-за того, что локальное статическое давление потока падает ниже давления насыщения пара. Без точного моделирования кавитации пользователи не могут эффективно оптимизировать оборудование и устанавливать рабочие параметры и пределы, потенциально подвергая свое оборудование неожиданной вибрации и повреждениям.

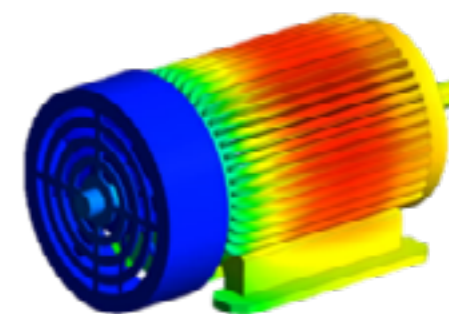


Кавитация

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

Охлаждение электродвигателей

Для того чтобы электрические компоненты были надежными и эффективными, их температура должна поддерживаться в определенном диапазоне параметров. В электрических двигателях в процессе преобразования электрической энергии в механическую вырабатывается тепло. Это тепло непосредственно влияет на температуру магнитного материала, что может снизить эффективность, перегреть и размагнитить постоянные магниты, а также вызвать структурную деформацию, которая увеличит шум и вибрации. Решения ANSYS могут быть использованы в электрических, механических и тепловых частях для оптимизации конструкции электродвигателей.

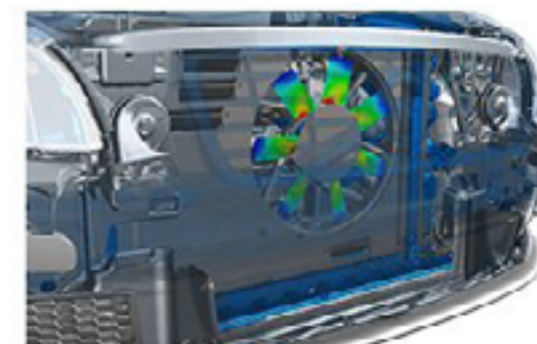


Тепловая модель электродвигателя

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

Взаимодействие конструкции и жидкости

Поток жидкости оказывает давление на твердые тела и деформирует их. Эта деформация может, в свою очередь, повлиять на поток жидкости вокруг тела. ANSYS позволяет точно моделировать взаимодействие этих сил, поэтому Вы можете оптимизировать производительность Вашего продукта.



Система охлаждения автомобиля

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

ANSYS Mechanical Enterprise

Реология

Инженерам необходимо оптимизировать такие процессы, как экструзия, термоформование, выдувное формование, стеклоформование, волочение волокон и формирование бетона. CFD ускоряет проектирование при одновременном снижении расхода энергии и сырья, чтобы сделать Ваши производственные процессы более экономичными и экологически устойчивыми.

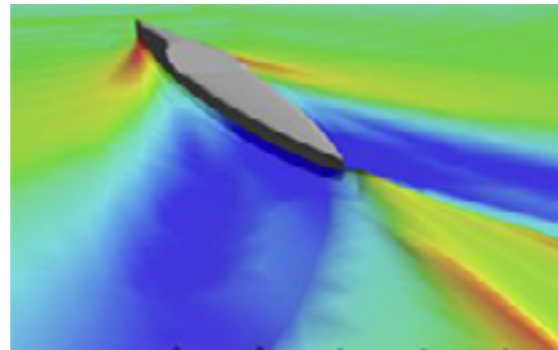


Оптимизация процесса стеклоформования

ANSYS CFD Enterprise

Высокопроизводительные вычисления – жидкости

ANSYS также предлагает высоко масштабируемые высокопроизводительные вычисления (High-Performance Computing, HPC) для быстрого и экономичного решения сложных задач гидрогазодинамики на сетках из большого количества ячеек. Помимо установления мирового рекорда производительности суперкомпьютеров путем запуска задачи в параллельном режиме на 172,000 ядер, ANSYS также разработал технологии распараллеливания всех CFD процессов от создания сетки до пост-обработки.



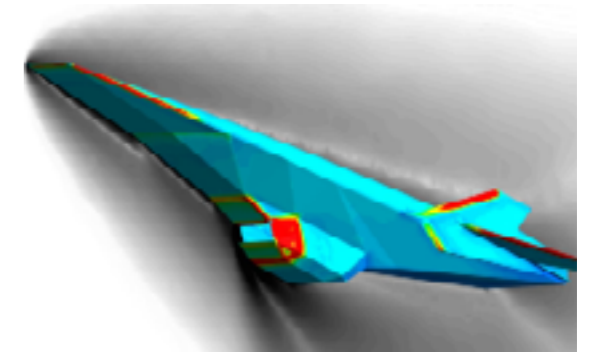
Моделирование корабельной волны

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

Гиперзвуковые скорости

Поток, движущийся с гиперзвуковой скоростью обладает числом Маха выше пяти. Когда самолет начинает лететь с числом Маха выше единицы, поток газа изменяется, что приводит к очень сильным скачкам уплотнения, образованию плазмы, эрозии, структурной деформации, а также к химическому и термодинамическому неравновесию. Моделирование является наилучшим и наиболее экономичным способом точного изучения этих проблем.



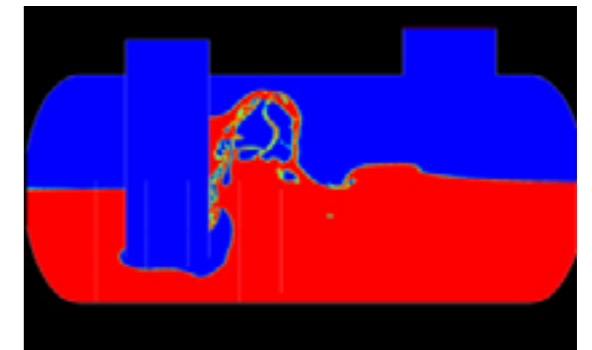
Моделирование гиперзвукового течения

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

Многофазные потоки

Скорее всего, в Вашей задаче будут присутствовать явления в многофазных потоках, такие как кипение, кавитация, дисперсные системы, несмешивающиеся потоки и потоки со взвесью. ANSYS CFD предоставляет самый широкий спектр сложных турбулентных и физических моделей для точного моделирования самых сложных задач, чтобы Вы могли уверенно моделировать ваш продукт.



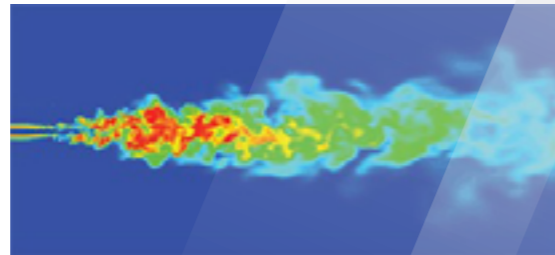
Многофазные потоки

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

Реагирующие потоки и горение

Понимание и моделирование реагирующих потоков имеет решающее значение для разработки конкурентоспособной продукции в различных отраслях промышленности, таких как транспорт, энергетика и обработка материалов. Знание основ химии и физики позволяет конструкторам газовых турбин, котлов и двигателей внутреннего сгорания повысить энергоэффективность, применять различные виды топлива, а также сократить выбросы вредных веществ. Также инженерам в областях высокотехнологичных материалов и химических процессов необходимо максимизировать эффективность и качество, минимизируя выход побочных продуктов и отходов. Глубокое понимание фундаментальной физики и химии также имеет решающее значение для совершенствования литий-ионных аккумуляторов, топливных элементов и многих других продуктов.

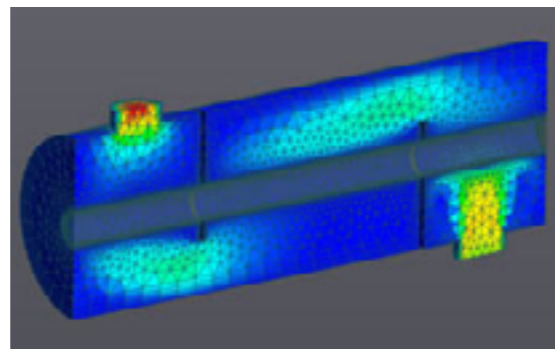


Моделирование реагирующих потоков

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise ANSYS Chemkin Enterprise

Модели пониженного порядка

Модели пониженного порядка (Reduced-order model, ROM) могут ускорить время моделирования без потери точности по сравнению с полным 3D-моделированием. ROM – это упрощенные версии моделей, которые имитируют поведение и преобладающие эффекты, сокращая при этом время расчета или используемую память.

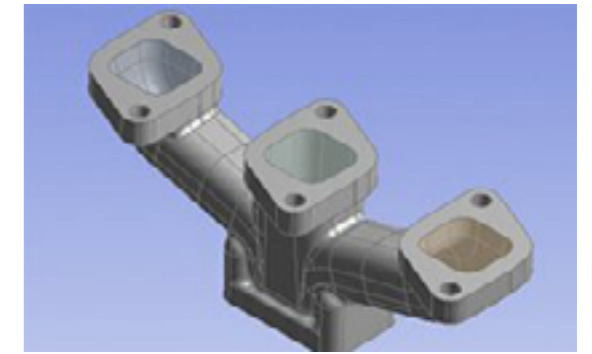


Модель пониженного порядка

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

Оптимизация геометрии

Вместо того, чтобы угадывать геометрические параметры и моделировать сотни режимных точек, инструменты умной оптимизации формы ANSYS позволяют Вам быстро и точно находить идеальные решения для таких задач, как снижение перепада давления, оптимизация сопротивления, подъемной силы или теплопередачи. Например, ANSYS Adjoint Solver рекомендует и даже автоматически вводит изменения в конструктив, при этом преобразуя сетку и оценивая прирост производительности.

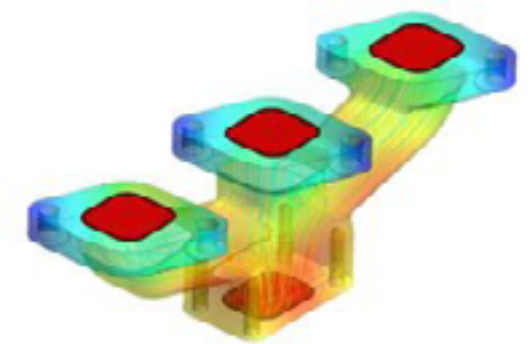


Инструмент умной оптимизации геометрии

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise ANSYS Chemkin Enterprise

Тепловой режим

Теплопередача между жидкостями и твердыми телами в оборудовании должна быть оптимизирована для поддержания постоянной температуры, максимизации производительности, снижения затрат на техническое обслуживание и продление срока службы. Жидкости и газы могут охлаждать и нагревать детали машин, технологическое оборудование, компоненты двигателей и другие твердые тела. Эти термические эффекты могут, в свою очередь, деформировать стенки, а также нагреваемые или охлаждаемые части. ANSYS предоставляет быстрые и качественные решения для оценки производительности для самого широкого спектра задач теплообмена жидкость-твердое тело, включая сопряженный теплообмен (СНТ) и тепловое взаимодействие среды с конструкцией (FSI).

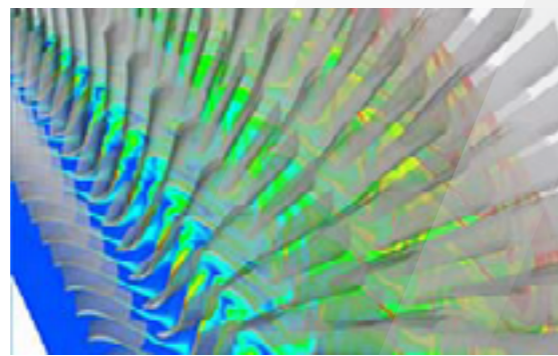


Оптимизация теплоотдачи между жидкостью и твердым телом

ANSYS CFD Premium ANSYS CFD Enterprise

Турбомашиностроение

Турбомшины – это самый выгодный, но при этом самый сложный объект моделирования. ANSYS предоставляет инновации на каждом этапе процесса моделирования, от 3D моделирования до создания сетки, от расчёта до постобработки. Независимо от того, разрабатываете ли Вы реактивный двигатель, ветряную турбину или турбокомпрессор, ANSYS поможет вам расширить границы возможного, чтобы Вы могли максимизировать производительность и эффективность Вашего продукта.



Моделирование турбомашин

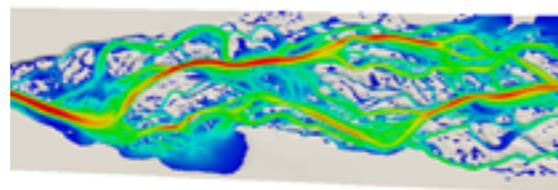
ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS Chemkin Enterprise

Моделирование турбулентности

Не существует единой наилучшей модели турбулентности. Узнайте, как выбор модели турбулентности может повлиять на точность моделирования-даже для кажущихся простыми задач. Турбулентность – это важное явление для вычислительной гидродинамики (CFD), которое Вы должны учесть правильно.



Моделирование турбулентности

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

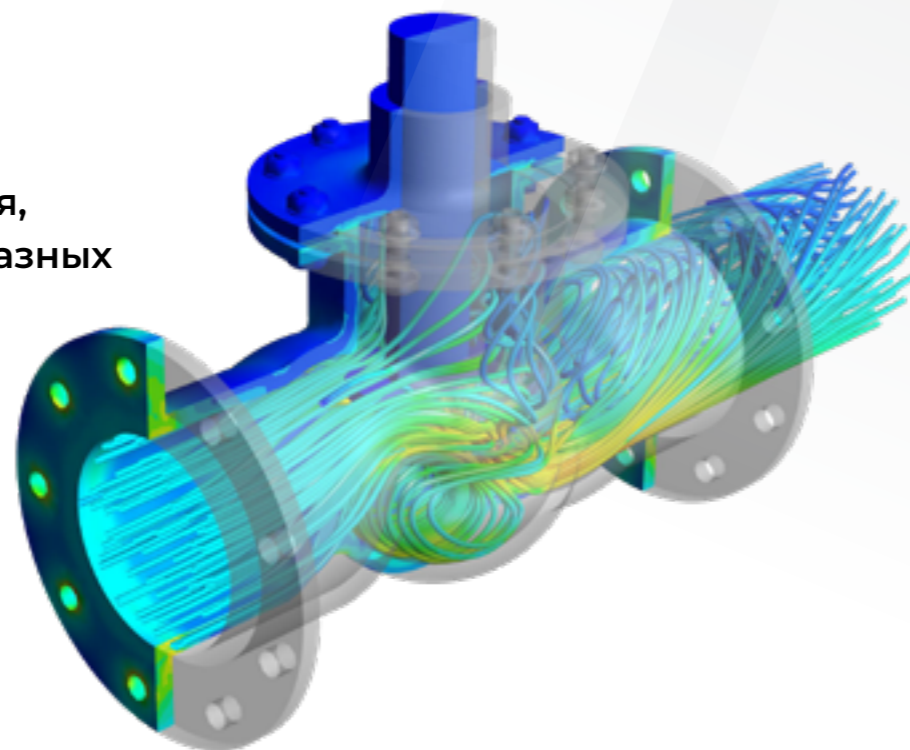
Продукты ANSYS для расчетов задач гидрогазодинамики

- ANSYS FLUENT
- ANSYS CFX
- ANSYS CHEMKIN-PRO
- ANSYS FENSAP-ICE
- ANSYS POLYFLOW
- ANSYS FORTE
- ANSYS REACTION WORKBENCH
- ANSYS ENERGICO
- ANSYS MODEL FUEL LIBRARY

Мощное решение для моделирования горения, аэроакустики и многофазных течений

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Premium



Во **Fluent** моделируют такие задачи как, горение в печах, течение внутри барботажной колонны, внешнее обтекание нефтедобывающих платформ, течение в кровеносной системе, конвективное охлаждение сборки полупроводника, вентиляция в помещениях, моделирование промышленных стоков. Специализированные модели горения, аэроакустики, вращающихся/неподвижных расчетных областей, многофазных течений серьезно расширяют области применения базового продукта.

Fluent также предлагает высоко масштабируемые высокопроизводительные вычисления (High-Performance Computing, HPC) для быстрого и экономичного решения сложных задач гидрогазодинамики (CFD) на сетках из большого количества ячеек. Fluent установил мировой рекорд производительности суперкомпьютеров путем запуска задачи в параллельном режиме на 172,000 ядер.

Разработчики от версии к версии улучшают графический интерфейс в аспектах эргономики и удобства работы. За счет чего достигается высокая скорость подготовки задачи и низкий «порог вхождения» начинающими специалистами. Легкие для освоения шаблоны создания сетки со встроенной мозаичной технологией в сочетании с проверенным временем решателем Fluent – залог успеха при моделировании.

- Полное однооконное решение в рамках Fluent.
- Быстрое и простое создание сетки из импортированных CAD-файлов.
- Отсутствуют неприятные для пользователей барьеры для базовых задач.

Основные возможности продукта

Новый дизайн

Новый дизайн Fluent стал ещё более приятным для восприятия. Пользователи могут выбрать одну из нескольких тем или выбрать новую локализацию на японском языке.

Шаблоны для создания сетки

Пошаговый шаблон «чистой» геометрии ANSYS Fluent ускоряет создание сетки, делая рабочий процесс гибким и удобным для пользователя благодаря наличию специальных задач. Возможно настроить шаблон с учетом лучших практик для повторного использования со сложной геометрией. Статистические данные показывают, что пользователи создают сетку по шаблону герметичной геометрии «Watertight Geometry», делая на 70 процентов меньше кликов и затрачивая на 50 процентов меньше времени на настройку сеточного генератора.

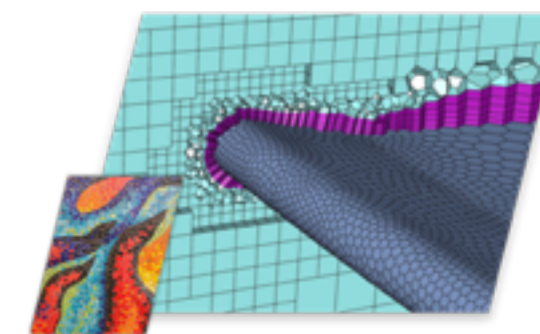
Отказоустойчивый шаблон «Fault-Tolerant Workflow» ускоряет создание сетки для негерметичных («грязных») геометрий с использованием «обертки» — слоя сетки, который покрывает поверхностные дефекты в геометрии. На создание сетки для негерметичных геометрий раньше уходило дни или даже недели, а теперь сетку для них можно создать за несколько часов с минимальными потерями точности моделирования.

Скорость и простота

Продуманные изменения пронизывают каждый экран, каждый шаг, превращая моделирование в удовольствие. Пользователи по достоинству оценят меньшее количество кликов, упрощенный ввод данных, возможность перетаскивания файлов, оптимизированные взаимосвязи и многое другое.

Технология мозаичной сетки

Fluent Meshing теперь включает в себя уникальную запатентованную технологию, которая обеспечивает более высокое качество результатов на более высоких скоростях. Эта технология мозаичного создания сетки позволяет создавать полиэдрические соединения между различными типами сеток для быстрого и точного разрешения потока. Недавно введенный метод Poly-Hexcore первым вообрал в себя эту методику для соединения вытянутых многогранных призм на границе со структурированными выровненными гексаэдрами в основном объеме. В тестовом моделировании крыла Формулы-1 мозаичная сетка имела меньше ячеек, обладая при этом лучшим качеством, требовала на 34% меньше памяти и на 47% меньше времени на расчет. При параллельном запуске Fluent Meshing мозаичная сетка строится до 10 раз быстрее.

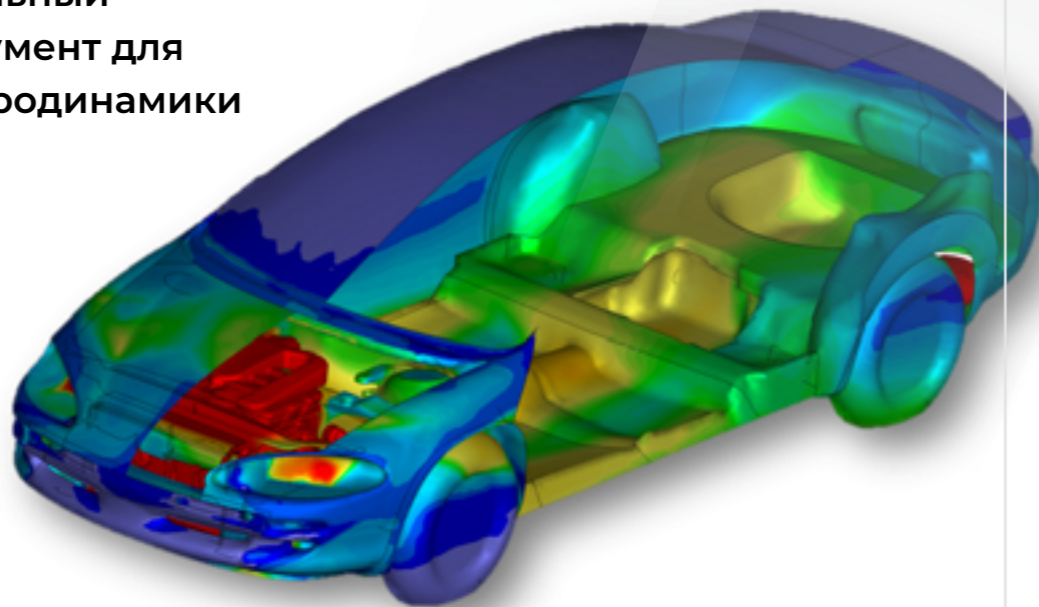


Пример мозаичной сетки Fluent Meshing

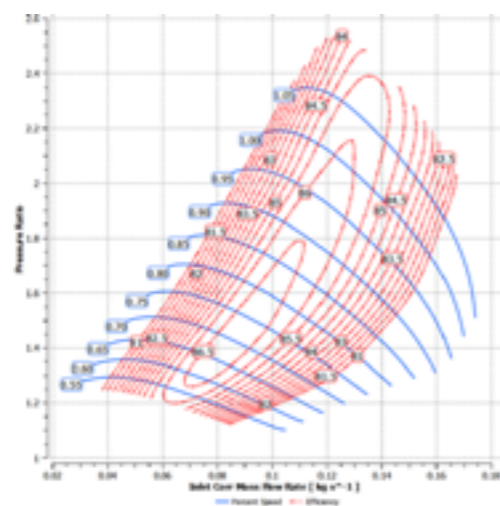
Высокопроизводительный программный инструмент для вычислительной гидродинамики

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Premium



ANSYS CFX- это высокопроизводительный программный инструмент для вычислительной гидродинамики (CFD), который быстро и надежно предоставляет точные результаты для широкого ряда CFD и междисциплинарных задач. CFX известен своей выдающейся точностью, надежностью и скоростью при моделировании турбомашин, таких как насосы, вентиляторы, компрессоры, газовые и гидравлические турбины.



Карта производительности

Основные возможности продукта

Гармонический расчет стал в 2 раза быстрее и теперь поддерживает мультичастотность

Гармонический анализ ускоряет решение нестационарных задач в многоступенчатых турбомашинах, рассчитывая всего один межлопаточный канал в венце и сокращая время вычислений в 100 раз (по сравнению с расчетом полного лопаточного венца) и в 25 раз (по сравнению с предыдущим методом преобразования Фурье).

Метод решения:

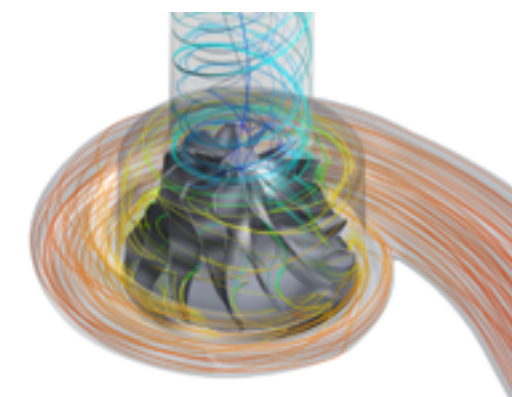
- Обеспечивает в 2 раза более быструю сходимость и более высокую устойчивость расчета
- Расширяет область применения для моделирования вентиляторов с неравномерностью течения на входе/выходе и моделирования асимметричных потоков в радиальных компрессорах и турбинах

Создавайте карты производительности в CFX

Карты производительности это результат ваших расчетов. Сейчас CFX позволяет создавать полноценные карты производительности в простом рабочем процессе. Используя простой формат файла карт производительности, CFX рассчитывает все необходимые результаты как если бы они были одиночным запуском расчета. Затем все данные организуются в общую папку для единого анализа.

Надежное моделирование кавитации без эмпирических параметров и отладки

Инженерам необходимо точно прогнозировать кавитацию в различных областях применения, таких как гидронасосы, дизельные топливные форсунки и системы ракетного топлива. Однако классические модели, такие как Rayleigh-Plesset, являются высокоэмпирическими и могут давать нефизические результаты, если необходимые параметры не будут тщательно настроены. Новый подход к моделированию кавитации в CFX использует модель равновесного фазового перехода и опирается только на свойства материала, чтобы надежно моделировать процесс кавитации без необходимости в эмпирических параметрах модели. Он обеспечивает физически реалистичное решение (например, отсутствие отрицательных абсолютных давлений) без дополнительной отладки и, естественно, включает в себя учет физики, такой как термодинамическое снижение напора и изменение давления насыщенного пара из-за колебаний температуры.

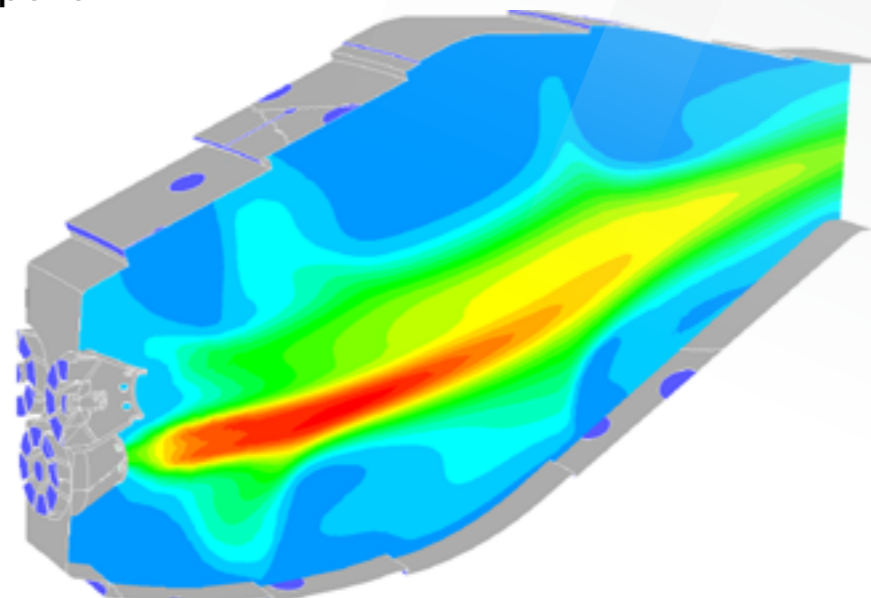


Моделирование турбины в ANSYS CFX

Chemkin-Pro

Решение для прогнозирования химических процессов в системе

ANSYS Chemkin Enterprise



Понимание и умение прогнозировать химические процессы в системе - ключевой момент в развитие конкурентоспособного продукта для решения задач теплообмена и гидродинамики.

Разработчики газовых турбин, котлов, и ДВС стремятся к снижению выбросов при гибкости механизмов по отношению к разным топливным смесям, для этого существующие системы и аппараты совершенствуются.

Одновременно с уменьшением выбросов преследуются цели по снижению выхода побочных продуктов при работе с задачами химического производства.

Полагаться на одно только тестирование для точной проверки производительности непозволительно, учитывая современные сложные конструкции и сокращенные циклы проектирования.

Моделирование детальных химических механизмов используется при оптимизации конструкций аппаратов при снижении выбросов и выхода побочных продуктов.

Основные возможности продукта

Reaction Path Analyzer

Программа Chemkin-Pro включает в себя инструмент Reaction Path Analyzer, позволяющий оценивать конкретный вклад химических реакций в процесс, выделять доминирующие реакции и выстраивать, а также визуализировать путь, по которому идет процесс.

Equivalent Reactor Networks

Инструмент Equivalent Reactor Networks (ERNs) производит расчет разветвленной сети реакторов, которые относятся к выделенным зонам рабочего пространства рассчитываемых промышленных аппаратов.

Extinction Model

При помощи инструмента Extinction Model в Chemkin-Pro пользователь может проанализировать стабильность пламени. Это важно при оценке выбросов NO при использовании предварительно перемешанной смеси.

Particle Tracking

Инструмент Particle Tracking рассчитывает процессы зародышеобразования и роста частиц сажи. Два независимых подхода дают пользователям возможность оценить размер частиц сажи, их плотность и распределение частиц по диаметрам, для количественной оценки выбросов сажи.

Библиотеки Flamelet

В Chemkin-Pro есть возможность с легкостью создавать библиотеки Flamelet для дальнейшего импорта в CFD решатель.

Расчет полос ошибок

Повысьте надежность результатов моделирования благодаря возможности расчета полос ошибок на основе заданных пользователем диапазонов точности ввода.

Библиотеки химических механизмов

Совместимость с программой Gamma Technologies GT-Suite 2016 дает пользователям возможность использовать библиотеки химических механизмов не только GT-SUITE но и Model Fuel Library.

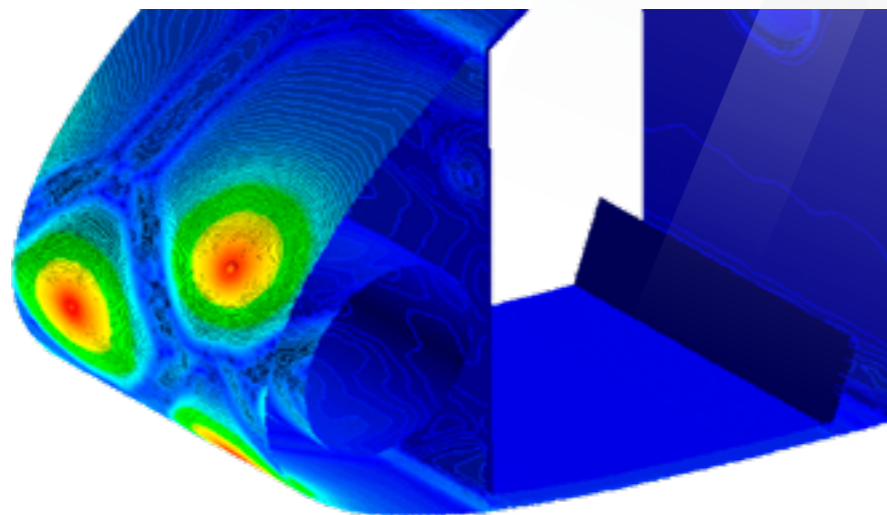


Моделирование дизельного двигателя в Chemkin и GT-SUITE

FENSAP-ICE

Моделирование обледенения в полете

ANSYS CFD Enterprise



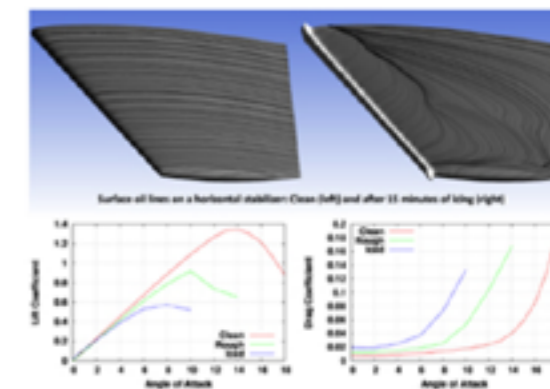
Обледенение в полете является критически важным аспектом при проектировании самолета, однако, это очень сложное физическое явление, которое чрезвычайно сложно воспроизвести с помощью дорогостоящих физических испытаний. Недавние изменения в нормативных документах и акцент в отрасли на особую опасность, создаваемую кристаллами льда и переохлажденными крупными каплями (SLD), еще больше усложнили процесс проектирования и время выхода на рынок новых самолетов и технологий. Коммерческие самолеты совершают полеты на высотах, где неблагоприятные метеорологические явления, такие как ледяные облака, редки и их, как правило, можно избежать. Но во время взлета и посадки они не могут избежать пересечения слоев атмосферы, где могут возникать неблагоприятные условия полета в самое неподходящее время: при низких скоростях и при больших углах атаки, когда даже небольшое обледенение может радикально ухудшить тщательно оптимизированные аэродинамические крылья и элементы

управления. Поэтому коммерческие самолеты оснащены системами защиты от обледенения и должны быть сертифицированы для безопасного полета в известных условиях обледенения.

FENSAP-ICE - это передовое трехмерное программное обеспечение для моделирования и помощи при сертификации с целью обеспечения улучшенных аэродинамических решений и решений для защиты от обледенения в полете экономически эффективным способом, охватывающим все пять основных аспектов обледенения в полете:

- Аэродинамика
- Взаимодействие с каплями и кристаллами льда
- Обледенение
- Ухудшение аэродинамики
- Противообледенительные системы

FENSAP-ICE совместим с широко используемыми сеточными генераторами на основе CAD моделей, поэтому он часто может использовать сетки, уже подготовленные для аэродинамических исследований. Не имея значительных геометрических ограничений, он применим к самолетам, вертолетам, беспилотникам, реактивными двигателям, гондолам, зондам, датчикам и другим системам. OptiGrid - это инструмент для оптимизации анизотропных сеток, который позволяет легко получать высококачественные результаты, независимые от сетки и пользователя.



Моделирование обледенения крыла

Основные возможности продукта

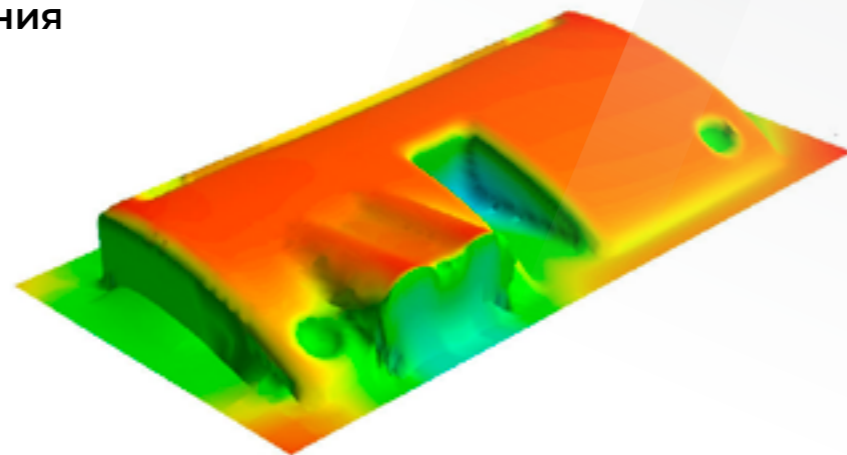
- **Аккреция льда**
Расчет формы и шероховатости разных типов обледенения: лед, иней или смешанный тип, на поверхностях самолетов начиная от крыльев и заканчивая датчиками.
- **Обледенение турбомашин**
FENSAP-ICE моделирует образование льда из-за попадания капель и кристаллов льда в воздушный тракт компрессоров турбовентиляторных двигателей.
- **Расчет деградации аэродинамических характеристик**
Оценка неблагоприятного воздействия обледенения на поверхности самолета, снижение отношения коэффициентов подъемной силы/сопротивления, загромождение проходных каналов в двигателе и многое другое.
- **Кристаллы льда и переохлажденные крупные капли**
FENSAP-ICE моделирует переохлажденные крупные капли и ледяные кристаллы неправильной формы в соответствии с сертификационными требованиями Приложения O и Приложения D.
- **Анализ системы противообледенения**
Оценка производительности электротепловой и воздушнотепловой противообледенительной системы для обеспечения защиты от неблагоприятных условий полета.
- **Оптимизация сетки в OptiGrid**
OptiGrid обеспечивает адаптацию сетки на основании расчета для получения высокоточных результатов на неструктурированных гибридных сетках с наименее возможными вычислительными затратами.

Polyflow

Инструмент для решения реологических задач

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Premium



Программа **ANSYS Polyflow** необходима для решения реологических задач, таких как экструзия простых и композитных материалов, волокон, термоформование, литье под давлением, формовка стекла, бетонов. Компании используют Polyflow для минимизации затрат на создание прототипов при экструзии и натурной минимизации толщины стенок сосудов получаемых при литье под давлением.

Polyflow решает также задачу обратную экструзии при помощи специальных оптимизационных алгоритмов, значительно быстрее, чем используя натурные тесты. Все это приводит к сокращению затрат и экономии времени. Качество продуктов можно улучшать при совместном использовании Polyflow и ANSYS Mechanical, вырабатывая максимально наилучшую конструкцию методом проб и ошибок, без привлечения производственных мощностей.

Polyflow может работать совместно с оболочкой AIM содержащей простой интерфейс доступный для всех инженеров, как расчетчиков, так и конструкторов. AIM исключает разрыв между конструктивом изделия и средой расчета реологических свойств и параметров потока.

Основные возможности продукта

Разработка упаковки

Разрабатывайте упаковки лучшего качества. Polyflow позволит обнаружить минусы в конструкции и исправить их до начала производственного цикла, увеличить прочность и сделать упаковку легче.

Сокращение затрат

Сокращайте затраты проведение натурных испытаний по экструзии, за счет уменьшения числа итераций в решении задач до 50%.

Библиотека реологических материалов

Polyflow содержит обширную библиотеку реологических материалов.

Модели радиационного теплообмена

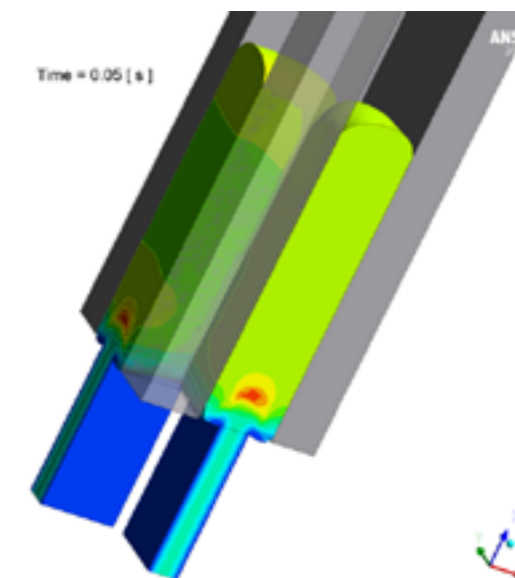
Polyflow поддерживает модели радиационного теплообмена и его влияние на реологические процессы происходящие с материалом.

Оценка параметров потока

Polyflow может быть использован при проведении связанных междисциплинарных задач, подключается к модулям FSI для оценки гидродинамических, реологических параметров потока и механических параметров окружающих конструкций.

Проведение оптимизационных расчетов

В Polyflow есть инструменты для проведения оптимизационных расчетов.



Наполнение устройства пеной, Polyflow

Программа для расчета двигателей внутреннего сгорания

ANSYS CFD Premium

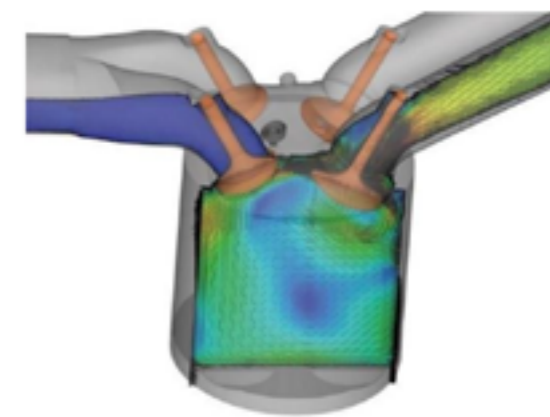


В сравнении со старыми версиями программ компьютерной гидродинамики для расчета ДВС модуль Forte производит расчеты воспламенения и выбросов с большей точностью и скоростью.

- В ANSYS Forte сетка строится автоматически, также есть встроенные методы адаптации сетки и динамического перестроения, на что раньше уходило много временных ресурсов.
- Многокомпонентные модели испаряющихся топлив используются при последовательном моделировании гидродинамики спреев и разбрызгивания при учете кинетики химических реакции при сгорании топлива.
- Новые подходы к моделированию спреев и разбрызгиванию сокращают зависимость точности решения от размера расчетных элементов сетки и размера временного шага. Это нововведение дает возможность рассматривать процессы зародышеобразования и образования частиц сажи без дополнительных временных задержек.
- Результаты расчетов в ANSYS Forte могут теперь быть просмотрены в более совершенной постобработке ANSYS EnSight.

Масштабирование задач ДВС с моделированием спреев, химии и горения показывает 2х кратное ускорение при распараллеливании по сравнению с ранними решателями. Логика подсказывает, что учёт всех этих топливных компонентов и механизмов должен обязательно идти в ущерб скорости счёта, но в данном случае такая логика ошибочна. Компромисс между точностью и скоростью счёта устраняется за счёт применения метода разреженных матриц, золотого стандарта в области моделирования химической кинетики.

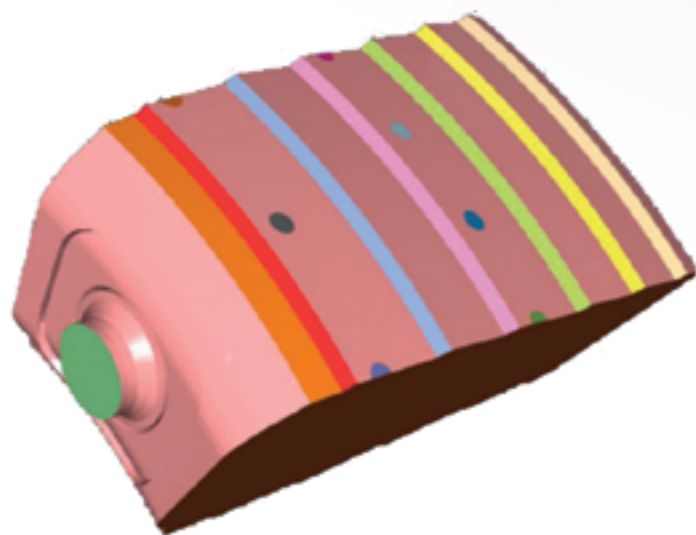
Численный алгоритм ANSYS Forte производит динамическую кластеризацию ячеек, которая позволяет группировать ячейки с одинаковым термохимическим состоянием на каждом шаге по времени для исключения дублирующих расчётов. Кроме того, алгоритм Dynamic Adaptive Chemistry автоматически редуцирует кинетический механизм в процессе счёта на каждом временном шаге. Используя минимально необходимую часть кинетического механизма в определённые моменты времени, можно значительно сократить время счёта без потери точности.



Визуализация модуля и векторов скорости в секущей плоскости, проходящей через центр впускного клапана

Reaction Workbench

Расширение программного продукта ANSYS CHEMKIN для создания оптимальных моделей топливной смеси

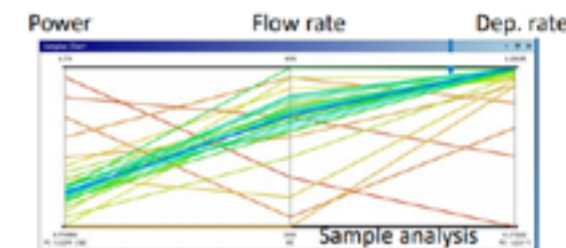


ANSYS Reaction Workbench является расширением программного продукта ANSYS Chemkin. Он позволяет создавать оптимальные суррогатные модели топливной смеси, соответствующая всем физическим и химическим свойствам топлива. Можно проводить автоматическое комбинирование базовых и вспомогательных кинетических механизмов, используя инструменты Reaction Workbench. Кроме того, Reaction Workbench позволяет осуществлять полный контроль над процессом редуцирования кинетических механизмов. Пользователи выбирают целевые характеристики, представляющие наибольший интерес (например, скорость пламени, задержка зажигания, образование NOx, сажи и т.д.) и максимально допустимую погрешность

для каждой из характеристик. Reaction Workbench автоматизирует применение методов, в которых осуществляется редуцирование кинетических механизмов для достижения определенных целей моделирования. В результате пользователи получают оптимальный кинетический механизм, который не уступает в точности по отношению к подробному механизму.

Использование точной топливной модели в работе позволяет принять верное решение в сжатые сроки.

Reaction Workbench предлагает широкий набор инструментов, которые позволяют осуществлять полный контроль над редуцированными кинетическими механизмами. Также существует возможность использовать подробные кинетические механизмы для моделирования специфических задач. Reaction Workbench имеет инструмент под названием Surrogate Blend Optimizer, который позволяет задать правильное сочетание чистых компонентов, соответствующих конкретным физическим и химическим свойствам. Также в Reaction Workbench с помощью базового механизма комбинирования, вы сможете с легкостью создавать различные суррогатные топливные смеси. Кроме того, вы можете решить какие параметры имеют для вас ключевое значение (например, скорость пламени, задержка зажигания, образование NOx, сажи и т.д.), а также определить максимально допустимый уровень ошибки при редуцировании кинетических механизмов. Reaction Workbench позволяет автоматизировать использование хорошо проверенных алгоритмов редуцирования для создания кинетического механизма, отвечающего требованиям конкретной задачи, и имеющего возможность совместного применения с такими продуктами, как ANSYS Forte или ANSYS Energico (используется для моделирования газовых турбин).



Решение оптимизационной задачи

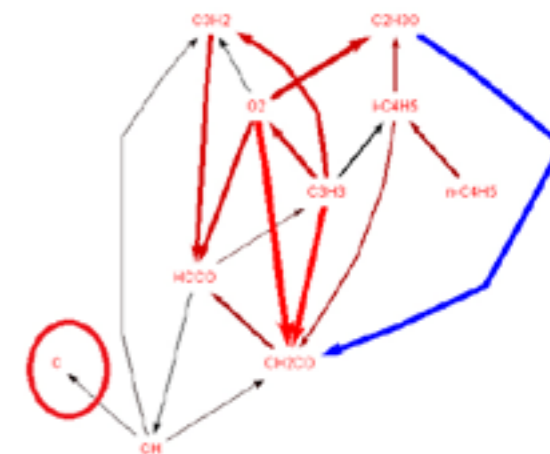
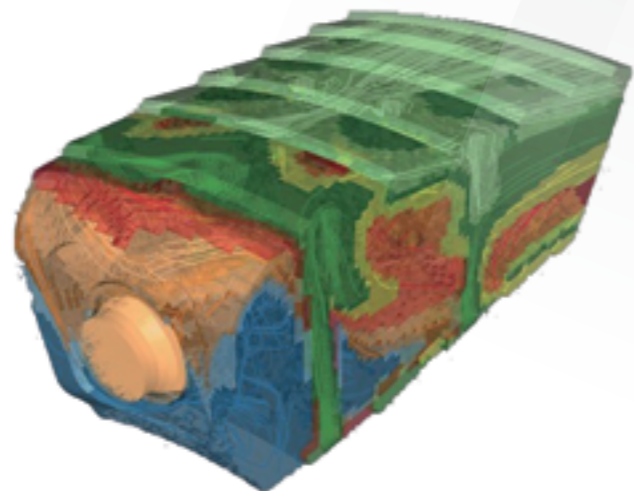


Диаграмма конкурентного вклада реакций в процесс сажеобразования

Energico

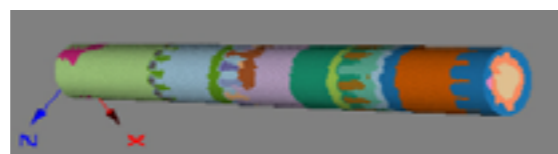
Модуль программного продукта ANSYS CEMKIN для моделирования процессов горения



ANSYS Energico позволяет с легкостью связать подробные кинетические механизмы горения с вычислительной гидродинамикой (CFD) для точного моделирования процессов горения. Данный программный продукт позволяет воспользоваться преимуществами применения полного механизма реакций горения без ущерба разрешения сложной динамики жидкости. Energico позволяет повысить скорость разработки систем сжигания топлива, при применении подробных кинетических механизмов, используя минимальное количество экспериментальных данных, необходимых для проверки конструкции системы.

Energico позволяет рассчитывать:

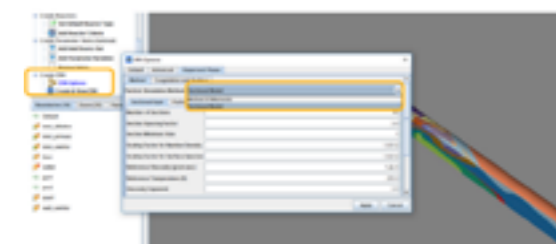
- Камеры сгорания газовых турбин.
- Горелки котельных и печей.
- Мусоросжигательные печи.



Зоны реагирования в Energico

Ключевые особенности ENERGIKO

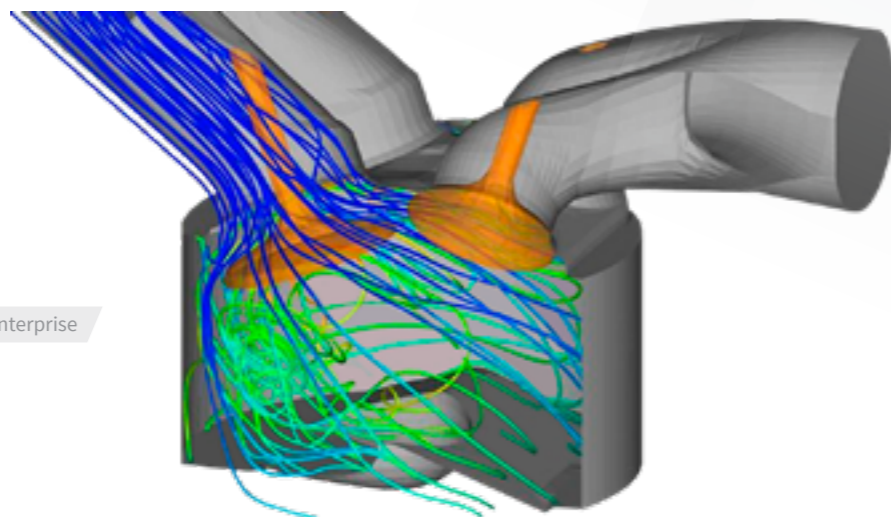
- Моделирование химических процессов, происходящих в системах сжигания, использующих топливо различного состава
- Быстрое и точное прогнозирование вредных выбросов в современных камерах сгорания
- Определение характеристик срыва пламени
- Оценка влияния условий эксплуатации (например, состав топлива) на производительность систем сжигания топлива
- Прямая загрузка .CAS/.DAT файлов ANSYS FLUENT для быстрой и легкой настройки задачи



Расчет линий тока дискретных частиц

Model Fuel Library

Кинетические модели горения топлива



ANSYS CHEMKIN Enterprise

ANSYS Enterprise

ANSYS Enterprise Solver

В настоящее время конструкторы стремятся к достижению минимизации выбросов и увеличению КПД сильнее чем когда либо ранее. Теоретически моделирование процессов горения может существенно снизить затраты на разработку двигателей нового поколения, единственным препятствием является неполнота химических механизмов используемых в ходе расчетов. Обычно, используются сокращенные механизмы при описании процессов горения. Их недостатком является затраты на калибровку модели для улучшения ее адекватности. Альтернативные способы, которые используются в таких дополнительных модулях, как ANSYS Forte и ANSYS Chemkin-Pro предполагают работу с более сложными химическими механизмами при сохранении затрат на вычислительные

ресурсы. Это достигается за счет использования новых алгоритмов и моделей представленных в топливной библиотеке ANSYS.

$$\frac{C_p}{R} = a_1 T^2 + a_2 T + a_3 + a_4 T^{-1} + a_5 T^{-2} + a_6 T^{-3}$$

$$\frac{H}{RT} = -\frac{a_1}{T^2} + \frac{a_2}{T} \ln(T) + a_3 + \frac{a_4}{2} T + \frac{a_5}{3} T^2 + \frac{a_6}{4} T^3 + \frac{a_7}{5} T^4 + \frac{b_1}{T}$$

$$\frac{S}{R} = -\frac{a_1}{2} T^{-2} - a_2 T^{-1} + a_3 \ln(T) + a_4 T + \frac{a_5}{2} T^2 + \frac{a_6}{3} T^3 + \frac{a_7}{4} T^4 + b_2$$

Поддержка формата NASA-9

Основные особенности продукта

Разработано под руководством топливного консорциума

ANSYS Model Fuel Library была разработана по стандартам топливного консорциума, образованного в 2006-2012 годах. Таким образом, одна и та же библиотека данных может быть использована различными компаниями входящими в этот консорциум, а также обновляться в соответствии с нововведениями в механизмах и моделях.

Более 60 механизмов включено в библиотеку

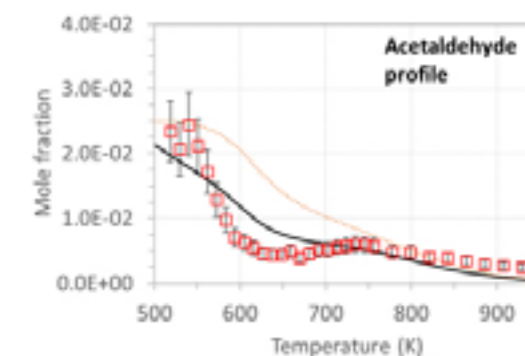
Топливная библиотека содержит в своем составе более 60 механизмов, относящихся к разным типам топлива, среди которых: газойли, дизель, ракетное топливо, природный и синтез газы, биогазы. Среди механизмов доступных в топливной библиотеке есть также суррогатные механизмы, более подробные и сложные в сравнении с урезанными (reduced).

Инструменты упрощения механизмов Chemkin-Pro и Reaction Workbench

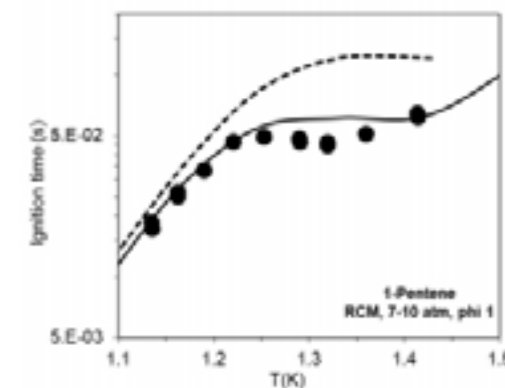
Инструменты Chemkin-Pro можно использовать для упрощения и оптимизации детальных химических механизмов. Инструмент оптимизации суррогатных механизмов расположенный в Chemkin-Pro упрощает модель топлива до тех пор, пока она не будет удовлетворять заявленным пользователем требованиям. В программе Reaction Workbench по аналогичному принципу идет упрощение уже более сложных детальных механизмов.

Совместим с программами ANSYS

ANSYS Model Fuel Library совместима со всеми модулями пакета программ ANSYS, а именно с ANSYS Chemkin-Pro, Reaction Workbench, Energico, ANSYS Forte и ANSYS Fluent. ANSYS Model Fuel Library позволяет учитывать сложные механизмы при моделировании топлив и топливных смесей.



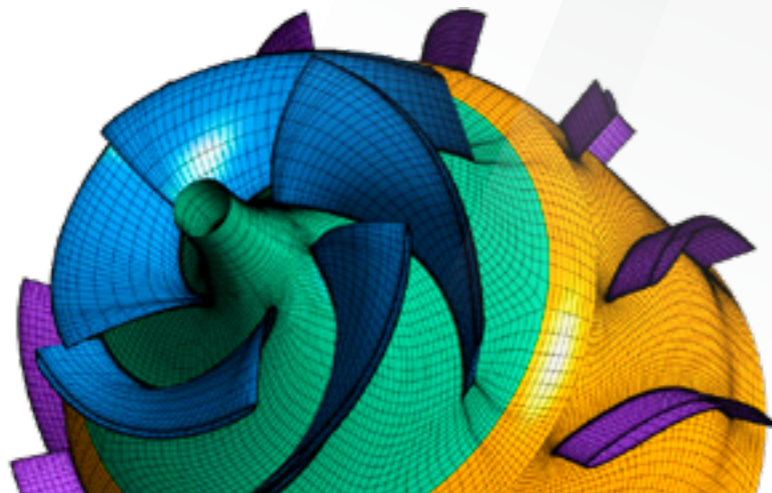
В MFL доступны альдегиды



В MFL доступны алкены

Инструменты для моделирования турбомашин

Моделирование турбомашин в ANSYS с помощью специализированных, простых в использовании инструментов для быстрой подготовки геометрической и сеточной модели высокоэффективных лопаточных аппаратов.



ANSYS TurboGrid

ANSYS TurboGrid автоматизирует создание высококачественной гексаэдрической сетки для межлопаточных каналов турбомшины. В результате TurboGrid минимизирует сеточную зависимость при оценке различий в производительности между различными конструктивными исполнениями. Надежная окружающая среда и общесистемное управление параметрами, предоставляемые ANSYS Workbench, дополнительно автоматизируют и стандартизируют процесс полного расчета турбомашин, от проектирования геометрии до создания сетки.



Геометрия лопаток турбины

ANSYS CFD Premium

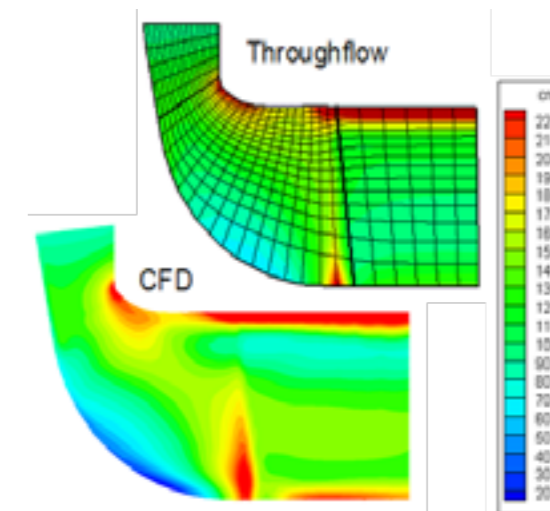
ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD PrepPost

ANSYS Vista TF

Программное обеспечение ANSYS Vista TF - это идеальный инструмент для быстрого и надежного аэродинамического и гидродинамического проектирования лопаточного аппарата. Время расчета составляет всего несколько секунд, что позволяет быстро разработать форму лопаток, которая позволит достичь требуемую производительность. Vista TF вносит большой вклад на ранних этапах проектирования, во время которых легче всего вносить изменения, и очень важно правильно установить базовую конструкцию.

ANSYS Vista TF

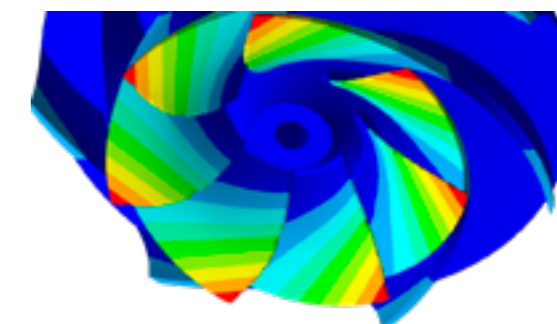


Сопоставление быстрого расчёта в ANSYS Vista TF и подробного расчёта CFD

ANSYS BladeModeler

Программное обеспечение ANSYS BladeModeler это специализированный, простой в использовании инструмент для быстрого трехмерного проектирования компонентов турбомашин. BladeModeler используется для проектирования осевых, диагональных и радиальных турбомашин таких как насосы, компрессоры, вентиляторы, воздуходувки, турбины, турбокомпрессоры, детандеры и другие.

ANSYS Blade Modeler



Трехмерное проектирование компонентов турбомшины



ЭЛЕКТРОНИКА

- Электромагнетизм
- Электроника
- Теплообмен
- Электромеханика

Использование **ANSYS** для расчета электромагнитных полей позволяет инженерам значительно быстрее разрабатывать и выпускать на рынок свои передовые разработки. В современном мире высокопроизводительной электроники и систем электрификации нельзя игнорировать влияние электромагнитных полей на цепи и системы.

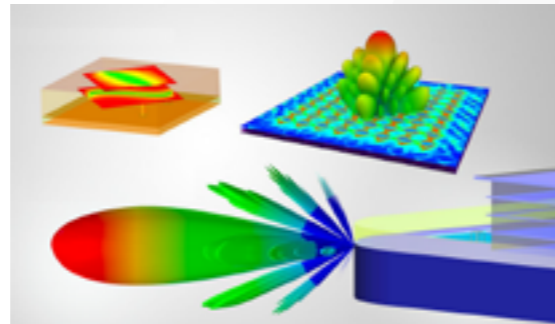
Программное обеспечение **ANSYS** имеет возможности для моделирования электромагнитных характеристик компонентов, схем и систем, а также для оценки температуры, вибрации и других критических механических воздействий.

Моделирование с **ANSYS** помогает успешно реализовывать проекты с первого раза для современных систем связи, высокоскоростных электронных устройств, электромеханических компонентов и систем силовой электроники.

Возможности Ansys для моделирования электроники

Беспроводная связь

Программное обеспечение ANSYS для расчета высокочастотных электромагнитных полей позволяет проектировать и получать характеристики антенн и их компонентов. Платформа ANSYS предоставляет функционал для полного анализа беспроводных систем следующего поколения.



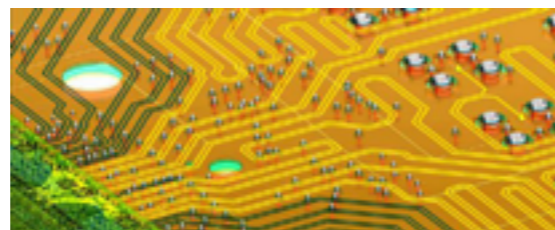
Расчет электродинамических параметров беспроводных устройств

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS

Печатные платы

Система ANSYS для анализа печатных плат позволяет анализировать целостность питания, целостность сигналов, а также проводить анализ электромагнитных помех и электромагнитной совместимости высокоскоростных электронных устройств. Существует возможность автоматического теплового анализа и интегрированного структурного анализа.



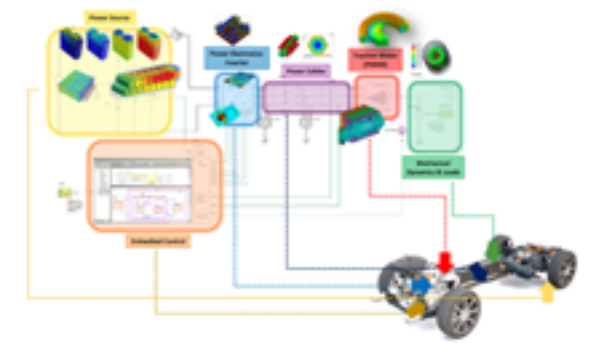
Анализ печатных плат и интегральных микросхем

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium SIwave

Электромеханика и силовая электроника

Программное обеспечение ANSYS для анализа компонентов силовой электроники и электромеханики идеально подходит для устройств, которые зависят от надежной интеграции двигателей, датчиков и исполнительных механизмов с электронным управлением. Программное обеспечение ANSYS имитирует взаимодействие между этими компонентами, а процесс проектирования включает тепловой и механический анализ для оценки стратегий охлаждения и анализа критических механических воздействий, таких как шум-вибрация-жесткость (NVH).



Моделирование системного уровня силовой установки электроавтомобиля

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium Icepak

ANSYS Electronics Premium Maxwell

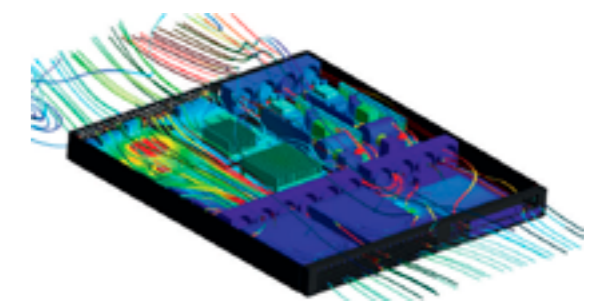
ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor

ANSYS Mechanical CFD Maxwell

ANSYS Mechanical Maxwell

Терморегулирование в электронике

Решения ANSYS Electronics для анализа температурных режимов используют передовые технологии решатели с надежной автоматической сеткой, что позволяет быстро решать задачу смешанного теплообмена с жидкостным, конвективным и принудительным воздушным охлаждением. ANSYS помогает разрабатывать системы охлаждения, чтобы избежать чрезмерных температурных воздействий, которые ухудшают производительность IC-пакетов, печатных плат, элементов силовой электроники и электродвигателей.



Расчет охлаждения сервера

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS Electronics Premium Icepak

ANSYS Electronics Premium Maxwell

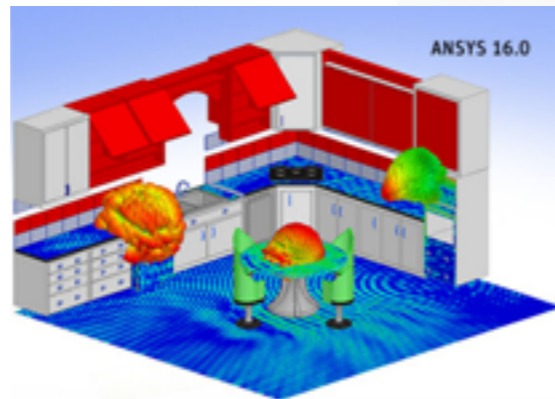
Применение Ansys для моделирования электроники

Антенны

«Интернет вещей», «Носимая электроника», 5G, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и автомобильные радары - это новые приложения, в которых интегрированы радиочастотные интерфейсы и элементы беспроводной связи. ANSYS предоставляет функционал моделирования для проектирования антенн и беспроводных систем.

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS



Моделирование беспроводных сетей

Анализ влияния объектов на работу антенн

В ANSYS HFSS доступна новая мощная опция для решения электромагнитных полей - SBR+. Этот аппарат позволяет рассчитывать параметры антенн, установленных на электрически больших платформах.

Комбинация SBR+ решателя с методом конечных элементов позволяет анализировать антенные характеристики устройств и выбирать оптимальные места размещения антенн.



Моделирование, расчет 5G и IoT - систем

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS

Автомобильные радары

Программные продукты ANSYS позволяют анализировать сложные сценарии работы автомобильного радара, используя мощные и точные методы ANSYS HFSS SBR+. Инженеры могут рассчитывать передовые автомобильные радарные системы ADAS и оценить их работы в сложном сценарии вождения.



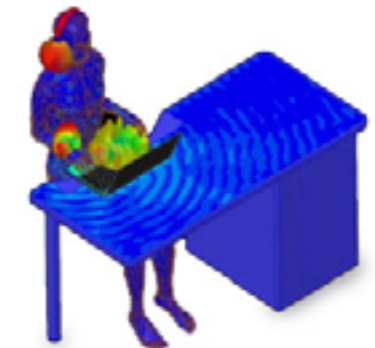
Моделирование беспроводных устройств и систем

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS

Радиочастотные помехи

Быстро растущее число беспроводных устройств и их ограниченный спектр работы приводит к увеличивающейся вероятности того, что системы связи будут мешать друг другу и ухудшать производительность соседних радиосистем. Опция ANSYS RF Option включает EMIT, ведущее в отрасли программное обеспечение для прогнозирования радиочастотных помех.



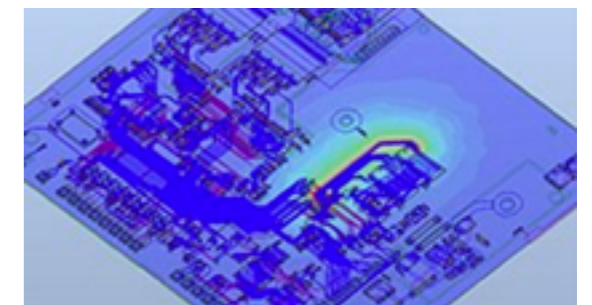
Прогнозирование радиочастотных помех

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS

Целостность питания

Инструменты моделирования ANSYS позволяют анализировать мощность микросхем, автоматически прогнозировать рабочие характеристики переменного тока и потери мощности постоянного тока. Снижения тепловых помех обеспечивает целостность питания интегральных схем и печатных плат, обеспечивая тем самым высокую производительность и надежность.



Моделирование антенн, размещенных на объектах с помощью SBR+

ANSYS Electronics Enterprise

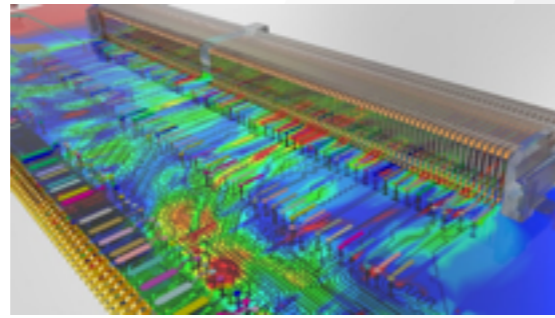
ANSYS Electronics Premium SIlwave

ANSYS Electronics Premium Icepak

ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor

Целостность сигналов

ANSYS предоставляет полный набор инструментов, которые помогают выявлять проблемы целостности сигналов на ранних этапах цикла проектирования электронных интегральных схем, печатных плат, разъемов и переходных отверстий. Продукты для анализа целостности сигналов ANSYS помогают находить проблемы электромагнитных помех, целостности сигналов и целостности электропитания, что позволяет вашей команде разработчиков оптимизировать производительность системы перед сборкой и тестированием.

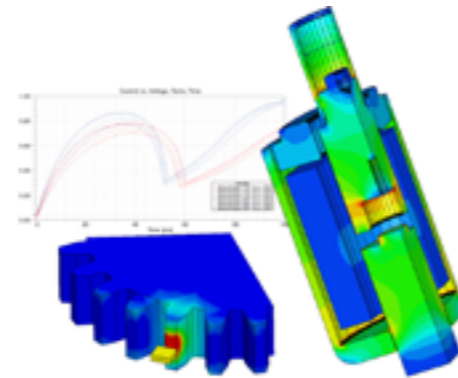


Обнаружение электромагнитных помех

ANSYS Electronics Enterprise ANSYS Electronics Premium HFSS ANSYS Electronics Premium SIwave
ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor

Низкочастотная электроника

Анализ датчиков, электромагнитов, трансформаторов и других электромагнитных и электромеханических устройств. Программное обеспечение ANSYS для низкочастотного моделирования электромагнитного поля позволяет точно рассчитывать критические параметры конструкции, автоматически, быстро и точно создавать точные модели устройств для моделирования системного уровня.

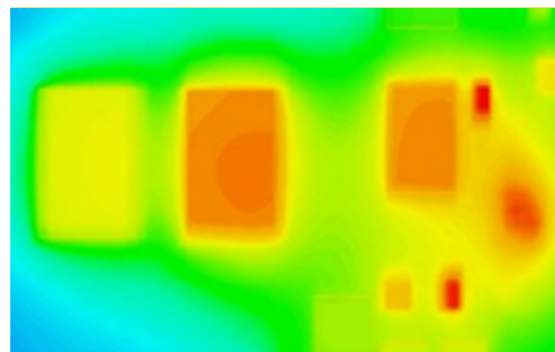


Разработка магнитных систем

ANSYS Electronics Enterprise ANSYS Electronics Premium Maxwell

Охлаждение электроники

ANSYS предоставляет продукты для моделирования охлаждения электроники и теплового анализа микросхем, печатных плат, а также для анализа термомеханических напряжений. Инструменты моделирования ANSYS помогают предсказывать и устранять избыточный нагрев, который может привести к сбоям и авариям.

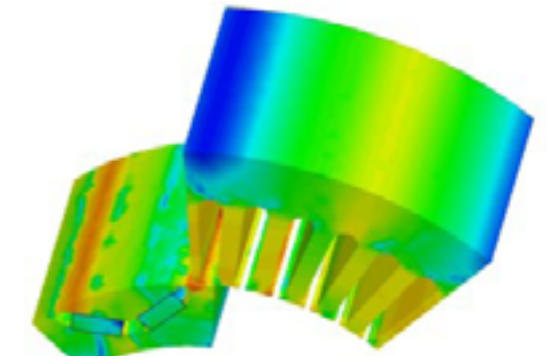


Тепловой анализ микросхемы

ANSYS Electronics Enterprise
ANSYS Electronics Premium Icepak

Электрические машины

ANSYS предлагает комплексную платформу проектирования двигателей, которая позволит снизить стоимость проектирования, оптимизировать размеры, шум, эффективность и долговечность. Решения ANSYS для проектирования двигателей обеспечивают точный электромагнитный, тепловой и механический анализ в сочетании с симуляторами электронных схем и встроенными программными инструментами для анализа всей системы привода.

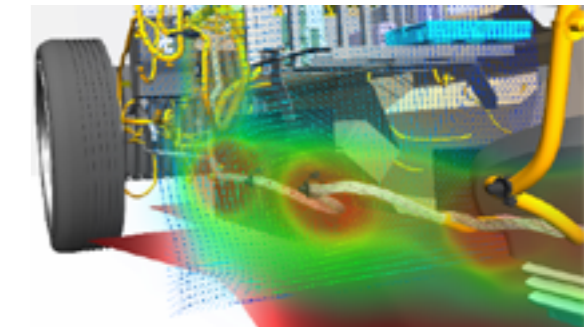


Проектирование двигателя

ANSYS Electronics Enterprise ANSYS Electronics Premium Icepak ANSYS Electronics Premium Maxwell
ANSYS Mechanical CFD Maxwell ANSYS Mechanical Maxwell ANSYS Motor-CAD Enterprise

Электромагнитная совместимость

Электромагнитные и схемотехнические технологии ANSYS позволяют инженерам снизить потенциальные проблемы, связанные с электромагнитными помехами уже на ранних этапах проектирования. Автоматизированные рабочие процессы в ANSYS Electronics Desktop используют геометрические модели из механических CAD (MCAD) и электрических CAD (ECAD) для анализа комплектов электрических устройств, повышая их помехоустойчивость и приведение в соответствие стандартам EMC с использованием единой платформы моделирования.

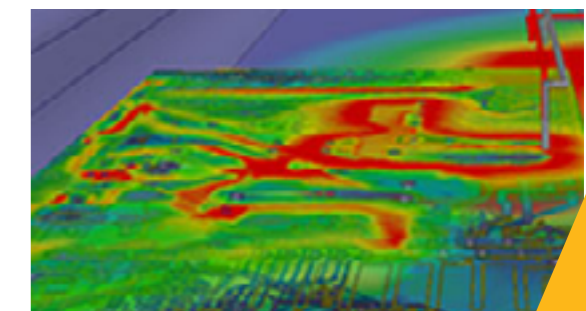


Анализ электрических устройств автомобиля

ANSYS Electronics Enterprise ANSYS Electronics Premium HFSS ANSYS Electronics Premium SIwave
ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor

Анализ надежности электроники

Продукты ANSYS охватывают большое количество вопросов надежности электроники и позволяют проводить междисциплинарный анализ.



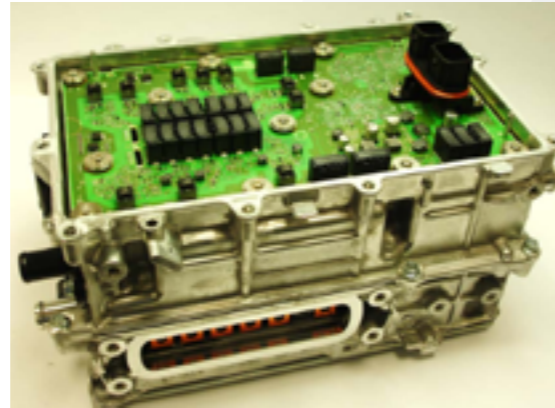
Мультифизический анализ электроники

ANSYS Electronics Enterprise
ANSYS Mechanical CFD Maxwell
ANSYS Electronics Premium Icepak

Силовая электроника

От электрического привода до источников питания и роботизированных систем, ANSYS - это выбор для разработчиков силовой электроники во всем мире.

С помощью решений для проектирования силовой электроники ANSYS инженеры могут с первого раза создавать эффективные, оптимизированные конструкции за меньшее время и с меньшими затратами.



Инвертор электропривода

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium Icepak

ANSYS Electronics Premium Maxwell

ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor

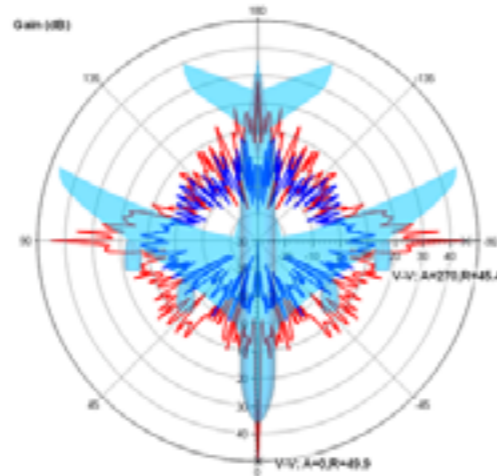
Расчет ЭПР объектов

Мощные решатели, такие как HFSS SBR +, позволяют рассчитывать радиолокационные сигнатуры очень больших целей. Инженеры могут выполнять расчеты ЭПР объектов с целью анализа их обнаружения.

В качестве транспортных средств могут выступать автомобили, самолеты и даже корабли. Также это позволяет проектировать объекты с минимальными параметрами обнаружения.

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS



Анализ радиолокационных характеристик объектов

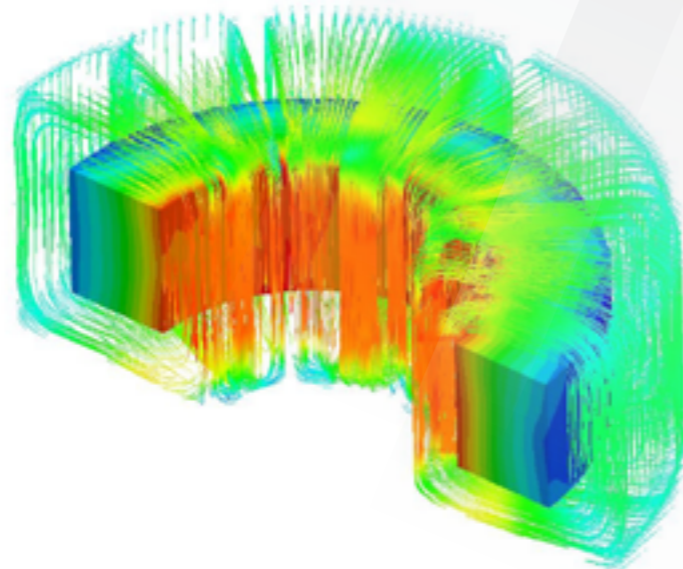
Продукты ANSYS для моделирования электромагнетизма

- ANSYS MAXWELL
- ANSYS HFSS
- ANSYS SIWAVE
- ANSYS MOTOR-CAD
- ANSYS Q3D EXTRACTOR
- ANSYS ICEPAK
- ANSYS SHERLOCK

Мощный инструмент для моделирования электромагнитного поля

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium Maxwell



ANSYS Maxwell - ведущее в отрасли программное обеспечение для моделирования электромагнитного поля для проектирования и анализа электродвигателей, электромагнитов, датчиков, трансформаторов и других электромагнитных и электромеханических устройств.

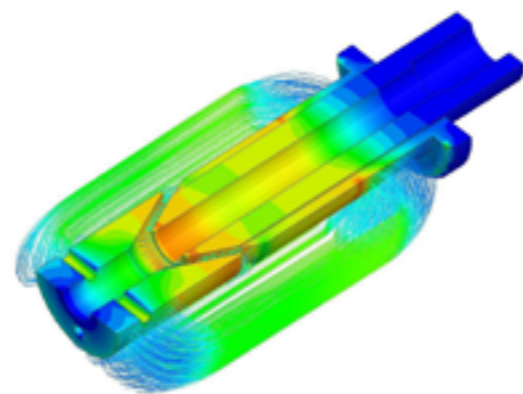
С помощью Maxwell вы можете точно определить нелинейное, переходное движение электромеханических компонентов и их влияние на схему привода и систему управления. Используя передовые решатели

электромагнитных полей Maxwell и их связь с цепями силовой электроники в системном уровне моделирования, вы можете понять производительность электромеханических систем задолго до создания аппаратного прототипа. Эта виртуальная электромагнитная лаборатория дает вам важное конкурентное преимущество за счет более быстрого выхода на рынок, снижения затрат и повышения производительности системы.

Основные возможности продукта

Низкочастотное моделирование электромагнитного поля

Моделирование магнитных переходных процессов в задачах с движением, переменного электромагнитного поля, магнитостатики, электростатики, растекания постоянного тока и электрических переходных процессов.



Магнитная система форсунки

Автоматическая адаптивная сетка

Контроль ошибки вычисления производится на основании адаптивного уплотнения сеточной модели с минимальным участием пользователя.

Высокопроизводительные вычисления

Решение задач большой размерности максимально быстро и точно с помощью современных техник HPC, которые оптимизированы для одноядерных машин и масштабируемы для использования преимуществ на мощных кластерах.

Моделирование многодоменных систем

Анализ электромагнитных компонентов в интегрированных многодоменных моделях системного уровня

Междисциплинарные расчеты

Maxwell глубоко интегрирован в портфолио ANSYS для моделирования связанных междисциплинарных задач, таких как конструкционная прочность, теплообмен, виброакустика, магнитная гидродинамика.

Автоматизированный дизайн

Использование готовых параметризованных частей для создания моделей электрических машин, трансформаторов и индукторов.

Optimetrics

Позволяет быстро определить оптимальные значения для критических параметров проектирования, выполнить подробный анализ чувствительности и статистический анализ.

Усовершенствованное моделирование электромагнитных материалов

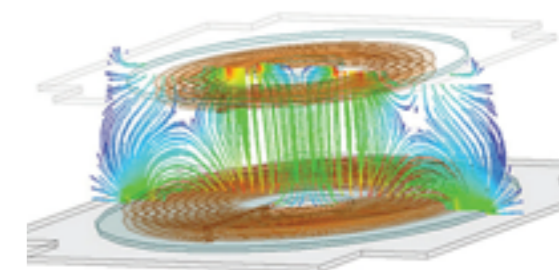
Моделирование потерь в шихтованных пакетах, гистерезиса, магнитоstriction и постоянных магнитов, зависящих от температуры.

Библиотека материалов GRANTA

Легкий доступ к материалам с едиными свойствами из рабочего места ANSYS Electronics Desktop: электромагнитные, механические и теплофизические.

Electronics Desktop

Единая платформа для электромагнитного, электромеханического, схмотехнического и системного моделирования. HFSS, Maxwell, Q3D Extractor, Icepak и Simplorer встроены в Electronics Desktop, который служит универсальным пре- и постпроцессором для этих инструментов.



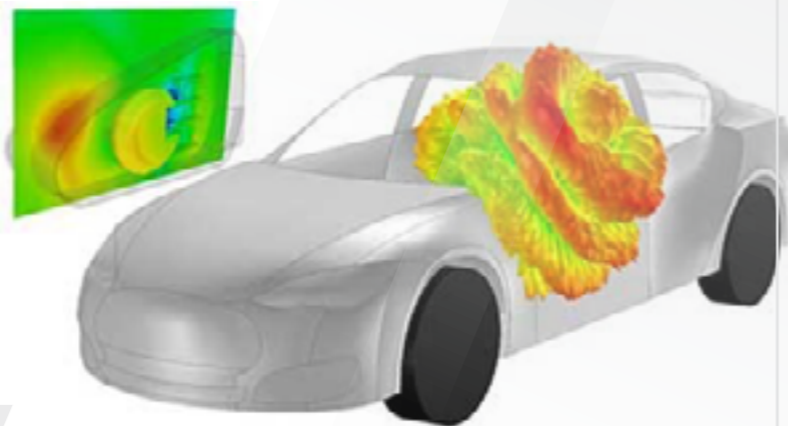
Моделирование электромагнитного поля

Трехмерный электромагнитный структурный симулятор для беспроводных систем

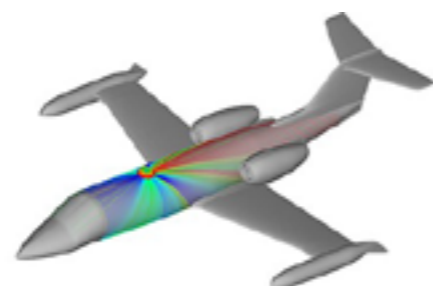
ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium HFSS

ANSYS HFSS это 3D электромагнитный (EM) симулятор для разработки и расчета высокочастотных электронных продуктов, таких как антенны, антенные решетки, высокочастотные и микроволновые компоненты, высокоскоростные коннекторы и переходники, фильтры, печатные платы и так далее. Инженеры по всему миру используют ANSYS HFSS для разработки электроники в системах связи, радаров, системах помощи водителю (Driver Assistance Systems - DAS), спутниковых системах, интернете вещей (Internet-of-Things - IoT) и множестве других цифровых устройств. **HFSS** (High Frequency Structure Simulator) использует универсальные решатели электромагнитных полей и интуитивно-понятный графический интерфейс. Программный продукт отличается высокой производительностью и позволяет производить глубокий анализ электромагнитных полей в объемных структурах. Благодаря интеграции с инструментами ANSYS для термического, структурного и гидродинамического анализа, HFSS обеспечивает и полный мультифизический анализ электронных продуктов, обеспечивая их надежность. На сегодняшний день HFSS является синонимом стандарта точности в области решения электродинамических задач за счет технологии автоматического адаптивного построения сетки и наличия сложных решателей полей. Кроме того, расчеты можно ускорить с помощью технологии высокопроизводительных



вычислений (HPC). ANSYS HFSS строит надежную автоматически адаптивную сетку, позволяя инженерам сосредоточиться на модели устройства, а не тратить время на определение и создание лучшей сетки. Эта автоматизация и гарантированная точность отличают HFSS от всех других продуктов электромагнитного моделирования, которые требуют ручного управления сеткой и решателями, чтобы гарантировать, что сгенерированная сетка является подходящей и точной. С помощью ANSYS HFSS физика определяет сетку, а не сетка определяет физику. ANSYS HFSS является ведущим инструментом электромагнитного анализа и виртуального проектирования антенны и СВЧ-систем. Продукт сокращает время и циклы проектирования, повышает надежность и производительность конечного продукта.



Моделирование размещения антенн и визуализация полей

Основные возможности продукта

Высокочастотные электромагнитные решатели

Полное электродинамическое моделирование конечного продукта, используя постоянно развивающиеся технологии расчета полей.

Построение надежной и автоматически адаптивной сетки

В HFSS сетки создаются автоматически, обеспечивая эффективное моделирование и высокую точность результатов.

Возможность создания 3D компонентов

3D компоненты можно использовать в различных проектах и передавать их различным производителям и разработчикам.

Усовершенствованные технологии моделирования фазированных антенных решеток

Расчет антенны с фазированной решеткой со всеми электромагнитными эффектами, с учетом межэлементных связей и краевых эффектов.

Высокопроизводительные вычисления (HPC - High-Performance Computing)

Моделирование с большей скоростью и высокой точностью. Возможности HPC оптимизированы для одноядерных машин и могут легко масштабироваться для использования полной мощности кластера.

Электромагнитная совместимость

Определение области потенциальных помех в конструкции печатной платы.

Оптимизированная пользовательская среда

Полнофункциональный трехмерный твердотельный моделер и интерфейс позволяют эффективно работать над геометрией в процессе разработки устройств или импортировать и редактировать 3D CAD геометрию из множества совместимых форматов.

Радиочастотные системы и схемы

Возможности моделирования радиочастотных систем, цепей и схем позволяют проводить комплексный анализ радиосигналов, как аналоговых, цифровых, так и смешанных.

Целостность сигналов и целостность питания

Полнофункциональная среда для анализа целостности мощности и целостности сигнала, включая нелинейный анализ цепей и переходных процессов.

Electronics Desktop

Единая платформа для электромагнитного, электромеханического, схемотехнического и системного моделирования. HFSS, Maxwell, Q3D Extractor, Icepak и Simplorer встроены в Electronics Desktop, который служит универсальным пре- и постпроцессором для этих инструментов.

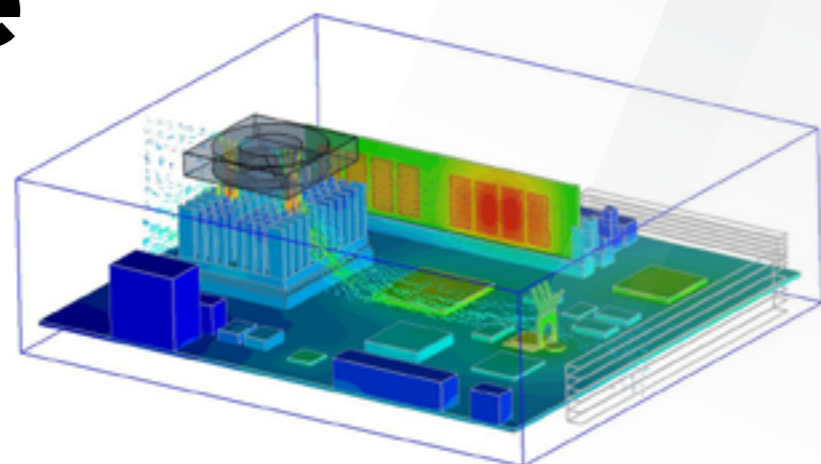
Решение задач оптимизации

Благодаря встроенным оптимизационным функциям, программное обеспечение позволяет быстро определить оптимальные параметры устройства и учесть их при проектировании.

Инструмент моделирования схем и печатных плат

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium SIwave



ANSYS SIwave это специализированная платформа для анализа целостности питания, целостности сигналов и анализа электромагнитной совместимости интегральных схем и печатных плат. SIwave помогает моделировать и рассчитывать высокоскоростные каналы передачи данных и комплексные системы электропитания в современных электронных устройствах. Полноволновое извлечение полей в SIwave позволяет определять допустимые пределы шума и профили импеданса.

SIwave производит расчеты с учетом межкомпонентных соединений, разъемов

и других элементов печатных плат. Используя электромагнитный, термический и механический анализаторы, динамически связанные с мощными схемными симуляторами, вы сможете оценить и проанализировать параметры будущего изделия задолго до его выпуска в производство. Такой подход позволяет компаниям, занимающимся разработкой электроники, добиться конкурентного преимущества за счет более быстрого выхода на рынок, снижения затрат и повышения производительности конечной системы.

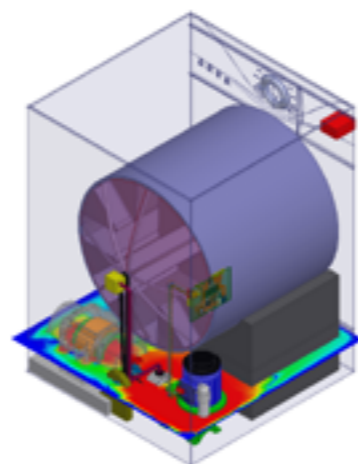
Основные возможности продукта

Решители SIwave

Расчет электромагнитных параметров печатных плат и интегральных схем SIwave.

Импорт макетов и геометрий

Позволяет легко и без проблем импортировать геометрию и материалы ECAD напрямую из основных инструментов компоновки EDA.



Анализ печатных плат в бытовых устройствах

Электротермический и механический анализы

Автоматическая конвергенция между электромагнитным анализом PDN и тепловым моделированием CFD. Автоматическая передача данных в ANSYS Mechanical, для выявления преждевременных отказов компонентов из-за теплового напряжения.

Высокопроизводительные вычисления (HPC - HIGH-PERFORMANCE COMPUTING)

Дают значительный прирост моделирования задач электромагнетизма, позволяя рассчитывать большие модели с большей точностью.

Быстрое определение соответствия конструкции шины DDR3/4 стандартам Jedec.

Автоматическая оптимизация размещения конденсаторов

Оптимизация размещения конденсаторов и снижение стоимости печатных плат.

Сканирование импеданса и взаимных влияний

Обеспечивает автоматическое сканирование печатной платы или компоновки корпуса для определения ожидаемого импеданса коэффициентов перекрестных помех на ближнем и дальнем концах.

Электромиграционный анализ

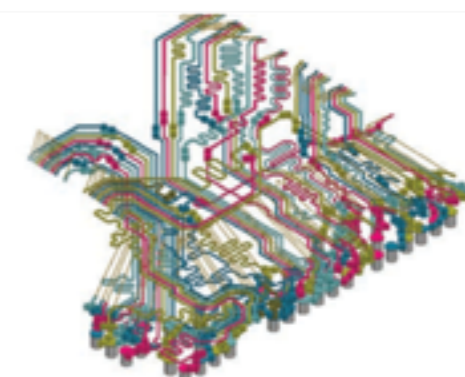
Позволяет предсказать миграцию атомов металла в проводнике, вызванную электрическим током.

Решение задач электромагнитной интерференции

Определите области потенциальных помех на конструкции печатной платы.

Electronics Desktop

Единая платформа для электромагнитного, электромеханического, схемотехнического и системного моделирования. HFSS, Maxwell, Q3D Extractor, Icepak и Simplorer встроены в Electronics Desktop, который служит универсальным пре- и постпроцессором для этих инструментов.



Анализ компонентов печатной платы

Motor-CAD

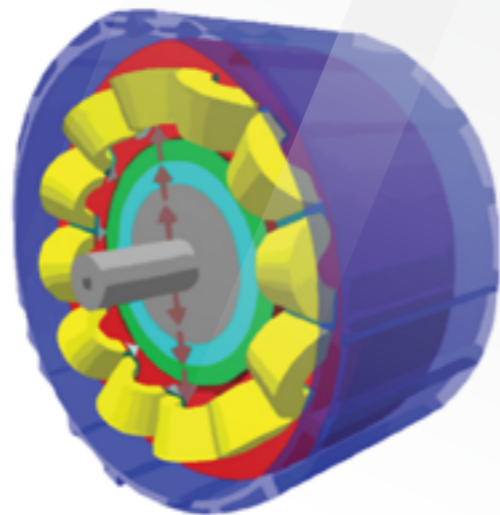
Мощный инструмент проектирования и анализа электрических машин

ANSYS Motor-CAD Enterprise

ANSYS Motor-CAD PM

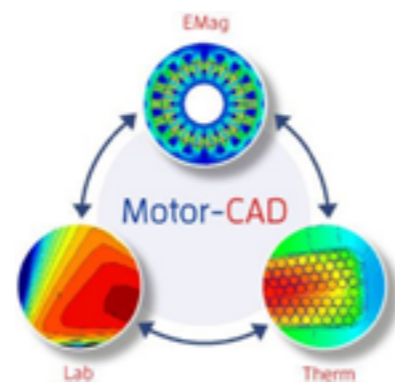
ANSYS Motor-CAD IM

ANSYS Motor-CAD SYNC



ANSYS Motor-CAD - это специализированный инструмент для проектирования электрических машин для быстрого междисциплинарного моделирования во всем рабочем диапазоне скорости и вращающего момента. Motor-CAD позволяет инженерам-проектировщикам оценивать топологии и концепции двигателей во всем рабочем диапазоне, разрабатывать конструкции, оптимизированные по производительности, эффективности и размеру. Четыре интегрированных модуля программного обеспечения Motor-CAD - EMag, Therm, Lab, Mech - позволяют быстро и итеративно выполнять междисциплинарные расчеты, благодаря чему инженеры могут быстрее перейти от концепции к окончательному проекту. Интуитивно понятный, шаблонно-ориентированный интерфейс Motor-CAD упрощает и автоматизирует процесс анализа, а встроенные электромагнитные, тепловые и механические решатели обеспечивают важными междисциплинарными знаниями о конструкции двигателя. Моделирование может быть завершено за несколько секунд, что позволяет детально исследовать пространство состояний дизайна. ANSYS Motor-CAD позволяет инженерам создавать оптимизированные конструкции электродвигателей и генераторов, чтобы

соответствовать размерам, весу, энергоэффективности, стоимости и другим спецификациям. Для углубленного анализа и проверки конструкции модели электрических машин Motor-CAD могут быть переданы в ANSYS Maxwell, ANSYS Icepak и ANSYS Fluent. Комбинация этих решателей с Motor-CAD обеспечивает высокую точность, возможность 2D / 3D анализа, позволяя пользователям анализировать трехмерные эффекты поля, размагничивание, потери в сердечнике, гистерезис и другие сложные электромагнитные явления, рассчитывать характеристики электрических машин с тепловыми ограничениями и проектировать системы охлаждения двигателя.



Процесс анализа модели электрических машин

Основные возможности продукта

■ Электромагнетизм

Вычисление вращающего момента, мощности, токов, эффективности, пульсаций вращающего момента, потерь (медь, железо и вихревые токи в массивных проводниках), потокоцеплений, индуктивностей и электромагнитных усилий.

■ Теплообмен

Оптимизация охлаждения электрических машин с помощью аналитического метода моделирования теплообмена с сосредоточенными параметрами. Расчет тепловых сопротивлений и емкостей.

■ Циклическая работа

Быстрое создание карт эффективности и потерь, построение графика характеристик крутящего момента / скорости и анализ производительности электрической машины во всем цикле движения.

■ Mechanical

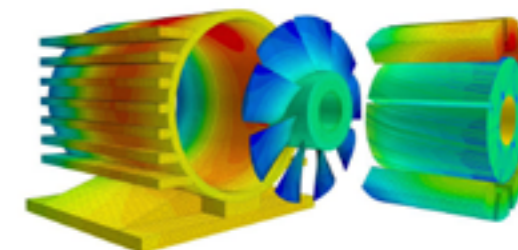
Оценка механических напряжений, деформаций и перемещений, вызванных в роторе центробежными силами для определения его оптимальной электромагнитной производительности.

■ Детальный дизайн, анализ и валидация

Модели Motor-CAD переносятся в ANSYS Maxwell, ANSYS Icepak и ANSYS Fluent для анализа трехмерных эффектов, размагничивания, потерь в сердечнике, гистерезиса и виброакустики.

■ Пакеты ANSYS Motor-CAD

Опции: электрические машины с постоянными магнитами, асинхронные электрические машины и синхронные электрические машины без постоянных магнитов.



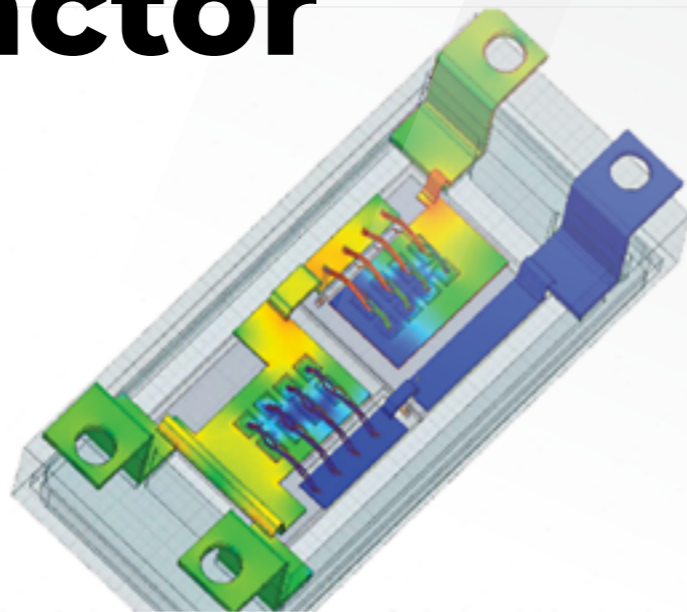
Углубленный анализ конструкции модели электрической машины

Q3D Extractor

Инструмент моделирования квазистатического электромагнитного поля

ANSYS Electronics Enterprise

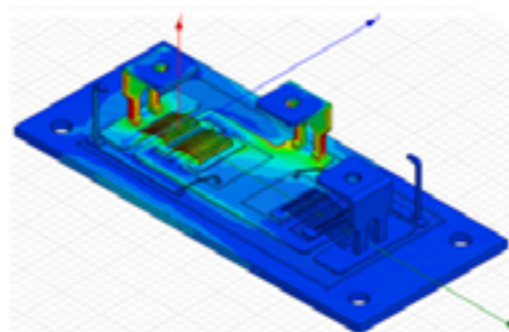
ANSYS Electronics Premium Q3D Extractor



ANSYS Q3D Extractor используется для моделирования 3D и 2D квазистатического электромагнитного поля, что необходимо для извлечения параметров RLCG из сложных топологий проводников, которые автоматически представляются в виде эквивалентной SPICE модели. Эти высокоточные модели могут использоваться для анализа целостности сигнала и изучения электромагнитных явлений, таких как перекрестные помехи, дребезг земли, задержки интерконнектов, перенапряжения и т.д. С ANSYS Q3D extractor возможно более глубокое понимание характеристик интерконнектов, пакетов ИС, разъемов, печатных плат, шин и кабелей.

Q3D Extractor вычисляет частичные индуктивности и сопротивления, знания которых помогает в проектировании преобразователей постоянного тока, а извлечение емкости единичных элементов в разработке сенсорных экранов. Для ускорения создания модели поддерживается импорт файлов от известных поставщиков MCAD и ECAD, таких как Altium, Autodesk, Cadence, Dassault, Mentor Graphics, PTC и Zuken. Это значительно повышает эффективность

анализа современных электронных пакетов и печатных плат для обеспечения правильной работы интегральных схем. Q3D Extractor легко передает данные в другие физические решатели ANSYS, такие как ANSYS Iserac для моделирования теплообмена в электронике и ANSYS Mechanical для конструкционного анализа, что обеспечивает ведущий в отрасли междисциплинарный анализ.



Электромагнитное поле компонентов печатной платы

Основные возможности продукта

- **Быстрое и точное извлечение паразитных параметров**

Позволяет точно извлекать 3D-паразитные параметры из печатных плат, IC-пакетов, MCM, кабелей и преобразователей.

- **Автоматический адаптивный сеточный генератор**

Автоматическое уплотнение сеточной модели в процессе решения для обеспечения заданной точности результатов.

- **Создание эквивалентных моделей для цепей**

Автоматически создает модели для симуляторов цепей.

- **Создание моделей IBIS корпусов интегральных схем**

Создания моделей упаковок IBIS для анализа целостности сигнальных и питающих цепей.

- **Разработка силовых преобразователей**

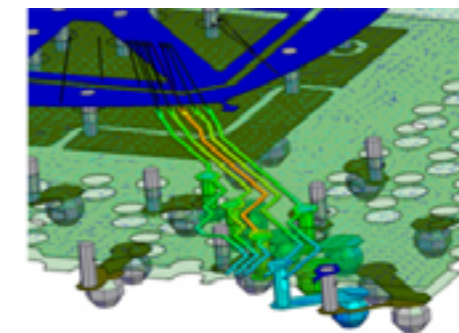
Оптимизация дизайна преобразователей для минимизации индуктивностей шин для работы с перенапряжением и токами короткого замыкания.

- **Разработка сенсорных дисплеев**

Извлечение паразитных параметров RLC и оптимизация топологии сенсорных дисплеев.

- **Моделирование многодоменных систем**

Возможность интегрирования компонентов для анализа электромагнитных компонентов в системной среде.



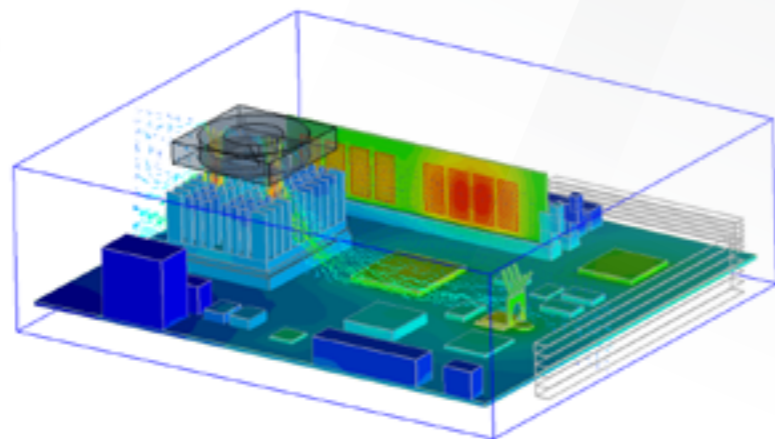
Анализ печатной платы

Icepak

Инструмент для решения задач теплообмена электросистем

ANSYS Electronics Enterprise

ANSYS Electronics Premium Icepak

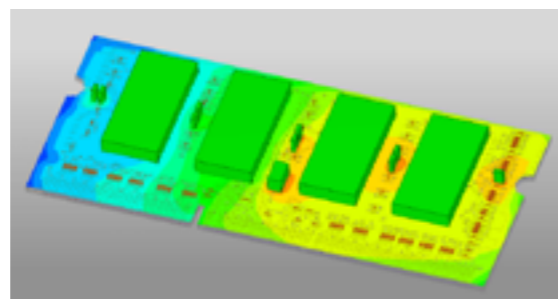


ANSYS Icepak дает возможность пользователям проводить поверочные расчеты электросистем таких как: интегральные схемы, пакеты, печатные платы, электронные сборки. Для решения задач теплообмена используется решатель ANSYS Fluent. В ANSYS Icepak встроена подпрограмма ANSYS Electronics Desktop (AEDT), доступная пользователю через графический интерфейс GUI. Это дает возможность инженеру расчетчику использовать простой в использовании ленточный интерфейс для управления CAD моделью, настройкой тепловых и электродинамических задач одновременно используя инструменты ANSYS Fluent, ANSYS HFSS, ANSYS Maxwell и ANSYS Q3D Extractor. Решатели используют как стационарную, так и нестационарную постановку задач и полную бесшовную интеграцию HFSS, Maxwell и Q3D Extractor.

ANSYS Icepak дает возможность рассчитывать интегрированные схемы в разных масштабах начиная от единичных схем, заканчивая батареями и целыми дата центрами. В ANSYS Icepak разрешаются задачи конвективного, радиационного и сложного теплообмена. Дополнительные модули дают возможность

работать с различными моделями турбулентности.

ANSYS Icepak также поддерживает работу со смесями. В ANSYS Icepak есть библиотека элементов компоновки электронной схемы: вентиляторы, радиаторы охлаждения и пр.



Анализ нагрева печатной платы

Основные возможности продукта

■ Интеграция модулей

Интеграция нескольких модулей в среде ANSYS Icepak позволяет пользователю решать сложные связанные задачи, такие как термическая деформация печатной платы, охлаждение двигателя и пр.

■ Поддержка MCAD и EDA геометрических моделей

■ Сеточный редактор Slider Bar Meshing

Встроенный сеточный редактор Slider Bar Meshing адаптирован под задачи электромагнетизма и электродинамики

■ Библиотека материалов

Библиотека материалов с теплофизическими и электро-механическими свойствами

■ Библиотека стандартных компонентов интегрированных электрических схем

■ Инструменты анализа

Инструменты для проведения параметрических оптимизационных анализов и сравнения с экспериментальными данными

■ Встроенный пост процессор для построения графиков, полей, диаграмм и анимации

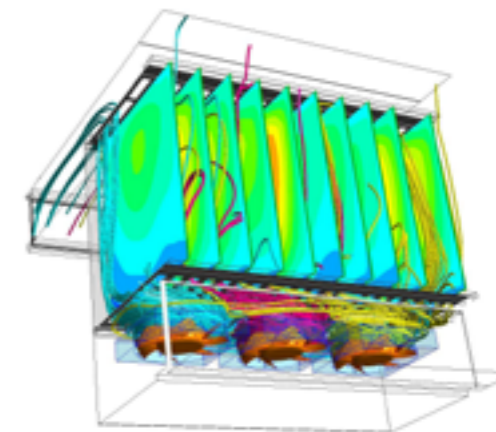
■ Возможность работы со сборками (Multidomain System Modeling)

■ Electronics Desktop

Полная интеграция HFSS, Maxwell, Q3D Extractor, Icepak при помощи инструмента Electronic Desktop.

■ ANSYS Icepak Packages

Дополнительные утилиты для решателя ANSYS Icepak.

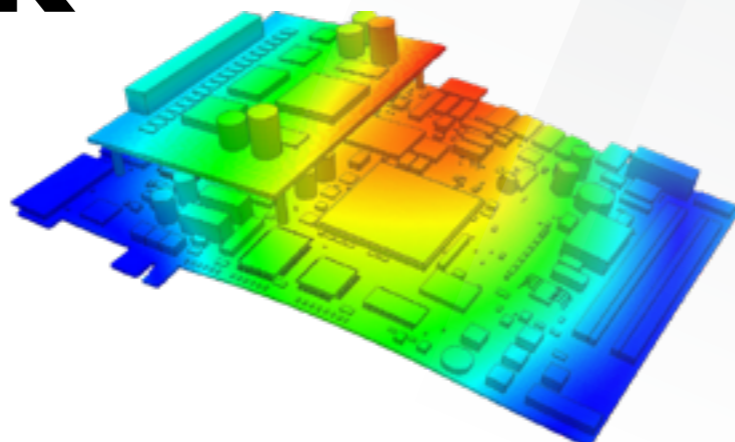


Охлаждение электронного блока

Sherlock

Уникальный инструмент анализа надежности и отказов электроники

ANSYS Sherlock



Программное обеспечение **ANSYS Sherlock Automated Design Analysis** единственное программное обеспечение для проектирования электроники, основанное на анализе надежности и физике отказов (PoF), обеспечивающее быстрое и точное прогнозирование ресурса электронного оборудования на уровне компонентов, печатных плат и системном уровне на ранних стадиях проектирования.

Sherlock совершил революцию в проектировании электроники, предоставив конструкторам возможность моделировать реальные условия эксплуатации на точных моделях печатных плат и сборках для прогнозирования усталости припоя из-за термических, механических, ударных и вибрационных воздействий.

Приблизительно 73% затрат на разработку продукта тратится на цикл испытание-сбой-исправление-повторение. Программное обеспечение для проектирования Sherlock обеспечивает быстрый и точный прогноз надежности на самых ранних этапах проектирования, адаптированное к конкретным материалам, элементам, кристаллы, печатным платам (PCB)/массивам шариковых выводов (BGA) и индивидуальным условиям использования. Благодаря библиотекам, содержащим более

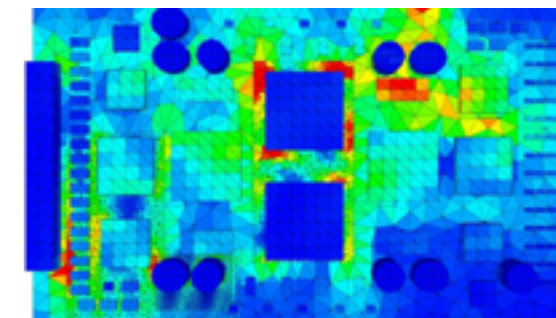
500 000 элементов, Sherlock сокращает время моделирования МКЭ и предоставляет необходимую информацию перед созданием прототипа, исключая неудачи в испытаниях и недостатки проектирования, одновременно ускоряя сертификацию продукции и внедрение инновационных технологий.

Во время предварительной подготовки Sherlock за считанные минуты автоматически переводит модели ECAD и MCAE в трехмерные конечно-элементные модели. В постобработке Sherlock автоматизирует термическое снижение характеристик и расширяет доступность теплового и прочностного анализа электроники – за счет выполнения анализа за 45 минут, а не нескольких недель. Sherlock легко интегрируется с уже существующими рабочими процессами проектирования оборудования и проявляет наибольшую ценность при внедрении на ранних стадиях проекта.

Sherlock повышает эффективность пользователей ANSYS Siwave, ANSYS Icepak и ANSYS Mechanical. Он напрямую связывает моделирование с затратами на материалы и производство. Кроме того, Sherlock Locked IP Model

защищает интеллектуальную собственность в цепочке поставок. С Locked IP Model, вы можете передавать данные между разработчиками, не раскрывая подробности проекта печатной платы; предполагаемое применение разработок не будет раскрыто через условия окружающей среды или требования к надежности.

Sherlock упрощает и улучшает прогнозирование надежности, используя уникальный трехфазный процесс, состоящий из ввода данных, анализа, составления отчетов и рекомендаций.



Анализ надежности компонентов электронной схемы

Основные возможности продукта

■ Физика отказов

Вместо использования статистических моделей для прогнозирования надежности, без анализа причин неудач, подход Sherlock, основанный на физике отказов, использует знания и понимание процессов и механизмов, которые вызывают разрушение, для повышения производительности продукта.

■ Ускорение аналитического проектирования

В отличие от любого другого инструмента на рынке, Sherlock использует данные, созданные вашей командой разработчиков, для создания трехмерных моделей электронных сборок, постобработки анализа методом конечных элементов и прогнозов надежности. Понимание работы изделия на ранних этапах приводит к немедленному выявлению проблемных областей и дает вам возможность быстро корректировать и повторно проверять проект.

■ Снижение производственных рисков

Проектирование с учетом технологических требований (DfM) и проектирование с учетом надежности (DfR) не являются взаимоисключающими. Sherlock рассматривает и то, и другое, для снижения производственных рисков путем оценки надежности припоя, измерения деформации, выбора материалов и операций после сборки.

■ Быстрое тестирование

Разработка продукта требует значительных затрат времени и денег - и это не гарантирует прохождение приемочных испытаний с первого раза. Sherlock сокращает дорогостоящие итерации сборки-испытания, выполняя виртуальное моделирование температурных циклов, вибрации, ударных нагрузок, изгиба, ухудшения характеристик от температуры, ресурса при ускоренных испытаниях, собственных частот, CAF и многое другое, так что вы можете модифицировать проект практически в реальном времени.



РАЗРАБОТКА ВСТРАИВАЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Встраиваемое программное обеспечение все чаще используется в смарт-устройствах. Несмотря на уровень развития IT-индустрии, несовершенство исходного кода все еще может быть причиной многих отказов систем. По оценкам лидеров отрасли, каждые 1000 строк встраиваемого программного обеспечения содержат восемь ошибок. С целью управления рисками, связанными с качеством разработки, и соответствия высокотребовательным стандартам сертификации ПО, необходимо использовать инструменты разработки и верификации встраиваемого программного обеспечения, а также использовать именно сертифицированные генераторы исходного кода.

Для ускорения и повышения качества проектов разработки ПО ANSYS предоставляет модельно-ориентированную среду разработки

и моделирования встраиваемого программного обеспечения со встроенным автоматическим генератором исходного кода. Системные инженеры и инженеры-программисты используют решения ANSYS SCADE для графического проектирования, верификации и автоматической генерации встраиваемого программного обеспечения, критичного по безопасности, и приложений, которые имеют высокий уровень зависимости от требований. Решения SCADE имеют высокую степень совместимости и могут быть легко интегрированы в инженерное окружение и существующие процессы разработки, позволяя оптимизировать разработку и повышая качество коммуникаций между разработчиками.

Сертифицированная генерация кода в различных отраслях промышленности

Генераторы кода и инструменты верификации SCADE сертифицированы по всему миру согласно самым требовательным уровням безопасности в шести отраслях промышленности более чем 10 органами безопасности:

- Для аэрокосмической и оборонной отрасли согласно DO-178/КТ-178 до уровня DALA в сертификационных органах FAA, EASA, Transport Canada, CAAC и ANAC, AP МАК и Росавиация.
- Для автомобильной отрасли в TÜV SÜD согласно ISO 26262 до уровня ASIL D.
- Для транспорта и общепромышленного применения в TÜV SÜD согласно IEC 61508 до уровня SIL 3.
- Для железнодорожной отрасли в TÜV SÜD, EBA и Certifer согласно EN 50128 до уровня SIL 3/4.
- Для ядерной промышленности согласно IEC 60880.



Примеры сертификатов соответствия SCADE

SCADE ускоряет процесс разработки и верификации встраиваемого программного обеспечения

Пользователи сообщают о следующих достоинствах SCADE:

- Соответствие процесса проектирования целями стандартов безопасности.
- Снижение затрат на разработку в среднем на 50%.
- Сокращение времени, необходимого для сертификации, в 2 раза.



Причины сокращения затрат на разработку с использованием SCADE

Применение Ansys для разработки встраиваемого программного обеспечения

Модельно-ориентированная разработка систем

В основе модельно-ориентированной системной инженерии (MBSE) лежит использование системных моделей. Модели используются для определения требований, проектирования, анализа, верификации и валидации на протяжении всего цикла разработки. MBSE-подход позволяет отслеживать взаимосвязности в соответствии с эволюционирующей моделью, а не со спецификацией проекта в письменном виде. Вы можете быть уверены, что все подсистемы объединены в единое целое и корректно связаны между собой, даже в условиях, когда вы продолжаете изменять проект.



Преимущество модельно-ориентированного подхода - связь системных моделей и моделей ПО

Разработка встраиваемого программного обеспечения

Качество процесса разработки встраиваемого программного обеспечения все больше определяет эффективность и безопасность работы системы. Это характерно для приложений различных отраслей – начиная с приложений на борту самолетов гражданской авиации, заканчивая приложениями беспилотных и автономных транспортных средств. Сертифицированные генераторы кода, такие как ANSYS SCADE, гарантируют, что ваше встраиваемое программное обеспечение будет работать, так как это запланировано, начиная с первого запуска и при каждой его эксплуатации.



Процессы разработки встраиваемого ПО на примере авиационной отрасли

Программное обеспечение человеко-машинных интерфейсов

Несмотря на всю свою автономность, современные смарт-продукты по-прежнему должны время от времени взаимодействовать с человеком через интуитивно понятный и простой в использовании человеко-машинный интерфейс. Вы можете оптимизировать удобство использования и надежность работы интерфейса, используя инструменты разработки программного обеспечения и сертифицированные инструменты генерации кода от ANSYS.



Бортовой человеко-машинный интерфейс, разработанный в SCADE

Прототипирование виртуальных систем

Несмотря на то что физические прототипы все еще актуальны для использования на поздних этапах тестирования нового изделия, цифровые прототипы – это фактически единственный выход для изучения многочисленных возможностей проекта на ранних стадиях процесса разработки. Создание прототипов цифровых систем экономит ваше время и деньги, помогая создать оптимальный дизайн изделия.



Отлаживание моделей SCADE на виртуальных полигонах ANSYS VRXPERIENCE

Анализ функциональной безопасности

Анализ и верификация функциональной безопасности электронных систем управления имеют решающее значение для проектирования и внедрения систем в таких отраслях промышленности как автомобильная, аэрокосмическая и оборонная, железнодорожная и ядерная отрасли.



Связь архитектуры ПО с процессами анализа функциональной безопасности

Продукты ANSYS для разработки встраиваемого программного обеспечения

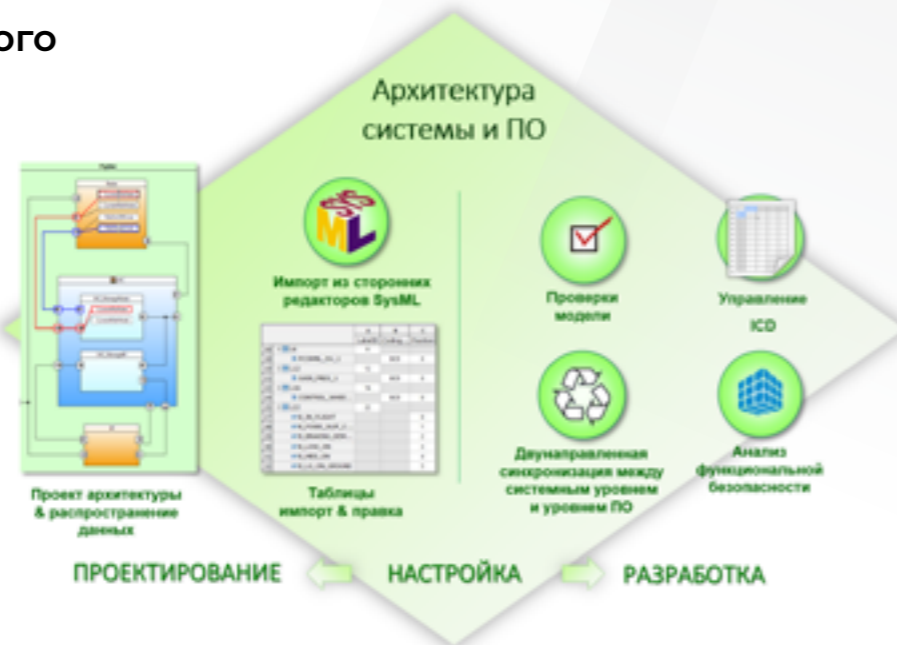
- ANSYS SCADE
 - ANSYS SCADE ARCHITECT
 - ANSYS SCADE SUITE
 - ANSYS SCADE DISPLAY
 - ANSYS SCADE TEST
 - ANSYS SCADE LIFECYCLE
- ANSYS SCADE SOLUTIONS FOR ARINC 661
- ANSYS SCADE VISION

SCADE Architect

Разработка ПО, критичного по безопасности

ANSYS SCADE Architect Advanced Modeler Seat

ANSYS SCADE Suite Advanced Modeler Seat



Решение **SCADE Architect** входит в семейство продуктов ANSYS для разработки ПО, критичного по безопасности. Основное назначение SCADE Architect – проектирование «встраиваемых», критичных по безопасности систем и их программного обеспечения, а также поддержка работы по процессам, заданными промышленными стандартами ARP 4754A (P 4754A), ISO 26262 и EN 50126.

Среда **SCADE Architect** обеспечивает функциональное и архитектурное моделирование систем и их верификацию с использованием «под капотом» языка SysML, что позволяет внедрять процессы модельно-ориентированного системного проектирования (MBSE) на предприятии. Ключевой особенностью SCADE Architect является возможность генерировать согласованные и полные таблицы описания интерфейсов (ICD).

Используя **SCADE Architect** в сочетании с другими инструментами ANSYS SCADE, системные инженеры и инженеры-программисты могут работать в единой среде. Разработчики могут

быстро синхронизировать системную модель и модели компонентов ПО, обеспечивая тем самым согласованность архитектуры программного обеспечения и эффективность системного моделирования. Поставляемый совместно со SCADE Suite, SCADE Architect предоставляет интегрированное решение для разработки ПО, которое сочетает разработку архитектуры ПО и моделей ПО в едином пользовательском интерфейсе.

SCADE Architect имеет специальный пакет для разработчиков в автомобильной отрасли, который включает модельно-ориентированное решение для разработки программных компонентов AUTOSAR.

Авиационный пакет **SCADE Architect** расширяет возможности при разработке авиационных систем. Пакет включает поддержку таких технических стандартов как FACE и AADL, а также обеспечивает работу с авиационными интерфейсами ARINC 429, ARINC 664, ARINC 653, CAN.

Основные возможности продукта

■ Проектирование архитектуры системы и программного обеспечения

Поддержка функциональной и архитектурной декомпозиции с помощью диаграмм блоков для компонентно-ориентированного моделирования. Импорт / экспорт словарей данных и моделирование распространения данных по иерархии блоков.

■ Верификация проекта архитектуры системы и программного обеспечения

Верификация проекта системы с помощью инструментов проверки согласованности модели и сравнения / слияния моделей.

■ Генерация и синхронизация таблиц интерфейсов ICD с проектом ПО

SCADE Architect упрощает создание ICD и позволяет совершенствовать программные компоненты в модельно-ориентированной среде ANSYS SCADE Suite.

■ Анализ системных требований

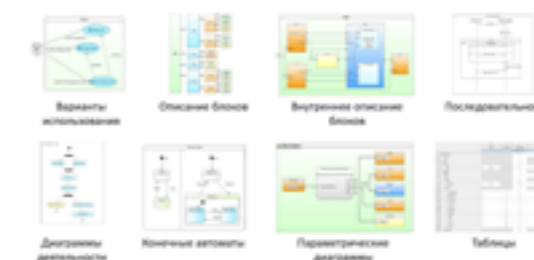
Инструмент системного проектирования на основе SysML поддерживает анализ эксплуатационных требований, функциональную декомпозицию, декомпозицию архитектуры и распределение функций по компонентам структурной архитектуры.

■ Конфигурация среды системы

Возможность настройки в соответствии с потребностями конкретного предприятия или отрасли, встраивание отраслевых стандартов, таких как IMA, FACE, AUTOSAR, или корпоративных стандартов.

■ Решения для FACE и AADL, поддержка авиационных интерфейсов

Пакет SCADE Avionics расширяет возможности SCADE Architect в части разработки авионики. Включает решения для технического стандарта FACE, AADL и интерфейсов ARINC 429, ARINC 664, ARINC 653, CAN.



Диаграммы SysML, поддерживаемые в SCADE ARCHITECT

SCADE Suite

Разработка ПО для
встраиваемых систем и систем
ответственного применения

ANSYS SCADE Suite Advanced Modeler Seat

ANSYS SCADE Suite Design Verifier

ANSYS SCADE Suite Gateway for Simulink®

ANSYS SCADE Suite KCG Code Generator - C and ADA

ANSYS SCADE Suite Compiler Verification Kit

ANSYS SCADE Suite KCG Certification Kit - High Level Criticality

ANSYS SCADE Suite KCG Certification Kit - Low Level Criticality

ANSYS SCADE Suite Timing and Stack Optimizer

ANSYS SCADE Suite Timing and Stack Verifier

ANSYS Certification Plans for SCADE Suite Applications levels A and B



ANSYS SCADE Suite - интегрированная модельно-ориентированная среда разработки программного обеспечения встраиваемых (embedded) систем, систем ответственного применения, а также систем, критичных по безопасности. Среда SCADE Suite, основанная на формальном языке Scade, позволяет комплексно решать следующие задачи:

- Управление требованиями.
- Проектирование моделей управляющей логики.
- Отладка и симуляция моделей
- Верификация.
- Генерация квалифицированного / сертифицированного исходного кода.
- Интеграция с инженерным окружением и платформами разработки ПО.

SCADE Suite используется для разработки ПО, критичного по безопасности, такого как системы управления полетом и двигателя, системы управления шасси, автопилоты, системы управления питанием и топливом, внутрикабинная индикация, железнодорожная сигнализация и блокировка, системы автоматического управления поездом, системы коммуникационного управления поездом (CBTC), системы аварийного торможения, системы защиты от превышения скорости, системы управления атомными электростанциями, ADAS, системы управления электронными батареями, электронные усилители рулевого управления в автомобилях и многие другие системы в аэрокосмической, железнодорожной, энергетической, автомобильной и промышленной сферах.

Особенности использования для систем, критичных по безопасности

SCADE Suite снижает затраты на сертификацию изделия за счет упрощения этапов разработки ПО, автоматизированных средств проверки, генерации сертифицированного/квалифицированного исходного кода и автоматической генерации документации.

Генератор кода SCADE Suite квалифицирован как инструмент разработки по уровню А в соответствии с DO-178B / KT-178B и по уровню TQL-1 в соответствии с DO-178C / KT-178C и DO-330 / P-330.

Генератор кода SCADE Suite сертифицирован:

- до уровня T3/SIL 3 согласно IEC 61508:2010,
- до уровня ASIL D согласно ISO 26262:2011,
- до уровня T3/SIL 3/4 согласно EN 50128:2011.

В состав сертификационного пакета SCADE Suite входят следующие материалы, требуемые соответствующими руководящими документами по сертификации:

- План квалификации инструмента.
- Эксплуатационные требования к инструменту.
- Итоговое заключение об инструменте.
- Анализ соответствия сертификационным стандартам.
- Процедуры установки программного обеспечения.
- Указатель конфигурации инструмента.
- Другие документы, определяемые стандартами для конкретных областей промышленности.

Для разработки ПО уровней критичности А и В в соответствии с КТ-178С (авиационная промышленность) разработан комплект сертификационных планов и стандартов. Планы учитывают реальный опыт разработки бортового ПО, а также опыт прохождения сертификационных аудитов.



Место SCADE Suite в жизненном цикле разработки ПО



Количество изделий в аэрокосмической и оборонной сфере под управлением ПО, разработанным в SCADE Suite

Основные возможности продукта

■ Модельно-ориентированное проектирование

SCADE Suite предоставляет возможности проектирования и моделирования конечных автоматов и потоков данных в единой среде, которая интегрируется с системами конфигурационного управления, инструментами системного моделирования и тестирования в реальном времени.



Интерфейс SCADE Suite

■ Синхронизация с архитектурой ПО

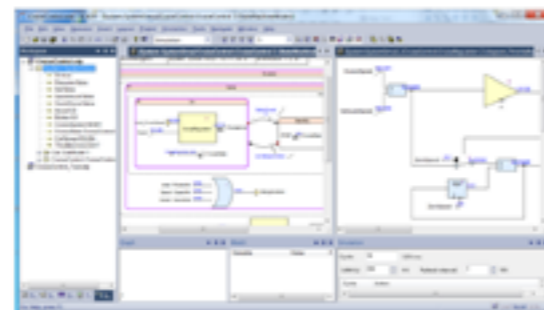
Интеграция между SCADE Architect и SCADE Suite предоставляет возможности организации сквозного процесса проектирования ПО, начиная от архитектуры системы и ПО до детального описания компонентов ПО.

■ Анализ модели

Чтобы убедиться, что модель SCADE Suite соответствует требованиям, вы можете выполнить статический анализ, проверить модель на соответствие правилам, оценить требования по безопасности и выполнить анализ наихудшего времени счета и использования стека с целью дальнейшей оптимизации.

■ Отладка и симуляция

Симуляция SCADE Suite основана на выполнении сгенерированного кода в мощной среде, с возможностями визуальной отладки и расстановки точек останова для проверки значений внутренних переменных, а также выходных значений.



Пример симуляции модели для ее отладки

■ Автоматическая генерация исходного кода

SCADE Suite KCG - генератор кода на языке C и Ada из моделей Scade. Квалифицирован как средство разработки различными отраслевыми сертификационными властями.

■ Лучшая в классе поддержка квалификации и сертификации

SCADE Suite предоставляет полноценную среду для разработки «встраиваемых» приложений с квалифицированным / сертифицированным генератором кода, пакетом для проверки целевого компилятора и общими планами разработки.



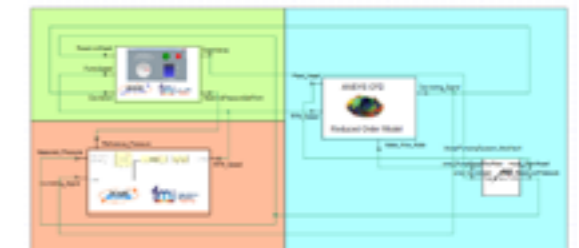
Поддержка процессов квалификации и сертификации SCADE Suite

■ Возможности системного моделирования

Возможности совместного системного моделирования с использованием ANSYS Twin Builder позволяют создавать законченные прототипы виртуальных систем, объединяя аппаратное и программное обеспечение в одной среде.

■ Специальный пакет для встраиваемого ПО автомобильной промышленности

Пакет включает SCADE Architect, SCADE Suite и SCADE LifeCycle для поддержки стандарта AUTOSAR R4.2.2, калибровки и поддержки преобразований с фиксированной запятой и квалифицированной генерации кода.



Интеграция модулей SCADE Suite для совместного системного моделирования в ANSYS TWINBUILDER

■ Интеграция с инструментами SCADE

SCADE Suite легко интегрируется с инструментами для проектирования системной архитектуры, инструментами разработки и тестирования HMI, а также системами управления жизненным циклом приложений, обеспечивая таким образом законченную среду для разработки ПО.

SCADE Display

Разработка ПО встраиваемых дисплеев для человеко-машинных интерфейсов

ANSYS SCADE Display Advanced Modeler Seat

ANSYS SCADE Display KCG

ANSYS SCADE Display KCG Certification Kit - High Level Criticality

ANSYS SCADE Display KCG Certification Kit - Low Level Criticality



ANSYS SCADE Display представляет собой модельно-ориентированную интегрированную среду проектирования программного обеспечения человеко-машинных интерфейсов (HMI) встраиваемых систем и систем, критичных по безопасности.

Благодаря встроенной поддержке стандартов OpenGL® SC1 & SC2 (Safety Critical) и ES1 & ES2 (Embedded System), **SCADE Display** представляет новое поколение инструментов разработки, которые в одной среде позволяют успешно решать задачи по прототипированию и проектированию внешнего вида интерфейсов (дисплеев), моделированию, верификации и валидации, а также генерации сертифицированного / квалифицированного исходного кода, поддерживаемого несколькими стандартами по безопасности.

SCADE Display интегрирован с **SCADE Suite**, чтобы обеспечить комплексную среду разработки как «встраиваемых» HMI, так и моделей поведенческой логики.



Области применения SCADE DISPLAY

Применимость SCADE DISPLAY

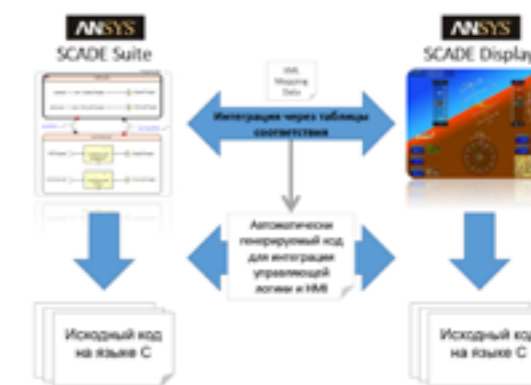
SCADE Display успешно используется в качестве инструмента создания прототипов и разработки ПО HMI-дисплеев ведущими компаниями в аэрокосмической, железнодорожной, автомобильной, ядерной и промышленной областях. Инструмент идеально подходит для поддержки проектирования систем отображения, критичных по безопасности (многофункциональные дисплеи, проекционные HUD дисплеи, цифровые приборы и панели управления и т. д.), разработки схематических изображений (электрические, гидравлические или мнемосхемы работы оборудования), а также разработки 2-D / 3-D дисплеев-симуляторов и тренажеров для водителей, пилотов, экипажей и групп технического обслуживания.

Особенности использования для систем, критичных по безопасности:

- SCADE Display снижает затраты на сертификацию изделия за счет работы по принципу WYSIWYG («что видишь, то и получишь»), генерации сертифицированного / квалифицированного исходного кода и автоматической генерации документации.
- Генератор кода SCADE Display квалифицирован как инструмент разработки по уровню TQL-1 в соответствии с DO-178C / KT-178C и DO-330 / P-330.
- Генератор кода SCADE Display сертифицирован:
 - по уровню T3/SIL 3 согласно IEC 61508:2010,
 - по уровню TCL3/ASIL D и C согласно ISO 26262:2011,
 - по уровню T3/SIL 3/4 согласно EN 50128:2011.

■ В состав сертификационного пакета SCADE Display входят следующие материалы, требуемые соответствующими руководящими документами по сертификации:

- План квалификации инструмента.
- Эксплуатационные требования к инструменту.
- Спецификация требований к интерфейсу.
- Итоговое заключение об инструменте.
- Анализ соответствия сертификационным стандартам.
- Процедуры установки программного обеспечения.
- Указатель конфигурации инструмента.
- Другие документы, определяемые стандартами для конкретных областей промышленности.



Интеграция управляющей логики и ПО HMI, разработанных в SCADE

Основные возможности продукта

Графическое прототипирование и проектирование

Широкие возможности моделирования интерактивных человеко-машинных интерфейсов, редактирование в высоком качестве, интегрированное управление шрифтами, проверка модели и управление конфигурацией.



Интерфейс SCADA DISPLAY

Проектирование логики поведения человеко-машинных интерфейсов

Усовершенствование ПО HMI с помощью реализации логики поведения, разработанной в модельно-ориентированной среде SCADA Suite, которая интегрирована со SCADA Display.

Поддержка управления жизненным циклом приложения

Интеграция SCADA Display с модулем SCADA LifeCycle для обеспечения поддержки управления требованиями, трассируемостью и конфигурацией, а также автоматической генерации документации.

Интерактивная симуляция

Моделирование работы графических спецификаций в пошаговом или непрерывном режиме с возможностью загрузки, воспроизведения и записи сценариев, а также создания снимков.

Интегрированная проверка проекта

Обеспечение соответствия графической спецификации правилам именования и проектирования на ранних этапах работы.



Отладка модели SCADA DISPLAY

Автоматизация тестирования человеко-машинных интерфейсов

Интеграция со SCADA Test для реализации возможностей тестирования HMI на уровне модели с начальных этапов работы. Поддерживается запись и выполнение сценариев на основе требований к ПО, сравнение ожидаемых и полученных растровых изображений, а также создание отчетов о результатах выполнения тестов.



Пример тестирования HMI в SCADA

Автоматическая генерация кода

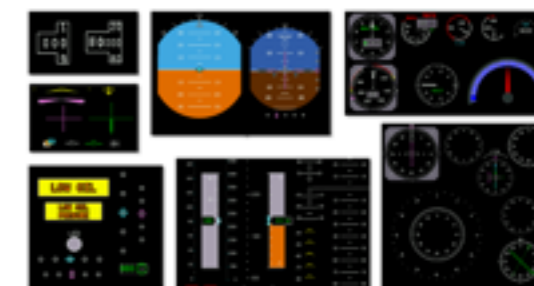
Эффективная генерация читаемого, трассируемого и переносимого исходного кода на языке C для HMI, критичных по безопасности, со встроенной поддержкой стандартов OpenGL SC1 & SC2, а также OpenGL ES1 & ES2.

Квалификация и сертификация по стандартам безопасности

Генератор кода SCADA Display KCG C квалифицирован как инструмент разработки по уровню TQL-1 в соответствии с DO-178C / KT-178C и DO-330 / P-330; сертифицирован по уровню SIL 3 согласно IEC 61508 и по уровню SIL 3/4 согласно EN 50128 и квалифицирован по уровню ASIL D согласно ISO 26262.

Связь с инструментами системного моделирования

Интеграция с ANSYS Twin Builder и другими инструментами системного моделирования через FMI-интерфейс для интерактивного мультифизического моделирования.



Примеры виджетов из библиотеки SCADA DISPLAY

SCADE Test

Тестирование, верификация и валидация ПО, критичного по безопасности

ANSYS SCADE Test Environment for Host

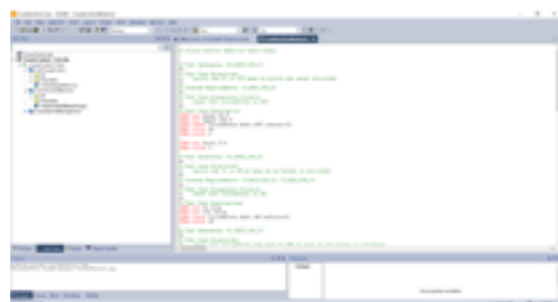
ANSYS SCADE Test Model Coverage

ANSYS SCADE Test Target Execution



ANSYS SCADE Test - это среда тестирования ПО, разработанного в ANSYS SCADE. В среде осуществляется разработка и выполнение тестовых примеров и процедур с целью проверки выполнения требований. Выполнение (прогон) тестовых примеров с получением протоколов выполнения возможен как в среде разработки, так и на целевом вычислителе. Одновременно с прогоном тестов возможен сбор покрытия модели, в том числе по критерию MC/DC.

Разработка и поддержка тестов, их выполнение, сбор и анализ покрытия, являются трудоемкими мероприятиями. **SCADE Test** предоставляет лучшую в классе модельно-ориентированную технологию, которая позволяет значительно сократить затраты на тестирование.

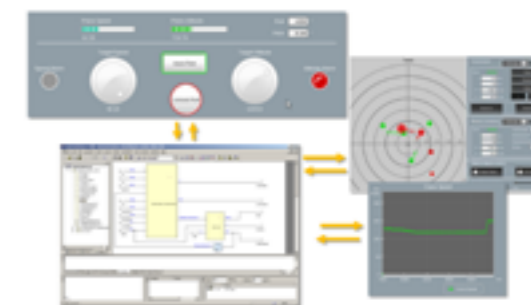


Среда тестирования SCADE Test

Основные возможности продукта

Валидация требований

ANSYS SCADE Test Rapid Prototyper расширяет возможности симуляции модели и позволяет создавать интерактивные панели с использованием predefined виджетов для взаимодействия с тестируемым ПО.



Использование интерактивных панелей для валидации управляющей логики, разработанной в SCADE Suite

Тестирование управляющей логики и интерфейсов HMI в среде разработки

SCADE Test Environment for Host - интерактивная среда для тестирования моделей управляющей логики, разработанных в SCADE Suite, и моделей человеко-машинных интерфейсов, разработанных в SCADE Display.

Анализ покрытия модели и исходного кода

SCADE Test Model Coverage расширяет возможности разработки приложений SCADE Suite с помощью оценки уровня покрытия моделей и сгенерированного кода.



Отчеты о выполнении тестов и покрытии тестами модели

Выполнение тестов на целевой платформе

SCADE Test Target Execution автоматизирует генерацию тестов для испытаний на целевых платформах с использованием коммерческих инструментов (IBM Rational® Test RealTime, LDRA TestBed®, Vector Software VectorCAST™).

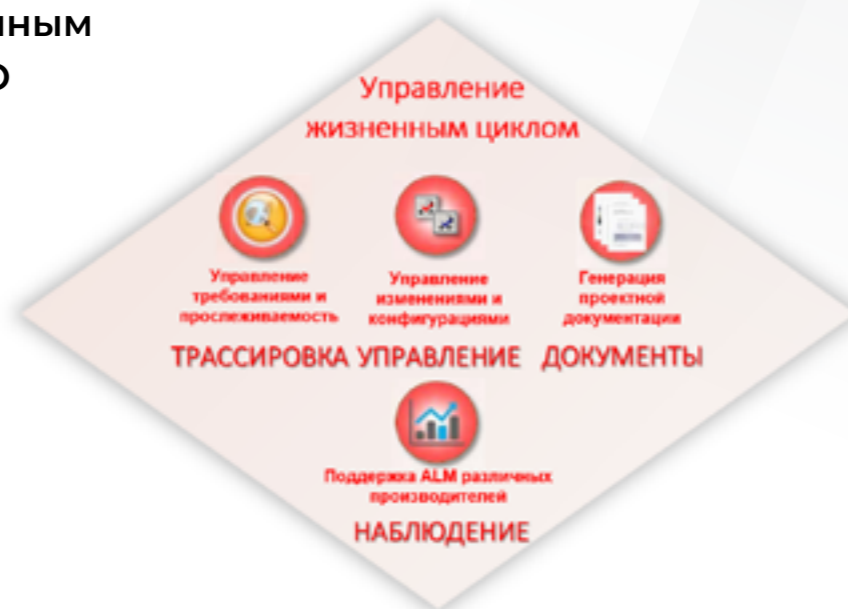
Тестирование ПО в контуре управления системы

Среда тестирования SCADE Test предоставляет сервисы API, которые позволяют выполнять тестирование ПО в контуре управления системы - system-in-the-loop.

SCADE LifeCycle

Управление жизненным циклом систем и ПО

ANSYS SCADE LifeCycle Reporter



Решение **ANSYS SCADE LifeCycle** обеспечивает уникальную поддержку управления жизненным циклом приложений. Инструмент обеспечивает трассируемость требований с помощью инструментов управления жизненным циклом приложений (ALM), трассируемость из моделей, управление конфигурациями и изменениями, а также автоматическую генерацию документации.

SCADE LifeCycle расширяет функциональные возможности решений ANSYS SCADE за счет интеграции решений SCADE и инструментов управления требованиями и/или инструментов управления жизненным циклом продукта / приложения (PLM / ALM). Используя SCADE LifeCycle системные инженеры и инженеры-программисты, участвующие в разработке приложений, критичных по безопасности, могут управлять и контролировать свою деятельность по проектированию и верификации на протяжении всего жизненного цикла приложений SCADE.



Автоматизированная генерация отчетов с возможностью настройки пользователем

Основные возможности продукта

Трассируемость требований

Инструмент для решения задач трассируемости данных, получаемых в результате работы с модулями SCADE Architect, SCADE Suite, SCADE Display, специальных решений SCADE, поддерживающих ARINC 661, и SCADE Test. Интеграция со следующими инструментами: DOORS® (версия 9.6 и выше), DOORS® NG, Jama Connect™.



Трассировка элементов модели на требования верхнего уровня

Генерация проектной документации

Автоматизация трудоемкой подготовки подробных и полных отчетов из SCADE Suite, SCADE Display, SCADE Architect и ANSYS SCADE Display ARINC 661 Advanced Modeler для проектов, поддерживающих ARINC 661.

Управление версиями и конфигурациями

Интеграция моделей SCADE Suite и SCADE Display со средами управления версиями и конфигурациями: IBM Rational® Synergy, IBM Rational® ClearCase®, Serena® Dimensions CM and PVCS®, CVS, Microsoft® Visual Source Safe™.



Инструмент сравнения версий проектов SCADE

SCADE Solutions for ARINC 661

Интегрированное решение для разработки и сертификации программного обеспечения систем внутрикабинной индикации в соответствии со стандартом ARINC 661

ANSYS SCADE Display ARINC 661 Advanced Modeler

ANSYS SCADE Widgets Library for ARINC 661 Compliant Systems

ANSYS SCADE Widget for ARINC 661 - Price per Unit

ANSYS SCADE UA DF Generator for ARINC 661 Compliant Systems

ANSYS SCADE Server Creator for ARINC 661 Compliant Systems

ANSYS SCADE Host Server Creator for ARINC 661 Compliant Systems

ANSYS SCADE UA DF Generator DO-178C Level A Certification Kit



ANSYS SCADE Solutions for ARINC 661 – набор инструментов, позволяющий прототипировать и проектировать системы, совместимые со стандартом ARINC 661: системы индикации в кабине летательного аппарата и приложения пользователя - UA (User Applications).

Для разработчиков систем внутрикабинной индикации в набор входят следующие инструменты:

- Настраиваемая библиотека виджетов ARINC 661, поставляемая в виде моделей SCADE Suite и SCADE Display.
- Конфигурационные файлы ARINC 661 для определения списка виджетов и их интерфейсов.
- Автоматический генератор сервера ARINC 661.

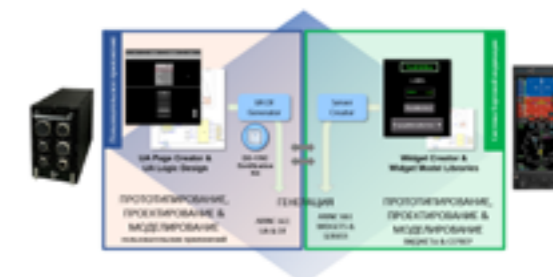
Для разработчиков приложений пользователя набор инструментов включает:

- Решение для создания страниц пользовательских приложений в виде моделей.
- Автоматический генератор стандартных двоичных файлов и файла определений XML (definition file).
- Автоматический генератор исходного кода, отвечающего за связь между приложениями пользователя в виде моделей SCADE Suite и сервером ARINC 661.

Решение ANSYS SCADE Solutions for ARINC 661 позволяет разработчикам самолетов, систем индикации и пользовательских приложений, а также интеграторам, обеспечить полное соответствие разрабатываемых систем Приложению 6 стандарта ARINC 661. Разработчики и интеграторы могут существенно повысить производительность системы, достигая при этом высокого уровня качества и соответствия целям безопасности, определенных в стандартах DO-178B/C, КТ-178B/C, что требуется для сертификации систем индикации и пользовательских приложений.

Модульные, модельно-ориентированные, сертифицируемые и настраиваемые решения ANSYS SCADE Solutions for ARINC 661, значительно снижают затраты на разработку и модификацию

ПО, а также на сертификацию, что является важным шагом в обеспечении модулярности сертификации компонентов самолета, совместимых с ARINC 661.



Модульные решения ANSYS SCADE с поддержкой ARINC 661 SUPPLEMENT 6

Стандарт ARINC 661

Стандарт ARINC 661 нормирует дизайн интерактивных систем внутрикабинной индикации, а также упорядочивает способ взаимодействия этих систем с пользовательскими приложениями, такими как, например, система управления полетом, система самолетовождения и др. Это возможно благодаря использованию predetermined and standardized graphical widgets, some of which can be changed as a result of interaction with the pilot (trackball, keyboard, sensor screens, etc.), and also due to the standardization of the communication protocol between the user application and the cockpit system. ARINC 661 guarantees that the cockpit system interacts with avionics systems equally, independently of the developer of the user application and the provider of the cockpit system.



Общая концепция ARINC 661

Основные возможности продукта

Библиотека виджетов ARINC 661

Библиотека виджетов SCADE включает набор настраиваемых моделей SCADE Suite и SCADE Display, интерфейс и проектную документацию для 88 виджетов и 11 расширений стандарта ARINC 661 Supplement 6. Библиотека включает «исходники», разработанные в SCADE - модели, конфигурационные файлы XML, код на языке C, которые соответствуют дизайну всех виджетов ARINC 661, перечисленных в стандарте.

Библиотека включает:

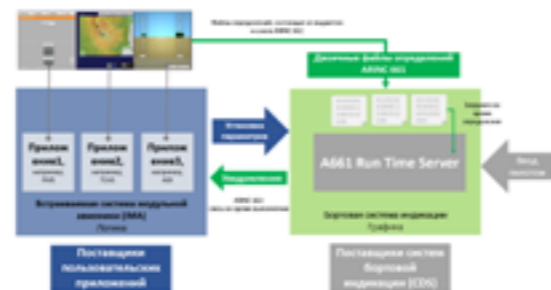
- Набор конфигурационных файлов ARINC 661.
- Модели SCADE Suite для описания логики поведения виджетов.
- Модели SCADE Display для описания графической и интерактивной частей виджетов.
- Ручной исходный код на языке C (при необходимости) для полноты описания логики виджетов, их графических или интерактивных частей.
- Все интерактивные виджеты, нативно поддерживающие прикосновения и жесты.

Прототипирование и проектирование виджетов и пользовательских приложений ARINC 661

Специальное решение ANSYS SCADE Display ARINC 661 Advanced Modeler, которое позволяет определять параметры и настройки сервера, виджеты и другие конфигурационные данные ARINC 661, а также создавать страницы пользовательских приложений ARINC 661.

Основные возможности:

- Описание списка виджетов ARINC 661 и их интерфейсов (в виде формальных файлов XML).
- Проект моделей виджетов ARINC 661, включая возможности моделирования:
 - Дизайн виджетов ARINC 661 в виде моделей SCADE Suite/ Display.
 - Редактор наборов стилей для описания внешнего вида в соответствии с приложением J стандарта ARINC 661.
 - Отладка и моделирование виджетов ARINC 661 на уровне модели с помощью симулятора SCADE Suite.
 - Автоматическое создание библиотеки виджетов ARINC 661 в двоичном виде для интеграции в SCADE Display Advanced Modeler.
 - Автоматическая генерация исходного кода на языке C для интеграции в сервер ARINC 661 из библиотеки виджетов ARINC 661.



Примеры виджетов ARINC 661 из библиотеки

- Специальный интерфейс для разработки пользовательских страниц ARINC 661 / файлов определений - надстройка SCADE Display, которая позволяет разработчикам приложений в среде разработки на рабочей станции создавать прототипы и проектировать страницы ARINC 661 UA DF в виде моделей путем создания экземпляров виджетов и моделирования всех типов параметров файла определения (DF).

Автоматическая генерация сервера ARINC 661

Автоматическая генерация большей части исходного кода на языке C для сервера ARINC 661 в интересах разработчика самолета или системы внутрикабинной индикации. Исходный код, сгенерированный SCADE Server Creator, дополняется исходным кодом C, реализующим следующий функционал:

- Часть «ядра» сервера, независимая от архитектуры платформы (операционная система, аппаратная часть, драйвер), которая содержит общие службы и структуры для использования в различных частях сервера. Модификация пользователем этой части «ядра» требуется только в том случае, если на сервере предполагается реализация каких-либо пользовательских или совершенно новых возможностей.
- Платформенно-зависимая часть архитектуры сервера, которая включает в себя реализацию основного цикла выполнения, диспетчеризацию ввода-вывода, инициализацию видео/OpenGL и определение конфигураций окон и слоев. Данная часть требует настройки конечным пользователем для соответствия архитектуре целевой платформы.

Генерация файла определений ARINC 661 UA DF квалифицированным генератором

Автоматическая генерация стандартных бинарных файлов и файлов определений XML (Definition Files) из моделей, разработанных в SCADE Display Advanced Modeler for ARINC 661

Генерация кода, для взаимодействия с пользовательскими приложениями ARINC 661

Автоматическая генерация кода на языке C для взаимодействия между пользовательским приложением SCADE Suite и сервером ARINC 661.



Интерфейс ANSYS SCADE SOLUTIONS FOR ARINC 661

SCADE Vision

Снижение затрат на тестирование ПО систем распознавания автономных транспортных средств

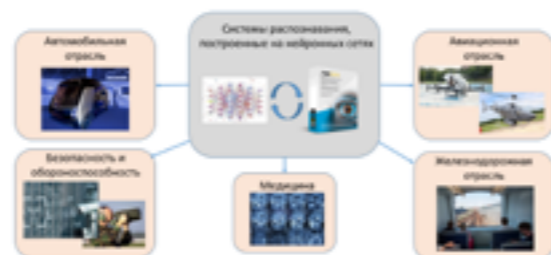
ANSYS SCADE Vision Analyzer

ANSYS SCADE Vision Edge Case Finder



Решения **ANSYS** позволяют решать практически все задачи, связанные с разработкой беспилотных и автономных автомобилей: задачи, связанные с датчиками, сенсорами и человеко-машинными интерфейсами, задачи разработки ПО автоматизированной системы вождения, управляющего ПО, задачи проектирования вычислительной платформы и платформы автомобиля в целом.

ANSYS SCADE Vision, работающий по технологии Hologram дополняет решения **ANSYS** для автономных транспортных средств с целью значительного сокращения затрат на тестирование и выполнение мероприятий, связанных с безопасностью, для встраиваемого ПО систем распознавания на основе искусственного интеллекта.



Применимость SCADE Vision

Датчики автономных транспортных средств должны работать безопасно в сложной окружающей среде

Автономные (беспилотные) транспортные средства должны безопасно эксплуатироваться в окружении, сложность которого постоянно растет. Это приводит к значительному увеличению стоимости валидации безопасности таких систем. Будущее автономной индустрии может зависеть от того, что будет расти быстрее: размер рынка или затраты на проверку безопасности. Отрасль нуждается в решении, которое преодолет барьер подхода «Ездить-Находить-Исправлять».

С точки зрения безопасности, сложность заключается в том, со сколькими граничными случаями может столкнуться система распознавания («граничный случай» - это ситуация, которая может привести к отказу, и которая не была предусмотрена на этапе проектирования).

Безопасное распознавание и ускорение окупаемости

SCADE Vision ускоряет обнаружение недостатков в ПО систем распознавания автономных транспортных средств, которые могут быть связаны с граничными случаями. Кроме этого, SCADE Vision помогает определить причины возникновения граничных случаев, называемые «триггерными событиями».

Данные возможности реализуются путем автоматического внесения изменений во входных необработанных видеоданных, полученных с датчиков, с целью обнаружения уязвимостей в ПО систем распознавания, основанных на искусственном интеллекте:

- В то время как водители вручную записывают неожиданное поведение системы и направляют эти сценарии разработчикам автономных средств для устранения обнаруженных «граничных случаев», решение SCADE Vision автоматически находит недостатки в ПО системы распознавания на основе искусственного интеллекта; никакой ручной контроль не требуется.

- В то время как для поиска недостатков ПО системы распознавания требуются огромные массивы дорогостоящих размеченных данных, SCADE Vision не требует размеченных данных; вместо этого SCADE Vision работает с необработанными данными с датчиков.
- В то время как новые версии ПО систем распознавания должны быть «обкатаны» на реальных дорогах с вероятностью несчастного случая, SCADE Vision оценивает надежность алгоритмов распознавания с помощью тестирования ПО еще до того, как это ПО будет использовано на реальных дорогах.

SCADE Vision значительно снижает затраты на тестирование ПО систем распознавания, учитывая стоимость каждого километра пути и получая при этом максимальную пользу от данных, полученных в ходе автономного вождения. Это позволяет получить следующие результаты:

- Повышение безопасности распознавания за счет предоставляемой помощи в выявлении уязвимостей систем распознавания. SCADE Vision дополняет традиционное моделирование и натурные испытания систем распознавания.
- Ускорение окупаемости: возможность сокращения времени и трудозатрат на поиск наиболее интересных данных по сравнению с ручным анализом. SCADE Vision может превращать петабайты видеоданных со сценариями в мегабайты, которые действительно требуют принятия мер. Пользователи SCADE Vision сообщают о 30-кратном ускорении времени на поиск «граничных случаев» в алгоритмах распознавания по сравнению с ручным или полуавтоматическим методами.
- Максимально эффективное использование инженерных ресурсов: инженеры-программисты выполняют функции разработки ПО, а не занимаются рутинной разметкой данных.
- Эффективная организация самого дорогостоящего тестирования: сбор данных в ходе реальной эксплуатации на дороге или в воздухе является дорогим удовольствием. Однако процесс разметки таких данных является еще более дорогим. SCADE Vision позволяет найти самые актуальные и интересные данные, чтобы сосредоточить усилия по разметке именно на них.



Рабочий процесс в SCADE Vision



Подход к тестированию в SCADE Vision

Основные возможности продукта

Тестирование устойчивости и робастности ПО систем распознавания

SCADE Vision автоматически определяет потенциальные уязвимости в системах распознавания автономных транспортных средств. Это позволяет найти и классифицировать «граничные случаи», т.е. те случаи, когда системы могут проявлять небезопасное поведение.

Идентификация инициирующих событий в ПО систем распознавания

Специальный веб-интерфейс помогает классифицировать вероятные дефекты ПО систем распознавания по инициирующим событиям и корневым причинам недостатков алгоритмов распознавания.

Интеграция с инструментами для анализа безопасности

SCADE Vision интегрируется с ANSYS medini analyze для систематической идентификации опасностей и соответствия стандартам безопасности.

Автоматическая генерация отчетов по безопасности

SCADE Vision автоматически предоставляет отчеты для разработчиков алгоритмов распознавания, а также для инженеров по безопасности.



Интерфейс ANSYS SCADE Vision



Модификация видео в ANSYS SCADE Vision

МАТЕРИАЛЫ

Информационные технологии материалов - это место, где программное обеспечение и информационные технологии встречаются с материаловедением и инженерией. Теперь входящая в состав ANSYS Inc, компания GRANTA уже двадцать лет является лидером в этой области.

GRANTA помогает командам материаловедения быть более эффективными и результативными, поскольку они могут использовать рациональный подход к выбору материалов в своих организациях и принимать более эффективные решения об использовании таких материалов,

как металлы, композиты и пластмассы. Решение GRANTA предлагает преподавателям учебных заведений развивать этот подход у следующего поколения инженеров и ученых.

Решения для промышленности

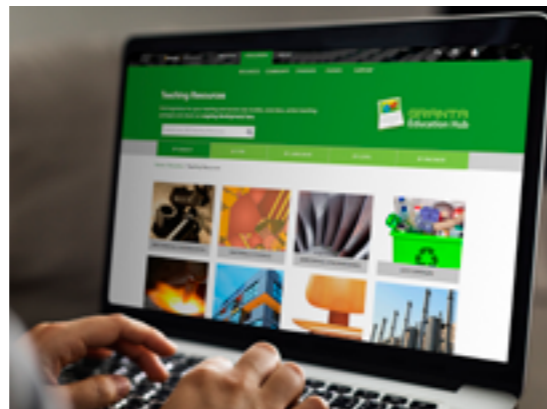
Программное обеспечение GRANTA MI является ведущей системой управления информацией о материалах на машиностроительных предприятиях. Создает контролируемый источник всех жизненно важных данных, информации и знаний вашей организации, относящихся к материалам, предоставляя эту информацию, когда и где она необходима, для моделирования, проектирования или на протяжении всего жизненного цикла продукта – обеспечивая точность и единство измерений.



ANSYS GRANTA MI создает единый «уникальный ресурс» корпоративной информации о материалах

Вспомогательные материалы для образования

GRANTA предоставляет ведущие мировые ресурсы для поддержки и совершенствования преподавания материалов в области инженерии и моделирования. CES EduPack™ объединяет обширную базу данных материалов и информации о процессах с программными средствами для построения графиков и изучения свойств материалов, поддерживаемыми сотнями учебных ресурсов, включая лекции, упражнения для студентов, графику и проектные идеи.



Преподавательские и учебные ресурсы на портале ANSYS GRANTA

Совместный подход

Сотрудничество лежит в основе решения GRANTA. Компания тесно сотрудничает с клиентами через проекты отраслевых консорциумов, чтобы удовлетворить потребности рынка. Открытая экосистема и стратегическое партнерство с ведущими поставщиками CAD, CAE и PLM программного обеспечения дают возможность проводить исследования материалов там, где это необходимо при проектировании и моделировании.



Партнеры от индустрии и образовательные консорциумы ANSYS GRANTA

Продукты ANSYS для рационального выбора материалов

- ANSYS GRANTA MI Pro
- ANSYS GRANTA MI ENTERPRISE
- ANSYS GRANTA SELECTOR
- ANSYS GRANTA MATERIALS DATA FOR SIMULATION
- ANSYS GRANTA EDUPACK

GRANTA MI Pro

Быстрый прямой доступ к данным о материалах



ANSYS GRANTA MI Pro - это система управления информацией о материалах, которая обеспечивает быстрый прямой доступ к данным о материалах компании.

GRANTA MI Pro проста в использовании и предназначена для удовлетворения потребностей групп проектирования и моделирования.

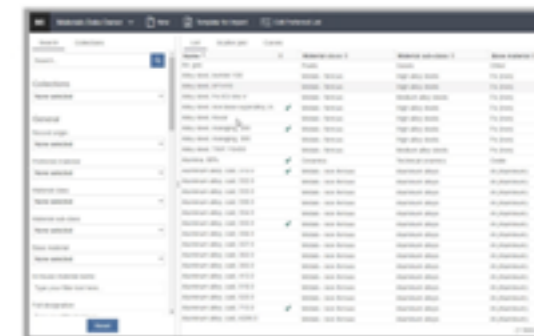
- Обеспечивает безопасный и эффективный обмен важными данными о материалах
- Обеспечивает согласованность между CAD и CAE, снижая риски использования различных данных
- Предоставляет справочную базу данных
- Улучшает процесс проектирования и моделирования
- Повышает производительность при поиске и использовании данных



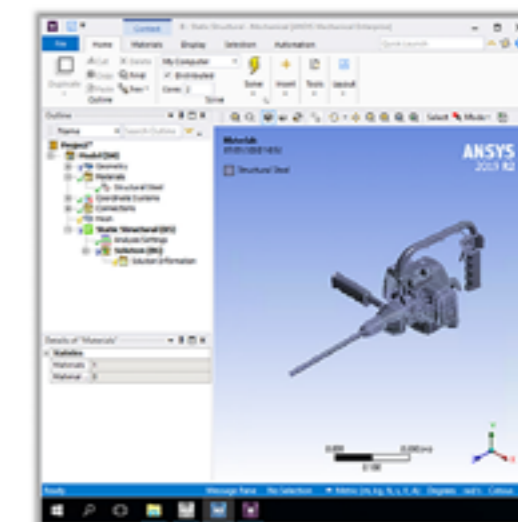
Библиотека материалов для моделирования в ANSYS MECHANICAL

Основные возможности продукта

- Хранение собственных важных данных о свойствах материалов вместе со справочными данными из библиотеки ANSYS Granta
- Создание и поддержка утвержденных списков предпочтительных материалов для использования в организации
- Импорт информации о материалах из ANSYS GRANTA Selector напрямую и с легкостью
- Доступ к данным о материалах непосредственно в Creo®, NX™ или ANSYS Workbench
- Экспорт информации о материалах для непосредственного использования в SolidWorks®



Библиотеки материалов для CAD и CAE



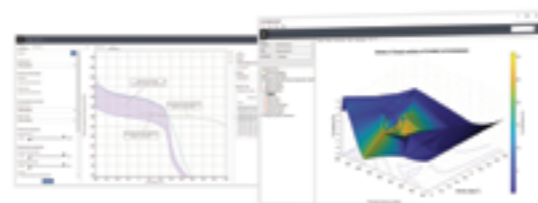
Список доступных материалов в интерфейсе GRANTA MI Pro

GRANTA MI Enterprise

Управление информацией о материалах на машиностроительных предприятиях

ANSYS GRANTA MI Enterprise - это ведущая система баз данных для управления информацией о материалах на машиностроительных предприятиях. Этот единый ресурс интеллектуальной собственности в области информации о материалах в организации, который помогает экономить время, сокращает расходы и устраняет риски.

- Получение и повторное использование важных знаний о металлах, пластмассах и композитах
- Предоставление точных данных для CAD, CAE и PLM
- Стимулирование инноваций в области информации о материалах
- Расширение возможностей дизайна (проектирования)
- Решение бизнес-задач, связанных с материалами



Просмотр свойств материала через встроенное приложение ANSYS GRANTA MI

Применение продукта

■ Аддитивные технологии

Расширение собственных данных в области аддитивного производства (AM), для получения информации, которая поможет быстрее вывести свои решения AM на рынок.

■ Разработка продукта

Интеграция единого, централизованно управляемого и утвержденного источника данных о конструкционных материалах в изделия в процесс проектирования и разработки продукта, поддерживая PLM, CAD и CAE.

■ Управление данными испытаний

Получение максимальной отдачи от инвестиций в программы испытаний и сертификации материалов, используя эффективный, отслеживаемый процесс испытаний и анализа материалов - от испытательной лаборатории до данных для проектирования.

■ Запрещенные вещества

Использование передовых стратегий для минимизации риска использования в продукции запрещенных веществ и доступ к практическим инструментам аналитики, отчетности и принятия решений.

■ Численное моделирование

Гарантия полной прослеживаемости, уверенность в информации о материалах в полученных результатах моделирования, а также обеспечение более эффективного рабочего процесса между CAD и CAE.



Прямой доступ к справочным данным непосредственно из CAE-приложения

GRANTA Selector

Мощный инструмент подбора материалов для применения в изделиях



ANSYS GRANTA Selector предоставляет широкий набор инструментов для рационального выбора материалов. Используя интерактивные диаграммы и инструменты сравнения, пользователь может применять ограничения на ключевые свойства, находить компромисс между конкурирующими требованиями к производительности и систематически находить лучшие материалы-кандидаты для применения в изделиях. Каждый проект позволяет создавать четкие отчеты о выборе материалов, сравнительные таблицы и графики для поддержки принятия решений и четкой передачи выводов.

В сочетании с обширным каталогом данных о свойствах материалов в MaterialUniverse, уникальном наборе данных, составленном экспертами, инструменты позволяют проводить сопоставительные сравнения по всему спектру свойств материалов. Специализированные наборы данных охватывают тысячи отдельных стандартов материалов, спецификаций, поставщиков и марок, а также данные температурно-зависимых кривых для расширенного моделирования.

Включены металлы, полимеры, композиты, медицинские материалы, покрытия, аэрокосмические материалы и многое другое.

GRANTA Selector сочетает в себе интеллектуальный систематический выбор материалов и данные о материалах, что позволяет находить нужные вопросы о материалах, которые нужно задать разработчикам продукции, а затем дать исчерпывающие ответы.



Инструменты ANSYS GRANTA SELECTOR: сравнить материалы-кандидаты, сделать выбор, принять обоснованное решение

Преимущества GRANTA Selector

- Правильный выбор материалов с первого раза на ранней стадии разработки продукта, избегая последующих затрат и задержек
- Уверенность в выводах и генерация новых идей посредством систематического исчерпывающего поиска вариантов материалов
- Учет характеристик материалов наряду с такими факторами, как стоимость, риск использования запрещенных веществ и воздействие на окружающую среду
- Легкая оценка по всему спектру инженерных материалов для любого применения с помощью всеобъемлющих взаимосвязанных наборов данных - выбор правильного материала, марки и поставщика
- Экспорт в различные сторонние программы CAD / CAE или передача готовых к моделированию инженерных данных в ANSYS Workbench с помощью интегрированного рабочего процесса.

Основные возможности продукта

- **Рациональный выбор материалов**
Инструменты простого выбора позволяют определить лучшие материалы для конструкции. Сравнение, визуализация и установка ограничений на свойства. Поиск определенных марок и поставщиков.
- **Оценка гибридных материалов**
Получение свойств комбинаций материалов и использование их для выбора материалов или создание собственных моделей синтетических гибридных материалов.
- **Оценка стоимости**
Оценка производственных затрат на этапе концептуального проектирования. Учет материалов, методов производства и размера партии.
- **Экологический проектный аудит**
Оценка воздействия продукта на окружающую среду и выдача рекомендаций по снижению этого воздействия.
- **Исчерпывающие данные о материалах**
Обширный массив наборов взаимосвязанных данных о материалах. Подробная информация о металлах, полимерах, композитах, покрытиях, медицинских материалах, аэрокосмических материалах и многом другом.
- **Интеграция FE Export и ANSYS Workbench**
Легкая передача готовых к моделированию инженерных данных в ANSYS Workbench как часть интегрированного рабочего процесса или экспорт данных в различные сторонние программные решения CAD/ CAE.

GRANTA Materials Data for Simulation

Мгновенный доступ к данным о материалах, необходимых для моделирования



ANSYS GRANTA Materials Data for Simulation — это новый вариант лицензии, обеспечивающей мгновенный интерактивный доступ к общей библиотеке данных о свойствах материалов в рамках семейства продуктов моделирования ANSYS, устраняя время поиска данных и ошибки ввода данных. Лицензия дает доступ к более чем 700 материалам.

GRANTA Materials Data for Simulation обеспечивают:

- Легкий доступ к данным материалов, встроенным в знакомую среду ANSYS
- Готовые к использованию данные - переформатирование не требуется
- Данные, на которые можно положиться, предоставлены Granta, лидером в области информации о материалах
- Согласованность в мультифизичном моделировании ANSYS.

Данные собираются, поддерживаются и обновляются группой ANSYS Granta. Это дочернее предприятие Кембриджского университета является ведущим поставщиком информации о материалах и соответствующих технологий программного обеспечения. GRANTA Materials Data for Simulation опирается на проверенные источники, включая обширную базу данных MaterialUniverse от Granta и набор данных JAHM от JAHM Software, Inc.

Интеграция с продуктами ANSYS

ANSYS Mechanical

Механические свойства доступны во всех расчетных и компонентных системах, доступных через ANSYS Mechanical.

ANSYS Electronics Desktop

Свойства материалов для анализа электромагнитных (ЭМ), тепловых и схемотехнических задач доступны во всех стандартных инструментах, доступных через Electronics Desktop, таких как ANSYS HFSS, ANSYS Maxwell и ANSYS Icepak.

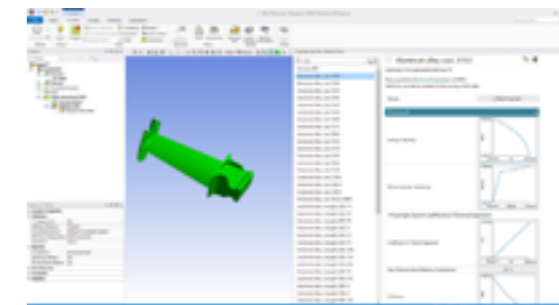
Пользователи Electronics desktop также получают более 1000 спецификаций по материалам конкретных производителей, включая магниты и материалы для печатных плат.

ANSYS Fluent

Дополнение к обширной библиотеке жидкостей, Materials Data for Simulation добавляет свойства конструкционных твердотельных материалов для широких возможностей физического моделирования, необходимых для моделирования потока, турбулентности, передачи тепла и реакций для промышленных задач.

ANSYS Discovery

Помимо флагманских продуктов, в ANSYS Discovery для разработчиков доступна та же общая библиотека данных о свойствах материалов. Доступ к согласованным свойствам материалов в продуктах ANSYS повышает производительность, предоставляя командам разработчиков общую библиотеку для совместной работы и передачи данных.



Просмотр свойств алюминиевого сплава из приложения ANSYS MECHANICAL



Просмотр свойств материалов из библиотеки GRANTA MATERIALS DATA FOR SIMULATION в приложении ANSYS MECHANICAL

GRANTA EduPack

Уникальный набор обучения науке о материалах



GRANTA EduPack - это уникальный набор учебных ресурсов, которые поддерживают обучение науке о материалах в области инженерии, дизайна, науки и устойчивого развития.

GRANTA EduPack обеспечивает:

- Полная база данных материалов и информации о технологических процессах
- Программные инструменты для изучения информации о материалах
- Ряд вспомогательных ресурсов: например, лекции, проекты и упражнения.

База данных и инструменты разделены на три уровня, так что студенты могут получить доступ к подходящему уровню информации о материалах по мере их продвижения в учебе, от довузовских программ до аспирантуры.

GRANTA EduPack был разработан для поддержки широкого спектра стилей обучения, от подхода, основанного на дизайне и науке, до проектно-ориентированного обучения.



Инструменты ANSYS GRANTA EduPack

Преимущества GRANTA EduPack

- Обучение вовлеченных студентов с помощью интерактивного визуального программного обеспечения
- Обучает передаваемым навыкам, включая рациональный выбор материалов
- Экономия времени на поиске достоверных данных о материалах
- Поддержка актуальности курсов, за счёт использования самых свежих ресурсов и данных
- Использование ресурсов для самообучения
- Применение реальных промышленных примеров в обучении
- Стимулирование междисциплинарного обучения, коммуникаций и совместного использования ресурсов

Особенности GRANTA EduPack для обучения

Достоверная информация

Получение достоверной информации. Преподавателям часто требуется информация о материалах: данные о свойствах или информация о применении для иллюстрации лекции, сравнительные данные между материалами или наборы данных для студенческих проектов. База данных GRANTA EduPack содержит библиотеку достоверной информации о материалах.

Выбор материалов

Системный подход к выбору материалов. Выбор подходящего материала для инженерного применения или поиск подходящей замены - ключевой навык в промышленности. GRANTA EduPack позволяет изучить и применять методологию рационального выбора, впервые предложенную профессором Майком Эшби, сегодня - это один из стандартных подходов к решению таких задач.

Дизайн-проекты

Сопровождение дизайн-проектов. Проектно-ориентированное обучение ценно для получения степени в области инженерии, дизайна и естественных наук. Студенты получают знания и приобретают профессиональные навыки, такие как работа в команде, коммуникации и управление проектами. GRANTA EduPack поддерживает обучение с помощью данных, инструментов и ресурсов, таких как проектные идеи и упражнения для студентов.

Материаловедение и инженерия

Знакомство с материаловедением и инженерией. Поддержка вводного обучения материаловедению и инженерным дисциплинам с помощью набора ресурсов, которые помогут студентам изучить взаимосвязь между технологическими процессами, конструкцией и свойствами материалов.



МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

Моделирование систем, анализ и валидация

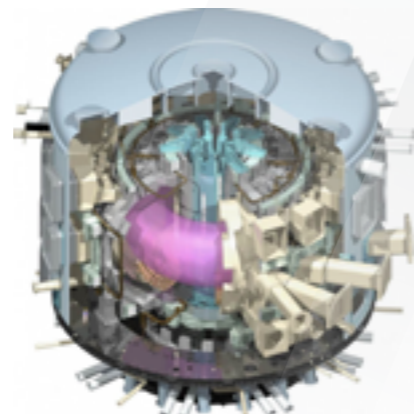
По мере роста сложности продукта возрастает и проблема интеграции отдельных компонентов в рамках системы для обеспечения их совместной работы в соответствии с ожиданиями. Моделирование систем и их валидация позволяют создать полный цифровой прототип для понимания и оптимизации критических взаимодействий между физикой, элементами управления и окружающей средой на протяжении всего процесса разработки продукта.

Кроме того, сочетая системное моделирование с датчиками и технологией BigData, вы можете разработать цифровой двойник изделия для управления производительностью и обслуживанием вашего продукта после его развертывания.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

3D физика, встроенное программное обеспечение и моделирование систем

С решениями ANSYS для систем, вы можете построить полные системы и цифровые двойники. ANSYS предлагает самые передовые технологии для моделирования трехмерной физики, встраиваемых систем и проектирования программного обеспечения. Вы также можете собрать эти различные компоненты в полные цифровые двойники программно-управляемых, многодоменных систем, которые могут быть использованы на протяжении всего жизненного цикла изделия — от первоначальной концепции до эксплуатации продукта.



Токамак. 3D модель

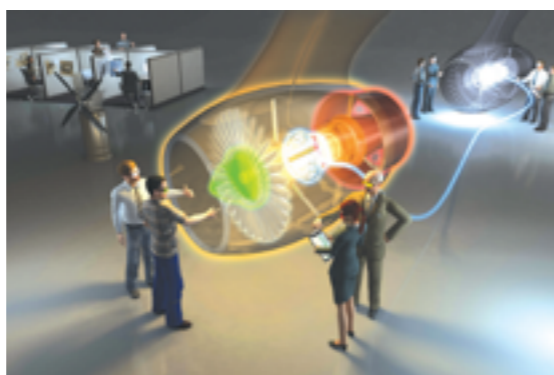
Оценка программного обеспечения, электроники и аппаратных конструкций вместе

Для интеллектуальных устройств сочетание программных, электронных и аппаратных задач проектирования значительно повышает сложность архитектуры изделия и расширяет область применения инженерного моделирования. Интеллектуальные, взаимосвязанные продукты имеют тысячи уникальных требований, которые обслуживаются

множеством компонентов, каждый из которых имеет тысячи конструктивных параметров и интерфейсов, которые должны быть спроектированы, проверены и утверждены.

Проверка и оптимизация дизайна продукта, операций и услуг

Моделирование систем информирует о выборе вариантов проектирования, обеспечивает понимание и проверку характеристик, функций, поведения и производительности на уровне систем. Оно выходит за рамки проектирования отдельных деталей и точно фиксирует эффекты взаимодействия между этими деталями. Моделирование систем также распространяется через тестирование и в фазу эксплуатации продукта, чтобы обеспечить прогнозное обслуживание и оптимальное управление сложными и дорогостоящими активами.



Презентация продукта в виртуальной реальности

Применение Ansys для моделирования систем

Виртуальное прототипирование систем

ANSYS предоставляет комплексную методологию проектирования для моделирования сложных продуктов с электрическими, электронными, тепловыми, гидравлическими, механическими компонентами и встроенным программным обеспечением. ANSYS позволяет собирать и моделировать полные модели систем, от Интернета вещей до автомобильных систем и систем авионики. Методология предлагает 3-D точность и моделирование с понижением порядка для проверки производительности многодоменной системы.

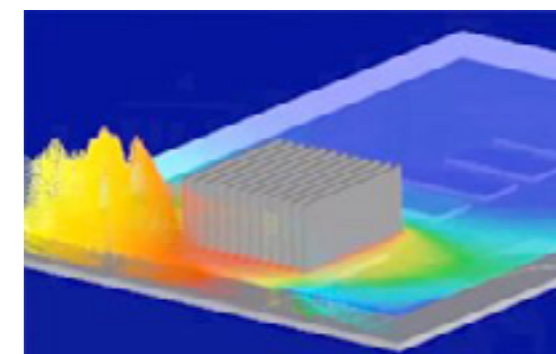


Прототипирование систем автомобиля

ANSYS Twin Builder

Electric drives

Оптимизация сложных мехатронных систем, таких как электропривод, требует глубокого анализа, опыта и строгой методологии. ANSYS предоставляет вам такие профессиональные инструменты, как ANSYS Simplorer, для моделирования компонентов как по отдельности, так и в составе сложной интегрированной системы.



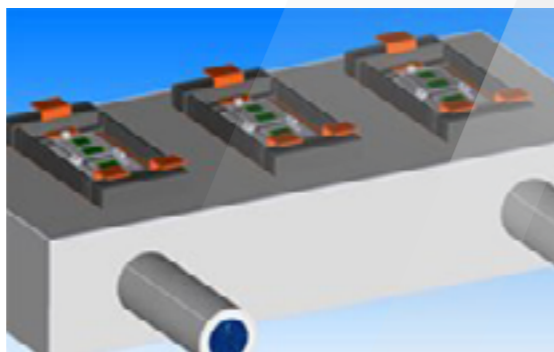
Электронный компонент

ANSYS Simplorer/TwinBuilder

Системы силовой электроники

Системы силовой электроники — это сложные устройства, которые создают множество проблем при разработке промышленных приводов, источников питания, оборудования для производства энергии, потребительских товаров и т. д.

ANSYS Simpler/TwinBuilder



Параметризация модели контроллера батареи

Автономные автомобили и ADAS

ADAS и автономные транспортные средства - это технологии, не имеющие прецедентов в автомобильной промышленности. Для разработки этих систем компаниям необходимо решить множество новых сложных инженерных задач. Более того, электроника, встроенные системы и программное обеспечение в этих технологиях резко увеличивают сложность транспортного средства. Производители транспортных средств пытаются решить сопутствующие проблемы с безопасностью и надежностью. Производители и поставщики автомобилей должны решить несколько задач при разработке этих систем, а ANSYS имеет решения для всех.

ANSYS medini analyze premium

ANSYS medini analyze enterprise

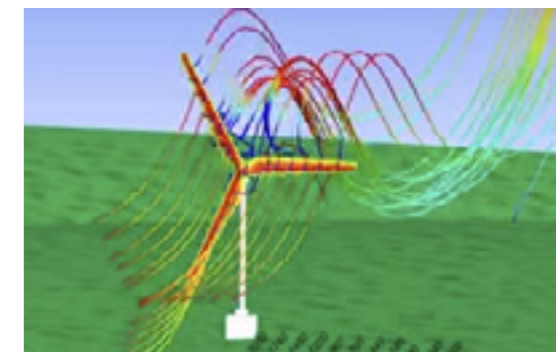


Оценка датчиками расстояния до предмета

Цифровые двойники

Цифровой двойник — это виртуальная копия реальной работающей машины в реальном времени, которая дает представление о ее производительности и обеспечивает информацией о необходимости обслуживания отдельного узла. Датчики на установке передают необходимые определяющие данные на цифровой двойник - температуру, давление, расход, напряжение, нагрузку и т. д. Двойник развивается синхронно с рабочей средой установки. Цифровой двойник может прогнозировать данные состояния установки задолго до их возникновения, поэтому вы можете предпринимать корректирующие действия во время запланированного простоя, а не делать несвоевременное отключение. Инженеры могут использовать собранные данные для улучшения дизайна продуктов следующего поколения.

ANSYS Twin Builder

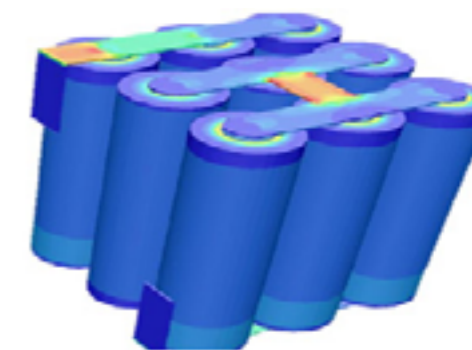


Цифровой двойник ветрогенератора

Системы управления батареями

Помимо характеристик, безопасности и затрат, связанных с электрификацией автомобилей, самолетов и промышленного оборудования, в расчетах необходимо учитывать емкость аккумулятора (пробег, время зарядки и срок службы).

ANSYS Twin Builder



Тепловая карта системы батарей

Анализ функциональной безопасности

Анализ и верификация функциональной безопасности электронных/электрических и программируемых систем управления в автомобильной, аэрокосмической, оборонной, железнодорожной, ядерной и других отраслях. Данные мероприятия вносят значительный и решающий вклад при проектировании и разработке систем.



Оценка функциональной безопасности систем автомобиля

ANSYS medini analyze pro

ANSYS medini analyze premium

ANSYS medini analyze enterprise

Безопасность заданных функций

Анализ и верификация безопасности заданных функций (SOTIF) для моделирования ограничений и недостатков компонентов системы, а также условий окружающей среды, которые могут вызвать нежелательное поведение системы.



Система распознавания объектов движения

ANSYS medini analyze premium

ANSYS medini analyze enterprise

Продукты ANSYS для моделирования систем

- ANSYS TWIN BUILDER
- ANSYS MEDINI ANALYZE
- ANSYS MEDINI ANALYZE FOR CYBERSECURITY
- ANSYS VRXPERIENCE

Twin Builder

Инструмент для создания, валидации и развертывания цифровых двойников

ANSYS Twin Builder Enterprise

ANSYS Twin Builder Pro

ANSYS Twin Builder Premium



Модуль **ANSYS Twin Builder** используется для построения, проверки и развёртки целых систем моделирования, цифровых двойников для организации обслуживания изделий по их фактическому состоянию. ANSYS Twin Builder позволяет проводить обслуживание и оптимизировать работу изделия по его фактическому состоянию с целью снижения страховых и гарантийных затрат. Для того, чтобы модели системного уровня можно было создавать легко и быстро, среда многодоменного моделирования систем Twin Builder объединяет в себе обширные библиотеки моделей, 3D физические решатели и возможности использования моделей пониженного порядка (ROM). Вместе с инструментами встраиваемого программного обеспечения Twin Builder позволяет заново использовать существующие компоненты и быстро создавать модели систем изделия.

Для валидации системы и обеспечения

соответствия ожидаемым эксплуатационным характеристикам, Twin Builder сочетает возможности моделирования многодоменных систем с быстрой разработкой человеко-машинного интерфейса (HMI), оптимизацией систем и инструментами для валидации XiL.

Для того чтобы соединить вашу модель цифрового двойника системы с тестовыми данными, либо данными получаемыми в режиме реального времени с измерительного оборудования, Twin Builder легко интегрируется с платформой промышленного интернета вещей (IIoT) и имеет возможности динамического развертывания, которые позволяют осуществлять обслуживание физического изделия по его фактическому состоянию. Это единственное решение, которое предлагает комплексный подход для реализации стратегии Цифрового двойника.

Создание двойника

Время на создание точного цифрового двойника может быть сокращено вдвое благодаря повторному использованию и простому составлению модели с помощью инструментов Twin Builder:

- Поддержка создания многодоменных моделей и языков.
- Расширенные библиотеки моделей 0D.
- Интеграция со сторонними инструментами (в том числе 1D).
- Создание и интеграция с 3D-моделями пониженного порядка ROM.
- Интеграция со встроенным программным обеспечением.



Схема построения цифрового двойника

Верификация двойника

Проверка степени точности воспроизведения двойника изделия и оптимизация эксплуатационных характеристик на 25% выполняется за счет:

- Многодоменного моделирования с интегрированной пост-обработкой.
- Быстрой разработкой человеко-машинного интерфейса HMI.
- Интеграции XiL.



Схема валидации цифрового двойника

Развертывание двойника

Расходы на обслуживание сокращаются на 10-20%:

- Быстрое подключение к поддерживаемым платформам IIoT.
- Экспорт и развертка сгенерированных моделей.



Схема развертывания цифрового двойника

Основные возможности продукта

Многодоменное моделирование систем

Создание иерархической структуры сложных энергетических систем с множеством доменов и поддержкой языков моделирования.

Специализированные OD библиотеки для приложений

Библиотеки моделей из нескольких областей физики и нескольких уровней точности для обеспечения динамику системы соответствующим уровнем детализации.

Интеграция со сторонними приложениями

Twin Builder обеспечивает поддержку стандарта Functional Mock-up Interface (FMI), позволяя объединять компоненты модели из различных источников в одну расчетную систему.

Модели пониженного порядка (ROMs)

Возможности моделирования с понижением порядка (ROM) позволяют создавать точные и эффективные модели системного уровня из подробных трехмерных физических моделей.

Интеграция встраиваемого программного обеспечения

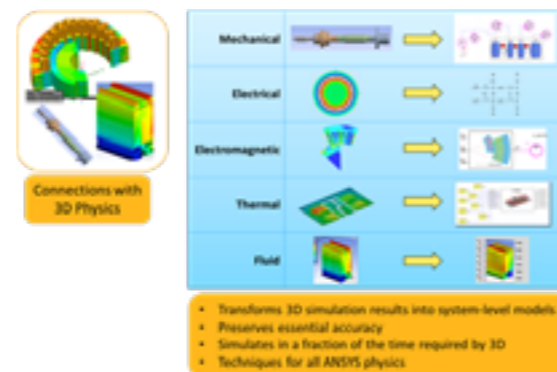
Интеграция встроенного управляющего программного обеспечения и разработка человеко-машинного интерфейса HMI для тестирования производительности встроенных элементов управления с моделями физической системы.

Решатель многодоменных систем и интегрированной постобработкой

Twin Builder выполняет эффективное и точное моделирование поведения непрерывных, дискретных, цифровых и аналоговых, смешанных сигналов. Большой выбор разнообразных типов графических и табличных отчетов для анализа и отображения результатов моделирования. Графики во временной, частотной области, параметрические зависимости 2D/3D.

Быстрое прототипирование HMI

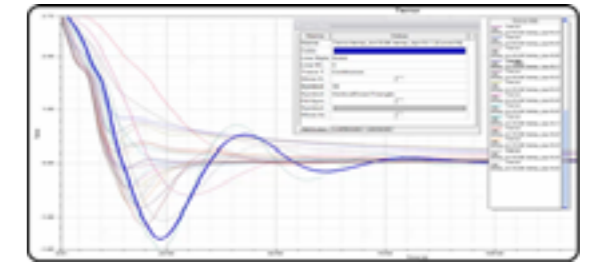
Twin Builder включает в себя инструмент быстрого прототипирования, который улучшает моделирование с помощью, простых в создании, интерактивных графических панелей.



Создание моделей пониженного порядка

Оптимизация системы

Производительность системы может быть оптимизирована на основе целевых функций заданных переменных проекта, с помощью встроенных алгоритмов или в сочетании с ANSYS DesignXplorer и ANSYS OptiSlang.



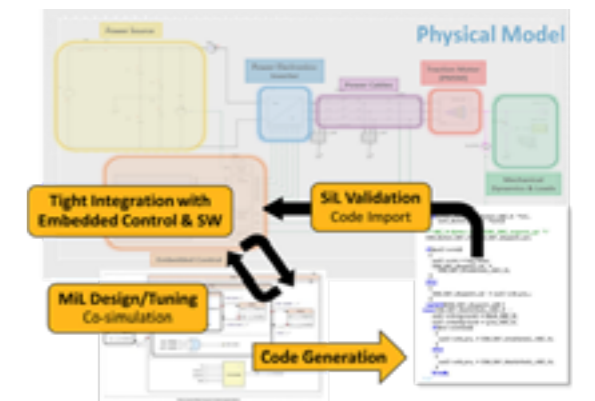
Построение графика оптимизации

Интеграция ХИЛ

В Twin Builder существуют различные методы интеграции программного обеспечения с физической моделью, в том числе: совместное моделирование для проектирования в рамках цикла (MiL) и настройки стратегий управления, а также импорт кода для проверки программного обеспечения в цикле (SiL), реального встроенного кода в виртуальной системе.

Подключение IIoT. Валидация и верификация двойника (V&V)

Легкое подключение цифрового двойника к различным платформам IIoT для доступа к тестовым данным и данным в реальном времени. С помощью ANSYS Twin Deployer вы можете выполнять верификационные и верификационные действия с двойником перед развертыванием.



Интеграция программного обеспечения

medini analyze

Решение для анализа функциональной безопасности систем в соответствии с отраслевыми стандартами безопасности



ANSYS medini analyze pro

ANSYS medini analyze premium

ANSYS medini analyze enterprise

ANSYS medini analyze Enterprise for Semiconductors

Программное решение **ANSYS medini analyze** реализует ключевые методы анализа безопасности - анализ опасностей и работоспособности (HAZOP), анализ деревьев неисправностей (FTA), анализ видов и последствий отказов (FMEA), оценка охвата диагностикой/анализ диагностического покрытия (FMEDA) - все эти анализы выполняются в одном интегрированном инструменте.

ANSYS medini analyze обеспечивает эффективное и последовательное выполнение мероприятий в соответствии с применяемым стандартом безопасности. Решение имеет высокий уровень интеграции с другими инструментами из инженерного окружения и позволяет проводить анализ безопасности и расчет надежности на основе SysML моделей.



Модельно-ориентированный подход ANSYS MEDINI ANALYZE

Применение

ANSYS medini analysis целесообразно применять при разработке электронных, электрических (E/E) и программно-управляемых (SW) систем, критичных по безопасности, в таких областях, как автомобилестроение, аэрокосмическая отрасль, разработка промышленного оборудования. Решение специально адаптировано к отраслевым стандартам безопасности ISO 26262, IEC 61508, ARP4761 и MIL-STD-882E. Область применения варьируется от ранних концептуальных этапов до разработки изделия и подробного анализа на уровне полупроводников.



Поддерживаемые стандарты

Преимущества

ANSYS medini analysis предлагает выполнение современных методов анализа в рамках единой модельно-ориентированной среды, включая:

- Проектирование и анализ безопасности E / E систем и функций, управляемых ПО, с учетом отраслевых стандартов ISO 26262, IEC 61508, ARP4761 и MIL-STD-882E.
- Интеграция моделей структурной и функциональной архитектуры с методами анализа качества, надежности и функциональной безопасности.
- Поддержка анализа эксплуатационных условий, анализа опасностей и рисков (HARA), оценки функциональных опасностей (FHA), FTA, FMEA, FMEDA, FMECA, вероятностного анализа надежности и показателей отказов аппаратного обеспечения.
- Анализ качества проектирования продукта и связанных с ним процессов в соответствии с SAE J1739, VDA-AIAG FMEA Handbook и т.п.
- Полная прослеживаемость и трассируемость.
- Настраиваемая генерация рабочей документации.

- Поддержка совместной работы, включая сложную модельно-ориентированную технологию сравнения и слияния.
- Интеграция с ANSYS SCADE Architect, IBM® Rational® DOORS®, IBM® Rational® Rhapsody®, Enterprise Architect, No Magic MagicDraw®, MATLAB®/Simulink®, Stateflow®, PTC Integrity™, Microsoft® Office, TortoiseSVN, IBM® Rational® ClearCase®, Jama Software и другими программными решениями.



Преимущества ANSYS MEDINI ANALYZE

Основные возможности продукта

■ Моделирование концепции безопасности

Разработка функциональных, технических или аппаратных / программных концепций безопасности в виде моделей, объединяющих цели, требования и архитектуру безопасности.

■ Модельно-ориентированный анализ безопасности

Поиск и решение критически важных проблем, с точки зрения безопасности, в разрабатываемых системах и компонентах с использованием индуктивных и дедуктивных методов, которые непосредственно связаны с проектными моделями.

■ Анализ и расчет надежности

Оценка безопасности и надежности аппаратной части системы (H/W) с использованием хорошо зарекомендовавших себя стандартных руководств по надежности и широко используемых методов количественного анализа, таких как FTA, FMEDA и FMECA.

■ Трассируемость и валидация

- Подтверждение соответствия концепций безопасности стандартам по безопасности с помощью автоматической проверки правил.
- Выполнение трассировки для анализа влияния изменений.

■ Поддержка командной работы и процесса верификации

- Совместная работа команды инженеров по безопасности с возможностью разделения, сравнения и объединения проектов.
- Интеграция с системами управления задачами для организации рабочего процесса.

■ Интеграция в инженерное окружение

Свободный обмен инженерными данными, такими как, например, требования, проектные модели и библиотеки компонентов элементной базы, с помощью стандартных инструментов управления требованиями и системного проектирования.



Пользовательский интерфейс ANSYS MEDINI ANALYZE

■ Настройка и адаптация процесса

Простая адаптация к процессам, рекомендациям и шаблонам, установленным на предприятии.

■ Интеграция с продуктами ANSYS

Широкий возможности интеграции с другими инструментами ANSYS для проектирования, анализа и моделирования систем.

■ Отчетность и документация

Генерация отчетов и необходимой документации непосредственно из среды анализа безопасности с помощью мощного инструмента отчетности.



Пример построения дерева FTA



Интеграция с продуктами ANSYS

medini analyze for Cybersecurity

Основные методы анализа кибербезопасности в одном инструменте



ANSYS medini analyze Cyber Security Pro

ANSYS medini analyze enterprise

ANSYS medini analyze Enterprise for Semiconductors

ANSYS medini analyze for Cybersecurity реализует ключевые методы анализа кибербезопасности в одном инструменте:

- Определение контекста путем моделирования объекта оценки (TOE).
- Идентификация активов и угроз.
- Оценка угроз и их обработка.
- Оценка сценариев атак с использованием моделирования в виде деревьев.

ANSYS medini analysis for Cybersecurity поддерживает эффективное и последовательное выполнение мероприятий, связанных с кибербезопасностью, которые регламентируются соответствующими стандартами.

Программное решение хорошо интегрировано с другими инструментами проектирования и позволяет выполнять модельно-ориентированный анализ кибербезопасности на основе SysML.



Процесс анализа кибербезопасности

Применение

ANSYS medini analysis for Cybersecurity целесообразно использовать при разработке электронных, электрических (E/E) и программно-управляемых (SW) систем, критичных по безопасности в автомобильной отрасли. Программное решение специально разработано для соответствия отраслевым стандартам SAE J3061, HEAVENS и стандарту ISO 21434, который в настоящее время только готовится к выпуску. ANSYS medini analysis for Cybersecurity можно использовать на протяжении всего процесса проектирования системы - от ранних концептуальных этапов до завершения проектирования системы.



Стандарт ISO 21434

Преимущества

ANSYS medini analysis for Cybersecurity включает передовые методы анализа в рамках единой модельно-ориентированной среды:

- Интегрированный модельно-ориентированный набор инструментов, поддерживающий установление контекста анализа, идентификацию активов и угроз, разработку деревьев атак, а также оценку и обработку угроз.
- Проектирование и анализ кибербезопасности систем и функций, связанных с кибербезопасностью в соответствии со стандартами SAE J3061, HEAVENS и ISO 21434.
- Интеграция моделей структурной и функциональной архитектуры с методами анализа кибербезопасности.
- Разработку и управление требованиями по кибербезопасности.
- Полная прослеживаемость и трассируемость.
- Настраиваемая генерация рабочей документации.

- Подробное сравнение и объединение проектов для организации совместной работы.
- Интеграция с IBM Rational DOORS, PTC Integrity, Jama, MS Office, SVN, git и др.



Преимущества ANSYS MEDINI ANALYZE FOR CYBERSECURITY

Основные возможности продукта

Установка контекста анализа и идентификация активов

Моделирование архитектуры системы объекта оценки (ТОЕ) совместно с функциями и процессами, которые представляют собой действия и активности. Существует возможность распределения ресурсов, идентификации активов и назначения им атрибутов безопасности.

Идентификация угроз

Выявление потенциальных угроз и оценка их последствия для безопасности с применением подхода STRIDE (Spoofing, Tampering, Repudiation, Information disclosure, Denial of service and Elevation of privilege).

Коллекции и деревья атак

- Автоматическое создание макета деревьев атак.
- Моделирование событий с точки зрения атак, угроз и уязвимостей.
- Сбор деревьев атак в виде коллекции атак.

Оценка и обработка угроз

- Оценка угроз и стратегий по снижению рисков на основе данных, полученных при построении деревьев атак.
- Снижение рисков за счет оценки влияния и расчета вероятности возникновения каждой угрозы с определением стратегий их обработки.

Анализ и управление требованиями

- Редактор для разработки требований по кибербезопасности.
- Распределение, управление и трассировка требований к архитектуре системы, программному и аппаратному обеспечению, а также моделям функций.

Трассировка

Поддержка различных способов трассировки: матрицы трассируемости, специализированный интерфейс для быстрой трассировки, визуализация трасс для анализа влияния изменений.



Анализа кибербезопасности в ANSYS MEDINI ANALYZE

Командная работа и интегрированное управление задачами

Результат анализа угроз будет эффективен, когда он будет доступен сотрудникам из различных подразделений предприятия. Для достижения этой цели реализованы следующие возможности:

- Обмен проектами.
- Объединение результатов совместной работы в единое целое.
- Документирование всех принимаемых решений.
- Управление проектом с помощью функции планирования и назначения задач.

Отчетность и настройка

- Быстрое автоматическое создание актуальной документации (ТОЕ, TARA, деревья атак и требования по безопасности) в любом формате.
- Повышение качества коммуникаций с использованием документации.
- Настройка под корпоративные и отраслевые стандарты.



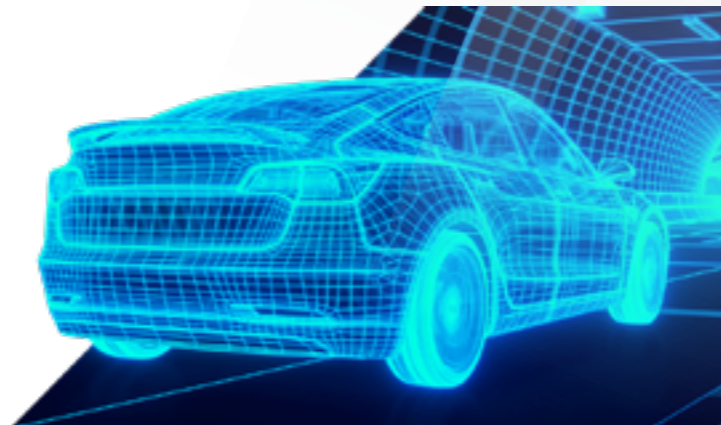
Интерфейс сравнения проектов в ANSYS MEDINI ANALYZE



Пример отчета со ссылками на документы в формате MICROSOFT WORD

VRXPERIENCE

Интерактивная платформа для виртуального тестирования и валидации транспортных средств и автомобильных систем



ANSYS VRXPERIENCE Driving Simulator powered by SCANeR

ANSYS VRXPERIENCE Headlamp

ANSYS VRXPERIENCE Sound ANSYS VRXPERIENCE Sensors

ANSYS VRXPERIENCE HMI ANSYS VRXPERIENCE Light

ANSYS VRXPERIENCE Perceived Quality

Разработка новых интеллектуальных систем требует итеративных процессов разработки и тестирования. Разработка, как правило, начинается с процессов проектирования первых прототипов с последующим их виртуальным тестированием. Далее выполняется возврат на этап проектирования с целью внесения изменений и устранения недостатков, найденных в ходе тестирования.

Платформа моделирования **ANSYS VRXPERIENCE** спроектирована и разработана для поддержки итеративного процесса разработки ультрасовременных систем.

Законченное решение **ANSYS VRXPERIENCE** имеет широкие возможности - начиная со специализированных приложений для разработки систем помощи водителю (ADAS) и автономных беспилотных систем, включая тестирование модели в контуре управления (MIL) на уровне компонентов, проверку и валидацию на уровне системы с помощью непрерывного

моделирования ПО и аппаратуры в контуре управления (SIL и HIL, соответственно) - до точного моделирования воспринимаемого качества, которое позволяет заранее оценить визуальные аспекты разрабатываемых продуктов. **ANSYS VRXPERIENCE** позволяет промоделировать взаимодействие человека с человеко-машинными интерфейсами (HMI) в виртуальной 3D- среде для учета различных человеческих и системных факторов.

Возможности моделирования с расширяются моделированием и расширенным анализом звука, воспроизводимого разрабатываемым продуктом, с целью создания звуковой гаммы, подчеркивающей уникальность и узнаваемость бренда.

Широкие и мощные возможности моделирования платформы **ANSYS VRXPERIENCE** значительно сокращают время и стоимость натурных испытаний.

Виртуальный тест-драйв

Протестируйте и оптимизируйте производительность интеллектуальных фар, датчиков и человеко-машинных интерфейсов с помощью симулятора ANSYS VRXPERIENCE Driving Simulator powered by SCANeR™.

С помощью интерактивного симулятора вождения в режиме реального времени вы сможете испытать условия вождения, практически близкие к настоящим. Испытайте поведение автомобиля на пересеченной местности, в различных погодных условиях и условиях освещения, для того чтобы оценить степень распознавания датчиков, их синтез, а также работу систем.

За единицу времени, необходимого для физического проезда миллиардов километров, требуемых для сертификации с точки зрения безопасности, вы можете виртуально протестировать автомобиль в среде моделирования с обратной связью.

ANSYS VRXPERIENCE значительно сокращает время и стоимость разработки, обеспечивая воспроизводимость процесса для модифицированных входных данных датчиков.

Валидация систем освещения в динамических условиях

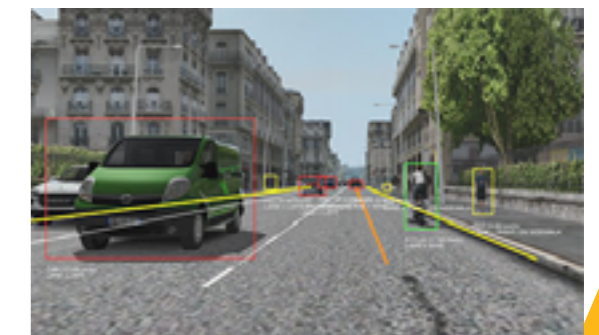
Оцените эффективность работы фар в динамической виртуальной среде вождения с использованием моделирования, основанного на законах физики. Среда поддерживает сценарии как автономного вождения, так и основные возможности ручного управления. Еще никогда не было так просто оценить работу системы и выполнить проверки регулировок в динамических условиях движения.



Оценка эффективности работы фар автомобиля в динамических условиях

Безопасное тестирование датчиков для автономных систем

Моделирование условий вождения, близких к реальным, позволяет с ANSYS VRXPERIENCE принять такие же надежные решения, как бы это было на реальном автомобиле, подключенном к сети. Обеспечивая в реальном времени отклик сенсора, основанный на законах физики, для камер, лидаров, радаров и ультразвуковых сенсоров, ANSYS VRXPERIENCE предоставляет для цифрового автомобиля всю необходимую информацию об окружающей среде, позволяя создавать самые безопасные системы автономного вождения.



Моделирование работы датчиков

Значительное повышение качества, воспринимаемого человеком

Прогнозируйте и проверяйте влияние освещения и вариантов материалов отделки на внешний вид и воспринимаемое качество. Оптимизируйте ваше изделие, чтобы создать надежную конструкцию, исключая необходимость множества дорогих физических прототипов. Убедитесь в достижимости и надежности виртуальных прототипов, а также обеспечении максимального качества без увеличения затрат. Оптимизация визуально воспринимаемого качества обеспечивает:



Моделирование внешнего вида фонаря автомобиля

Интерактивная оценка человеко-машинных интерфейсов

Погружая водителя в виртуальную динамическую среду управления и взаимодействия с HMI, эффективно оцените реакцию водителя на новые интеллектуальные системы вождения и передовые системы проактивной безопасности. Убедитесь, что водители мгновенно понимают всю необходимую важную информацию. Откройте для себя надежный и точный метод тестирования взаимодействия водителя с будущим продуктом и HMI, не подвергая при этом опасности и не повреждая дорогостоящее оборудование.



Оценка влияния бликов

Разработка нового качества звука

С помощью ANSYS VRXPERIENCE Sound создайте совершенный звук вашего продукта. Комплексное решение для анализа звука облегчает измерение воспринимаемого качества звука и 3D воспроизведение. Слушайте результаты моделирования в ANSYS Mechanical, ANSYS Fluent, ANSYS LS-DYNA и ANSYS Motion (например, вибрацию). Изменяйте звук, чтобы оценить влияние уровня изменения на компоненты, вставьте измененный звук в симуляцию и проведите исследование качества звука.

Выполните психоакустические тесты на основе выборки слушателей и получите статистику об истинном восприятии звуков вашего изделия. Воспользуйтесь преимуществами интуитивно понятного пользовательского интерфейса с графическим отображением звука для простого создания идеального звука продукта.

Основные возможности продукта

■ Симулятор вождения

Среда моделирования, предоставляющая виртуальный полигон для вождения: сценарии движения, трафик и динамика транспортного средства в реальном времени, виртуальные дороги и перекрестки, а также сценарии тестирования.

■ Системы освещения и фары

Тестирование интеллектуального головного освещения и связанных моделей законов управления (AFS / ADB, Matrix beam, Pixel HD). Эксклюзивные возможности IHS и оценка бликов.

■ Человеко-машинные интерфейсы

Тестирование и подтверждение дизайна кабины в части размещения человеко-машинных интерфейсов (HMI), включая виртуальные дисплеи и исполнительные механизмы, с помощью визуального моделирования, отслеживания глаз и пальцев, а также тактильной обратной связи.

■ Анализ воспринимаемого качества

Визуализация влияния отклонений при сборке и профилировании на воспринимаемое качество продукта с учетом производственных особенностей.

■ Датчики

Простая интеграция моделирования наземных датчиков с камерами и лидарами. Возможности графической визуализации для виртуальной оценки сложных систем ADAS и беспилотных транспортных средств.

■ Звук

Создание реалистичных источников звука и 3D звуковых гамм. Исследование восприятия звука и воспроизведения звука 3D.

■ Моделирование света

Объединение дизайна и процессов разработки в единый рабочий процесс для предоставления дизайнерам студий высококачественного освещения.



Оценка качества освещения



ОПТИКА

Легкое решение комплексных оптических проблем

Программное обеспечение ANSYS для моделирования фотоники и освещения, основанное на законах физики, упрощает процессы проектирования, позволяя лучше понять, как система будет выглядеть и работать в реальных условиях эксплуатации. Решения ANSYS предоставляют возможность, например, виртуально оценить производительность автомобильной фары в условиях динамического вождения, вместо создания и тестирования дорогостоящих физических прототипов.

Независимо от того, проектируете ли вы дисплей, сеть уличного освещения, интеллектуальные фары, head-up дисплей или интерьерную

подсветку в автомобиле, программное обеспечение ANSYS поможет вам сделать ваш дизайн и проект более эффективным и привлекательным.

Возможности Ansys для оптики

Повышение воспринимаемого качества

Когда потенциальные клиенты оценивают изделия, представленные на рынке, общий вид и детали имеют важное значение. Оптические решения ANSYS позволяют моделировать взаимодействие света с материалами, чтобы разработчики могли видеть, как изделие будет выглядеть в реальных условиях.

Решения ANSYS позволяют разрабатывать узнаваемый уникальный дизайн изделий, а также согласовывать с клиентами внешний вид на ранних этапах проектирования.



Взаимодействие света с проектируемым изделием

Оптические датчики для беспилотных транспортных средств

Оптические датчики - это «глаза» любой интеллектуальной системы. Физическое моделирование ANSYS поможет оценить сигналы, получаемые от камер и лидаров. Кроме этого, существует возможность постобработки данные моделирования с целью поиска оптимального расположения датчиков на транспортных средствах в условиях динамического вождения.



Моделирование датчиков беспилотных транспортных средств

Применение Ansys для моделирования оптических явлений

Автомобильная интерьерная подсветка салона

Креативное использование света для повышения уровня информированности и комфорта водителя. Моделирование и демонстрация гармоничных и стилизованных интерьеров с инновационными функциями и системами освещения



Интерьерная подсветка салона автомобиля

Подсветка

Создание инновационных продуктов за счет комбинирования света, материалов и оптических датчиков. Оптимизация производительности и внешнего вида изделия за счет прогнозирования возможных недостатков или проблем на ранних стадиях проектирования



Расчет вибрационных нагрузок

Общее освещение

Создание интеллектуальных систем освещения и управление этими системами - от одиночных светильников до «умных» систем освещения городов. Помощь в размещении каждого элемента для получения наилучшего результата. Оценка отражений и производительности.



Проектирование общего освещения

HUD-дисплей

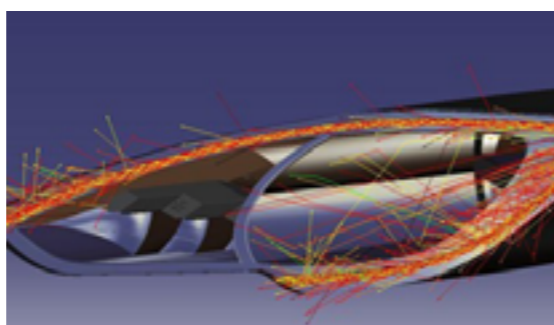
Оценка HUD дисплея, так как это будет видеть водитель со своего будущего кресла. Разработка надежных решений на ранних этапах процесса проектирования, которые осуществимы с технологической точки зрения. Оптимизация компоновки, углов и допусков для создания лучших в своем классе HUD-дисплеев



Оценка HUD дисплея

Внешнее освещение автомобиля

Революционные изменения во внешних системах освещения с целью повышения безопасности водителя, визуального комфорта и подчеркивания индивидуальности и узнаваемости бренда. Создание и тестирование новейших отраслевых разработок для достижения одновременного соответствия требованиям стандартам и требований дизайнера бренда



Проектирование внешней системы освещения автомобиля

Маркетинг в виртуальной реальности и конфигуратор продаж

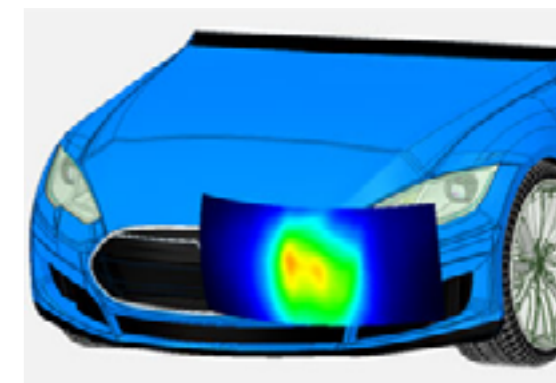
Повышение качества обслуживания клиентов с помощью маркетинга, выполняемого в виртуальной реальности, и конфигурирования продукта в реальном времени с помощью реалистичных виртуальных прототипов. Интерактивная среда для принятия обоснованных решений по многочисленным вариантам и конфигурациям материалов, сочетаниям света и внешнего вида.



Представление многочисленных вариантов и конфигураций изделия

Технологии датчиков для беспилотных средств

Оценка необработанных сигналов с камер и лидаров в интегрированной среде. Электронная постобработка и оценка расположения датчиков на транспортных средствах



Оценка расположения датчиков

Продукты ANSYS для моделирования оптических явлений

■ ANSYS SPEOS

Уникальный инструмент прогнозирования освещенности и эффективности оптических систем

ANSYS SPEOS Pro

ANSYS SPEOS Premium

ANSYS SPEOS Enterprise



ANSYS SPEOS предназначен для прогнозирования освещенности и эффективности оптических систем. ANSYS SPEOS позволяет сэкономить время и затраты на создание прототипов системы, повысив при этом качество разрабатываемой системы.

Быстрое проектирование и оптимизация оптических систем в **SPEOS** обеспечивается тем, что данное решение объединяет возможности моделирования качества освещения с обширными специализированными библиотеками и возможностями оптимизации. Со SPEOS вы можете изучать взаимодействие фотонов с геометрией изделий, чтобы быстро спроектировать функциональную систему освещения для вашего изделия.

SPEOS поддерживает использование высокопроизводительных вычислений HPC, что позволяет ускорить получение результатов симуляции без потери точности результатов расчетов. Высокопроизводительные вычисления HPC - это решения, которые позволяют уложиться в сроки проекта, сохранив при этом точность вычислений.

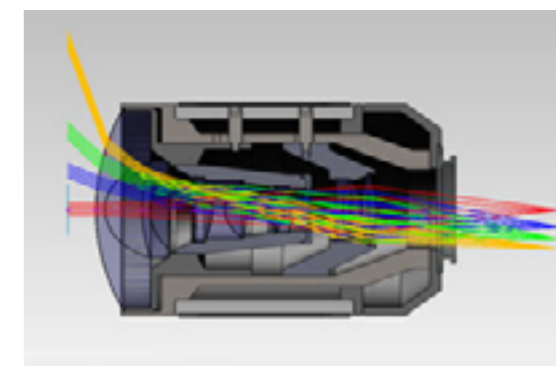
Многофункциональный и интуитивно понятный интерфейс пользователя SPEOS помогает повысить производительность при вычислении предварительных картин освещенности методом GPU-симуляции в мультифизической экосистеме ANSYS.

Проектирование и оптимизация системы

Подключите освещение к вашей виртуальной модели и изучите интуитивно понятным методом распространение света в 3D.

Для ускорения процесса проектирования реализован доступ непосредственно в Ansys SpaceClaim Direct Modeler. Функция конструирования оптических деталей позволяет автоматически проектировать оптические поверхности, световоды и оптические линзы.

Используя SPEOS Live Preview для моделирования и рендеринга, вы можете создавать свои продукты в интерактивном режиме. Выполняя моделирование с первого раза, вы сократите время итерации и ускорите процесс принятия решений.



Подготовка геометрии к моделированию

Валидация системы

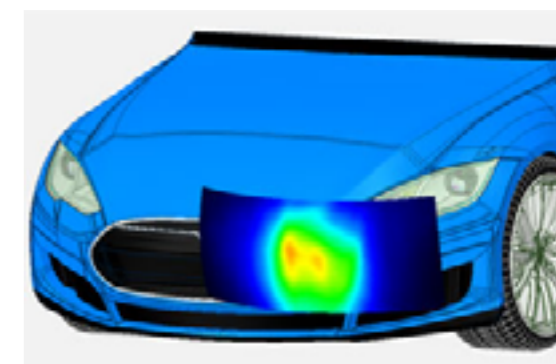
Для соответствия техническим характеристикам системы, **SPEOS** сочетает мощные возможности анализа света с оценкой освещенности по всему электромагнитному спектру: от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного диапазона. **SPEOS** обеспечивает визуализацию высокой точности, которая учитывает способности и возможности человеческого зрения. Учитывайте и используйте эти способности в виртуальной реальности для создания полного эффекта присутствия и погружения в среду.

SPEOS позволяет быстро и легко тестировать сценарии по принципу «А что если?». Вы можете повысить производительность системы, используя апробированные ранее образцы материалов из обширной библиотеки. Вместо того, чтобы стараться соблюдать международные нормы и стандарты, SPEOS помогает вам превзойти их.

Специальное решение SPEOS light box позволяет инкапсулировать оптическую систему со всеми ее свойствами и зависимостями в зашифрованный файл, так что вы можете поделиться своей

работой с соисполнителями и другими заинтересованными лицами, сохраняя при этом интеллектуальную собственность в полной безопасности.

Воспользуйтесь платформой Ansys, соединяющей Ansys SPEOS с ведущими решателями, для выполнения планирования эксперимента, оптимизации проекта и междисциплинарного анализа (оптико-тепловой и/или оптико-механический и др.).



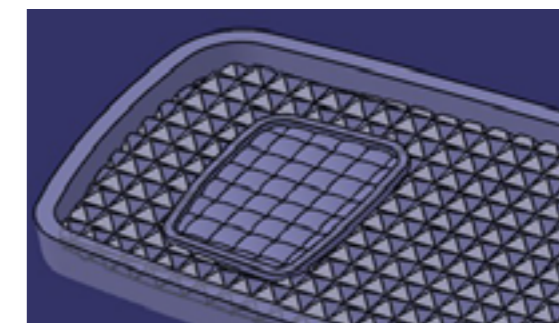
Подготовка геометрии к моделированию

Основные возможности продукта

- **Моделирование системы освещения**
Разработка системы и автоматизация проекта с использованием простых, интуитивно-понятных и одновременно квалифицированных инструментов. Обеспечение производительности системы путем оценки освещенности и силы света в видимом диапазоне.
- **Анализ системы освещения**
Анализ эффективности системы освещения, а также ее материалов. Расчет спектральной яркости в диапазоне от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного.
- **Визуализация систем освещения**
Определение визуальных аспектов, отражения, видимости и читаемости информации на основе физиологической модели человеческого глаза. Модель человеческого зрения учитывает возрастные изменения, блики, адаптацию, недостатки и нарушения зрения.
- **Оптимизация оптического дизайна**
Оптимизация характеристик освещения системы, определение оптимальных механических и оптических параметров изделия.
- **Проектирование оптической части**
Разработка геометрии оптических элементов системы освещения с возможностью автоматической генерации призм для световодов или «подушек» для отражающих и преломляющих элементов. Проектирование лучшей в классе формы отражателя с точным срезом луча и моделирование ограничений при производстве оптических элементов (фрезерование и др.).
- **Анализ и проектирование HUD**
Проектирование системы визуализации в виде head-up дисплеев (HUD). Проверка качества изображения HUD на соответствие стандартам, спецификациям и требованиям.
- **Исследование оптических датчиков**
Моделирование и оценка необработанных данных с камер и лидаров в условиях вождения. Помощь в оптимальном расположении датчиков на автомобилях с применением интеллектуальной электронной обработки.
- **Работа с дальней областью инфракрасного диапазона**
Моделирование длины волны из дальнего инфракрасного диапазона.
- **Дорожная библиотека для моделирования датчиков**
Доступ к характеристикам и данным светоотражающих материалов (дорожная разметка, номерные знаки, автомобильные краски) для более точного моделирования распознавания датчиков, установленных на автономных транспортных средствах.
- **Обширная оптическая библиотека**
Доступ к онлайн-ресурсу, который содержит источники света, материалы, датчики и стандартные модели, для выполнения более корректного моделирования с физической точки зрения.
- **ANSYS SPEOS HPC**
Сокращение времени моделирования с возможностью получения высококачественных результатов. Быстрая оценка системы в сверхвысоком разрешении.

Лицензионная политика ANSYS SPEOS и его расширений

- **Pro** ANSYS SPEOS Pro
Моделирование работы систем освещения в диапазоне видимого света, оценка фотометрических и колориметрических величин.
- **Premium** ANSYS SPEOS Premium
Оценка характеристик и внешнего вида систем с учетом материалов. Возможности анализа производительности систем освещения в расширенном до радиометрического диапазоне - от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного.
*Включает возможности версии Pro.
- **Enterprise** ANSYS SPEOS Enterprise
Исследование восприятия человеком, физиологическое моделирование глаза человека, определение видимости отражения и четкости информации.
*включает возможности версии Premium
- **Optical Part Design** ANSYS SPEOS Optical Part Design
Разработка специализированных оптических геометрий для проектирования систем освещения.
- **Optical Sensor Test** ANSYS SPEOS Optical Sensor Test
Оценка необработанных сигналов с камеры и лидара в условиях вождения.
- **Far-Infrared Extension** ANSYS SPEOS Far-Infrared Extension
Расширение диапазона моделирования до дальнего инфракрасного диапазона.
- **HUD Design & Analysis** ANSYS SPEOS HUD Design & Analysis
Разработка оптического дизайна Head-up дисплеев. Проверка качества изображения HUD и соответствия стандартам.
- **HPC** ANSYS SPEOS HPC
Использование высокопроизводительных вычислений HPC с целью сокращения времени моделирования.



Проектирование светоотражающей поверхности



РАСЧЕТНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ КОНСТРУКТОРА

ANSYS представляет усовершенствованные расчетные технологии и инновационные инструменты в новой версии ANSYS 2020 R2. **ANSYS 2020 R2** поможет командам инженеров ускорить внедрение инноваций в любых условиях и запускать передовые проекты, используя новые рабочие процессы и динамические возможности ПО ANSYS. Поддержка инфраструктуры виртуальных рабочих столов и облачных вычислений выводят высокопроизводительные вычисления (HPC) в ANSYS на новый уровень. Платформенные решения в сочетании с HPC предоставляют оптимальный пользовательский интерфейс с расширенными функциональными возможностями для управления данными и конфигурациями, визуализацией зависимостей

и поддержкой принятия решений, а также интуитивно понятными рабочими процессами для оптимизации конструкций и управления материалами. Решения ANSYS для цифровых двойников позволяют удаленно **мониторить** активы и являются критически важным компонентом для предиктивного техобслуживания.

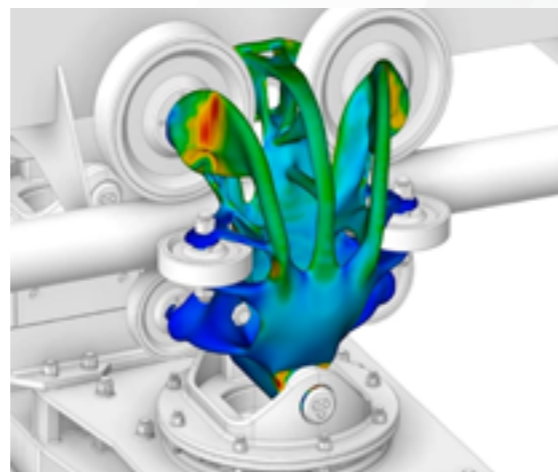
Вместе эти ресурсы стимулируют разработку высококачественных изделий и ускоряют их вывод на рынок.

РАСЧЕТНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Возможности расчетных инструментов конструктора

Исследование 3D-проекта

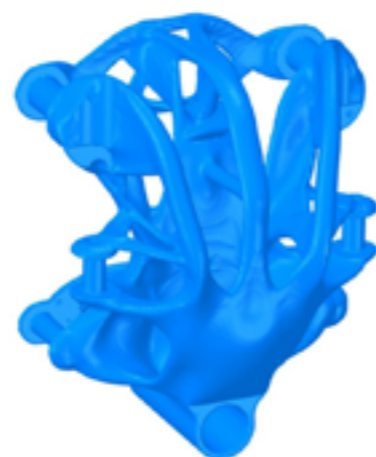
Изучайте идеи, повторяйте и внедряйте инновации с беспрецедентной скоростью на ранних этапах проектирования с помощью программного обеспечения ANSYS. Погрузитесь глубже в детали проекта, уточните концепции и выполните физическое моделирование - при поддержке решателей ANSYS - для точного учета условий эксплуатации.



Исследование 3D-модели изделия

Увеличение инженерной эффективности

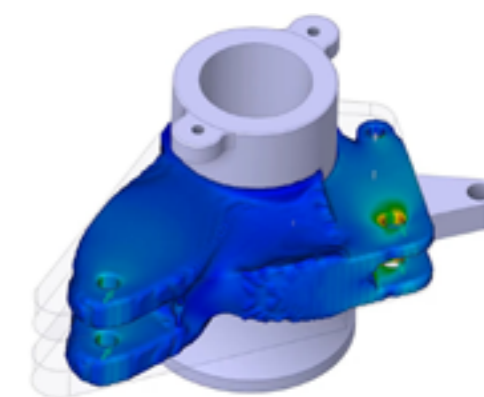
Ускорьте время выхода на рынок и сократите затраты на разработку продукта с помощью предварительного моделирования.



Предварительное моделирование изделия

Улучшение качества продукции

Создавайте более качественные продукты с меньшим количеством прототипов, более низкими производственными затратами и более подходящим дизайном.



Более тщательная проработка прототипа

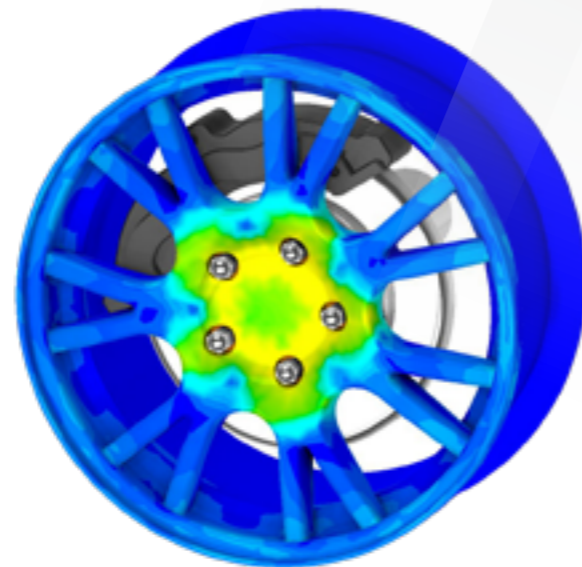
Стимулирование инноваций

Создавайте лучшие на рынке продукты, которые выделяют вас среди конкурентов, исследуя более широкое пространство проектирования.

Discovery

Инновационный инструмент, объединивший в себе физическое моделирование, высокоточный анализ и геометрическое моделирование объекта

ANSYS Discovery



ANSYS Discovery - это первый инструмент для моделирования, объединяющий мгновенное физическое моделирование, проверенный высокоточный анализ ANSYS и интерактивное геометрическое моделирование в одном пользовательском интерфейсе. Привлечение Discovery на ранних этапах разработки вашего продукта приведет к значительному повышению продуктивности, стимулируя внедрение инноваций и повышая общую эффективность вашего продукта.

Получите критически важные ответы о проекте раньше, не ожидая дни или недели для традиционных методов анализа.

- Быстрая подготовка модели для моделирования или создание вариантов проекта для изучения
- Быстрое изучение нескольких концепций проекта с помощью интерактивного моделирования в реальном времени
- Уточните результаты с помощью высокоточного моделирования и дополнительных условий

Доказано, что предварительное моделирование повышает рентабельность инвестиций в вашей организации благодаря:

- Снижению затрат на инженерные работы и физическое прототипирование
- Сокращению затрат на испытания
- Минимизации изменений и максимизация ваших конструкторских идей

Основные возможности продукта

■ Прочностной анализ

Получайте мгновенные результаты распределения напряжений независимо от сложности модели. Используйте механический решатель ANSYS для моделирования нелинейных эффектов и добавления локальных уточнений для повышения точности и контроля.

■ Газодинамика

Мгновенно определяйте тенденции течения, одновременно обновляя входные параметры или обновляя геометрию, и сразу получайте обратную связь ANSYS Discovery о эффективности вашего проекта. Используйте решатель ANSYS Fluent для подробного высокоточного исследования сложной геометрии и поведения течения.

■ Топологическая оптимизация

Раскройте потенциал генеративного проектирования, используя топологическую оптимизацию, включая производственные ограничения и оптимизацию собственных частот.

■ Тепловой анализ

Мгновенно оцените, как изменения тепловых входных данных, материалов и условий охлаждения повлияют на тепловые характеристики вашего проекта.

■ Моделирование геометрии

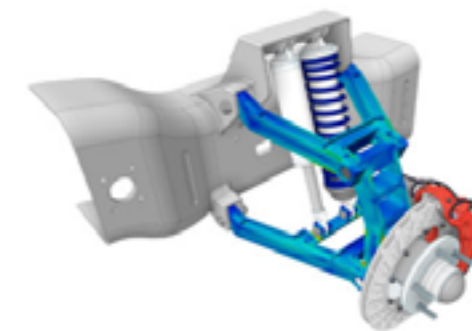
Технология моделирования Discovery и универсальный набор инструментов позволяют вам легко создавать и изменять импортированную геометрию без сложностей, связанных с традиционными системами САПР. Полные возможности моделирования позволяют пользователям подготовить модели для любого типа моделирования или внести изменения для оптимизации вашего проекта.

■ Модальный анализ

Анализируйте собственные частоты, вносите изменения в геометрию и мгновенно оценивайте эффективность.

■ Параметрическое исследование

Параметрическое исследование определяет фронт Парето в ANSYS Discovery, позволяя вам рассмотреть множество возможностей проектирования путем автоматического изменения нескольких геометрических параметров или параметров анализа.

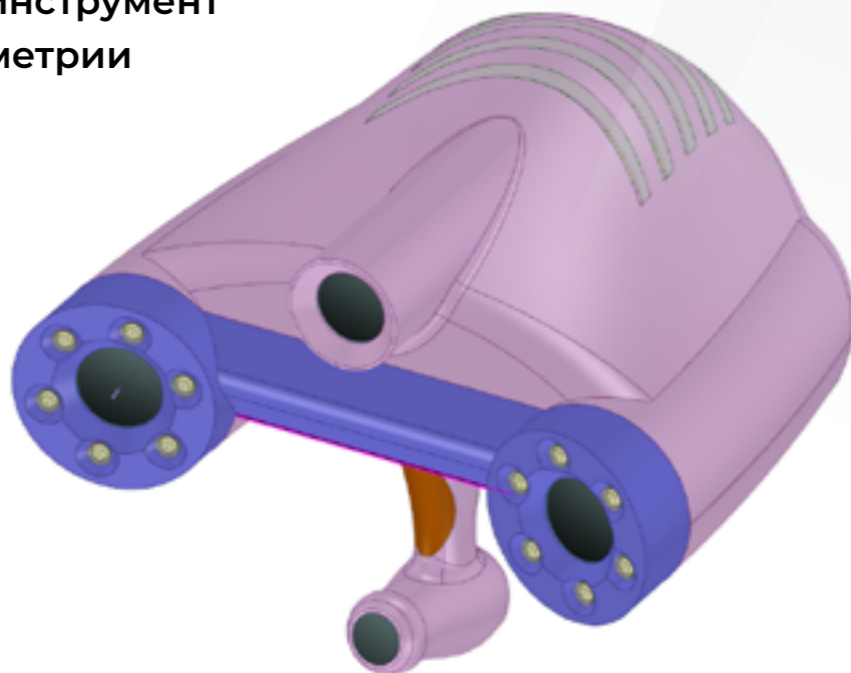


Моделирование взаимодействия составных частей изделия

SpaceClaim

Удобный и мощный инструмент редактирования геометрии моделей

ANSYS SpaceClaim



Уникальный пользовательский интерфейс **ANSYS SpaceClaim**, технология моделирования и универсальный набор инструментов помогают создавать и редактировать импортированную геометрию без каких-либо сложностей, связанных с традиционными системами САПР. При работе с существующими моделями САПР вы можете упростить геометрию с помощью автоматизированных, простых в освоении инструментов. ANSYS SpaceClaim идеально подходит для инженеров, у которых нет времени для тяжелых CAD-инструментов, но которые нуждаются в быстром проведении анализа.

Сокращение времени подготовки к моделированию

SpaceClaim предоставляет аналитикам инструменты для ускорения подготовки геометрии к моделированию. А также устраняет узкие места в геометрии, позволяя аналитикам сосредоточиться на анализе. Будь то упрощение моделей CAD, извлечение областей жидкости или упрощение до балочной или оболочечной модели. Управляя геометрией, инженеры могут устранять задержки между командами разработчиков и аналитиками, понимая, как изменения конструкции влияют на результаты.

Основные возможности продукта

Подготовка к моделированию

Упрощайте модели за считанные минуты, а не часы. Быстрое изменение, оптимизация и параметризация любого файла САПР, для снижения сложности сетки КЭ и сокращения времени моделирования.

Проектирование и концептуальное моделирование

Создание деталей, сборок и чертежей. Откройте, исправьте и отредактируйте любой файл CAD. Технология прямого моделирования SpaceClaim быстрее, проще и гибче, чем любой другой инструмент трехмерного моделирования.

Обратный инжиниринг

SpaceClaim позволяет пользователям переходить от фасеточной или отсканированной геометрии к твердотельным моделям САПР. Используйте интуитивно понятные и мощные инструменты для автоматической обработки простых или сложных конструкций и создания сложных деталей.

3D-печать

Подготовьте любую модель к 3D печати. Анализируйте и восстанавливайте искаженные или поврежденные фасеточные данные или быстро создавайте, редактируйте и подготавливайте оптимизированные модели для 3D-печати.

Algorux Momentum

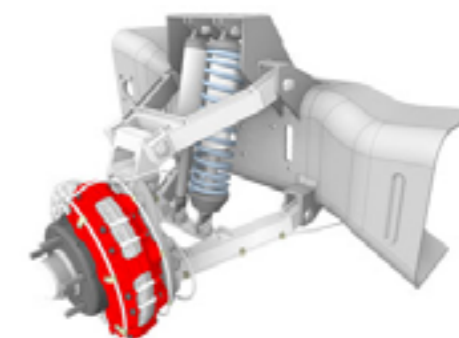
Algorux Momentum вводит физическое движение в ваши модели, чтобы учесть непредвиденную работу механизма, особенно полезно при наличии контактов, трения и зазоров. Моделирование динамики многотельных систем (MBSD) необходимо для проверки того, что механическое устройство будет работать так, как ожидалось.

Восстановление модели

Автоматические инструменты восстановления Discovery SpaceClaim быстро исправляют искаженные и неполные файлы САПР, ускоряя время создания сетки конечных элементов.

Подготовка к производству

Подготовьте модели к изготовлению и минимизируйте время обработки. Редактируйте любые файлы САПР, восстанавливайте поврежденные или сложные файлы, а также создавайте шаблоны быстрее, чем когда-либо прежде.



Подготовка геометрии к моделированию



РАСЧЕТНАЯ ПЛАТФОРМА

Благодаря инициативам по цифровой трансформации пользователи должны подключить моделирование и оптимизацию к более широким процессам жизненного цикла изделия. Для этого они должны решать проблемы масштабирования и сложности с помощью различных инструментов управления данными и процессами, интеграции высокопроизводительных вычислений (HPC), отслеживания и доступности результатов на протяжении всего процесса разработки.

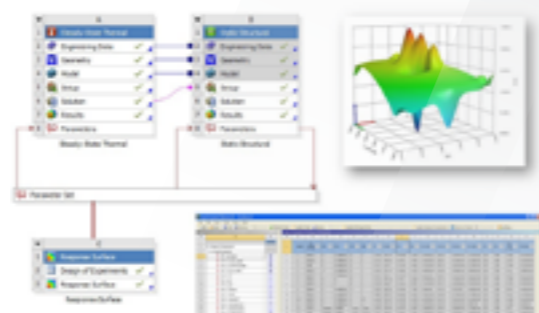
Масштабируемые и конфигурируемые решения связывают моделирование и оптимизацию с бизнесом в области проектирования,

а также обеспечивают инновационное исследование конструкции и улучшенную производительность. Они позволяют разработчикам сопоставлять цифровую трансформацию с использованием мультифизических передовых практик, интеграции процессов, не зависящих от поставщиков, и оптимизации проектирования за счет развертывания моделирования на предприятии.

РАСЧЕТНАЯ ПЛАТФОРМА

Масштабируемые и конфигурируемые решения помогают:

- Управление мультифизическими, системными данными и данными оптимизации, а также доступом к приложениям.
- Управление бизнес-процессами, управление проектами и интегрированное моделирование и оптимизация.
- Поддержка совместимости с существующей экосистемой инструментов и веб-развертывание.



Проект с использованием параметров и оптимизации в ANSYS WORKBENCH

Трансформируйте процессы проектирования, разработки и эксплуатации продуктов нового поколения с помощью платформы моделирования ANSYS.

Расширение сотрудничества в области проектирования

По мере того, как компании расширяют использование моделирования, инженерным группам необходимо справляться со сложностью множества инструментов и интеграции данных. Неспособность должным образом интегрировать системы является основным источником ошибок и недоработок. Ведущие компании используют платформу моделирования

ANSYS для стандартизации инженерного моделирования и подключения к различным инструментам бизнес-процессов, включая программное обеспечение PLM и CAD. Это облегчает моделирование и управление процессами на предприятии, улучшая разработку, производство и эксплуатацию интеллектуальных продуктов.

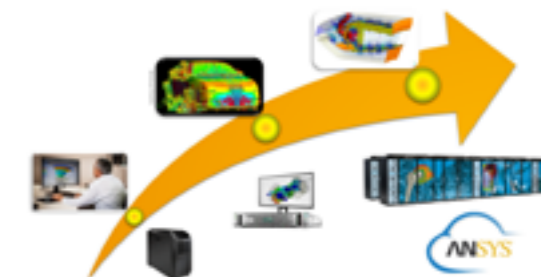
Защитите свой IP-адрес

Моделирование использует и генерирует большие объемы данных. Хранение, управление и защита этих данных - проблема, с которой сталкиваются многие, и которая обычно решается путем принятия специальных решений, что часто приводит к потере данных, неэффективности процессов и, прежде всего, риску воздействия на IP. Платформа

моделирования ANSYS предоставляет безопасное решение для архивирования данных, обеспечивает простой поиск и извлечение данных, а также устанавливает разрешения для авторизованного доступа, защищая один из самых ценных объектов вашего предприятия.

Создание масштабируемой среды моделирования

Инженерное моделирование часто требует больших вычислительных ресурсов для увеличения пропускной способности и ускорения принятия решений. Платформа моделирования ANSYS обеспечивает высокопроизводительные вычисления (HPC), развернутые в собственных центрах обработки данных или в общедоступных облаках, для максимального использования ресурсов моделирования и ИТ. Она поддерживает использование моделирования по всей организации, выходя за пределы подразделений и географических границ и повышая производительность работы группы.



Вертикальное масштабирование HPC-систем

Ускорьте внедрение инноваций

Каждая организация работает под постоянным давлением, чтобы внедрять инновационные решения как можно быстрее, чтобы соответствовать меняющимся тенденциям потребителей, соблюдать отраслевые правила и оставаться впереди конкурентов. Платформа моделирования ANSYS позволяет быстро исследовать и оптимизировать архитектуру системы на ранних этапах процесса проектирования. Используя технологию моделирования мирового уровня, построенную на платформе, компании оптимизируют дизайн и процессы продуктов. Платформа предоставляет нужные продукты в нужное время для проведения более умных, устойчивых и прибыльных операций.



Процесс исследования и оптимизации изделия

Создание, совместное использование и продажа приложений

ANSYS предлагает приложения, которые увеличивают эффективность средств моделирования общего назначения. Приложения для инженерного моделирования расширяют возможности пользователя при одновременном повышении скорости и масштабируемости процессов создания изделий. Вы можете создавать или загружать приложения для развертывания по всему предприятию, а затем делиться ими с партнерами и поставщиками, чтобы обеспечить согласованность и эффективность процессов проектирования на своих предприятиях.

ANSYS призывает каждого инженера, дизайнера и разработчика создавать и продавать свои специализированные приложения через ANSYS Store.



Магазин приложений ANSYS STORE

Настройка рабочих процессов

Многие процессы моделирования включают повторяющиеся процессы. Платформа ANSYS позволяет автоматизировать такие рабочие процессы для повышения производительности. Некоторые приложения моделирования являются сложными и включают в себя специализированные рабочие процессы. Открытая гибкая платформа позволяет инкапсулировать эти рабочие процессы в шаблоны. Это способствует более широкому внедрению моделирования, сокращая время выхода на рынок и затраты на разработку продукции.



Шаблон расчета параметров кровотока в сосудах

Междисциплинарные расчеты

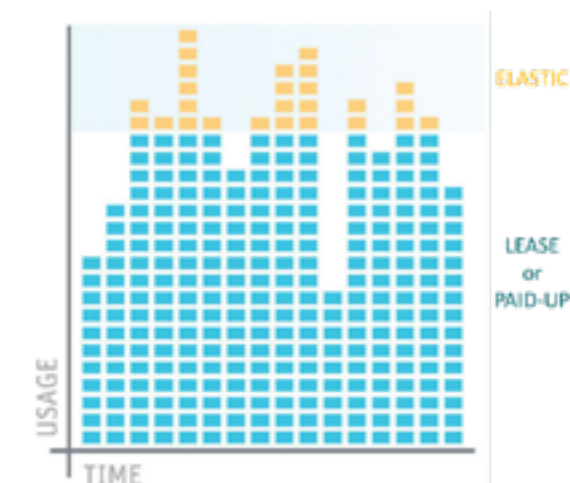
Возможности междисциплинарного анализа ANSYS определяют совместное влияние электромагнитных, конструкционных, жидкостных и тепловых нагрузок в различных комбинациях. В результате это позволяет прогнозировать производительность изделия с большей точностью и обеспечивает бесперебойную передачу данных между физическими решениями.



Проект междисциплинарного расчета

Гибкое лицензирование

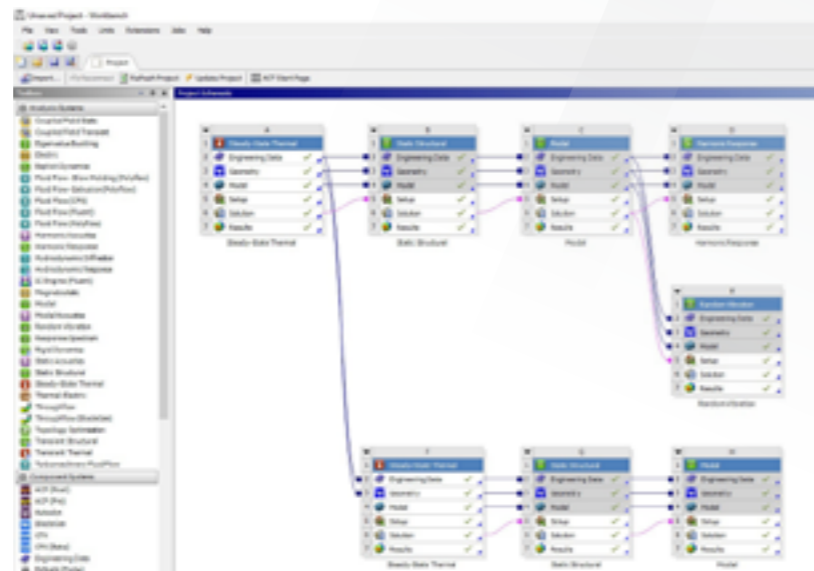
Если требуется временный доступ к дополнительным решениям, аппаратным средствам или вычислительным мощностям, ANSYS Elastic Licensing - это гибкий, предоплаченный вариант лицензирования. Приобретайте блоки ANSYS (AEU) и используйте их, когда они необходимы для доступа к основным продуктам ANSYS или дополнительным вычислительным ресурсам в периоды пиковой загрузки. Отслеживайте действия пользователей AEU вашей компании с помощью портала Elastic Licensing, чтобы узнать, какие продукты и кем используются, чтобы вы могли принимать обоснованные решения о покупке программного обеспечения.



Расширение пула лицензий в моменты пиковой загрузки

Workbench

Основная расчетная платформа ANSYS



Среда **ANSYS Workbench** является основным инструментом, на котором базируется концепция «Проектирование изделий на основании результатов инженерных расчетов». Инновационный подход к схематическому представлению проектов связывает воедино весь процесс моделирования. Тесная интеграция между компонентами приложений дает беспрецедентную легкость использования при подготовке и проведении расчетов, а также при решении сложных междисциплинарных задач.

Его можно рассматривать как интерфейс верхнего уровня, связывающий все программные средства ANSYS. ANSYS Workbench реализует бесшовную передачу данных между инструментами для обработки геометрии, построения сетки, проведения расчетов и обработки результатов.

Это очень сильно помогает управлять проектами. Вам не нужно беспокоиться об отдельных файлах на диске (геометрия, сетка и т. д.). Графически вы можете сразу увидеть, как был построен проект.

Поскольку ANSYS Workbench может управлять отдельными приложениями и передавать данные между ними, существенно облегчается автоматическое выполнение исследований (параметрический анализ) для оптимизации проектирования.

Основные возможности

■ Инновационная схема проекта

Инновационная схема проекта внутри платформы ANSYS Workbench меняет порядок проведения расчетов. Проекты представляются в виде взаимосвязанных систем в форме блок-схемы. С первого взгляда можно понять инженерный замысел, взаимосвязи между данными и состояние проекта расчета.

■ Междисциплинарные расчеты по технологии drag-and-drop («перенеси и отпусти»)

Построение сложнейших сопряженных расчетов, включающих в себя разные области физики, осуществляется при помощи простой операции drag-and-drop («перенеси и отпусти»). Нужно просто взять последующий расчет, перетащить его и отпустить на исходном расчете, а необходимые связи для передачи данных при этом формируются автоматически. В качестве примера ниже схематически показан односторонний расчет взаимодействия текучей среды и конструкции.

■ Порядок расчета регулируется полностью определенными системами анализа

Работа со схемой проекта вносит ясность и систематизирует процесс. Можно перетащить желаемый тип анализа из панели инструментов слева и положить его на схему проекта. Системы анализа содержат все необходимые компоненты, определяющие порядок работы в процессе расчета, прорабатывая систему сверху вниз. Весь процесс однозначен и непреложен.

■ Автоматическое обновление/перестроение на уровне проекта

В любую часть расчета можно внести изменения, а платформа ANSYS Workbench выполнит запуск нужных приложений для автоматического обновления/перестроения проекта. Таким образом, значительно снижаются временные затраты на итерации по перебору точек проекта (вариантов конструкции).

■ Интегрированное управление параметрами

Все приложения, размещенные на платформе ANSYS Workbench, поддерживают изменение параметров, включая CAD-параметры, свойства материалов, граничные условия и производные результирующие параметры. Параметры, заданные внутри приложения, управляются из окна проекта, облегчая исследование множества вариаций расчета. Из окна проекта можно выстроить серии точек проекта (комбинации вариантов конструкции, свойств материалов, нагрузок и граничных условий) в виде таблицы и просчитать все варианты за один раз.

Для максимально эффективного использования всех возможностей параметрических расчетов можно использовать модуль ANSYS DesignXplorer с заданным набором параметров. При этом поддерживаются такие типы параметрической оптимизации, как планирование эксперимента, оптимизация с целью достижения заданных параметров, поиск минимальных/максимальных значений. Возможен расчет влияния неопределенности входных параметров методом «шести сигм» для исследования отказоустойчивости конструкций. Данные возможности доступны для всех приложений, для всех областей физики и для всех решателей, поддерживаемых в рамках платформы ANSYS Workbench (включая ANSYS Mechanical APDL).

ANSYS Minerva

Приложение для
централизованного
управления знаниями

ANSYS Minerva

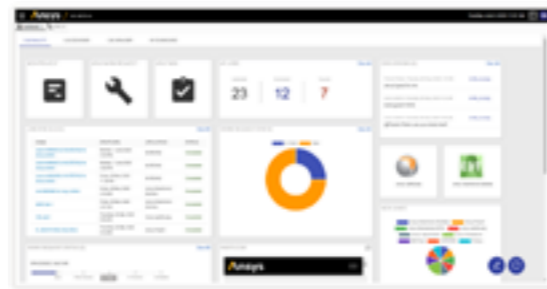


ANSYS Minerva - приложение для централизованного управления знаниями в области численного моделирования, работающее на платформе Agas. Представляет собой хранилище данных проектов и результатов расчетов, доступное специалистам обособленных структурных подразделений из разных географических и функциональных областей.

ANSYS Minerva разворачивается, как в локальной среде пользователя, так и в облаке и по умолчанию может подключаться ко всем ведущим системам управления жизненным циклом изделия (PLM). Пользователи получают немедленную выгоду от объединения процессов моделирования и оптимизации с существующей экосистемой инструментов и процессов.

Использование ANSYS Minerva, позволяет повысить производительность и максимизировать стоимость текущих инвестиций в инженерные технологии путем

внедрения управления данными и процессами моделирования, отслеживания жизненного цикла, интеграции процессов, оптимизации конструкции, возможности обработки и анализа данных численного моделирования.

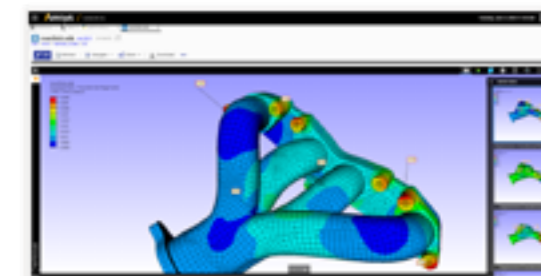


Стартовая страница ANSYS MINERVA

Преимущества ANSYS MINERVA

- **Управление данными численного моделирования и оптимизации, процессами и проектами.**
 - Доступ к информации и результатам анализа для принятия обоснованных решений.
 - Отслеживание “кто, когда, где и что” для процессов получения разрешений и ресурсов.Регламентирование производительности, повторяемости и качества данных.
- **Поиск данных и повторное использование.**
 - Доступ к облегченной трехмерной визуализации и отчетам о метаданных.
 - Интеграция ANSYS со сторонними инструментами и процессами для обеспечения совместимости.

- **Принятие передовых практических методов работы для обобщения и внедрения.**
- **Выполнение и контроль решения задач с применением высокопроизводительных вычислений (HPC).**



Визуализация результатов в окне браузера

Основные возможности

Численное моделирование и управление данными

Использование моделирования для отслеживания жизненного цикла изделия и для поддержки совместной работы и принятия решений.

Доступ к интеграции процессов и робастное проектирование

Интеграция/автоматизация связанных потоков данных и поиск оптимальных параметров производительности для пространства проектирования.

Совместимость

Стандартизированное подключение к инженерным приложениям и системам управления жизненным циклом изделия.

Гибридное развертывание

Управление компонентой локально устанавливаемой или облачной версией для оптимизации под задачи моделирования.

Интеграция с системой управления данными о материалах ANSYS GRANTA MI

Безопасное решение для облачных вычислений



Инженерное моделирование долгое время ограничивалось фиксированными вычислительными ресурсами, доступными на стационарном компьютере или кластере. Сегодня облачные вычисления могут предоставлять по необходимости ресурсы для высокопроизводительных вычислений (HPC), необходимые для более быстрых и точных результатов, предлагая более широкое производство.

Для использования объединенных преимуществ облачных вычислений и лучшего в своем классе инженерного моделирования, ANSYS в партнерстве с Microsoft® Azure™ создают безопасное облачное решение: ANSYS Cloud.

Используя ANSYS Mechanical, ANSYS Fluent и ANSYS Electronics Desktop, можно легко получить доступ к высокопроизводительным

вычислениям в облаке напрямую - без какой-либо дополнительной настройки. Получение доступа к необходимому аппаратному и программному обеспечению, когда оно требуется, и платить только за то, что используется.



Контроль за выполнением расчётов в облаке с любого устройства через веб-интерфейс

Основные возможности

Встроенный доступ к облачным HPC

Простой доступ к ресурсам высокопроизводительных вычислений по необходимости из ANSYS Mechanical, ANSYS Fluent и ANSYS Electronics Desktop без необходимости настраивать облачную среду. Возможность решения большего количества задач и моделей большего размера быстрее, чем когда-либо прежде.

Полноценные возможности удаленного рабочего стола

Использование всего функционала программного обеспечения ANSYS в облаке с инфраструктурой виртуальных рабочих столов (VDI) ANSYS Cloud.

Полностью безопасные рабочие процессы

Проведение расчетов с уверенностью в безопасности. Решение ANSYS Cloud создано для обеспечения безопасности. Оно соответствует передовой практике Microsoft и проходит аудит независимой стороной.

Экономичное ценообразование по требованию

Доступ к необходимому аппаратному и программному обеспечению, когда оно требуется - оплата только за то, что используется.

Мониторинг заданий

Интерактивный мониторинг выполнения работы из любого места - через настольное приложение или веб-портал на вашем компьютере, планшете или смартфоне.

Облачная визуализация результатов 3D

Просмотр и проверка результаты моделирования, пока они хранятся в облаке, из любого места, на любом устройстве через веб-браузер.



Настраиваемые дашборды в интерфейсе ANSYS CLOUD

Безопасное решение для облачных вычислений

ANSYS HPC ANSYS HPC Pack

ANSYS HPC Workgroup

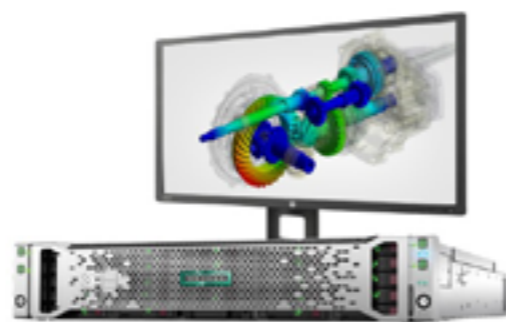


С программным пакетом **ANSYS HPC** вы можете использовать многоядерные компьютеры, чтобы выполнить большее количество расчетов за меньшее время. С помощью использования высокопроизводительных вычислений (HPC) данные расчеты могут быть более масштабными, более сложными и более точными, чем когда-либо. Различные варианты лицензирования ANSYS HPC позволяют масштабироваться до любого необходимого уровня вычислений, от вариантов для одного пользователя или небольшой группы пользователей для параллельной работы начального уровня до практически неограниченных параллельных расчетов. Помимо параллельных вычислений, ANSYS также предлагает специальные решения для параметрических задач, которые позволяют более подробно изучить конструктивные параметры (размер, вес, форма, материалы, механические свойства и т. д.) Вашего продукта на ранних этапах процесса разработки.

ANSYS HPC повышает продуктивность проектирования за счет увеличения производительности моделирования. Основываясь на постоянных инвестициях в инновации и разработку программного обеспечения для высокопроизводительных вычислений, решения ANSYS спроектированы с учетом масштабируемости, поэтому вы можете применять моделирование

на соответствующем уровне проработки, будь то простые начальные оценки конструкции или высокоточные работы по оптимизации.

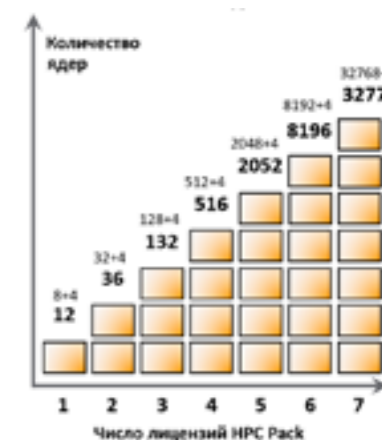
ANSYS HPC также дает вам более точное представление о производительности продукта - понимание, которое невозможно получить никаким другим способом, потому что ANSYS HPC позволяет моделировать более крупные и сложные модели (и даже системы), чтобы более точные проектные решения могли приниматься на протяжении всего процесса разработки.



Кластер HPC на аппаратном обеспечении HP

ANSYS HPC также позволяет вам рассматривать больше конструктивных идей и принимать эффективные решения по разработке продукта на основе лучшего понимания конструкции. Используя комбинацию ANSYS Workbench с параллельными и параметрическими решениями для высокопроизводительных вычислений от ANSYS, вы можете одновременно оценивать несколько вариантов автоматизированного параметрического проектирования в широком диапазоне рабочих условий в течение приемлемого для промышленности времени. Комбинируя план экспериментов (DOE), Six Sigma и инструменты оптимизации с решениями для высокопроизводительных вычислений от ANSYS, вы можете определить, какие проектные параметры требуют строжайшего

контроля качества, и достичь наиболее оптимальной конструкции, работающей в различных условиях.



Рост числа задействованных для расчета ядер

Варианты лицензирования

■ HPC

Для параллельной работы начального уровня вы можете выбрать HPC по количеству необходимых параллельных процессов. Вы можете добавить в ваш расчет несколько расчетных ядер (и графических процессоров) с небольшими дополнительными затратами.

■ HPC Pack

Для более точного моделирования пакеты HPC позволяют масштабировать использование высокопроизводительных вычислений до любого уровня, который требуется для моделирования.

■ HPC Workgroup

Решения HPC Workgroup предлагают параллельные возможности для увеличения пропускной способности нескольких расчетов и повышения продуктивности вас и ваших коллег в рамках одной рабочей группы.

■ HPC Parametric Pack

Для газодинамических и прочностных задач эта лицензия расширяет ваши доступные лицензии ANSYS для отдельных приложений, обеспечивая одновременный расчет выполнение нескольких проектных точек с одним набором лицензий на приложения.

■ Distributed Solve (DSO)

В области электромагнетизма DSO предоставляет вам возможность автоматически и одновременно выполнять изменения конструкции, используя только один набор лицензий на приложения.

■ HPC Partner Solutions

Мы сотрудничаем с лидерами в области высокопроизводительных вычислений, чтобы гарантировать максимальную отдачу от инвестиций в программное обеспечение и оборудование.

Electronics Desktop

Единый интерфейс для создания и анализа электромагнитных и тепловых эффектов в электронике

ANSYS Electronics Desktop представляет собой комплексную платформу, которая позволяет инженерам проектировать и моделировать различные электронные, электромагнитные компоненты, устройства и системы. Electronics Desktop - это единый интерфейс для создания и анализа электромагнитных (ЭМ) и тепловых эффектов в электронике.

Electronics Desktop объединяет в себе инструменты анализа:

- ANSYS HFSS
- ANSYS Maxwell
- ANSYS Q3D Extractor
- ANSYS Icepak
- ANSYS Maxwell
- ANSYS Twin Builder

Кроме того, **ANSYS Electronics Desktop** имеет совместимость с продуктами ANSYS для тепловых, жидкостных и механических решателей, позволяя тем самым проводить комплексный мультифизический анализ.



ANSYS Electronics Desktop позволяет совмещать строгий 2D/3D физический анализ с системным и схемным моделированием. Любая комбинация продуктов в ANSYS Electronics Desktop может быть учтена и рассчитана в одном проекте. Например, в одном проекте можно комбинировать между собой ANSYS HFSS, Circuit и ANSYS Icepak. Схемотехнические элементы могут использоваться для подключения к одному проекту различных решателей и создания высокоуровневых моделей систем с помощью динамических связей между трехмерными электромагнитными моделями и SPICE схем.

ANSYS Electronics Desktop позволяет эффективно управлять сложными проектами, которые требуют нескольких различных инструментов анализа. Кроме того, дизайн в проекте может быть параметризован. Это позволяет инженерам проводить эксперименты «что, если» и изучать влияние изменений параметров конструкции компонентов на поведение системы в целом.

Основные возможности

Мощный оптимизированный рабочий процесс

ANSYS Electronics Desktop имеет интуитивно понятный ленточный интерфейс с единообразным внешним видом, позволяющим инженерам работать с несколькими продуктами. Например, при моделировании радиолокационной системы, антенная решетка может быть создана в ANSYS HFSS и связана с реальной конструкцией самолета, такого как F-16. Малошумящие усилители и циркуляторы могут быть смоделированы в ANSYS HFSS 3D Layout и ANSYS HFSS соответственно. Усилитель и полосовой фильтр (смоделированный в HFSS) могут быть связаны между собой в схемном симуляторе (Circuit Designer). Таким же образом к антенной решетке смогут быть подключены другие схемные элементы. Выходы схемы из Circuit Designer могут передавать данные в другие проекты с помощью опции push excitations.

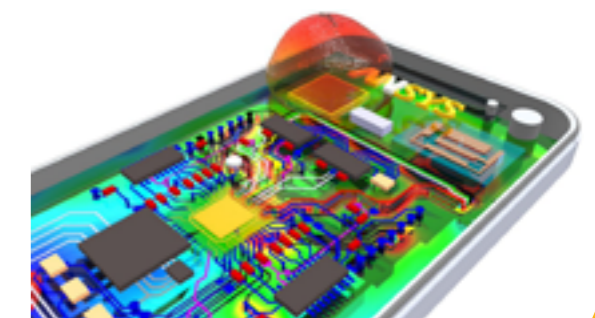
Эта функция позволяет инженерам просматривать электромагнитные поля, полученные в других проектах и учитывать их в новом проекте. Инженеры могут связать ANSYS HFSS, ANSYS Maxwell, ANSYS Q3D Extractor и ANSYS Icepak для получения электротермических решений. Простым щелчком мыши можно связать потери мощности из ЭМ-проектов с ANSYS Icepak для электротермического моделирования.

Автоматизация проектирования

ANSYS Electronics Desktop поддерживает написание скриптов Python и Visual Basic. Это позволяет записать в виде исполняемого файла выполнение команд при создании моделей, назначении граничных условий, параметров моделирования и последующей обработке. Встроенные возможности создания сценариев могут автоматизировать длительные процессы.

Библиотеки компонентов и поддержка моделей

Возможность обмена данными трехмерного проектирования между группами инженеров при одновременной защите интеллектуальной собственности имеет решающее значение для разработки сложных систем следующего поколения. Запатентованная технология 3D Component - это прорыв в совместном использовании моделей, позволяющий инженерам создавать зашифрованные модели, которые предоставляют всю информацию для успешного моделирования полных сборок с высочайшей точностью.



Анализ электронных компонентов в среде ANSYS AEDT

Междисциплинарные расчеты

Позволяют исследовать все физические взаимодействия продукта во время использования



По мере внедрения новых материалов и методов производства изделия становятся все более сложными. Продукты должны быть легче, меньше и работать эффективнее, чем когда-либо. Междисциплинарные расчеты позволяют исследовать все физические взаимодействия, с которыми может столкнуться сложный продукт во время использования. Эти взаимодействия могут повлиять на производительность, безопасность и долговечность продукта. Гидравлические силы, тепловые эффекты, прочность и электромагнитное излучение могут повлиять на производительность. Если отделять эти силы и исследовать их по отдельности, вы не сможете получить точный прогноз. Междисциплинарные расчеты могут помочь вам исследовать эти эффекты в любой комбинации, обеспечивая высочайшую точность решения для устранения проблем с надежностью и разработки безопасных и эффективных продуктов.



Инструменты многодисциплинарного численного прототипирования в автомобилестроении

Преимущества

Решения, соответствующие вашим потребностям и опыту

ANSYS междисциплинарные расчеты соответствуют потребностям и уровню опыта вашей инженерной организации - от инженеров-проектировщиков, выполняющих предварительное моделирование, которым требуются простые в использовании решения для моделирования, до опытных расчетчиков, выполняющих исследования, требующие сложных и точных подходов физического моделирования.

На основе проверенной расчетной технологии

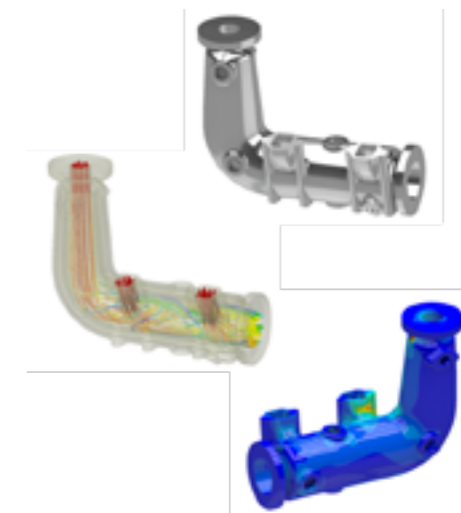
Точность междисциплинарных расчетов настолько хороша, насколько хороши отдельные физические модели и численные подходы. Технология надежных решателей от ANSYS в сочетании с высокопроизводительными вычислениями составляет основу для быстрого и точного анализа всех наших междисциплинарных решений.

Комплексные возможности сопряжения нескольких решателей

System coupling объединяет независимые решатели, управляя их взаимодействием и координируя обмен данными, чтобы учитывать физические взаимодействия, влияющие на инженерные результаты. Сложные междисциплинарные задачи легко настроить и запустить с помощью специального, простого в использовании графического интерфейса System Coupling.

Многокритериальная оптимизация

Быстро определяйте лучшую конструкцию, комбинируя междисциплинарные расчеты с оптимизацией конструкции, чтобы удовлетворить все требования вашего конкурирующего продукта.



Междисциплинарная оценка параметров выходного коллектора газотурбинного двигателя

Применение

■ Взаимодействие газодинамики и конструкции

ANSYS Междисциплинарные расчеты помогут вам исследовать, как жидкостные силы могут перемещаться и деформировать конструкции, чтобы повлиять на производительность продукта.

■ Управление температурным режимом

Устройствам требуется обладать оптимизированной теплопередачей между жидкостями и твердыми телами, чтобы поддерживать постоянную температуру и максимизировать производительность, снижать затраты на обслуживание и продлевать срок службы машины. Жидкости могут охлаждать и нагревать детали машин, технологическое оборудование, компоненты двигателя и другие твердые тела. Эти тепловые эффекты, в свою очередь, могут деформировать стенки или детали, которые охлаждаются или нагреваются. ANSYS предоставляет быстрые и точные решения для прогнозирования самого широкого спектра проблем теплопередачи между жидкостью и твердым телом, включая сопряженный теплообмен (CHT) и взаимодействие теплоносителя с конструкцией (FSI).

■ Микроэлектромеханические системы (МЭМС)

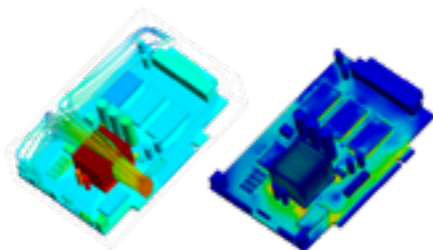
Решения ANSYS занимают уникальное положение, помогая инженерам создавать сложные, надежные, высокопроизводительные микроэлектромеханические системы (МЭМС), которые побеждают конкурентов.

■ Турбомашиностроение

Турбомашиностроение обладает самыми интересными и сложными задачами. ANSYS предлагает инновационные решения на каждом этапе процесса моделирования, от построения сеток, до проведения расчета и последующей обработки. При разработке реактивного двигателя, ветряной турбины или турбонагнетателя ANSYS поможет вам расширить границы возможного, чтобы вы могли максимально повысить производительность и эффективность вашего продукта.

■ Охлаждение электроники

ANSYS предлагает продукты для моделирования процессов охлаждения электроники, термодинамического анализа микросхем, печатных плат и их корпусов. Инструменты ANSYS позволяют спрогнозировать чрезмерный нагрев, который может в дальнейшем привести к отказу элементов из-за электромиграции.



Тепло-аэродинамический расчёт в проектировании системы охлаждения печатной платы

■ Корпус кристалла, совместная разработка

Решения ANSYS - это полноценная платформа для совместного моделирования и анализа микросхем с точки зрения теплового режима, целостности сигналов и питания. Такие инструменты как ANSYS RedHawk и ANSYS IcePak позволяют обеспечить оптимальную производительность разрабатываемой интегральной схемы или систем на кристалле.

■ Целостность питания

Продукты ANSYS предоставляют ведущее в мире решения для моделирования питания печатных плат. Инструменты моделирования ANSYS для анализа питания имеют сертификацию для различных производителей микросхем, позволяют анализировать рабочие характеристики цепей переменного тока, снижать потери мощности постоянного тока, гарантировать целостность питания, повышают надежность и уменьшают стоимость разработки.

■ Целостность сигналов

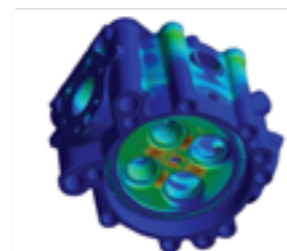
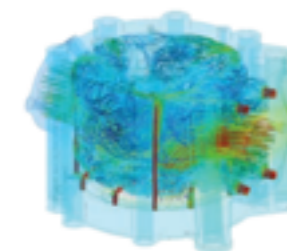
ANSYS предоставляет полный набор инструментов инженерного моделирования, который помогает выявлять проблемы целостности сигналов на ранних этапах проектирования электронных блоков, печатных плат, разъемов и других сложных межэлементных соединений. Продукты для анализа целостности сигналов позволяют прогнозировать электромагнитную совместимость (EMI/EMC) устройств, целостность сигнала и проблемы с целостностью питания, что позволяет оптимизировать производительность системы перед сборкой и тестированием.

■ Вибрация

ANSYS Mechanical поможет вам понять, как ваша конструкция будет реагировать на вибрации от таких явлений, как скрип тормозов, землетрясение, транспортировка, а также акустические и гармонические нагрузки. ANSYS Mechanical предоставляет платформу для моделирования отдельных и междисциплинарных расчетов, чтобы помочь вам решить самые сложные проблемы с вибрацией.

■ Гидродинамика

Требования к проектированию морских сооружений могут сильно отличаться от традиционных наземных сооружений. ANSYS Mechanical предоставляет инструменты для точного моделирования воздействия волн, течений и ветровых явлений. Вы можете определить необходимый уровень точности, от упрощенных моделей для конструкций ферменного типа до высокоточных расчетов, которые включают учет волновой, приливной и нагрузки течений.



Сопряженный гидра-прочностной расчёт головки цилиндра



ПОДГОТОВКА ГЕОМЕТРИИ

ПОДГОТОВКА ГЕОМЕТРИИ И СЕТКИ

Любое инженерное моделирование начинается с геометрии. Это может быть твердотельная модель для прочностного анализа или объем воздуха для расчета течения или электромагнитной задачи. На данный момент ANSYS в своем составе имеет два интегрированных CAD редактора: ANSYS DesignModeler и ANSYS SpaceClaim Direct Modeler.

Помимо встроенных редакторов в составе ANSYS также есть мощные интерфейсы, обладающие односторонними и двусторонними связями со всеми распространенными CAD-системами, и широкий список форматов для чтения.

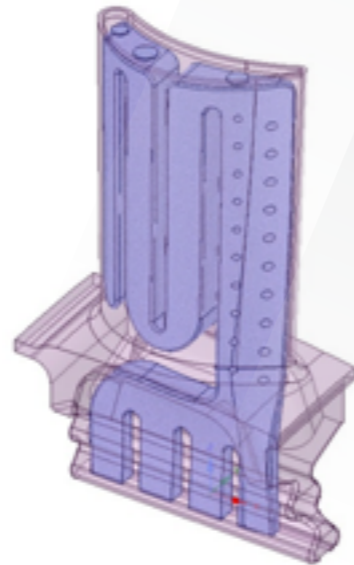
Особенности инструментов ANSYS для подготовки геометрии

- Уникальный пользовательский интерфейс ANSYS, технология моделирования и универсальный набор инструментов помогают создавать и изменять импортированную геометрию без сложностей, связанных с традиционными САПР-системами.
- При работе с существующими моделями САПР можно редактировать и упрощать геометрию с помощью простых в освоении автоматизированных инструментов, сокращая время подготовки к моделированию.
- ANSYS предоставляет инженерам инструменты для ускорения подготовки геометрии к моделированию. Упрощение мелких особенностей геометрии, извлечение объема жидкостей, а также создание балочных и оболочечных элементов из существующей модели - все это можно быстро сделать в ANSYS, сэкономив при этом много времени для качественного инженерного анализа.

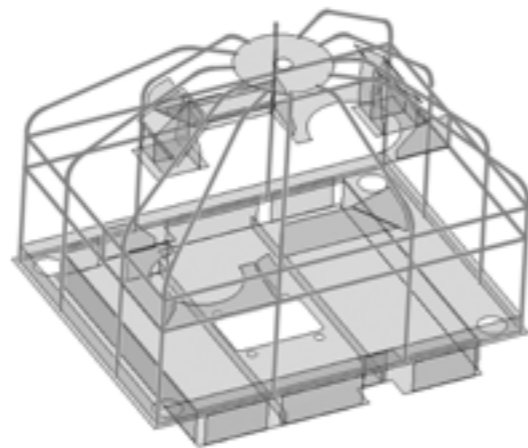
Уникальный пользовательский интерфейс ANSYS, технология моделирования и универсальный набор инструментов помогают создавать и изменять импортированную геометрию без сложностей, связанных с традиционными САПР-системами.

При работе с существующими моделями САПР можно редактировать и упрощать геометрию с помощью простых в освоении автоматизированных инструментов, сокращая время подготовки к моделированию.

ANSYS предоставляет инженерам инструменты для ускорения подготовки геометрии к моделированию. Упрощение мелких особенностей геометрии, извлечение объема жидкостей, а также создание балочных и оболочечных элементов из существующей модели - все это можно быстро сделать в ANSYS, сэкономив при этом много времени для качественного инженерного анализа.



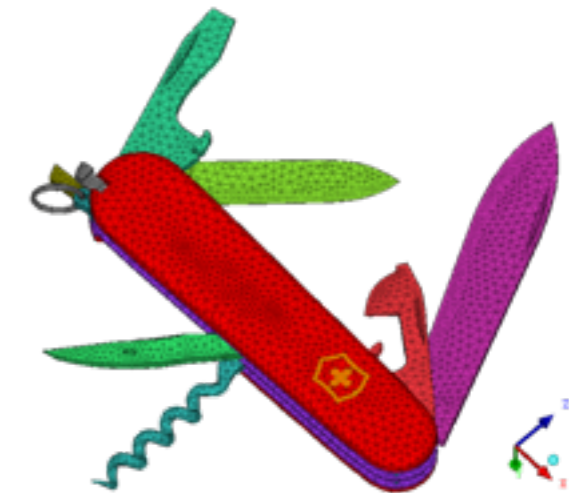
Геометрия охлаждаемой лопатки турбины, подготовленная для CFD-анализа



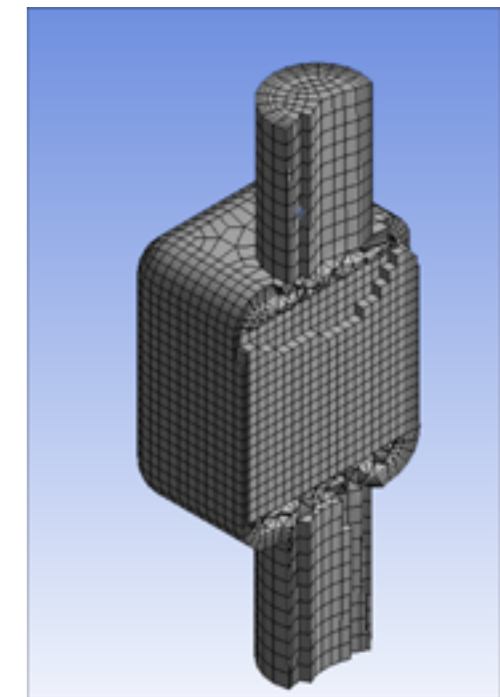
Геометрия подводной платформы, подготовленная для FEA-анализа

Особенности инструментов ANSYS для построения сетки

- Интеллектуальные настройки по умолчанию встроены в программное обеспечение, чтобы сделать построение сетки более простой и интуитивно понятной задачей, обеспечивающей необходимое разрешение расчетной области для получения надежных результатов.
- Расширенные средства управления для опытного пользователя обеспечивают индивидуальные, специфичные для конкретной проблемы настройки сетки.
- Простое исследование конструкции с помощью воспроизводимых элементов управления и возможности создания сценариев построения сложных сеток.
- Высокопроизводительные вычисления обеспечивают работу инструментов в параллельном режиме, что значительно сокращает время генерации сетки.



Тетраэдрическая сетка для швейцарского ножа

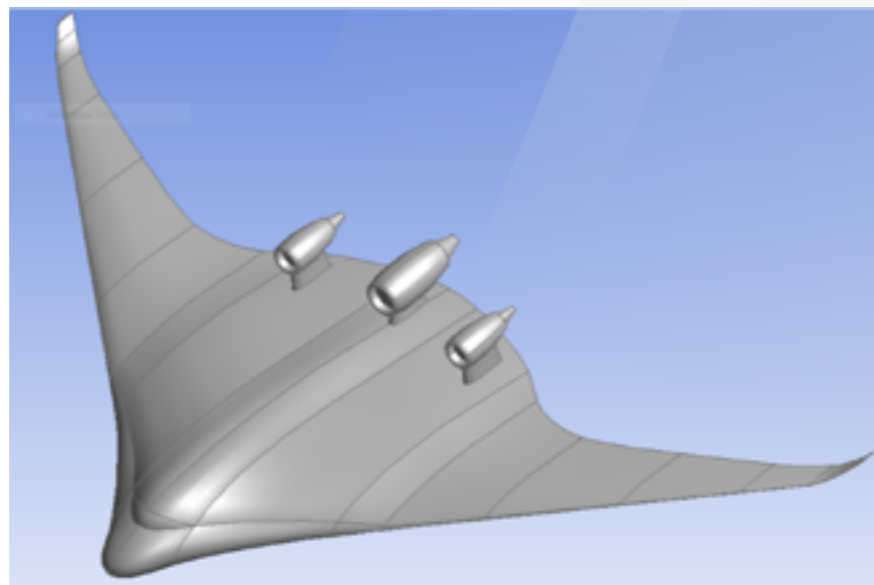


Сетка с преобладанием гексаэдров для теплообменного аппарата

DesignModeler

Инструмент для подготовки геометрии и ее передачи в расчетные инструменты ANSYS

ANSYS Design Modeler



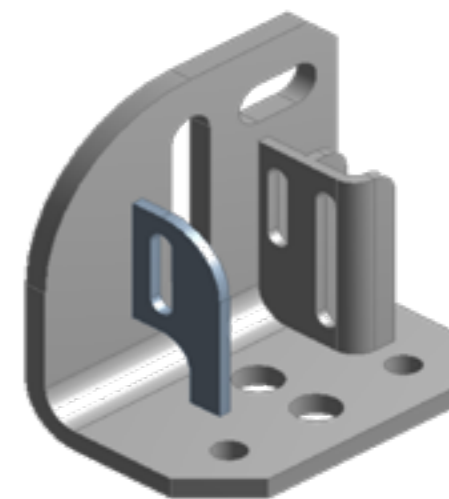
ANSYS DesignModeler - универсальный CAD-редактор с широким набором инструментов для создания новой геометрии, а также для разбиения и упрощения импортированной геометрии. Данный модуль в своей основе имеет ядро Parasolid®, обладает надежным, отказоустойчивым генератором геометрии и соответствует производственным стандартам. ANSYS DesignModeler позволяет создавать, параметризовать геометрию на основе двумерных эскизов или встроенных примитивов, а также выполнять последующие операции редактирования. Весь ход моделирования отображается в древовидной истории проекта, что позволяет изменять первоначальные параметры в любой момент создания геометрии.

ANSYS DesignModeler - это современный, удобный инструмент для подготовки геометрии и ее передачи в расчетные инструменты ANSYS. В модуле присутствуют связи со всеми основными CAD-системами, которые обеспечивают простую передачу геометрии и параметров. В ходе моделирования можно изменить параметры и обновить модель, при этом все изменения геометрии сохраняются. Это значительно ускоряет процесс инженерного анализа.

Особенности ANSYS DESIGNMODELER

Геометрическое моделирование

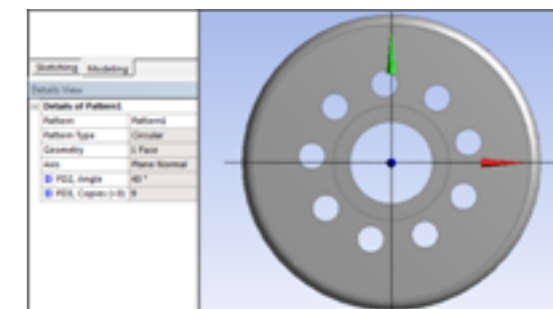
В ANSYS DesignModeler возможно создание как различных объемных тел, так и оболочек и балок, с последующим заданием толщин и типов сечений. Толщины оболочек и сечения балок далее автоматически передаются в программные продукты ANSYS для проведения прочностных расчетов. Помимо функционала для создания геометрии с нуля в ANSYS DesignModeler встроены также специализированные инструменты для исправления дефектов импортированной геометрии и устранения нежелательных геометрических особенностей конструкторских моделей, которые могут создать серьезные трудности на этапе построения расчетной сетки.



Геометрия кронштейна в DESIGNMODELER

Параметризация

Для построения параметрических моделей со сложными зависимостями топологии и размеров в ANSYS DesignModeler реализована возможность задавать соответствующие зависимости при помощи максимально простого в освоении математического языка. Внутренние параметры построения могут быть переданы в менеджер параметров ANSYS Workbench для проведения последующей оптимизации конструкции в зависимости от результатов расчета.



Задание параметров в DESIGNMODELER

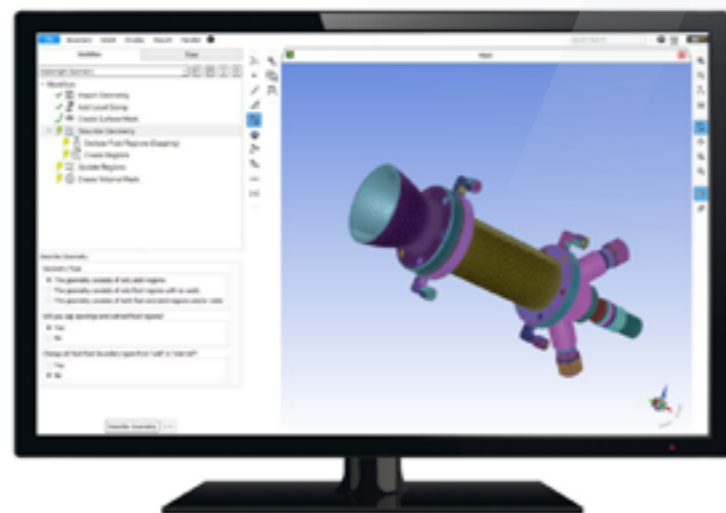
Fluent Meshing

Сеточный генератор сложных геометрических моделей

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Pre Post



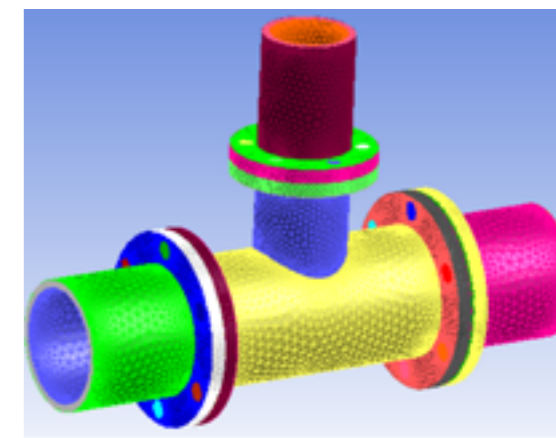
ANSYS Fluent Meshing применяется для построения больших неструктурированных тетраэдрических, ортогональных, полиэдрических и сеток с преобладанием гексаэдров для очень сложных геометрических моделей, например, при моделировании подкапотного пространства или кабины автомобиля. Улучшенная технология «вакуумной упаковки» (получения замкнутой системы поверхностей) снабжена функцией автоматического определения негерметичностей и алгоритмом их устранения, что позволяет не заниматься трудоемкой очисткой геометрической модели и обеспечивает автоматическое создание замкнутой области. Данный сеточный генератор широко используется в аэрокосмической и автомобильной отрасли.

Алгоритм создания тетраэдрической сетки модуля **ANSYS Fluent Meshing** сочетает в себе скорость и стабильность подхода Delaunay с точностью подхода Advancing Front. Технология создания призматического слоя модуля **ANSYS Fluent Meshing** включает в себя автоматическое приближение редактируемых элементов, а модуль повторного создания сетки в выбранной полости позволяет быстро заменять части и компоненты сеточной модели без необходимости повторного построения сетки для всей модели.

Особенности ANSYS FLUENT MESHING

Шаблоны построения сетки

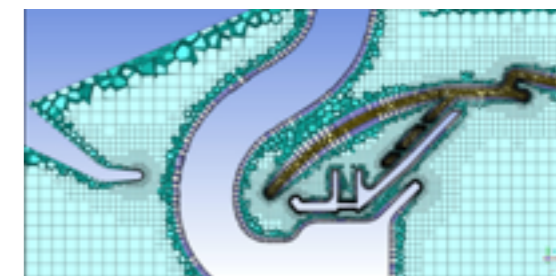
Для ускорения рабочего процесса построения сетки активно разрабатываются и вводятся в работу шаблоны. Они позволяют использовать мощный функционал программы даже неопытными пользователями. Существуют шаблоны как для быстрого построения качественной неструктурированной сетки на подготовленной геометрии, так и шаблон для построения сетки на сложной геометрии с рядом недостатков, таких как зазоры, пересечения, нестыковки поверхностей. Также есть возможность создания собственных шаблонов.



Тетраэдрическая сетка для тройника с использованием шаблона WATERTIGHT GEOMETRY

Технология построения сетки Mosaic

Необходимо отметить технологию построения сетки Mosaic, которая является революционной за счет сочетания таких преимуществ, как высокое качество сетки при высокой скорости построения.



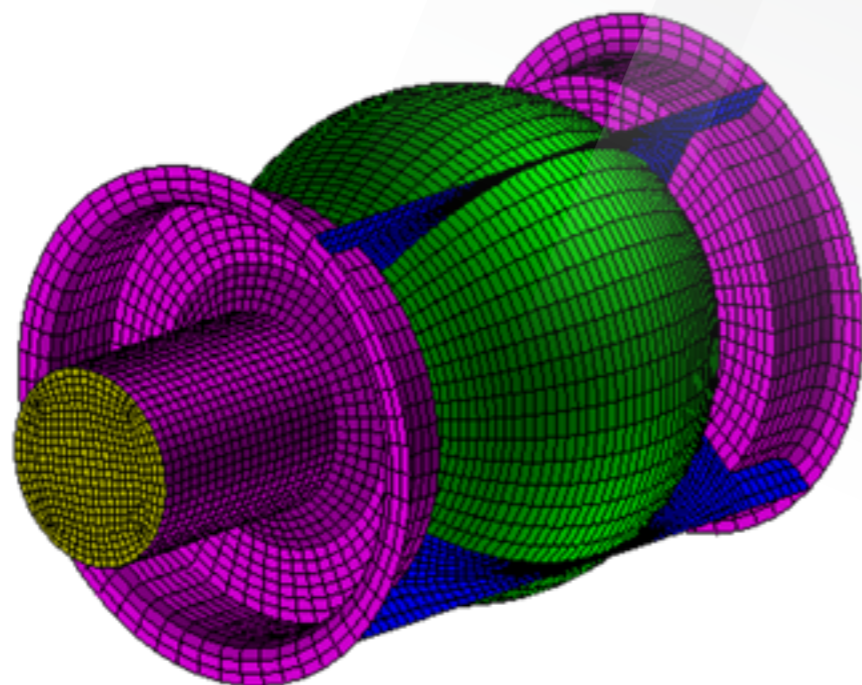
Сетка для камеры сгорания газовой турбины по методу MOSAIC POLY-HEXCORE

Инструмент создания структурированных гексаэдрических сеток высокого качества

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Pre Post



ANSYS ICEM CFD - это в первую очередь инструмент, нацеленный на создание структурированных гексаэдрических сеток высокого качества. **ANSYS ICEM CFD** поддерживает широкий спектр импортируемых CAD-данных и фасеточных данных, в том числе STL. Данный модуль включает в себя широкий набор методов создания различных типов сеточных моделей, в том числе гексаэдрических моделей на основе блочной структуры, тетраэдрических моделей Octree, Delaunay, Advancing Front, призматических сеток, сеток с преобладанием гексаэдров, сеток с гексаэдрами в ядре, декартовых сеток с подгонкой под контуры области, декартовых сеток со ступенчатыми границами, поверхностных структурированных (автоблочных) сеток и неструктурированных сеток четырехугольных элементов. Эти методы создания могут чередоваться, а также могут быть

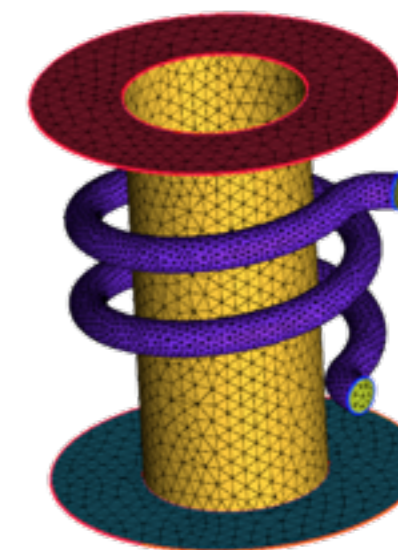
объединены с унаследованными сетками и/или с сетками, построенными вручную.

Немаловажным преимуществом программы является возможность создания скриптов построения структурированной сетки, которые позволяют автоматически перестраивать сетку на измененной геометрии. Это становится критически важным условием при проведении оптимизационных задач.

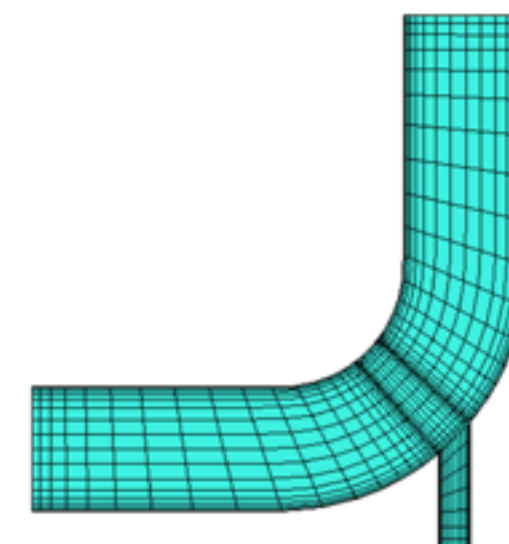
Развитая диагностика, интерактивное автоматизированное редактирование сеточной модели, возможность сохранения в форматы различных конечно-элементных решателей и мощный постпроцессор делают ANSYS ICEM CFD комплексным инструментом с широким набором возможностей для построения сеточных моделей.

Особенности ANSYS ICEM CFD

- Интуитивно понятный, высокоавтоматизированный модуль работы с геометрической моделью, служащий для изменения и ремонта импортированной CAD-модели
- Возможность обрабатывать фасеточную геометрию (STL или сетка без геометрии)
- Надежные методы построения сеток почти всех типов: гексаэдры, тетраэдры, призмы, пирамиды, треугольники, четырехугольники
- Сглаживание, сгущение и разрежение, преобразование типа элемента, поддержка линейных и квадратичных конечных элементов
- Более 100 CFD/CAE форматов сеточной модели
- Автоматизированный и интуитивно понятный способ создания скриптов для пакетного запуска процесса построения сетки



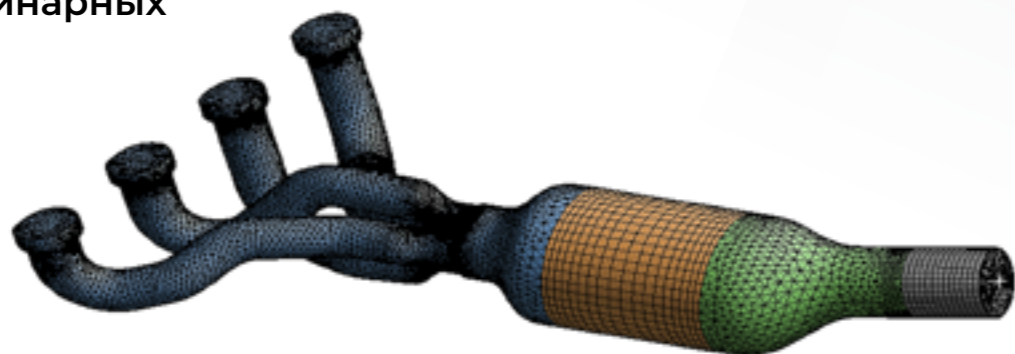
Неструктурированная тетраэдрическая сетка для нагревательного змеевика



Структурированная гексаэдрическая 2D сетка для соединения труб

Meshing

Создание сеточных моделей для эффективных междисциплинарных расчетов



ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Pre Post

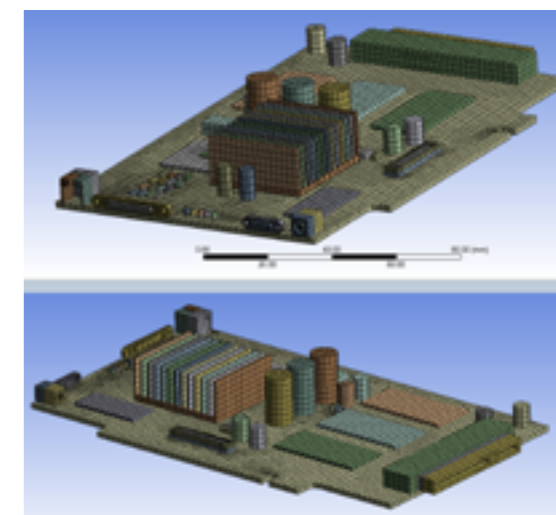
ANSYS Meshing является универсальным, многофункциональным, автоматизированным и высокопроизводительным продуктом, который создает сеточную модель для точных, эффективных междисциплинарных расчетов. Данный инструмент позволяет пользователю с помощью минимального набора действий сгенерировать сеточную модель, оптимизированную под конкретную задачу. При этом **ANSYS Meshing** выбирает наиболее подходящие параметры на основе типа анализа и геометрии модели.

Для опытных пользователей доступен дополнительный функционал с большим количеством настроек, реализующий управление сеткой на более детальном уровне. Особенно удобным является возможность **ANSYS Meshing** автоматически использовать доступные

ядра процессора для распараллеливания и, следовательно, существенно уменьшать время создания сетки. Распараллеливание процесса генерации сетки доступно без каких-либо действий пользователя и не требует дополнительных лицензий.

Особенности ANSYS MESHING

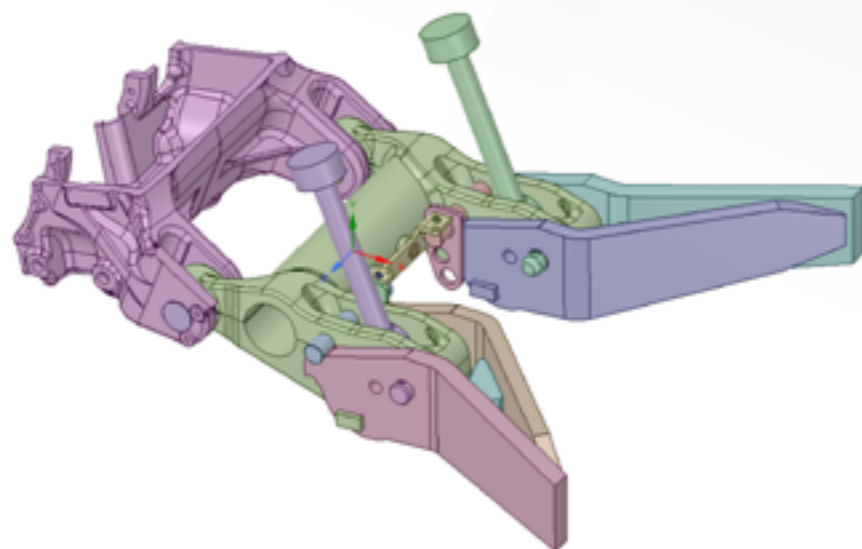
- Построение сетки с учетом физики, типа решателя
- Построение гексаэдрической сетки по умолчанию
- Как альтернатива - варианты тетраэдрической сетки
- Автоматические инструменты контроля размеров сеточных элементов
- Автоматические призматические слои
- Автоматическое повторение сетки для одинаковых тел
- Автоматическое обновление сетки при изменении параметров
- Метод Patch conforming для построения тетра-сетки на основе поверхностной сетки
- Метод Patch independent для построения тетра-сетки независимо от поверхностей
- Метод Cut-cell для создания декартовой многоуровневой сетки
- Построение сетки для балочной или оболочечной модели
- Исключение мелких особенностей геометрии на уровне сетки (defeaturing, virtual topology)
- Создание совпадающих сеток на периодических границах
- Инструмент для построения структурированной сетки на поверхностях
- Перемещение, слияние узлов сетки



Сетка для электронной платы с преобладанием гексаэдров

SpaceClaim Direct Modeler

Многофункциональное приложение для трехмерного моделирования



ANSYS SpaceClaim Direct Modeler (ANSYS SCDM) - это многофункциональное приложение для трехмерного моделирования, предоставляющее эффективные решения для любых задач проектирования. Основанный на технологии прямого моделирования, SpaceClaim устраняет проблемы, связанные с подготовкой геометрии в сторонних САПР, облегчая редактирование, упрощение и восстановление импортированных моделей. **ANSYS SCDM** идеально подходит для инженеров, у которых нет времени на тяжелые инструменты САПР, но которые нуждаются в мощном и простом приложении для 3D моделирования.

ANSYS SCDM позволяет не только эффективно работать со сторонними моделями, но и создавать их «с чистого листа».

Для этого имеется весь необходимый функционал: модель может создаваться как с использованием твердотельных операций, так и по эскизам. Одной из своих основных целей разработчики ставили максимальное удобство использования продукта, в результате чего для вызова большого количества разнообразных функций используется минимум кнопок графического интерфейса.

Применение ANSYS SPACECLAIM DIRECT MODELER

■ Проектирование и концептуальное моделирование

ANSYS SCDM - полнофункциональный инструмент САПР, достаточно мощный для быстрого концептуального моделирования, но при этом достаточно простой для создания отдельных деталей, сборок и чертежей.

■ Обратный инжиниринг

ANSYS SCDM не имеет себе равных по мощности, простоте использования и гибкости. Вы можете быстро создавать сложные конструкции или использовать инструменты прямого моделирования при обращении к модели STL. ANSYS SCDM автоматически подгоняет поверхности к сложным формам, в то же время позволяя вам редактировать мелкие особенности модели.

■ CAE анализ

Использование ANSYS SCDM при подготовке геометрии для задач вычислительной гидродинамики, механики и электромагнетизма сокращает время предварительной обработки модели и помогает сфокусировать усилия на решении инженерных проектов.

■ Подготовка к производству

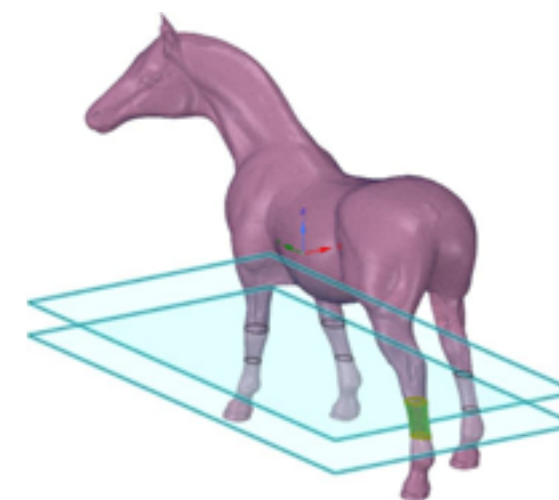
Инструменты ANSYS SCDM позволяют легко создавать геометрию оснастки или пресс-форм. Также ANSYS SCDM содержит множество специальных инструментов, упрощающих подготовку геометрии для любого производственного процесса.

■ 3D Печать

Интуитивно понятный интерфейс ANSYS SCDM позволяет создавать, редактировать и подготавливать модели для 3D печати быстрее и эффективнее, чем когда-либо прежде.

■ Листовой металл

ANSYS SCDM позволяет инженерам работать с любыми форматами САПР для создания, редактирования и подготовки моделей к производству изделий из листового металла. Используйте ANSYS SCDM для регулировки толщин, допусков на изгиб, k-коэффициентов и свойств материала.



Подготовка модели к 3D печати



ОПТИМИЗАЦИЯ

Проектирование – это итерационный процесс, при котором конструкция постоянно меняется, пока не станет отвечать определенным критериям, например, обеспечения достаточного запаса прочности, жесткости, минимальной массе и себестоимости. Первичная конструкция претерпевает множество доработок и усовершенствований прежде, чем будет готова к производству.

Цикл проектирования является дорогостоящими и длительными из-за проведения испытаний прототипов и последующей их доработки. Из-за ограничений по времени и стоимости решение принимается исходя из наиболее удовлетворительного варианта и опыта проектирования.

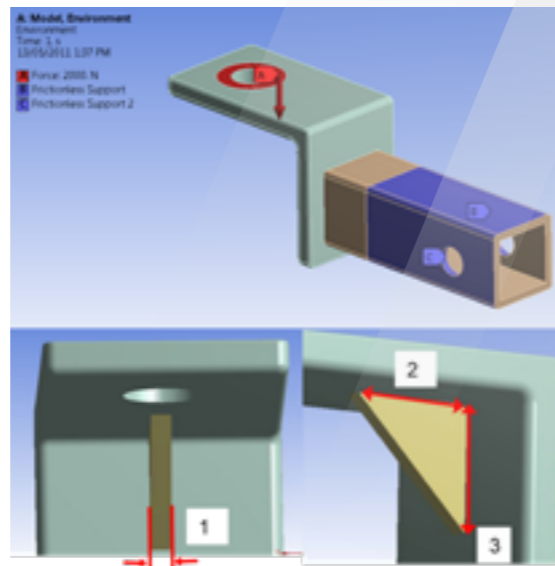
Современные задачи оптимизации

Инженерам часто приходится сталкиваться с более обыденными задачами: как сделать уже существующей на рынке продукт лучше, откорректировать существующие характеристики, произвести замену материала. Оптимизация такого рода не столь приятна, как разработка нового продукта, но она по-прежнему остается чрезвычайно важной для технического прогресса. Примером такой оптимизации может быть замена алюминиевых деталей на композитные, соответственно, подбор правильной укладки слоев материала и обеспечение характеристик приравненных к характеристикам исходных.

Для современных задач предлагается использовать методы оптимизации и робастного проектирования с целью экономии времени и рассмотрения наибольшего количества вариантов с учетом разброса параметров, тем самым обеспечить устойчивость решения к внешним факторам.

Идея состоит в том, чтобы провести несколько виртуальных экспериментов, в котором будет учтен разброс входных параметров, т.е. учесть возможный диапазон изменения основных размеров, сил и т.д., затем определить взаимосвязь между ними и выходными параметрами, это могут быть напряжения, падение давления, перемещений и т.д., в зависимости от типа анализа.

И далее, из расчетных данных, задав критерии оптимизации, выбрать оптимальную конструкцию из представленных кандидатов.



Исследование изменения напряжений, массы и деформаций кронштейна при различных размерах ребра жесткости, показанных цифрами 1-3

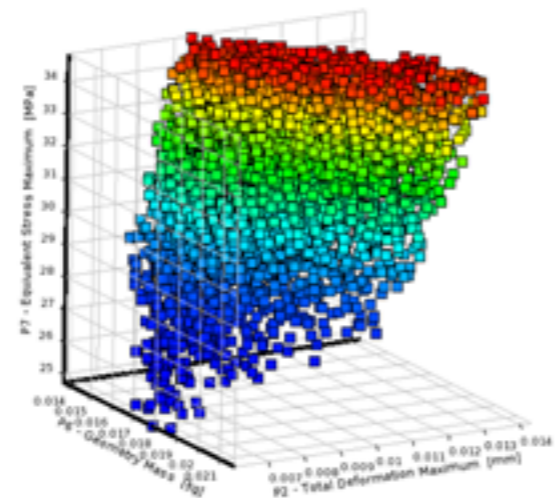
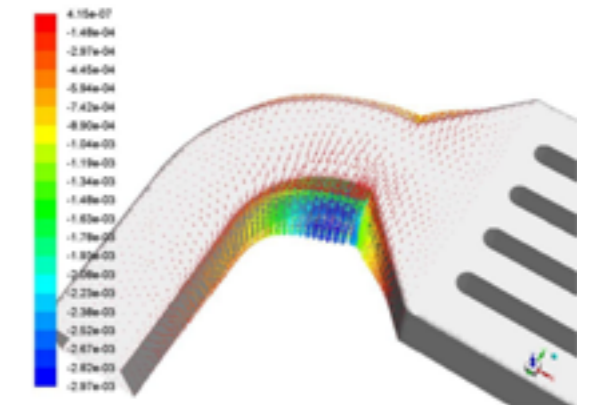


График компромиссных решений (фронт Парето) синий – лучшее решение, красный – худшее

Оптимизационный подход

Оптимизационный подход — подход, при котором происходит поиск «наилучшего» возможного варианта конструкции с учетом ограничений на набор параметров. Устанавливает серию целевых условий исполнения конструкции, которые будут использоваться для формирования оптимального варианта.

- Задаются желаемые значения входных величин и параметров отклика.
- Для параметров задаются ранги важности.
- Генерируется набор вариантов конструкции.
- Выбираются наиболее перспективные варианты-кандидаты.



Оптимизация формы входного патрубка теплообменного аппарата для снижения гидравлического сопротивления. Векторы указывают направление и величину нужного смещения стенки

Продукты ANSYS для оптимизации расчетов

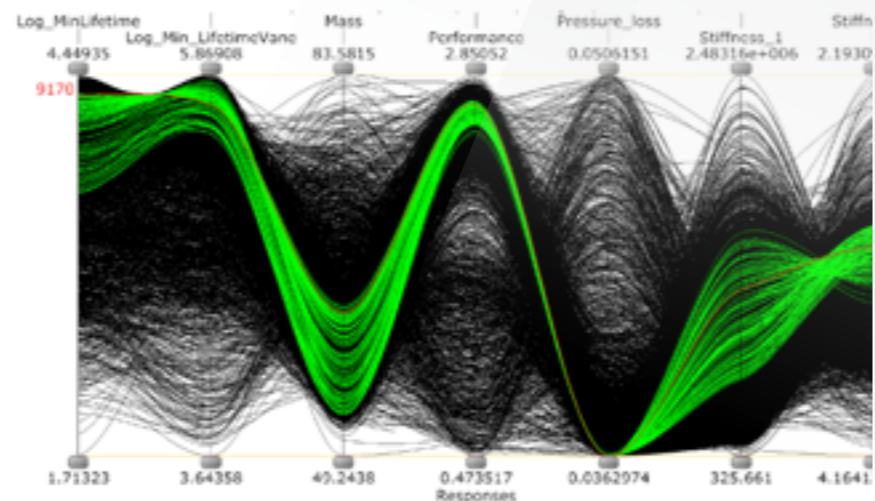
- ANSYS OPTISLANG
- ANSYS DESIGNXPLORER

Интеграция инструментов CAD и CAE для оценки конструкций

ANSYS Optislang

Сегодня благодаря использованию численного моделирования при разработке различных товаров для бизнеса открываются новые горизонты. Интеграция всех инструментов CAD и CAE, нужных для оценки конструкции в автоматизированных программных комплексах, является важным шагом навстречу цифровизации. Объединяя задачи из нескольких разделов физики в одном междисциплинарном подходе, явления могут быть рассмотрены более целостно, что позволяет сделать оптимизацию намного лучше. Кроме того, процессы моделирования могут быть стандартизированы и поделены между командами, тем самым позволяя новичкам получить больше прямого доступа к моделированию.

Теперь, благодаря современным алгоритмам исследования конструкции, оптимизации и анализа надежности, можно не искать оптимальное решение вручную. Благодаря технологиям интерактивной визуализации и искусственного интеллекта, инженеры могут получить лучшее понимание о своих продуктах и быстро выбрать правильное решение.



Описанные выше возможности интеграции процессов и оптимизации конструкции (PIDO) доступны в **ANSYS optiSLang**.

ANSYS optiSLang содержит две основные части:

Интеграция процессов — для создания шаблонов моделирования и автоматизации процесса анализа. Он позволяет использовать в рамках одного проекта инструменты ANSYS и других компаний. Визуальное программирование, гибкость настроек соединения, циклов и ветвлений сильно улучшают управляемость и наглядность процесса моделирования. Открытые интерфейсы поддерживают интегрированные алгоритмы или узлы решателя, а также позволяют выкладывать проекты PIDO в ANSYS Minerva.

Вариационный анализ — выполняется с библиотекой передовых алгоритмов исследования конструкции, в простом в использовании модуле, который может

быть подключен к интеграции процессов. Это помогает понять суть моделируемого изделия, автоматически определяя наиболее важные параметры. С помощью алгоритмов оптимизации в сочетании с мощной технологией метамоделирования, можно оптимизировать свой продукт, найти правильные параметры или компромиссное решение с минимальными усилиями. ANSYS optiSLang также предоставляет передовые алгоритмы для оценки робастности и надежности, которые могут использоваться для количественной оценки неопределенности, оптимизации дизайна или связи функциональной оптимизации с оптимизацией стоимости и допусков.

ANSYS Optislang предлагает открытую архитектуру. Вы можете добавлять свои собственные алгоритмы, а также настраивать узлы интеграции процессов с любым инструментом CAx.

Используя возможности параметрического анализа переменных дизайна, используемых в виртуальном прототипировании, вы можете создавать более оптимальные продукты с меньшими затратами и за меньшее время (по сравнению с методами проб и ошибок).

Основные возможности продукта

■ Интеграция процесса

Интеграция с вычислительными модулями ANSYS, включая ANSYS Workbench и ANSYS Electronics Desktop, а также с любыми сторонними инструментами для проведения автоматизированных исследований в области проектирования.

■ Рабочий процесс вычислений и автоматизация

Включение расчетных инструментов в междисциплинарный рабочий процесс с использованием автоматизированной настройки.

■ Исследование данных

Настройка передового эксперимента дизайна (DOE), для выявления взаимосвязи между входными переменными и откликом расчетной системы.

■ Робастный дизайн и надежность

Оценка устойчивости и надежности дизайна, проведите количественную оценку неопределенности (UQ) на основе мастера или робастную оптимизацию дизайна (RDO).

■ Модели пониженного порядка

Автоматическое создание наилучших метамоделей на основе результатов моделирования или измерений. Используйте эти метамоделей для анализа чувствительности, оптимизации, оценки устойчивости или экспортируйте их для использования в качестве моделей пониженного порядка (ROM).

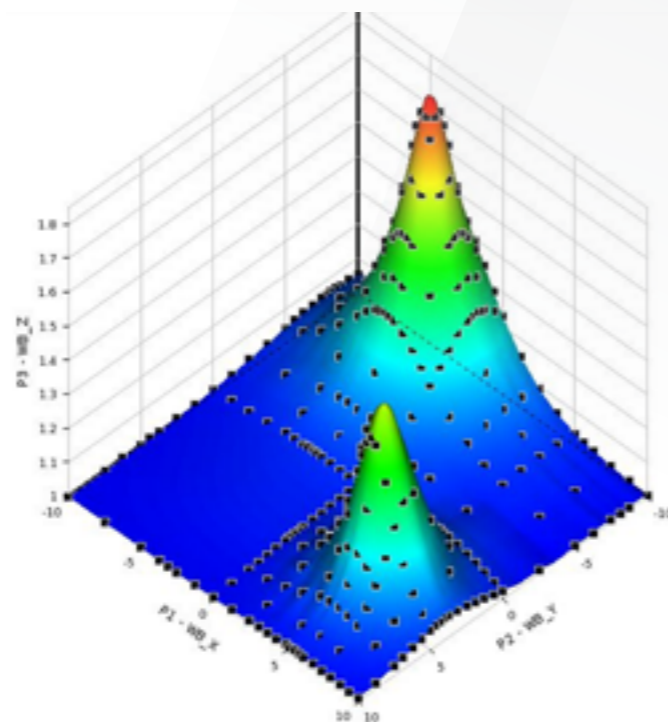
■ Оптимизация дизайна и идентификация параметров (калибровка)

Используются различные решения, от ведущих в отрасли алгоритмов до предустановленных сценариев на основе мастеров, для оптимизации дизайна. Те же алгоритмы могут быть использованы для калибровки вашей расчетной модели по данным реальных измерений.

DesignXplorer

Оптимизация дизайна продукта с помощью автоматического параметрического анализа

ANSYS DesignXplorer



ANSYS DesignXplorer, будучи частью расчетной платформы ANSYS Workbench, позволяет применять её мощь и возможности параметрического анализа для результативных исследований и оптимизации дизайна. ANSYS DesignXplorer включает в себя корреляционный анализ, планирование экспериментов, создание и анализ поверхности отклика, оптимизацию и анализ по методу шести сигм.

Можно очень просто параметризовать любой проект Workbench и управлять дизайном в ANSYS DesignXplorer. Двусторонние CAD-интерфейсы обеспечивают внесение изменений в геометрию с помощью реальных инструментов CAD. Можно параметризовать “мертвую” геометрию в ANSYS SpaceClaim, активировать параметры в решателях ANSYS или других компонентах одним щелчком и изучить различные варианты дизайна.

Исследование дизайна можно начать с создания списка расчетных точек с помощью алгоритмов корреляционного анализа или планирования экспериментов, таких как выборка латинского гиперкуба, центральный композиционный план или даже методов разреженной сетки. ANSYS Workbench вычисляет, сохраняет и анализирует для DesignXplorer результаты расчетов при различных параметрах. Корреляционный анализ показывает, какие входные параметры наиболее значимы для дальнейших исследований.

Основные возможности продукта

Исследование дизайна

Исследуйте Ваши проектные параметры с помощью разнообразных надежных алгоритмов определения корреляций и планирования экспериментов. Определяйте наиболее значимые параметры, стройте графики зависимости величин от входных параметров и многое другое.

Поверхности отклика

Быстро оценивайте производительность вашего продукта при любом входном параметре, используя автоматически генерируемые поверхности отклика независимо от размера или сложности исходной модели.

Оптимизация

Находите наиболее эффективные решения прямо в ANSYS Workbench с помощью ведущих в отрасли оптимизационных алгоритмов.

Анализ “Шесть сигма”

Анализ “Шесть сигма” позволяет задавать статистическое распределение входных параметров и затем анализировать набор выходных параметров.

Расширение ACT

ANSYS DesignXplorer, будучи родным приложением ANSYS Workbench, может быть дополнен с помощью расширений ACT.

Модели пониженного порядка 3D ROM

Модели пониженного порядка 3D ROM (Reduced Order Model) являются самостоятельными цифровыми объектами и могут быть использованы вне родной среды для проведения быстрого и экономичного, с точки зрения экономических ресурсов, анализа.



Анализ «шесть сигма» для исследования максимальных деформаций



ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Любое инженерное моделирование заканчивается обработкой результатов. Которая может заключаться в проведении различных операций таких как: расчет интегральных характеристик, расчет локальных параметров, визуализация течения различными методами, сравнение нескольких расчетов и многое другое. В настоящее время ANSYS в своем составе имеет две программы для пост-обработки: ANSYS CFD-Post и ANSYS EnSight.

Данные программы могут генерировать анимации высокого разрешения и высокого качества в различных форматах. Анимации могут включать в себя расчеты в разных форматах, графики и геометрические объекты, которые не участвовали в расчете.

Основные функции

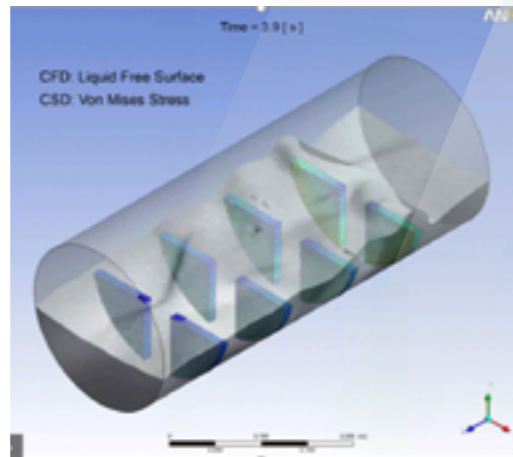
Как в создании изображений, так и в анимации CFD-Post и EnSight предлагают ряд функций, обеспечивающих создание реалистичных изображений.

Эти функции включают библиотеку материалов и текстур, подключение нескольких источников света, трассировку лучей.

ANSYS EnSight обладает преимуществом в работе с большими проектами и может создавать изображения высокого разрешения и качества во множестве различных форматов.

ANSYS CFD-Post помимо основного функционала обладает удобными инструментами для обработки результатов газодинамических расчетов турбомашин.

Широкий ряд инструментов, возможность написания макросов, автоматизированная генерация отчетов дают пользователю максимальное количество информации, полученной в результате расчетов.



Визуализация моделирования воздействия плескающейся жидкости в баке на приклеенные перегородки

Продукты ANSYS для обработки результатов расчетов

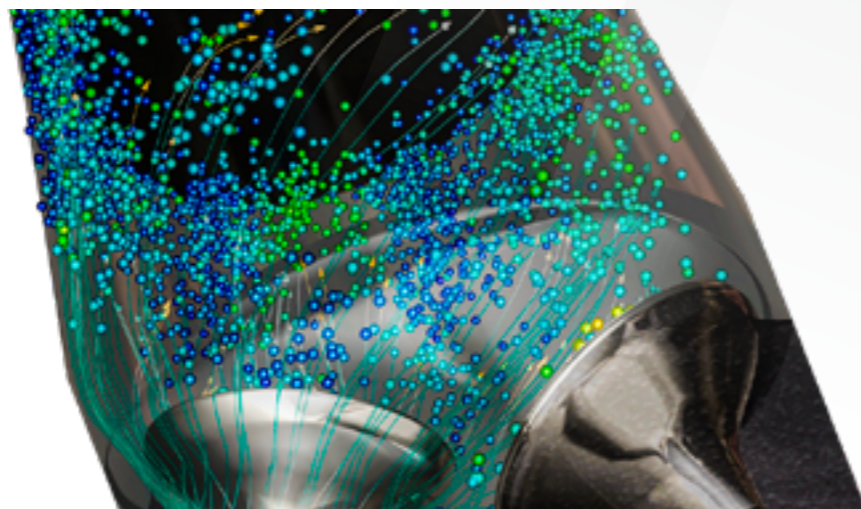
- ANSYS ENSIGHT
- ANSYS CFD-Post

Мощный инструмент
постобработки
общего назначения

ANSYS CFD Enterprise

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD PrepPost



Анализируйте, визуализируйте и представляйте ваши данные моделирования с помощью **EnSight**. Инженеры используют этот мощный инструмент постобработки общего назначения для получения новых идей, а затем четко и ясно дают свои рекомендации. Гибкая система EnSight может считывать и визуализировать данные из большинства инструментов моделирования, включая ANSYS.

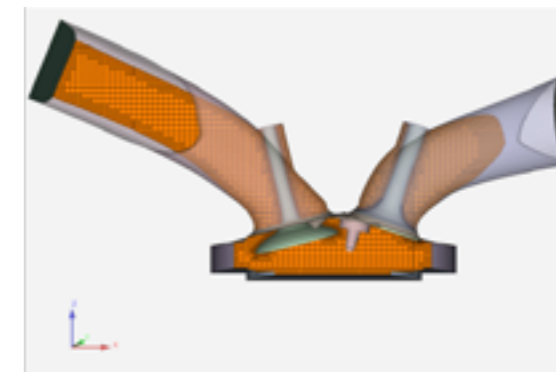
ANSYS EnSight – это больше, чем ведущая программа для постобработки и визуализации, это программа слияния данных. Программа объединяет данные из многочисленных инженерных расчетов и других источников, чтобы помочь исследовать и объяснить сложные системы и процессы. Он обрабатывает данные моделирования из широкого спектра физических явлений, таких как жидкости, структуры, частицы, аварии и многое другое. С помощью EnSight вы можете создавать и передавать самые красивые, четкие результаты моделирования с самым высоким разрешением на наборах данных, которые ранее считались слишком большими для обработки.

Главные преимущества ANSYS EnSight:

- Считывает до 32 моделей одновременно, так что вы можете сравнить результаты из разных источников данных или решателей.
- Используйте пакетные и интерактивные операции для выполнения исследований в течение дня, а ночью EnSight завершит пакетную постобработку в автоматическом режиме.
- Отображение нескольких видовых экранов для отображения общих и локальных видов одновременно или для одновременного изучения нескольких моделей. Виды могут быть связаны для удобства сравнения с нескольких ракурсов.
- Поддерживает пакетные или интерактивные операции, локальные данные или клиент-сервер, используя до 8 потоков для каждого.

Обработывайте даже самые большие наборы данных в ANSYS EnSight Enterprise.

Пожалуй, главное преимущество параллельной версии EnSight перед конкурентами – это скорость работы, которая особенно заметна при обработке больших моделей с соответствующим объемом результатов. Это стало достижимо благодаря применению клиент-серверной архитектуры, распределяющей нагрузку между клиентом и сервером при параллельной пост-обработке в ANSYS EnSight Enterprise, которая может быть разложена в пространстве и времени.



Визуализация сетки в EnSight

Основные возможности продукта

Преимущества ANSYS ENSIGT ENTERPRISE

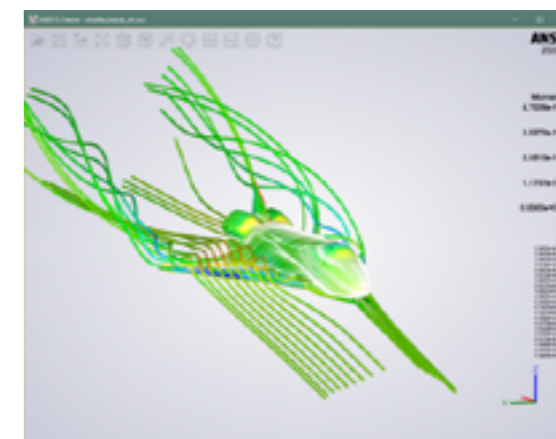
ANSYS EnSight позволяет легко получить более глубокое инженерное понимание и четко донести свои результаты. Вы можете обрабатывать самые большие наборы данных, создавать высококачественные изображения и анимации, обмениваться 3D-моделями, сравнивать результаты моделирования между различными геометриями и решателями, а также интерактивно постобрабатывать днем и автоматизировано ночью. ANSYS EnSight Enterprise обрабатывает очень большие модели из более чем 100 миллионов ячеек.

EnVision, новый 3D просмотрщик для EnSight

Создайте распределение ваших данных в EnSight, представляйте их и делитесь ими повсюду с помощью EnVision. Средство просмотра EnVision позволяет пользователям интерактивно менять панорамы, поворачивать и масштабировать изображения, быстро визуализируя и воспроизводя высококачественные анимации по изображениям EnSight.

Интерфейсы данных

Можете не сомневаться – ANSYS EnSight отобразит Ваши данные. Программа способна обрабатывать и сравнивать результаты, полученные практически после любого CAE-анализа, включая CFD, FEA, DEM (моделирование дискретных элементов), MBD (Multi-Body Dynamics) и CAD.



Экспорт файла AVZ из EnSight

Программный продукт для обработки результатов расчетов с широким набором инструментов

ANSYS CFD Premium

ANSYS CFD Enterprise

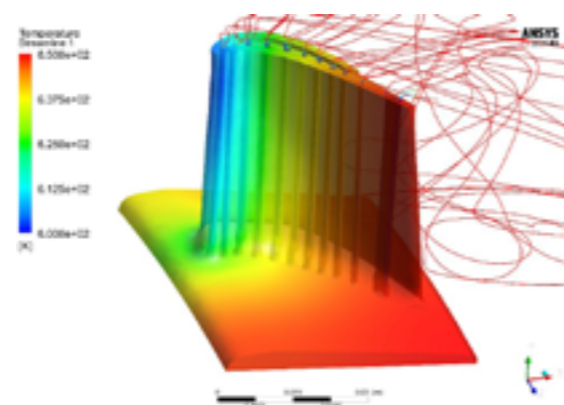
ANSYS CFD Pre Post



ANSYS CFD Post – это программа для обработки результатов расчетов, которая обладает широким набором всех необходимых инструментов: создание анимаций, графиков, контурных распределений параметров потока, векторных полей, линий тока, объемного рендеринга, отчетов по шаблонам и многого другого. Возможность обработки не только результатов газодинамических расчетов, но и прочностных, позволяет найти применение также и для задач сопряженного взаимодействия конструкции и газодинамики (FSI).

Данный инструмент будет удобен для постобработки расчетов турбомашин, поскольку обладает специализированными опциями, такими как построение рабочих характеристик, создание необходимых для специалистов поверхностей в различных сечениях проточной части, создание

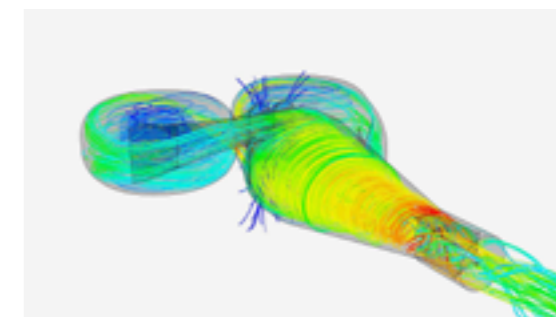
отчетов по предназначенным шаблонам (с предназначенными выражениями для определения таких величин как коэффициенты полезного действия, мощность на валу, крутящего момента и др.).



Термопрочностной расчёт охлаждаемой турбинной лопатки

В рамках **ANSYS CFX** реализован специализированный Turbo препроцессор для упрощенной постановки задачи моделирования течения в межлопаточных каналах турбомашин, что упрощает процесс задания необходимых настроек.

Встроенный в CFD-Post постпроцессор Turbo позволяет обрабатывать и представлять результаты расчета в привычном для инженеров-турбомашинистов виде: выводить значения рассчитываемых переменных в меридиональном сечении, в поперечном сечении межлопаточных каналов, по радиусу, по обводу профиля. С его помощью можно представить графики распределения параметров от входа к выходу турбомашин, от втулки к периферии или по профилю лопатки. Также в CFD-Post можно создавать структурированные отчеты, содержащие все исходные данные и основные параметры турбомашин. Данный отчет можно сохранить в формате HTML. С помощью CFD-Post также визуализируются и обрабатываются результаты расчета в ANSYS Vista TF.



Аэродинамический расчёт порошкового ингалятора

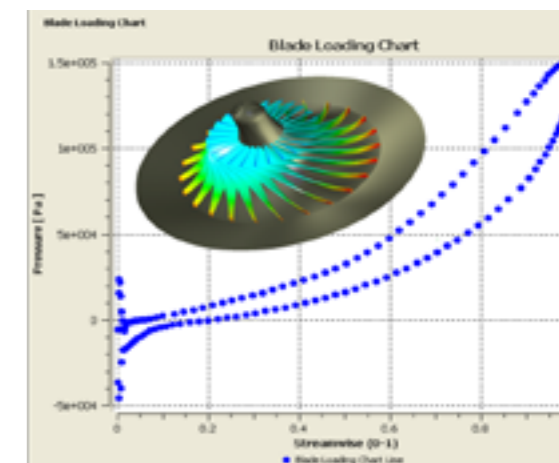
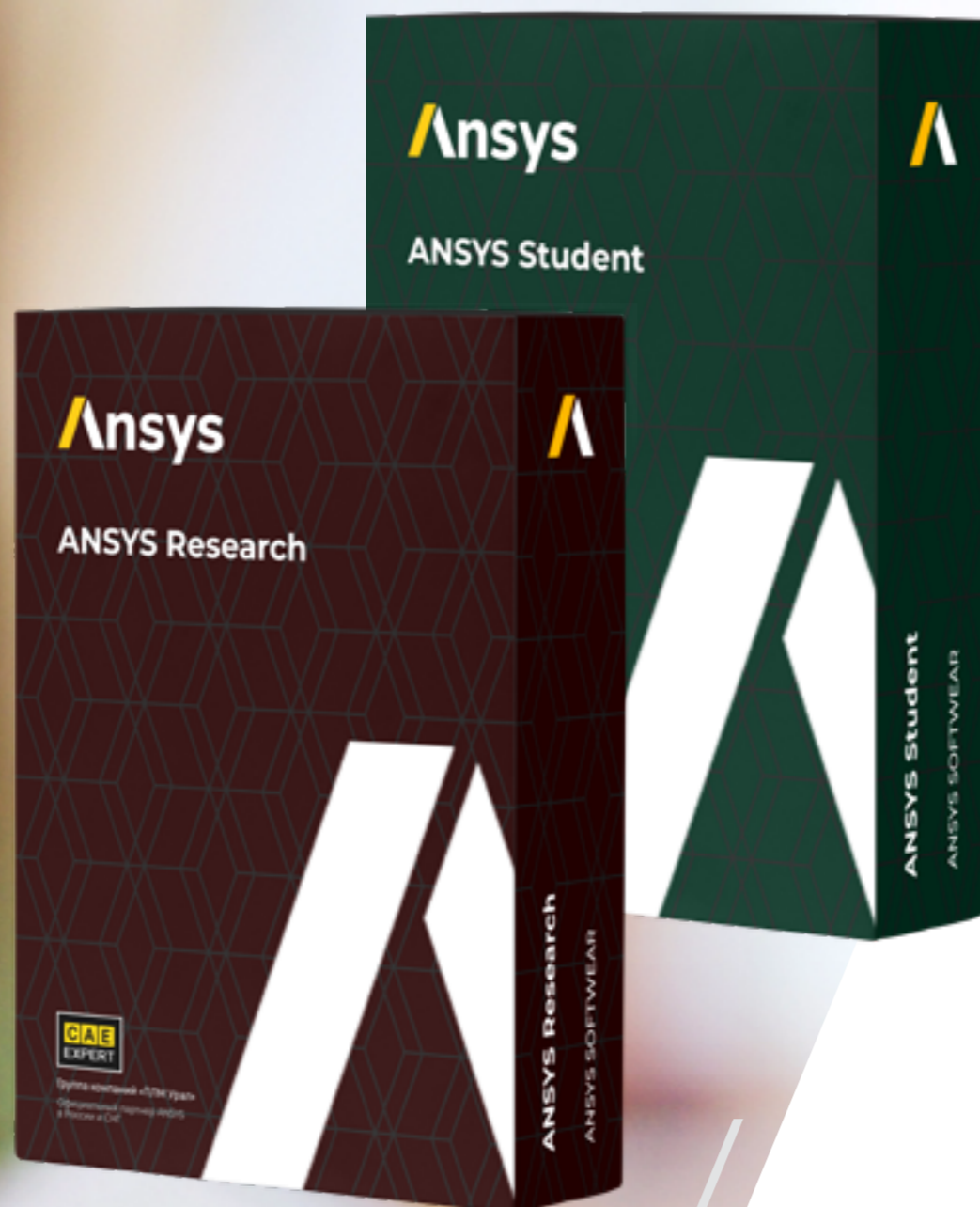


График нагрузки на лопатку турбины, построенный в CFD-Post



ЛИЦЕНЗИИ ANSYS

Лицензия ANSYS включает в себя дистрибутив ПО и ключ (файл лицензии) для его активации на выбранном для установки компьютере.

Как получить данные, необходимые для идентификации компьютера и создания файлов лицензий ANSYS?

По факту приобретения лицензии ANSYS клиенту высылается файл лицензии с ключом активации и инструкциями по созданию учетной записи на портале клиентов, где расположены дистрибутивы ПО. Четко следуйте инструкции!!!

Система лицензирования клиент-серверная, распределение лицензий по сети производится при помощи специального модуля – ANSYS License Manager – который доступен для загрузки вместе с основным дистрибутивом ПО.

Программные продукты ANSYS находятся в постоянном развитии. В дополнение к разработке новых функций и улучшений для основных версий продукта ANSYS, значительное внимание уделяется совместимости продуктов ANSYS. При наличии действующей технической поддержки (TECS) клиент может использовать обновления ПО с портала клиентов.

Периодически обновляются версии программного обеспечения ANSYS и для исправления ошибок, обнаруженных в предыдущих выпусках. Пакеты обновления ПО ANSYS обычно используются для устранения этих ошибок или улучшения функциональных возможностей в данном релизе программного продукта ANSYS. Эти сервисные пакеты становятся доступными своевременно после того, как об ошибках сообщили, и решение было разработано и проверено.

Лицензии для вычислений в облаке

Быстрый рост использования инструментов инженерного моделирования ANSYS, а также спрос на высокопроизводительные вычисления вызывают интерес к облачным вычислениям. Ключевой вопрос для клиентов ANSYS, рассматривающих возможность перехода на облако, заключается в том, как будет работать лицензия ПО и License Manager. Стратегия открытого облака ANSYS™ позволяет использовать лицензии на программное обеспечение на любом оборудовании, включая облачное.



Структура работы с облачными вычислениями

TECS

Технические улучшения и поддержка клиентов

Программа технического улучшения и поддержки клиентов (TECS) является одним из предложений по обслуживанию клиентов. Это больше, чем просто техподдержка лицензии ANSYS. Программа TECS предоставляет множество дополнительных услуг. Клиенты получают приоритетные сервисные преимущества за ежегодную плату в зависимости от лицензии, в том числе:

- Самые последние обновления программного обеспечения с новыми инструментами, улучшенными возможностями и передовыми технологиями.
- В течение года выпускается несколько релизов с дополнениями и исправлениями для корректирующего обслуживания лицензий
- Возможность до 3-х раз бесплатно осуществить перенос лицензии ANSYS на другой компьютер или сервер
- Русскоязычная поддержка пользователей осуществляется через портал cae-support.ru, что позволяет обрабатывать запросы максимально быстро соответствующим специалистом.
- Доступ к portalу клиентов ANSYS, где клиенты могут искать ответы в базе знаний технической поддержки, загружать пакеты обновлений ПО и просматривать новейшие учебные материалы и документацию по новым функциям ANSYS
- При активной технической поддержке TECS пользователи могут расширить свои лицензии на выгодных условиях в течение срока действия TECS.

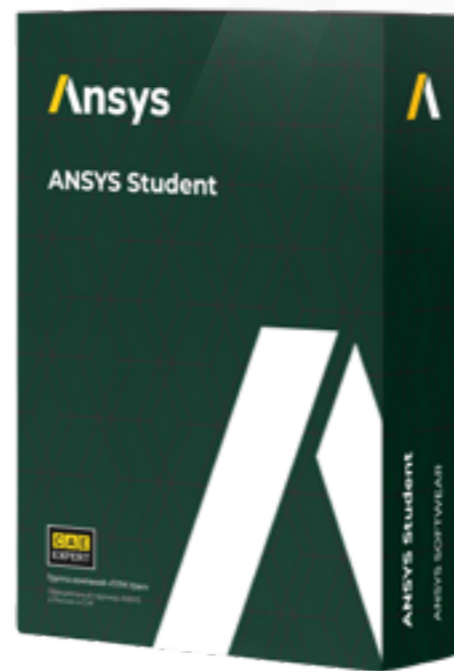


Лицензия ANSYS RELEASE 2020

Бесплатная лицензия ANSYS Student

Бесплатный студенческий продукт

ANSYS предоставляет бесплатные студенческие программные продукты, идеально подходящие для работы, выполняемой вне учебного заведения, например, домашнее задание, написание диплома, студенческие конкурсы и многое другое. Продукты ANSYS Student можно установить на любой поддерживаемый 64-разрядный компьютер под управлением Windows.



ANSYS STUDENT

ANSYS Student - это программный комплекс на расчетной платформе ANSYS Workbench, включающий продукты ANSYS Mechanical, ANSYS CFD, ANSYS Autodyn, ANSYS SpaceClaim и ANSYS DesignXplorer.

Возможности ANSYS STUDENT

- Структурная физика: 32 000 узлов на элемент.
- Физика жидкостей: 512 000 клеток на узел.
- Лицензия на 12 месяцев с возможностью продления.

SCADE STUDENT

SCADE Student основан на уникальной технологии генерирования кода. Он объединяет проектирование, моделирование и генерацию кода встроенного программного обеспечения. Это адаптированная версия SCADE Suite для разработки критического по безопасности встраиваемого ПО.

Возможности SCADE STUDENT

- Ограничения по размеру модели.
- Информация о показателях прогресса представлена в разделе «Сохранить».
- Нет модулей SCADE Architect, Display, Test, Lifecycle.
- Начало работы и документация HTML5 встроены в продукт.
- Лицензия на 12 месяцев с возможностью продления.

DISCOVERY AIM STUDENT

Discovery AIM Student совместил в себе геометрическое моделирование на основе технологии ANSYS SpaceClaim и инструменты для построения сеток. Discovery AIM Student отлично подходит для знакомства с инженерным моделированием, так как интуитивно понятен.

Возможности DISCOVERY AIM STUDENT

- Структурная физика: 100 000 узлов на элемент.
- Физика жидкостей: 1 000 000 клеток.
- Электромагнетизм: 50 000 элементов.
- Лицензия на 12 месяцев с возможностью продления.

DISCOVERY LIVE STUDENT

Discovery Live Student интегрировал геометрическое моделирование, основанное на технологии ANSYS SpaceClaim, и решатели из механики, гидрогазодинамики и электромагнетизма.

Возможности DISCOVERY LIVE STUDENT

- ANSYS Discovery Live.
- Создание геометрии на основе ANSYS SpaceClaim.
- Мгновенное моделирование структур, температур, жидкостей.
- Импорт геометрии: ACIS, AMF, Autodesk Inventor, CATIA V4, CATIA V5, CGR, Creo, DWG, DXF, ECAD, IDF, IGES, NX, OBJ, Parasolid, Rhino, SketchUp, Solid Edge, SolidWorks, STEP, STL, VDA-FS, VRML, XAML.
- Экспорт геометрии - отсутствует.
- Сохранение только в формате SpaceClaim (*.scdoc).
- Применимы условия использования для академических лицензий.

Ресурсы для студентов

Ресурсы для студентов включают форум ANSYS, видеоролики с техническими советами и вводные учебные пособия с пошаговыми инструкциями по выполнению базового моделирования. Все материалы на порталах на английском языке. Для продуктов ANSYS Student не предоставляется техническая поддержка, поэтому, пожалуйста, используйте эти ресурсы, чтобы найти ответы на свои вопросы.

Академические лицензии

Ряд академических продуктов, предназначенных для обучения



Помимо коммерческих лицензий, ANSYS предлагает ряд академических продуктов. Условия использования академических лицензии ANSYS должны соответствовать целям академической (учебной и научной) деятельности. Академические лицензии ANSYS не могут использоваться для какой-либо коммерческой деятельности, например:

- Коммерческое проектирование на производстве, валидация проекта или оценка проекта.
- Коммерческое выполнение инженерных работ.
- Коммерческое исследование.
- Консалтинговая работа, выполняемая студентами, преподавателями или учеными.
- Обучение сотрудников коммерческой компании.
- Участие в научных грантах, выполнение которых несет коммерческую выгоду исполнителю.

Тысячи университетов по всему миру используют программное обеспечение ANSYS для инженерного моделирования, чтобы помочь студентам в изучении основ физики; исследователям в решении сложных инженерных задач; аспирантам в подготовке данных для магистерских или докторских диссертаций, а также выполнения выпускных квалификационных работ (ВКР).

Академическая программа ANSYS также предлагает уникальные учебные материалы, которые могут быть использованы в инженерных, научных и учебных программах. Кроме того, студенты могут воспользоваться бесплатным ПО для учащихся для выполнения домашних заданий за пределами класса, дипломных проектов, участия в студенческих конкурсах и многого другого.

Категории академических лицензий

■ Академические продукты «Механика и Гидрогазодинамика»

Наборы, которые предлагают инструменты инженерного моделирования для механики деформируемых твердых тел, явной динамики, гидродинамики и теплового моделирования. Эти пакеты объединены платформой ANSYS Workbench, включая инструменты импорта CAD, моделирования твердых тел и построения сетки, а также возможность высокопроизводительных вычислений (HPC).

■ Академические продукты в разделе «Электромагнетизм»

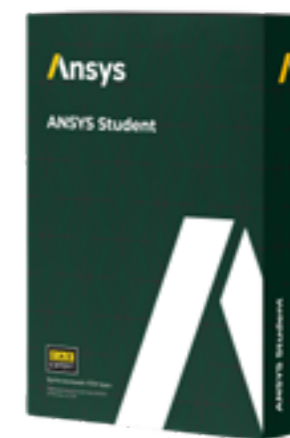
Наборы, которые предлагают инструменты для электронного инженерного моделирования, включая низкочастотный и высокочастотный анализ, анализ целостности сигнала, моделирование радиоволн в устройствах. В пакет включены продукты ANSYS HFSS, ANSYS Q3D Extractor, ANSYS SIwave, ANSYS Maxwell и ANSYS Simplorer Advanced. Пакеты также включают в себя HPC и импорт/подключение ко многим распространенным инструментам MCAD и ECAD.

■ Академические продукты «Разработка встраиваемого ПО»

Набор содержит продукты линейки SCADE, которые предлагают среду разработки и моделирования встроенного ПО критичного по безопасности.

■ Multiphysics Campus Solutions

Лицензии с возможностью одновременного подключения к ПО большого количества пользователей и набором индивидуальных исследовательских и обучающих продуктов из всех трех академических пакетов, включающие в себя модули для распараллеливания расчетов на большее количество ядер с целью ускорения процессов моделирования. Предназначены для масштабного развертывания во всем университете или нескольких его филиалах.



Лицензия ANSYS STUDENT

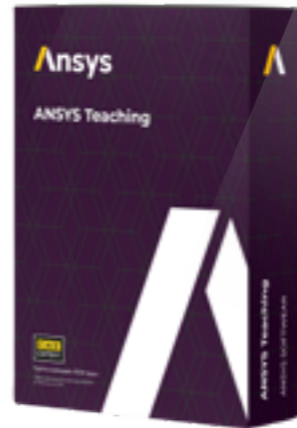
Условия использования академических лицензий ANSYS

Student:

бесплатные продукты для студентов, которые дают учащимся возможность использовать ПО вне класса.

Teaching:

высококачественные технологии моделирования, обеспечивающие получение студентами наилучшего образования и практического опыта. Эти продукты могут использоваться только для обучения студентов, студенческих проектов и студенческих презентаций. Имеют функциональные ограничения.



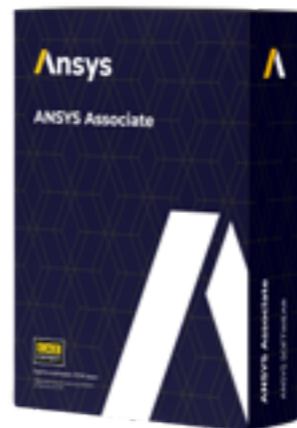
Лицензия ANSYS TEACHING

Research:

предоставляет аспирантам и ученым доступ к инструментам моделирования высокой точности, которые повышают точность и эффективность результатов исследований. Эти продукты могут использоваться только для исследований, связанных или несвязанных с получением ученой степени, обучения студентов, студенческих проектов и студенческих презентаций, а также написания статей и научных публикаций.

Associate:

расширяет условия использования продуктов Research, позволяя проводить исследования в конкретной отрасли, не связанные с получением патентов (доступно не во всех регионах).



Лицензия ANSYS ASSOCIATE

Юридические аспекты использования академических и студенческих лицензий

При написании публикаций, статей, тезисов, презентаций, книг или веб-материалов вам может понадобиться ссылка на ANSYS или продукты компании. Во всех случаях авторы должны стремиться к тому, чтобы ссылка была конкретной и понятной, и чтобы любой заинтересованный читатель мог легко найти информацию, на которую ссылается автор. Есть определенные юридические требования, которые авторы также должны соблюдать. Кроме того, использование академических лицензий ANSYS должно соответствовать академическим целям.

Наименование продуктов

Поскольку ANSYS предлагает широкий спектр продуктов, простое заявление о том, что вы использовали программное обеспечение «ANSYS», не помогает читателям точно определить продукты и возможности, необходимые для лучшего понимания вашей работы.

Ссылки на продукт должны сопровождаться версией продукта. Обратитесь к лицензии вашего продукта для правильного названия продукта.

Ссылки на документацию должны сопровождаться соответствующим названием продукта, его версией, главой и страницей документа. Обратите внимание, что руководства, интерактивная справка и другая документация, прилагаемая к программному обеспечению, защищены законом об авторском праве и подпадают под действие положений о неразглашении в вашем лицензионном соглашении. Если вы перефразируете или суммируете текст документации своими словами, вы должны указать источник этой информации.

Честное использование и копирайт

Любой, кто использует академическую лицензию ANSYS, может использовать скриншоты из продуктов ANSYS в своих опубликованных работах. Это включает, но не ограничивается отчетами по дипломным работам, афишами конференций, тезисами, исследовательскими работами, учебниками, учебными пособиями, видео-демонстрациями, веб-страницами, публикациями в социальных сетях. Вам необходимо приложить следующее подтверждение ко всем материалам, содержащим скриншоты продуктов ANSYS: «Изображения использованы с разрешения ANSYS, Inc.»



Все программные продукты ANSYS являются объектами авторского права

050002 Республика Казахстан, г. Алматы
Медеуский район, улица Гоголя 73
RECEPTION@KZ-ENGINEERING.COM

Тел.: +7 778 372 0152

kz-engineering.com