

# Учет требований эргономики на раннем этапе проектирования изделий



**ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?**

Тематическая статья

С помощью расширения Pro/ENGINEER® Manikin инженеры могут быстро, без затруднений и с минимальными затратами проверять эргономичность конструкций на ранних этапах процесса проектирования, когда проще и дешевле вносить изменения, повышающие удобство эксплуатации изделия. Оптимальные методы, о которых рассказывается в данной статье, помогут пользователям начать работу с этим пакетом.

В условиях современного рынка с его жесткими требованиями охрана здоровья, безопасность, удобство и производительность являются крайне важными, хотя на первый взгляд и не связанными целями при разработке новых изделий. Эргономические факторы играют первостепенную роль в создании новинок, будь то безопасные детские игрушки, удобное для обслуживания промышленное оборудование, мебель, помогающая поддерживать правильную осанку, или интерфейсы, повышающие эффективность работы пользователей. Сегодня ведущие производители понимают важность внедрения методов повышения эргономичности в течение всего цикла проектирования, а не только на его заключительном этапе или в стадии прототипа.

Специалисты, которым надо учитывать человеческий фактор, как правило, вынуждены применять для этого сложное и дорогое ПО сторонних разработчиков. Подобный фрагментарный подход может вести к задержкам при разработке изделий, многократным итерациям при проектировании и дорогостоящим переделкам, прежде чем будет создан качественный проект, оптимально учитывающий требования целевой группы. Именно поэтому и появился Pro/ENGINEER Manikin.

Это комплексное цифровое решение для трехмерного моделирования человека, которое полностью интегрировано с пакетом Pro/ENGINEER — отраслевым стандартом 3D CAD (трехмерного автоматизированного проектирования). Pro/ENGINEER Manikin дает инженерам и конструкторам возможность включать в разрабатываемые проекты человеческий фактор. Теперь не надо дожидаться окончания проектирования, а можно оценить эргономичность изделия на ранней стадии его создания, когда проще и дешевле вносить исправления. Уже на этапе разработки концепции конструкторы могут добиться того, чтобы изделие соответствовало требованиям потребителей, было удобным и безопасным при использовании целевой группой населения и обладало конкурентными преимуществами. Интерфейс пакета Pro/ENGINEER Manikin удобен для пользователей, а многие его функции понятны без обучения даже неспециалисту.

В статье рассматриваются возможности Pro/ENGINEER Manikin и описывается ряд оптимальных методов, позволяющих проектировщикам с наибольшей пользой включать в свои разработки человеческий фактор.



Везде, где люди пользуются тем или иным изделием, существуют соображения эргономики. Их можно эффективно проанализировать с помощью Pro/ENGINEER Manikin.

## Принцип работы Pro/ENGINEER Manikin

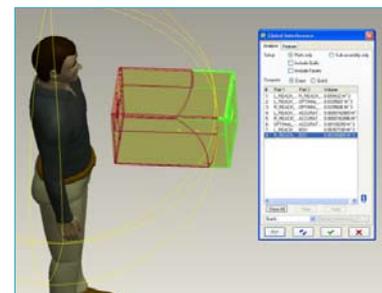
С помощью расширения Pro/ENGINEER Manikin инженеры и конструкторы могут включать в среду CAD трехмерную цифровую модель человека — так называемый манекен, взаимодействующий с 3D-моделью изделия. Манекен в точности моделирует физические характеристики человека, например рост, очертания, зрение, движения, усилия и комфорт. Поместив манекен в разрабатываемую конструкцию, можно увидеть, как люди будут пользоваться данным изделием, и оптимизировать его.

К примеру, инженеры и проектировщики могут проверить, что попадает в поле зрения манекена, до чего он может дотянуться и не мешает ли ему что-нибудь, когда он сидит, стоит, приседает, пользуется джойстиком, нажимает ту или иную кнопку на панели управления и т. п. Благодаря полной библиотеке, поставляемой вместе с Pro/ENGINEER Manikin, разработчики могут тестировать проекты, используя модели людей разного пола, телосложения и даже разных национальностей.

К основным функциям можно добавить расширение Pro/ENGINEER Manikin Analysis для дополнительного анализа. Данный модуль содержит алгоритмы, позволяющие выполнить более сложный анализ взаимодействия человека с изделием и средой при операциях, выполняемых вручную или многократно в той или иной производственной обстановке. Благодаря этому программному средству инженеры и конструкторы могут без труда получить подробные данные о том, как данный предмет поднимают, переносят, обрабатывают или толкают. В результате разработчики могут ответить на непростые вопросы, например: «Какой вес допустимо поднимать из того или иного положения?»

Инженеры и конструкторы, а также специалисты в области эргономики могут также проверить свои проекты на соответствие различным количественным стандартам и инструкциям в этой сфере: Snook (подъем, спуск, перетаскивание, толкание и перенос грузов), NIOSH 91 (подъем и спуск грузов), RULA (осанка).

В отличие от систем, разработанных сторонними производителями, при работе с Pro/ENGINEER Manikin проектировщикам не требуется постоянно экспортировать данные из CAD и импортировать их в отдельную программу моделирования человека, поскольку данное расширение полностью интегрировано с пакетом Pro/ENGINEER. Манекен встроен в этот пакет и представляет собой обычную сборку. Поэтому инженеры и конструкторы могут эффективно использовать все существующие инструменты и привычный интерфейс пользователя Pro/ENGINEER, что значительно повышает результативность анализа человеческого фактора.



Удобство доступа к изделию, элементу управления или узлу — ключевой компонент любого проекта. Это также один из базовых инструментов Pro/ENGINEER Manikin (с использованием соответствующей функции и оболочки).



С помощью Pro/ENGINEER Manikin легко оценить, как разные манекены выполняют одно и то же задание.

### Назначение Pro/ENGINEER Manikin

Pro/ENGINEER Manikin применяется для улучшения эргономичности изделий любой сложности, которыми пользуется человек — от простого столика для пикника или компьютера до салона вертолета, кабины самолета и т. д.

Когда, например, Pro/ENGINEER Manikin используется для проектирования кабины самолета, инженеры и конструкторы с его помощью могут понять, какие органы управления находятся в поле зрения пилота, не мешает ли что-нибудь обзору, до каких приборов могут дотянуться пилоты разного роста и насколько легко управлять самолетом. Если идет работа над проектом трактора, Pro/ENGINEER Manikin нужен инженерам, чтобы определить, насколько удобно расположены педали и какое усилие надо прикладывать водителю при повороте руля.

Аналогичный анализ можно выполнить для того, чтобы в дальнейшем обеспечить удобное техническое обслуживание проектируемого изделия. Разработчики могут, к примеру, убедиться, что водитель в состоянии снять и легко заменить ту или иную неисправную деталь, не разбирая при этом весь автомобиль. Кроме того, можно проверить, что каждый, кто будет обслуживать машину, без труда обнаружит поврежденные детали, доберется до них и сумеет снять неисправный узел. С помощью манекена целесообразно также имитировать разные варианты действий специалиста по техническому обслуживанию (например, он может работать без перчаток, пользоваться различными инструментами и пр.).

### Новые задачи специалистов по эргономике

Так сложилось, что стандартные средства тестирования, позволяющие учесть человеческий фактор, предназначались в основном для специалистов. Однако при использовании Pro/ENGINEER Manikin разработчики изделий могут сами выполнять значительную часть эргономических исследований.

В крупных организациях, где применяется Pro/ENGINEER Manikin, специалисты в области эргономики могут играть более важную роль в процессе проектирования. Им целесообразно поручить подготовку рекомендаций по эргономическому тестированию изделий, тогда как инженеры и конструкторы должны будут применять эти рекомендации в своей повседневной практике. При таком подходе у специалистов по эргономике останется больше времени для проведения наиболее важных и сложных испытаний, а также устранения проблем, выявленных при проектировании.



Pro/ENGINEER Manikin — гибкое средство, работающее в различных контекстах.



Оболочка области движений и функция замены позволяют конструктору эффективно оценить требования к расположению элементов и свободному пространству при активации элемента управления.

## Оптимальные методы использования Pro/ENGINEER Manikin

Следующие подходы позволят организациям наиболее эффективно использовать программное обеспечение Pro/ENGINEER Manikin и Manikin Analysis при проверке эргономичности проектов.

### Подготовьте задание один раз, затем проведите тестирование с разными манекенами

При работе с Pro/ENGINEER Manikin пользователям следует начать с подготовки сценария, указав, кто и каким образом будет применять данное изделие. Сценарий должен включать набор действий с учетом спецификаций заказчика.

Например, если конструктор хочет проверить удобство управления автомобилем, он должен «заставить» манекен взяться за руль, повернуть его в обоих направлениях, дотронуться до каждого элемента управления на приборной панели, проверить расположение и амплитуду хода педалей и т. д. В сценарий надо включить и те задания, которые проверяются не всегда (например, регулировка водительского сиденья и зеркал, проверка заднего обзора). Кроме того, целесообразно описать повседневные действия по обслуживанию автомобиля: смену масла, добавление жидкости для омывания ветрового стекла, установку запасного колеса.

После того как разработчики один раз подготовили перечень таких заданий с помощью ограничений и снимков, сценарий необходимо сохранить. Затем с помощью функции Replace (Заменить) можно выполнить последовательность заданий для разных манекенов — от самого маленького до самого высокого с учетом роста представителей целевой группы. Для проверки нестандартных ситуаций может использоваться «манекен-иностранец». Если, допустим, проектируется автомобиль для США, он, вероятно, будет популярен и в Китае, поэтому конструктору нужна информация о населении этой страны и возможность протестировать проект. Это позволит вовремя выявить проблемы и обеспечит соответствие конструкции потребностям всей целевой группы.

### Используйте приложения Pro/ENGINEER для полного тестирования проекта.

Инженеры и конструкторы, проводящие эргономические испытания, могут улучшить функциональность и гибкость расширения Pro/ENGINEER Manikin, сочетая его с другими возможностями Pro/ENGINEER. Например, при использовании Pro/ENGINEER Manikin можно помещать трехмерную модель человека в проект изделия, создавая последовательность статических «снимков» манекена в разных положениях: сидя, стоя, на коленях и т. д.

Эти возможности расширяются благодаря применению средств анимации, входящих в состав пакета Pro/ENGINEER, что позволяет показывать процесс работы человека в динамике.

Подобные видеоматериалы помогают проверить, насколько легко работнику выполнить ту или иную последовательность операций (например, поднять коробку и поместить ее на конвейер или снять неисправную деталь в моторном отсеке).

Проектировщики могут даже объединить анимацию или модель человека с оболочкой области движений Pro/ENGINEER, чтобы определить, сколько нужно свободного пространства для выполнения различных действий с полной амплитудой. К примеру, если требуется протестировать внутреннюю поверхность двери автомобиля, целесообразно создать анимацию, в которой манекен берется за ручку стеклоподъемника и поднимает или опускает боковое стекло. При этом оболочка области движений покажет, где находится его локоть. Это поможет определить, не требуется ли изменение конструкции, чтобы локоть не задевал за выступы двери. Если тот или иной узел проектируется субподрядчиком, конструктор может сгенерировать деталь для отправки данным поставщику, с тем чтобы он внес необходимые изменения даже без использования манекена.

### Воспользуйтесь возможностями моделирования обзора.

Разработчики изделия могут использовать «зрение» манекена, чтобы определить, что именно увидит потребитель. Например, если посмотреть, что попадает в поле зрения манекена при взгляде на приборную панель, удастся сразу понять, не мешает ли рулевое колесо обзору. Похожая ситуация возникает и при проверке, может ли манекен «увидеть» небольшую деталь в тесном моторном отсеке. Получив такую информацию, инженеры могут быстро решить проблему.

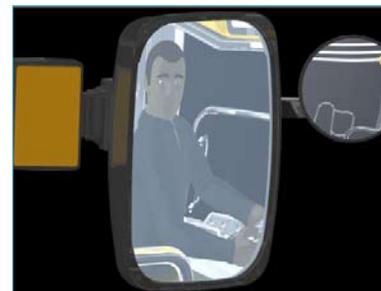
Конструкторы и проектировщики могут также использовать функцию отражения в составе Pro/ENGINEER, чтобы определить, что видит человек в зеркале. К примеру, на рисунке справа показано, что наблюдает в зеркале оператор сельскохозяйственной машины. Кроме того, иногда важно понять, поможет ли зеркало различить небольшую, далеко расположенную деталь в моторном отсеке агрегата.

### Воспользуйтесь точными данными для исправления проекта.

Изготовители сложных изделий, например авиационной или промышленной техники, для создания многих деталей и узлов, входящих в сборное изделие, привлекают к работе субподрядчиков. Разработчик отдельного узла может порой лишь в общих чертах представлять, как выглядят соседние компоненты. Например, конструктор, отвечающий за приборную панель, не всегда детально знает геометрию и конфигурацию рулевого колеса. Ранее эргономические просчеты, связанные с взаимодействием различных деталей (допустим, когда руль мешает считывать нужные показания с приборной панели), выявлялись лишь на заключительных этапах процесса проектирования. Порой устранять недоделки на этой стадии было уже слишком поздно или слишком дорого.

Теперь Pro/ENGINEER Manikin, как показывает рассматриваемый пример, дает компании-изготовителю возможность предоставить субподрядчику конкретную информацию, необходимую для внесения исправлений. Конусы обзора Pro/ENGINEER Manikin позволяют инженерам видеть, что находится в поле зрения манекена. Если манекен сидит в кабине промышленного транспортного средства, проектировщик с помощью конуса обзора в состоянии определить, какие части приборной панели перекрываются рулевым колесом. При этом будет выделена «зона конфликта» — область, которую манекен не видит.

Затем изготовитель может передать конструктору приборной панели подробную информацию, т. е. не только описание или изображение рулевого колеса, но и точные данные о границе зоны конфликта, что позволяет определить нужное положение дисплея и элементов управления на панели. Специалисты по эргономике, работающие в компании-изготовителе, могут дать указания конструктору приборной панели, чтобы он не размещал никакие важные элементы управления в области, перекрываемой рулевым колесом (в соответствии с границей зоны конфликта). Подобное сотрудничество позволяет оптимизировать весь процесс разработки и снизить отрицательное влияние изменений, вносимых в проект.



Манекен представляет собой обычную сборку Pro/ENGINEER и позволяет пользоваться всеми имеющимися инструментами, в частности, строить отражения.



Конструктор может легко представить себя в кресле оператора и проверить обзор.



## Заключение

Благодаря Pro/ENGINEER Manikin все больше пользователей Pro/ENGINEER теперь могут оценить влияние человеческого фактора на свои разработки — оценить быстро и эффективно, в самом начале процесса проектирования, без экспорта данных и их загрузки в другие приложения. Такая полная интеграция дает конструкторам возможность учесть эргономические соображения на первом этапе работы, что позволяет выявить и устранить недочеты на ранней стадии, когда это намного проще, быстрее и дешевле. В результате повышается общая эффективность проектирования. Кроме того, с помощью Pro/ENGINEER Manikin различные участники процесса могут с большей пользой обмениваться информацией о возможных проблемах проекта.

### О расширениях Pro/ENGINEER Manikin

Расширения Pro/ENGINEER Manikin и Pro/ENGINEER Manikin Analysis выпущены в декабре 2008 г. Помимо этих решений для учета эргономических факторов, базовые возможности моделирования с помощью манекенов включены также во все пакеты Pro/ENGINEER (начиная с Pro/ENGINEER Wildfire® 4.0 M060). В настоящее время Pro/ENGINEER позволяет моделировать население Италии, Китая, Нидерландов, США и Японии. Разрабатывается модель населения Кореи. Кроме того, компания PTC может подготовить модель определенной группы населения по заказу клиента.