



# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ МАНИПУЛЯТОР "Space Mouse"

Мы уже не раз публиковали материалы о 3D-манипуляторах компании 3Dconnexion ([www.3Dconnexion.com](http://www.3Dconnexion.com)) — с предложением всем желающим попробовать их "в деле": проверить совместимость с CAD-системой, применяемой на предприятии, оценить преимущества и принять обоснованное решение о приобретении необходимого количества рекламируемых устройств. На предложение откликнулись несколько предприятий, а специалисты ОАО "Карачаровский механический завод" не просто "поиграли" трехмерным манипулятором, но и любезно предоставили нам отчет о результатах тестирования. Выражаем им нашу искреннюю благодарность и помещаем отчет на страницах нашего журнала.

Предметом отчета служат испытания специализированного манипулятора "Space Mouse", предназначенного для упрощения работы с трехмерными системами моделирования Autodesk Inventor, AutoCAD, Unigraphics, Solid Edge, SolidWorks и другими.

## Введение

В последнее время наметилась тенденция перехода от двумерного проектирования (AutoCAD, КОМПАС) к трехмерному (Autodesk Inventor, Unigraphics, SolidEdge, SolidWorks, КОМПАС-3D). В сравнении с традиционным подходом трехмерное проектирование является более наглядным и, главное, эффективным способом проектирования: конструктор сразу видит недостатки предлагаемых решений и располагает мощными средствами их устранения.

Усложнение программного обеспечения потребовало соответствующей аппаратной поддержки. Прежде всего это касается вычислительных воз-

можностей ЭВМ, а также производительности видеокарты и качества монитора. Производительность ЭВМ должна соответствовать некоторому минимально допустимому уров-

ню, обеспечивающему необходимые условия работы в CAD-системе.

Другим путем повышения производительности конструкторского труда при работе с CAD-системой является оптимизация связи "человек-машина". Рассматриваемый манипулятор имеет довольно высокую стоимость, но при этом существенно повышает удобство работы с трехмерными моделями.

## Описание устройства и принцип работы

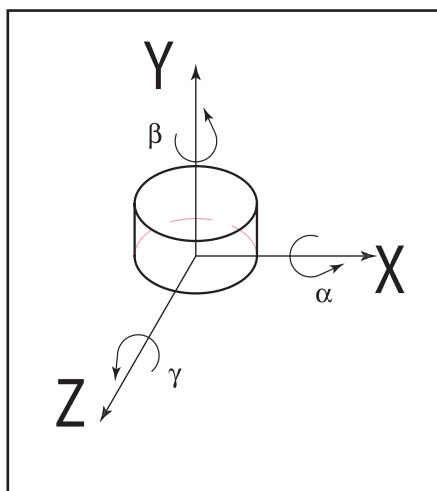
Манипулятор заключен в тяжелый (порядка 750 г) корпус (1) с площадкой под запястье и резиновыми ножками, обеспечивающими надежное сцепление корпуса с поверхностью стола.

В верхней части манипулятора расположен набор функциональных клавиш (3).





Рабочий орган (2) манипулятора имеет шесть степеней свободы (три линейных и три угловых). Трехмерная модель, отображаемая на экране, повторяет его движения. Скорость перемещения трехмерной модели вдоль соответствующего направления определяется интенсивностью физического воздействия на ту или иную ось.



Манипулятор соединен с компьютером через кабель (4). Подключение осуществляется через последовательный интерфейс (COM-порт).

Таким образом, манипулятор обеспечивает возможность ассоциировать движение модели на экране компьютера с движением рабочего органа манипулятора. Появляется возможность двигать модель "вручную" — в прямом смысле этого слова.

Тяжелый корпус не позволяет манипулятору отрываться от поверхности стола при движении по вертикальной оси вверх.

Манипулятор предназначен для работы левой рукой (для правшей),

которая при работе с обычным набором средств ввода (мышь + клавиатура) обслуживает левый блок служебных клавиш: SHIFT, CTRL, ALT. В большинстве САПР, особенно с "консервативным" интерфейсом, управление движением модели осуществляется обеими руками (то есть мышью с применением служебных клавиш). Использование манипулятора позволяет перемещать модель исключительно левой рукой, полностью освободив правую руку оператора.

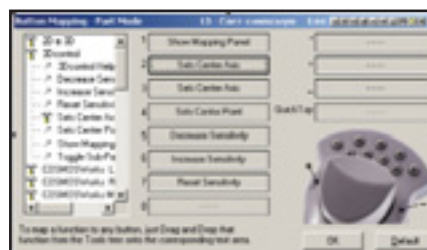
Запястье опирается на специальную площадку корпуса, причем функциональные клавиши манипулятора легко доступны для нажатия указательным и средним пальцами. Управление движением модели требует минимальных усилий.

Манипулятор работает со всеми современными версиями Windows; для него следует установить общий системный драйвер, а затем драйверы для необходимых CAD-приложений.

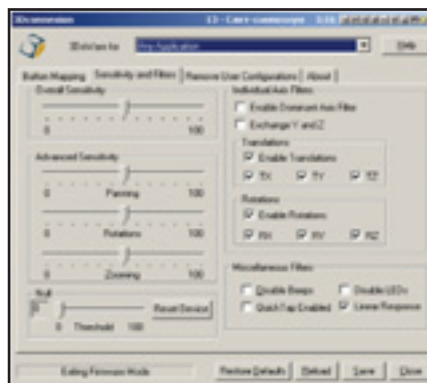
В каждом приложении при загрузке активизируется соответствующий plug-in и появляются программные средства для настройки манипулятора.

Функциональные клавиши предназначены для управления манипулятором. Они выполняют такие действия, как включение/выключение отдельных степеней свободы, управление чувствительностью конкретного перемещения, сброс настроек к заводским установкам и т.д.

Действия функциональных клавиш можно конфигурировать для каждого CAD-приложения в отдельности (на рисунке приведен диалог конфигурирования для SolidWorks).



Более глубокие настройки доступны из диалога настройки системного (общего) драйвера.



### Эргономические показатели

С появлением манипуляторов этого класса специалистами Ergonomic Technologies Corporation были проведены исследования эргономичности новых устройств. Вот результаты применения манипулятора в сравнении с работой традиционным набором инструментов (мышь + клавиатура):

- сокращение перемещений левой руки — 67%;
- сокращение перемещений правой руки — 64%;
- снижение среднего значения мышечной активности — 33%;
- снижение максимального пикового мышечного усилия — 35%;

- сокращение среднего и максимального значения движений запястья (изгиб и вытягивание) — 57% и 34% соответственно.

В процессе исследований реципиенты производили одни и те же операции в различных трехмерных CAD-пакетах сначала с помощью стандартных средств ввода (мышь + клавиатура), а затем посредством набора "манипулятор + клавиатура + мышь". Желание и в будущем работать с манипулятором высказали 90% участников испытаний.

Полное привыкание к работе с манипулятором происходит за 2-3 дня. После двух недель работы отсутствие манипулятора вызывает ощущение дискомфорта при работе с трехмерными САПР.

### Резюме

#### Достоинства манипулятора:

- Полное освобождение правой руки от вспомогательных операций.
- Интуитивно понятное многомерное "ручное" движение модели в пространстве.
- Возможность перемещать модель даже в тех ситуациях, когда обычными средствами это невыполнимо — например, в случае, когда имеется всплывающее окно диалога и графическая область недоступна (скажем, режим симуляции обработки поверхностей в Unigraphics допускает вращение модели только с помощью манипулятора).
- "Интеллектуальное" ограничение некоторых степеней свободы в определенных ситуациях (например, при редактировании плоского эскиза в системе SolidEdge отключаются все степени свободы, кроме перемещения в плоскости эскиза).
- Возможность с легкостью контролировать поведение манипулятора посредством функциональных клавиш и их сочетаний.
- Пользователи, привыкшие работать с манипулятором, могут легко освоить новые CAD-приложения: алгоритм движения модели не зависит от приложений.

#### К недостаткам следует отнести:

- Достаточно высокую стоимость (\$400-600), обусловленную эксклюзивностью изделия.
- Необходимость привыкания к новому стилю работы при освоении устройства.

Манипулятор рекомендуется пользователям, работающим преимущественно в трехмерных CAD-приложениях. Применение "Space Mouse" создает более комфортные условия работы с трехмерными моделями и способствует росту производительности конструкторского труда.

Решение об использовании или неиспользовании манипулятора должен принимать после ознакомительной эксплуатации сам конструктор.

*Дмитрий Смирнов*  
отдел САПР ОАО "КМЗ"  
E-mail: SmirnovDV@kmzlift.ru  
Тел.: (095) 174-4150  
*Юрий Чузишев*  
Consistent Software  
E-mail: Jura@csoft.ru  
Тел.: (095) 913-2222

### ЛЕГКОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ

## SpaceBall и SpaceMouse трехмерные контроллеры

### ЛУЧШИЙ ДИЗАЙН ЗА МЕНЬШЕЕ ВРЕМЯ

SpaceBall и SpaceMouse (трехмерная мышь и трехмерный шарик) — это новейшие трехмерные контроллеры компании 3Dconnexion, делающие работу с трехмерными моделями интуитивно простой. Держа одну руку на контроллере, а вторую — на обычной мыши, можно с легкостью перемещаться по модели, масштабировать и вращать ее, отдавая в то же время различные команды.

#### Применение трехмерного контроллера позволяет:

- сократить расходы на проектирование и дизайн
- упростить технологию проектирования
- легко выполнить сложные операции
- повысить творческий уровень работы

С демонстрационными образцами 3D-манипуляторов SpaceBall и SpaceMouse вы можете ознакомиться в компании Consistent Software:

Москва, 105066, Токмаков пер., д. 11  
Тел.: (095) 913-2222, факс: (095) 913-2221  
E-mail: sales@csoft.ru  
Internet: <http://www.csoft.ru>

