

# Многофункциональный мобильный робототехнический комплекс «Торнадо».

*Разработчик НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Изготовитель ООО "ЦВТМ при МГТУ имени Н.Э. Баумана" +7(499) 367-01-18, [www.robotmobot.ru](http://www.robotmobot.ru)*

Мобильный робототехнический комплекс (МРК) «Торнадо» состоит из «Колесно-шагающего» транспортного средства, телевизионной (тепло-телевизионной) системы видеонаблюдения, пульта дистанционного управления, манипулятора и/или другого дополнительного оборудования.

«Колесно-шагающее» транспортное средство (КШТС) «Торнадо», в зависимости от типа необходимого дополнительного оборудования, производится в трех типоразмерах 00, 01 или 02, длиной соответственно 740, 800 и 870 мм и шириной 426, 456, 476 мм. Данное КШТС удачно сочетает в себе преимущества колесных машин и профильную проходимость гусеничных. Особенность данного транспортного средства заключается в конструкции «колесного блока», состоящего из трех колес, установленных на балансирах, приводимых во вращение от общего привода, а также дополнительного привода вращения колесного блока целиком, относительно центральной оси. В результате, при движении машины в обычных условиях, транспортное средство отличается от своих колесных аналогов в лучшую сторону увеличенным клиренсом и балансирной подвеской колес с большим ходом, что, естественно, благотворно сказывается на плавности передвижения по слабопересеченной местности. В том случае, когда при движении транспортное средство упирается в препятствие, через которое колесо перекатиться не может, например, пороговое препятствие типа бордюра, машина продолжает движение путем перекачивания через препятствие всего балансира целиком.

КШТС оснащено распределенной системой управления и построено по модульному принципу. Это позволяет изменять состав оборудования мобильного робота, построенного на базе МРК «Торнадо», в соответствии с пожеланиями заказчика. Так, например, в комплекте с транспортным средством поставляются сменные модули, выполненные в виде легкоъемных силовых крышек, на которые заказчик может по своему желанию установить необходимое ему оборудование. Между транспортным средством и сменной крышкой находится интерфейсный разъем, через который в сторону установленного оборудования может проходить силовое питание и управляющие сигналы, а в обратную сторону четыре видеосигнала и телеметрия. В том случае, если для эксплуатации установленного оборудования ему требуется собственная система управления, то необходимые электронные платы могут быть установлены как внутри съемной крышки, так и в самом оборудовании. Часть панели пульта управления МРК «Торнадо» также зарезервирована под потребности заказчика. В этой части пульта могут располагаться соответствующие органы управления установленным оборудованием.

По желанию заказчика КШТС оснащается аналоговым или цифровым (с COFDM модуляцией) видеоканалом, обычными или инфракрасными фарами, одной или двумя высокочувствительными, широкоугольными ходовыми камерами переднего и заднего обзора, высокочувствительным микрофоном, установленным в передней части корпуса.



## Технические характеристики КШТС «Торнадо»:

Скорость передвижения	0...5 км/ч
Диапазон регулирования скорости	1000
Грузоподъемность транспортного средства	20 кг
Допустимые типовые препятствия:	
▶ Пороговое препятствие	0,22 м
▶ Лестничный марш с уклоном 30° и высотой ступени	0,18 м
▶ Продольный уклон	30°
▶ Поперечный уклон	30°
▶ Глубина водной преграды	0,2 м
Управление по радио в прямой видимости	
▶ в городских условиях (радиоканал цифровой / аналоговый)	500 / 300 м
▶ на открытой местности (радиоканал цифровой / аналоговый)	1200 / 600 м
Продолжительность непрерывной работы	5...24 ч
Габаритные размеры:	
▶ длина (исполнение 00 / 01 / 02)	0,74 / 0,8 / 0,87 м
▶ ширина (исполнение 00 / 01 / 02)	0,43 / 0,46 / 0,48 м
▶ высота	0,31 м
Масса для исполнения -00, -01, -02 (без/с аккумулятором)	36/40, 37/41, 38/42 кг
Класс защиты транспортного средства	IPX4
Допустимая температура эксплуатации	от -30 до +50°C



## Пульт дистанционного управления.

Пульт дистанционного управления (ПДУ) предназначен для дистанционного управления КШТС и всеми технологическими модулями, подключенными к нему, а также отображения поступающей от него аудио-видео информации и телеметрии.

Конструктивно ПДУ выполнен на основе кейса из ударопрочной пластмассы. В крышку кейса вмонтирован 15" цветной монитор и его панель управления. Все остальные органы и индикаторы управления МРК размещены на панели управления ПДУ. В закрытом состоянии ПДУ пылебрызгозащищён.



Аудиовизуальная информация, поступающая от мобильного робота по каналу дистанционного управления в приемник ПДУ, преобразовывается в стандартный телевизионный сигнал со звуком и выдается на монитор и динамик пульта. Рядом с монитором ПДУ размещена панель управления, в нижней части которой сгруппированы гнезда разъемов для подключения внешних аудио-видео устройств. К этим гнездам могут быть подключены: наушники (стандартный 3-х проводной Mini Jack 3.5mm), видео очки (стандартный 4-х проводной Mini Jack 3.5mm), дополнительный монитор или видеорегистратор (стандартные RCA AV-разъемы «тюльпаны» с композитным видеосигналом и звуком).

## Манипулятор.

Манипулятор предназначен для перемещения предметов массой до 5 кг на полном вылете и до 15 кг вблизи КШТС. Максимальное раскрытие губок хватного устройства 150 мм. Максимальный вылет манипулятора от вертикальной оси вращения 1,25м (от горизонтальной проекции КШТС 1,05м), максимальный вылет манипулятора от опорной поверхности вверх 1,65м, вниз 0,7м.

Манипулятор имеет пять ориентирующих степеней подвижности (не считая закрытия-открытия губок хватного устройства): поворот манипулятора вокруг вертикальной оси, качание плеча, качание предплечья, качание и вращение кисти, оснащенной высокочувствительной телекамерой с LED подсветкой.

Все степени подвижности вращательные, оснащены защитой по максимальному усилию и предельному углу поворота. Поворот манипулятора вокруг вертикальной оси и ротация кисти имеют возможность бесконечного вращения.



**В манипуляторе реализованы несколько режимов управления:**

**«по степеням»** *раздельное управление каждой степенью подвижности манипулятора;*

**«по степеням с сохранением ориентации схвата»** *раздельное управление каждой степенью подвижности манипулятора, при этом угловое положение схвата относительно корпуса ТС автоматически сохраняется при изменении углового положения плеча и предплечья;*

**«управление схватом в цилиндрической системе координат»** *управление поступательным перемещением схвата по горизонтали (далее ближе) и по вертикали, кроме того поворот вокруг опорно-поворотного устройства и оси качания схвата;*

**«управление схватом в цилиндрической системе координат схвата»** *управление поступательным перемещением схвата вдоль оси схвата и перпендикулярно (вверх-вниз) оси схвата, кроме того поворот вокруг опорно-поворотного устройства и оси качания схвата.*

## Технические характеристики манипулятора:

Максимальный вылет от оси опорно-поворотного устройства	1,25м
Грузоподъемность на полном вылете	5 кг
Грузоподъемность вблизи транспортного средства	15 кг
Количество степеней подвижности	5 + схват
Максимальное раскрытие губок схвата	150 мм
Количество телекамер	1
Максимальный угол поворота ОПУ вокруг вертикальной оси	не ограничен
Масса манипулятора	15 кг



## Блок детектирования гамма-излучения.

Блок детектирования гамма-излучения построен на базе датчика «БДКГ-04» измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в диапазоне от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч производства фирмы «АТОМТЕХ» (Республика Беларусь). Измеренные датчиком данные принимаются бортовой системой дистанционного управления мобильного робота и передаются по каналу аудио-видео информации и телеметрии на пульт дистанционного управления, где отображаются на жидкокристаллическом дисплее.



По желанию заказчика в комплекте с КШТС возможна поставка разнообразных легкоъемных сменных модулей, оснащенных различными датчиками и другим разведывательным оборудованием фирмы «АТОМТЕХ» (Республика Беларусь) или любого другого производителя.

## Механизм наведения телекамер «Сова» с блоком телекамер.

Привод телекамер «Сова» предназначен для наведения телевизионных средств наблюдения на объект исследования в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Особенности изделия:

- неограниченный угол поворота вокруг вертикальной оси;
- высокая скорость поворота (до 350°/сек) для быстрого наведения на цель;
- прецизионная точность управления (до 0,09°/сек) для комфортного наведения телекамер с большим фокусным расстоянием (с углом обзора от 0,5°);
- отсутствие люфта в обеих степенях подвижности;
- фрикционные муфты в обеих степенях подвижности, защищающие механизм от повреждений внешним вращающим моментом;
- прочная и герметичная конструкция, выдерживающая значительные внешние усилия (до 30кгс) с допустимой температурой эксплуатации от -40 до +40°С ;
- встроенная электроника управления приводом, осветителем и двумя телекамерами (в том числе зум, фокус и т.д.). Встроенный видео-коммутатор, датчики крена, терморегулятор и гироскопы в обеих степенях подвижности;
- быстроръемное крепление, как самого привода, так и телевизионного модуля;
- малый вес и габариты.

В комплекте с механизмом наведения возможна поставка разнообразных телевизионных или тепло-телевизионных модулей с одной или двумя телекамерами с постоянным и/или переменным фокусным расстоянием с углом зрения по горизонтали от 110° до 0,7° (с оптической кратностью приближения 110 / 0,7 = 160x), чувствительностью до 0.01 люкса, тепловизором, микрофоном и осветителем с яркостью до 900 люмен (14400 Кандел) или ИК диапазона.



### Технические характеристики механизма наведения «Сова»:

Угол поворота вокруг вертикальной оси	не ограничен
Угол поворота вокруг горизонтальной оси	180°
Точность позиционирования	0,2°
Скорость вращения (диапазон регулирования по скорости более 3500)	От 0,09 до 350 °/сек
Вращающий момент номинальный / максимальный / фрикционных муфт	5/14/16(кгс·см); 0,5/1,4/1,6(Н·м)
Напряжение питания (привода / телекамер)	10...30 В / 12В±1 В
Количество произвольно коммутируемых каналов видео	2
Возможность управления ZOOM, Focus, и т.д. (при подключении соответствующей камеры)	
Управление	по шине CAN
Потребляемый ток при 24В:	
▶ минимальный (телекамеры дистанционно выключены)	0,05 А
▶ минимальный-наблюдение (телекамеры включены)	0,25 А
▶ средний (движение одной степени, телекамеры включены)	0,6 А
▶ LED прожектор 300 люмен	0,2 А
▶ обогрев (при температуре менее -20°С) (привода / телекамер)	0,3 / 0,2 А
▶ максимальный (все включено + токоограничение по двум степеням)	3,6 А
Возможность гиросtabilизации по обеим степеням подвижности	опция
Габаритные размеры (привода / модуля телекамер (ВхШхД))	92 x 97 x 66 / 120 x 82 x 117мм
Масса (привода / модуля телекамер)	0,6 / 0,7 кг
Допускаемые усилия, приложенные к выходному валу	30кгс (300 Н)
Допустимая температура эксплуатации	-40...+40°С
Время выхода в рабочий режим при температуре ниже -20°С	не более 15 мин
Степень защиты	IPX5

## Упаковка для хранения и транспортирования МРК «Торнадо».

МРК «Торнадо» имеет в своем составе комплект штатной упаковки для обеспечения сохранности при транспортировании и хранении.

Хранение изделия, упакованного в штатную упаковку, должно осуществляться в отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха до 80% при температуре +25 °С.

Транспортирование изделия, упакованного в штатную упаковку, разрешается производить всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от -50 до +50 °С. Штатная упаковка с изделием при транспортировании должна быть закреплена, чтобы исключить возможность ее смещения и соударения.





## Базовый состав мобильного робототехнического комплекса «Торнадо».

	Наименование	Количество
1.	«Колесно-шагающее» транспортное средство «Торнадо»	
1.1.	Шасси	1
1.2.	Бортовая система дистанционного управления	1
1.3.	Канал дистанционного управления	1
1.4.	Канал передачи телевизионного изображения и телеметрии (аналоговый или цифровой с COFDM модуляцией)	1
1.5.	Высококочувствительные, широкоугольные ходовые камеры	2
1.6.	Высококочувствительный микрофон	1
1.7.	Фары видимые или инфракрасные	4
1.8.	Бортовой аккумулятор (24В, 25Ач)	1
2.	Пульт дистанционного управления	1
3.	Механизм наведения телекамер двухступенной «Сова»	1
4.	Блок телекамер «Модуль ТВ-1» (широкоугольная телекамера, телекамера ZOOM, LED прожектор)	1
5.	Запасной бортовой аккумулятор (24В, 25Ач)	1
6.	Зарядное устройство пульта дистанционного управления	1
7.	Зарядное устройство бортового аккумулятора	1
8.	Комплект антенн ближней связи	1
9.	Комплект антенн дальней связи	1
10.	Штатив для антенн дальней связи	1
11.	Комплект соединительных кабелей	1
12.	Упаковка мобильного робототехнического комплекса «Торнадо»	1
13.	Комплект эксплуатационной документации	1

### Дополнительное оборудование, доступное для заказа:

1. Сменные модули, выполненные в виде легкоъемных силовых крышек, на которые заказчик может по своему желанию установить необходимое ему оборудование.
2. Манипулятор.
3. Блок детектирования гамма-излучения на базе датчика «БДКГ-04».
4. Механизм наведения телекамер двухступенной «Сова» (для оснащения дополнительного оборудования заказчика).
5. Блоки телекамер:
  - «Модуль ТВ-1» (широкоугольная телекамера, телекамера ZOOM, LED прожектор).
  - «Модуль Т-ТВ» (теповизор, телекамера ZOOM).
6. Технологический пульт управления МРК «Торнадо» (с кабелем длиной 2 метра)
7. Возможна поставка или разработка другого специального оборудования.

## Состав мобильного робототехнического комплекса «Торнадо».



### Техническое обслуживание МРК.

МРК «Торнадо» изготовлен из качественных материалов и комплектующих. Во все механизмы заложена консистентная смазка, рассчитанная на весь срок службы изделия, и замена ее в процессе эксплуатации не требуется. В конструкции МРК отсутствуют узлы, требующие настройки или регулировки персоналом, эксплуатирующим изделие.

### Эксплуатационные ограничения.

ПДУ и зарядные устройства рассчитаны на эксплуатацию при температуре окружающей среды от  $-5$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Все остальное оборудование МРК рассчитано на эксплуатацию при температуре окружающей среды от  $-30$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , а также действию атмосферных осадков. Телекамеры и другие электронные компоненты, выполненные в герметичных корпусах, позволяют за счет собственного выделения тепла в рабочем состоянии поддерживать работоспособность МРК до  $-40^{\circ}\text{C}$ .

### Гарантийные обязательства.

Изготовитель гарантирует безотказную работу МРК в течение 12 месяцев при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных в руководстве по эксплуатации.

Срок службы изделия до списания 7 лет.

Изготовитель

ООО «ЦВТМ при МГТУ имени Н.Э. Баумана»

Телефон/факс: +7(499) 367-01-18

[www.robotmobot.ru](http://www.robotmobot.ru)