

Математические модели роботов

Лекция 1.

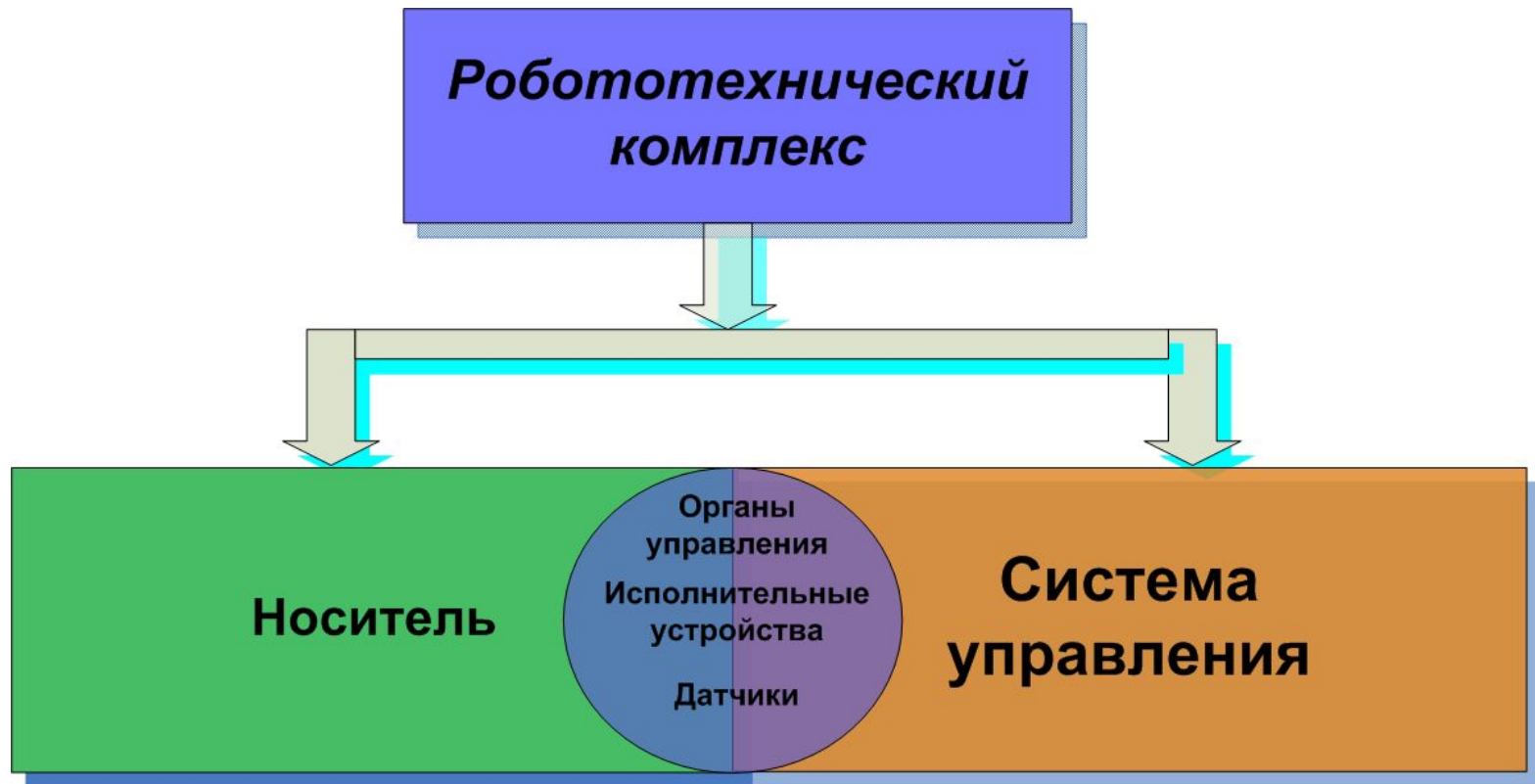
*Общее представление о
математической модели
роботизированного объекта*

Два типа роботизированных объектов:

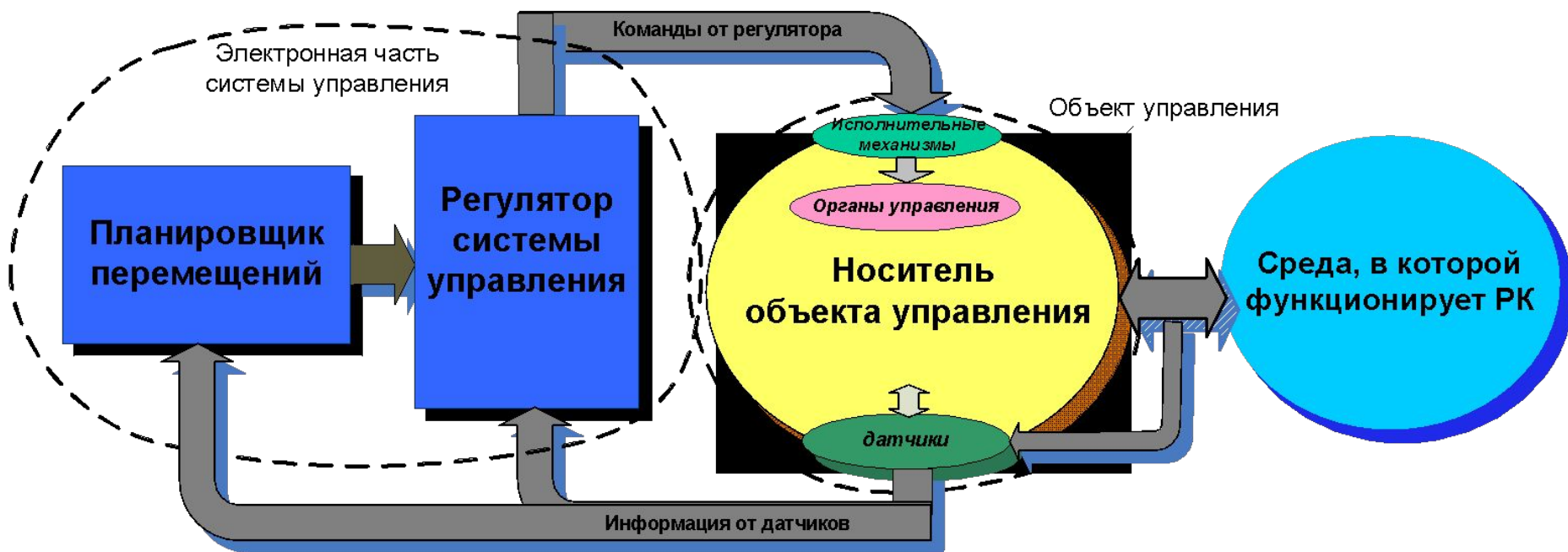
- 1. роботы на подвижных платформах (носителях): дирижабли, самолеты, ракеты, вертолеты, подводные аппараты;**
- 2. роботы манипуляторы.**



Структура робототехнического комплекса



Структурная схема системы «Носитель объекта управления + Среда функционирования + Система управления».



Понятие состояния робототехнического комплекса

характеризует **взаимную ориентацию**
РК относительно внешней среды и
взаимодействие РК с ней в данный
момент времени

Состояния (конфигурации) РК

описываются обобщенными
координатами системы \bar{q}

Частью обобщенных координат система управления способна управлять; эти координаты называются управляемыми и обозначаются $\bar{q}_{упр}$ причем $\bar{q}_{упр} \subset \bar{q}$

минимальное число обобщенных
координат n , достаточных для описания
его функционирования

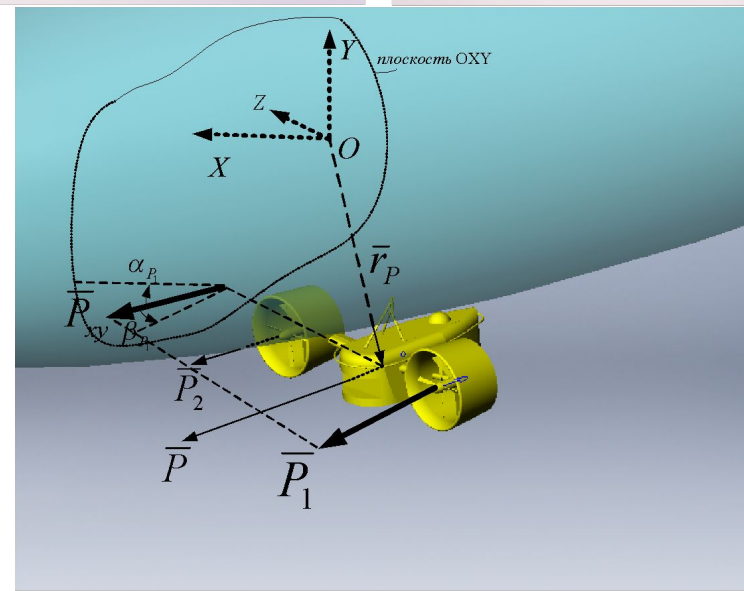
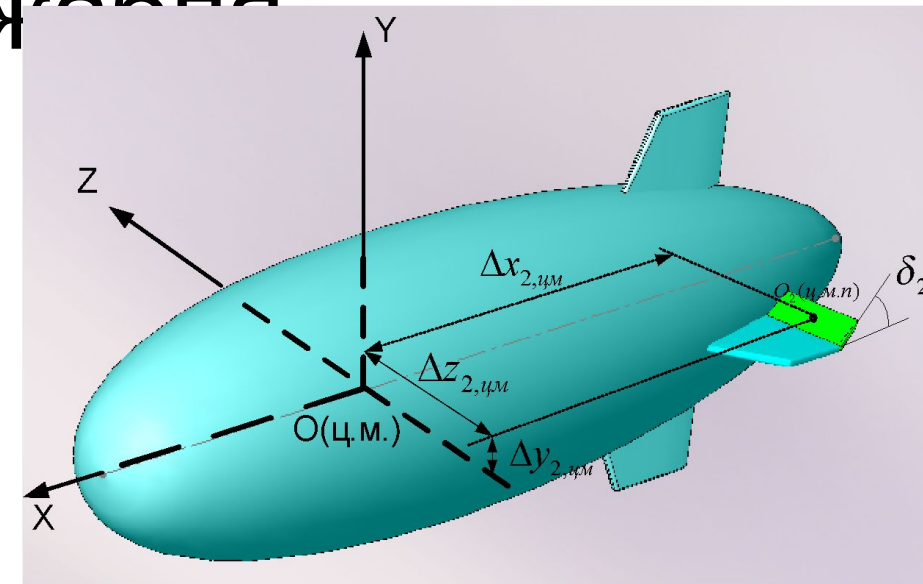
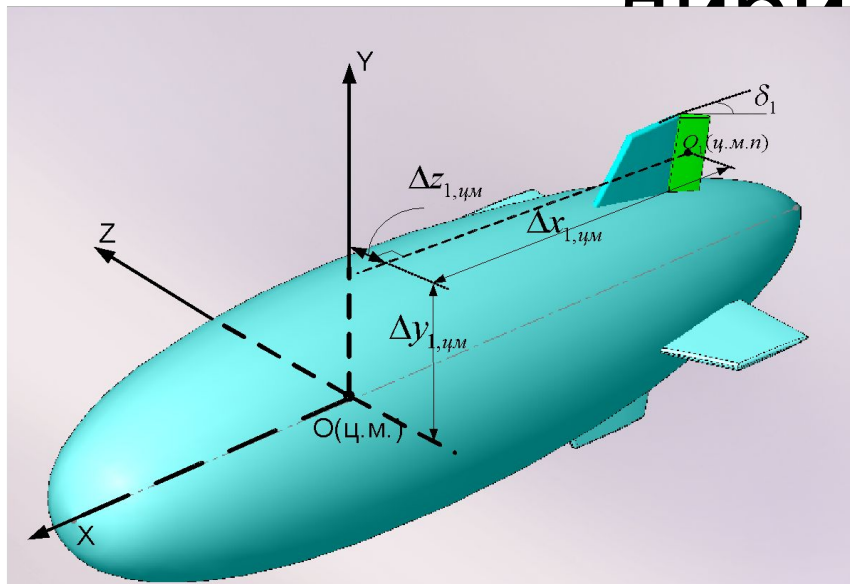
Управляемые координаты подвижных роботизированных комплексов

В случае РК на дирижабельных, самолетных или вертолетных носителях к числу управляемых координат могут относиться:

- 1) углы отклонения рулей высоты, направления, элеронов;
- 2) частота вращения ротора двигателя;
- 3) общий шаг винта;
- 4) циклические шаги отклонения несущего винта (для вертолета)

Примеры управляемых координат для роботизированного судна

управляемые координаты

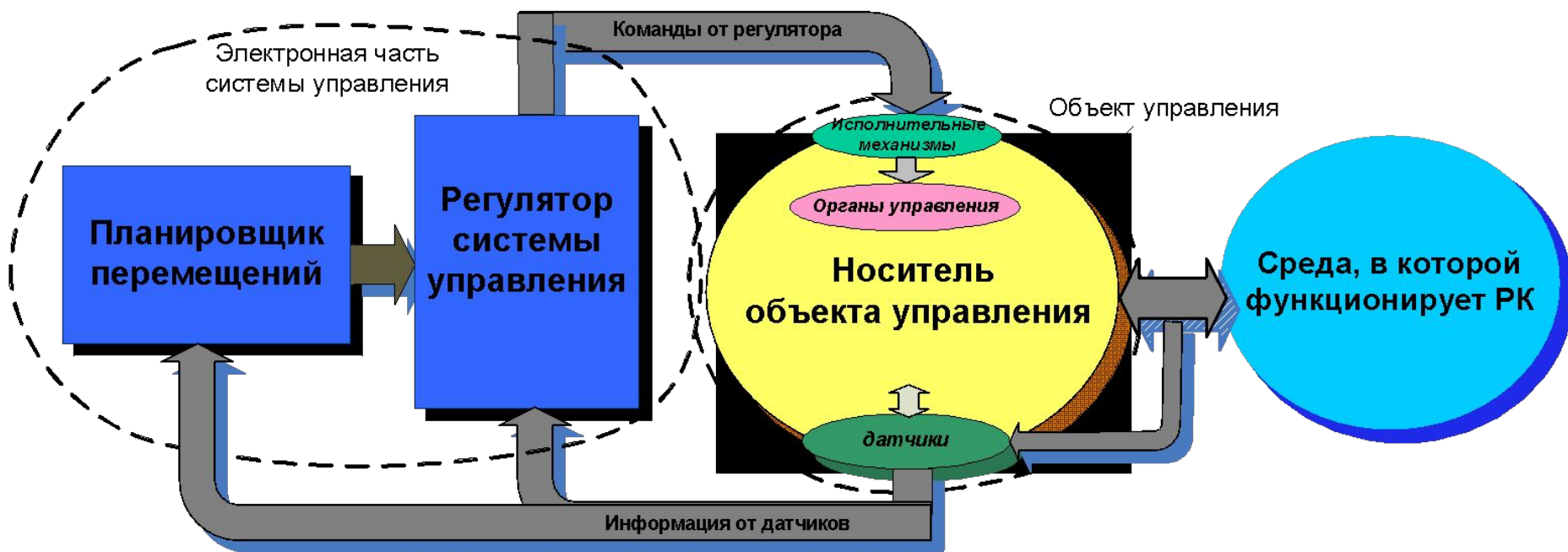


Управляемые координаты роботов-манипуляторов

В случае манипуляционных роботов к числу управляемых координат относятся

все обобщенные координаты манипулятора, характеризующие взаимную ориентацию его кинематических звеньев, т.е. для манипулятора $\bar{q}_{упр} = \bar{q}$

Структурная схема системы «Носитель объекта управления + Среда функционирования + Система управления».



Состав системы управления объектом



Роль математической модели при синтезе системы управления объектом

*Алгоритм работы системы управления основывается на понимании **ФИЗИКИ** взаимодействия объекта управления и внешней среды*

*и строится на соответствующей этому пониманию **МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ***

объекта управления, функционирующего в данной среде

*Для **синтеза СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ** объектом*

необходимо точно представлять физику

происходящих процессов при функционировании РК и

отражать это в соответствующей точной и

*корректной **математической модели** этого*

функционирования

Конструкция обобщенной математической модели и её использование системой управления

Использование системой управления

Определяющая система уравнений ММ:

$$\Psi \left(\bar{q}, \frac{d\bar{q}}{dt}, \frac{d^2\bar{q}}{dt^2}, t; \bar{a}, \bar{b} \right) = \bar{\tau}(\bar{q}, \bar{p}; \bar{a}, \bar{b}),$$

$$\bar{q} = \Phi \left(\bar{p}, \frac{d\bar{p}}{dt} \right),$$

$$\frac{d\bar{q}_{ynp}}{dt} = \mathbf{K}_u(\bar{U}),$$

\bar{q} - вектор обобщенных координат

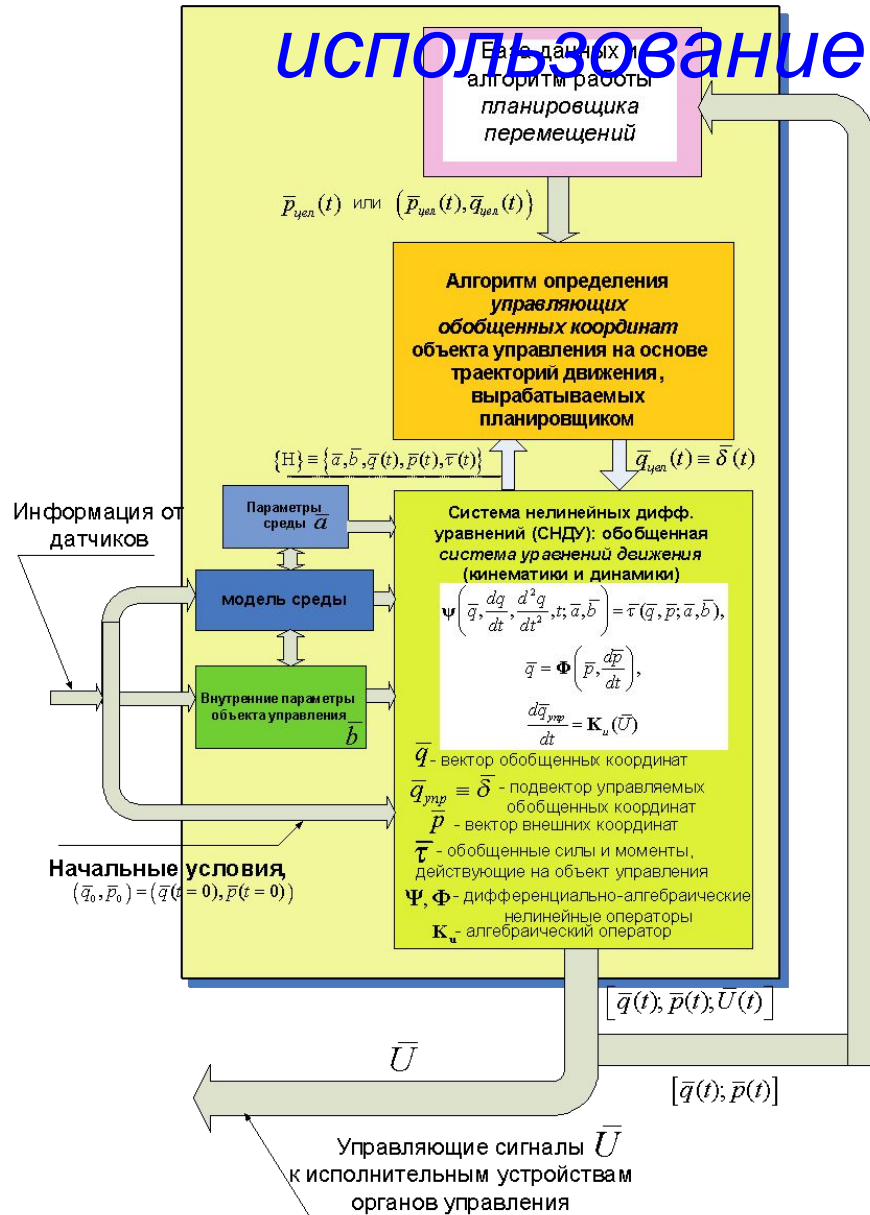
$\bar{q}_{ynp} \equiv \bar{\delta}$ - подвектор управляемых обобщенных координат

\bar{p} - вектор внешних координат

$\bar{\tau}$ - обобщенные силы и моменты, действующие на объект управления

Ψ, Φ - дифференциально-алгебраические нелинейные операторы

\mathbf{K}_u - алгебраический оператор



и её использование системой

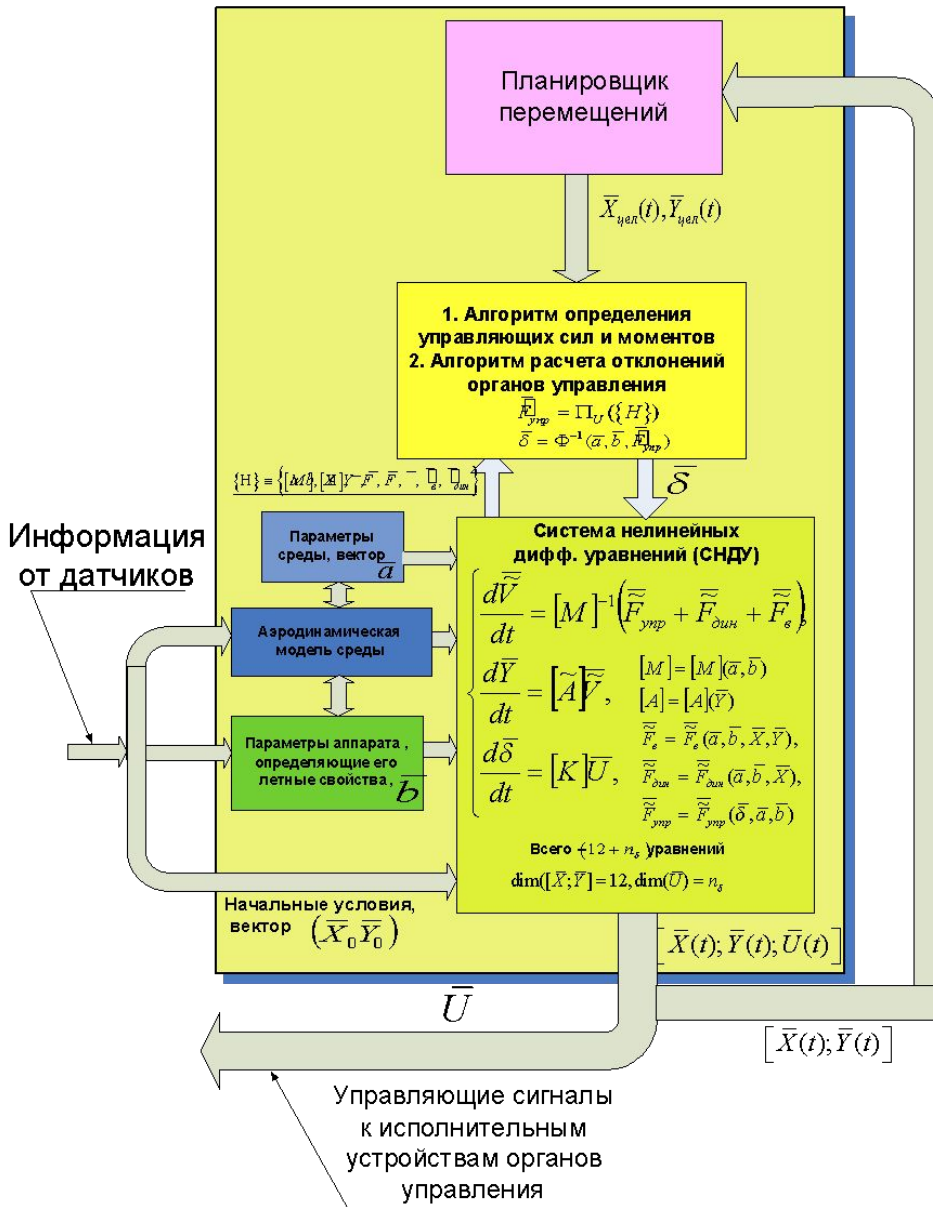
Ключевые элементы ММ

летательного управляемого аппарата:

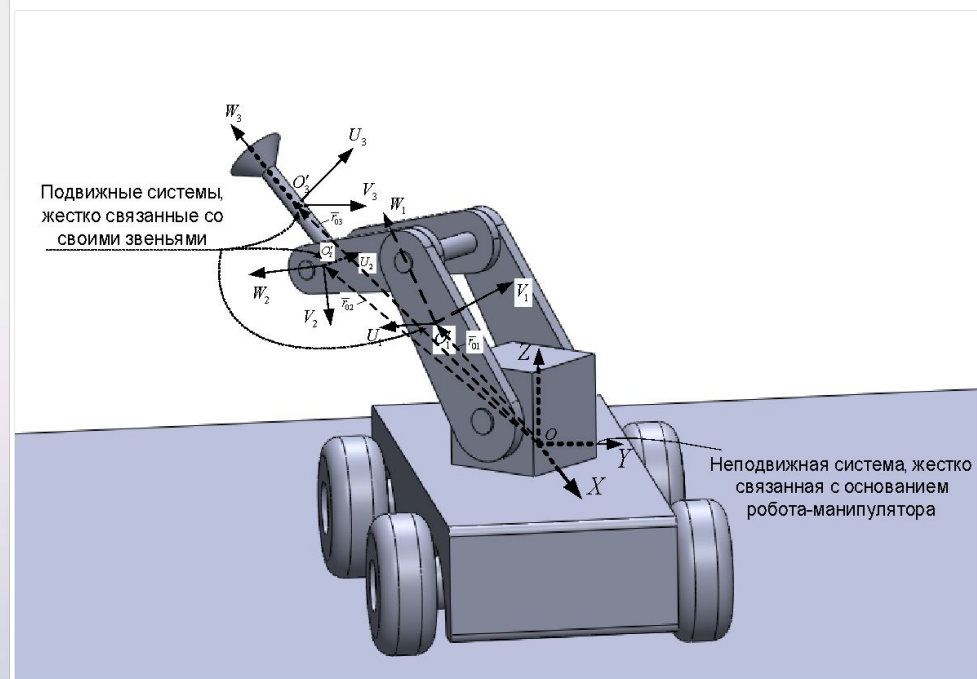
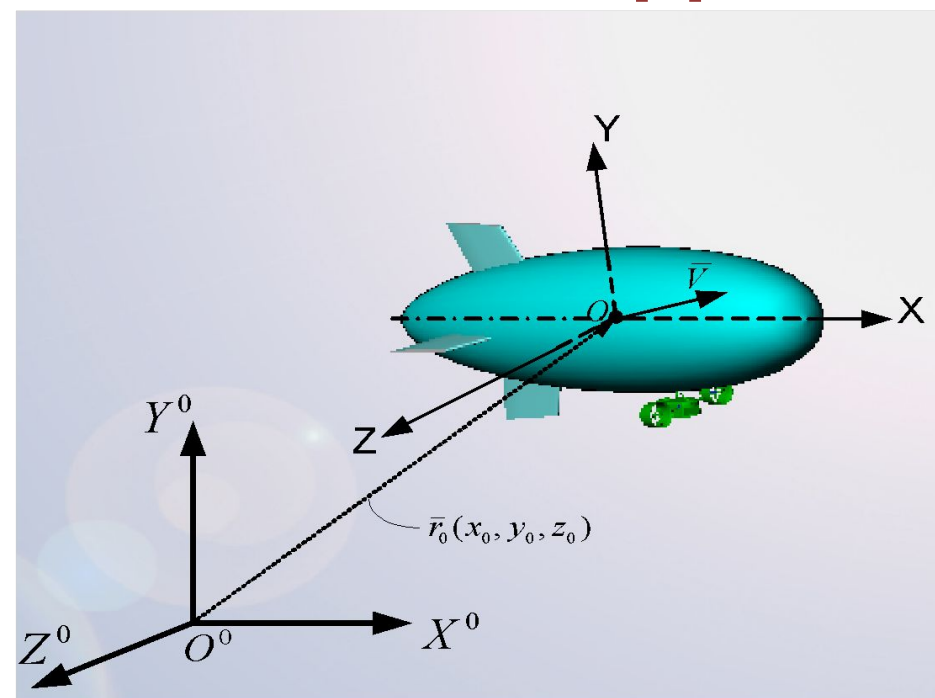
- 1) система нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{V}}{dt} = [M]^{-1} (\tilde{F}_{упр} + \tilde{F}_{дин} + \tilde{F}_s), \\ \frac{d\tilde{Y}}{dt} = [\tilde{A}] \tilde{V}, \\ \frac{d\tilde{\delta}}{dt} = [K] \tilde{U}, \end{cases}$$

- 2) величины, характеризующие ориентацию и взаимовлияние РК и внешней среды (координаты положения РК, скорости его движения, отклонения органов управления $\tilde{\delta}$);
- 3) Внутренние параметры РК \tilde{b} (масса, положение центра тяжести, тензор инерции и т.д.);
- 4) Внутренние параметры среды \tilde{a} (давление, плотность температура и



Модель твердого тела – одна из особенностей математических моделей роботов



С каждым твердым телом в робототехнике жестко связывается собственная система координат, и положение твердого тела характеризуется радиусом-вектором начала связанной системы относительно базовой системы координат и ориентацией осей связанной системы относительно осей базовой; всего получается **6** независимых координат.