

Вводная



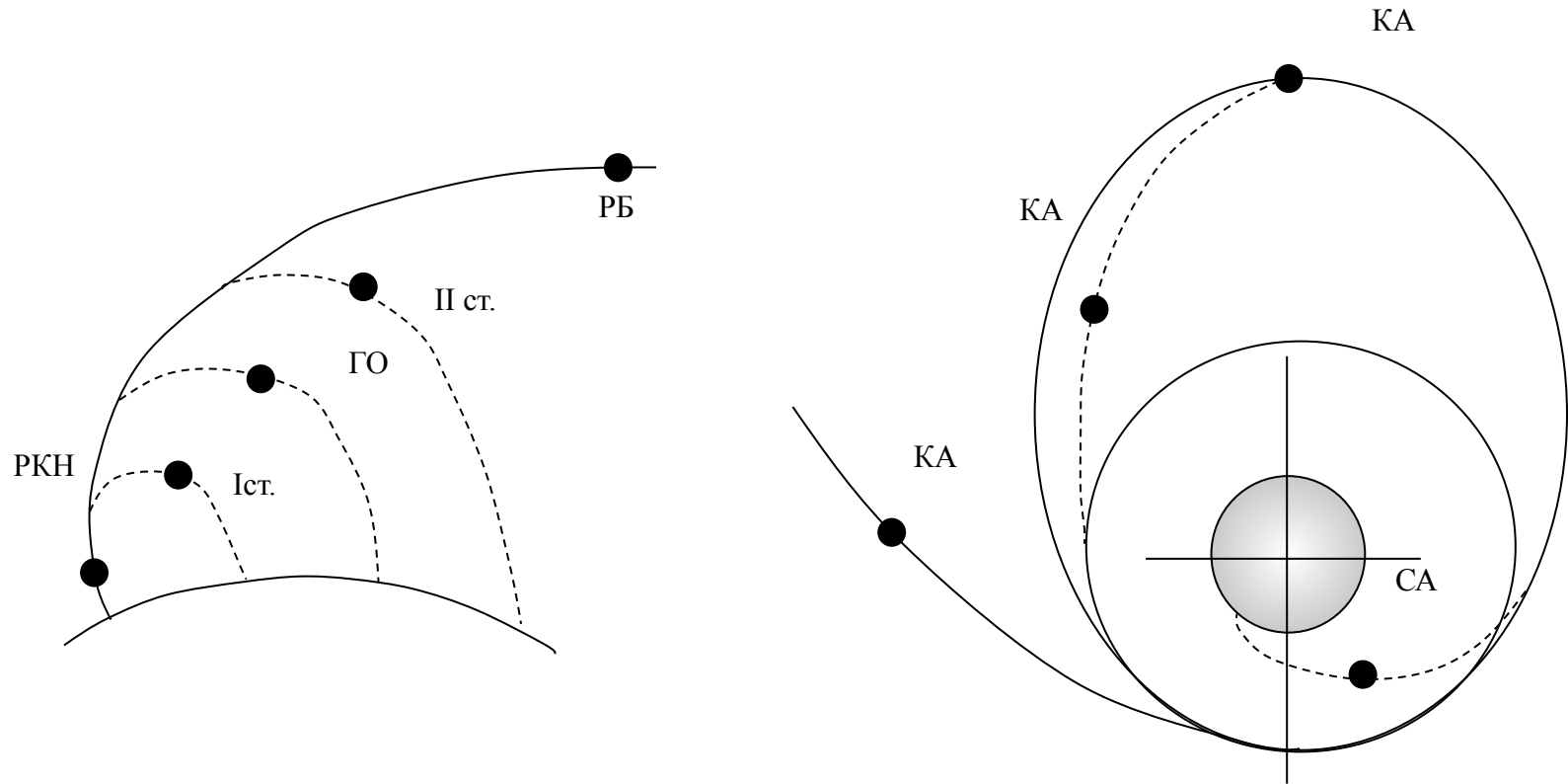
Учебные вопросы:

1. Предмет дисциплины «Баллистическое обеспечение полётов РН и КА».
2. Понятие СО. Инерциональные и неинерциональные СО.
4. Основные СО.

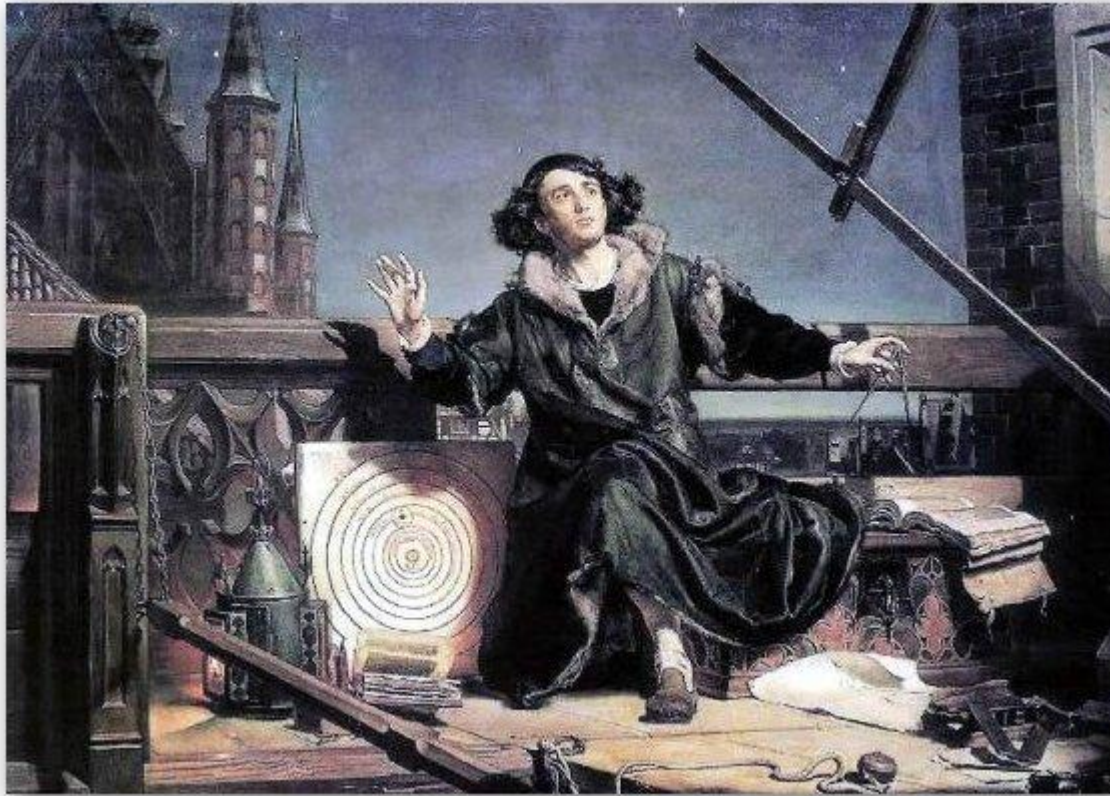
Литература:

1. Основы теории полета ЛА / Н.Ф.Аверкиев, С.А.Власов, С.А. Богачёв и др. – СПб.: ВКА имени А.Ф.Можайского, 2013. – 242 с.
2. Теория полета КА / С.А.Власов, П.А.Мамон. - СПб.: ВКА, 2007. – 435 с.

Определение: **Теория полета ЛА** (Механика полета) – наука, изучающая движение ЛА на всех участках его полета.



Считается, что понятие ЛА шире, чем КА, т.к. под ЛА понимают объекты, обладающие искусственно созданным аэродинамическим качеством. К таким объектам можно отнести РКН, РН, КА, ГО, спускаемые аппараты и т.п.



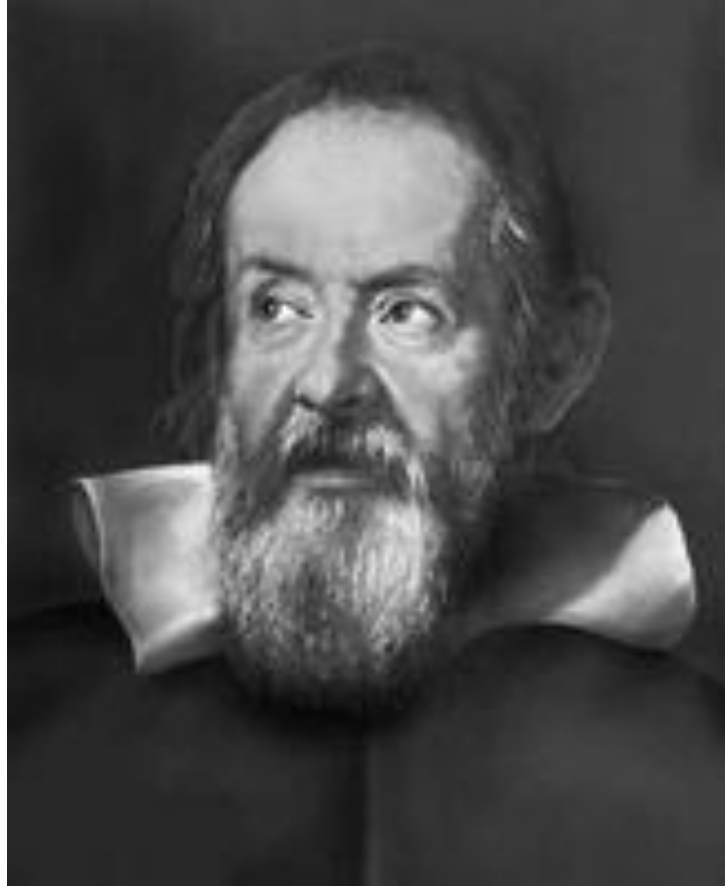
Николай КОПЕРНИК (1473-1543)

- создатель гелиоцентрической системы мира



Джордано БРУНО (1548-1600)

- Концепция бесконечности Вселенной и бесчисленности миров



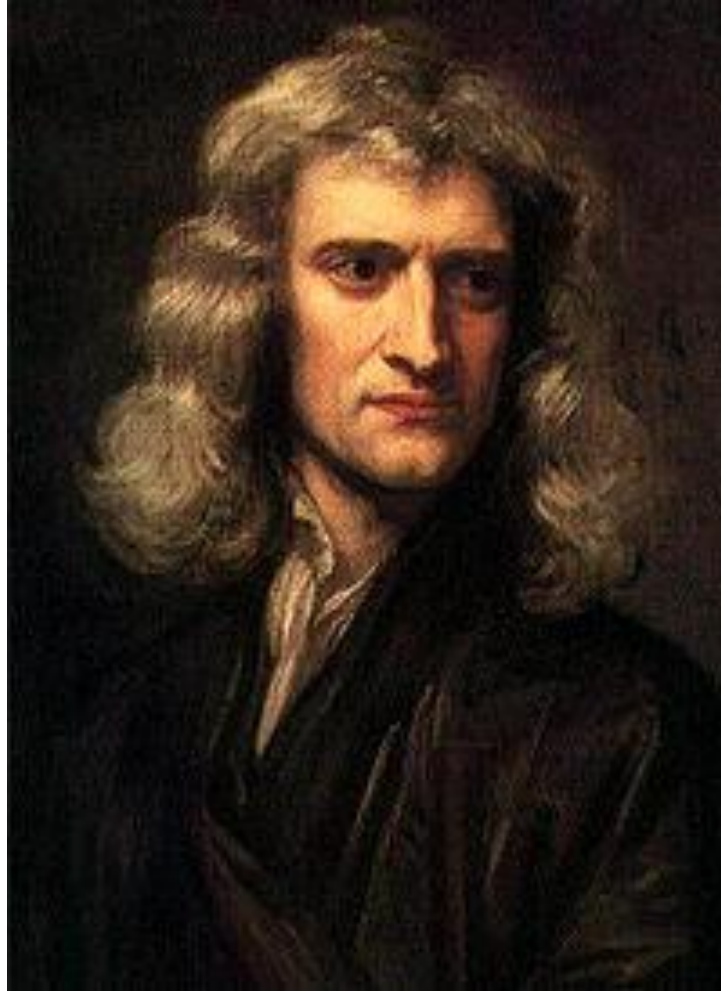
ГАЛИЛЕЙ Галилео (1564-1642)

- **Идея относительности движения**
- **Построил 32-кратный телескоп**
- **Открыл горы на Луне**
- **Открыл спутники Юпитера**
- **Открыл фазы Венеры**
- **Открыл пятна на Солнце**



КЕПЛЕР Иоганн (1571-1630)

- Открыл законы движения планет
- Создал теорию затмений
- Создал телескоп с двойко выпуклыми линзами



НЬЮТОН Исаак (1643-1727)

- Открыл закон всемирного тяготения
- Создал теорию движения небесных тел
- Открыл явления прецессии
- Создал телескоп рефлектор

Несмотря на то, что теория полета ЛА при решении многих задач о движении ЛА использует методы **классической небесной механики**, между этими науками имеет место существенное отличие.

Если небесная механика совершенно не занимается выбором орбит небесных тел, то главной задачей теории полета является проектирование орбит ЛА, которые наилучшим образом способствовали бы решению поставленных задач.

Под *баллистическим обеспечением полетов* понимается система научно-методических и организационно-технических мероприятий, направленных на подготовку баллистических данных требуемого перечня (баллистической информации) на всех этапах создания и эксплуатации ракетно-космической техники и обеспечивающих пуск ракеты космического назначения, управление движением КА и планирование применения космических средств по целевому назначению.

Баллистическое обеспечение применения космических средств в интересах действий группировок войск (сил) и применения оружия – комплекс организационно-технических и научно-методических мероприятий, направленных на своевременную подготовку баллистических данных требуемого перечня, необходимых для разработки замысла, заблаговременной подготовки и проведения операции группировок войск (сил) с применением космических средств.

Понятие системы отсчета, инерциальные и неинерциальные системы отсчета.

При описании движения тела этот процесс связывают с какой-либо **системой координат** (декартовой, полярной, сферической, цилиндрической и т.д.) и **системой измерения времени**.

Положение материальной точки **в пространстве** определяется:

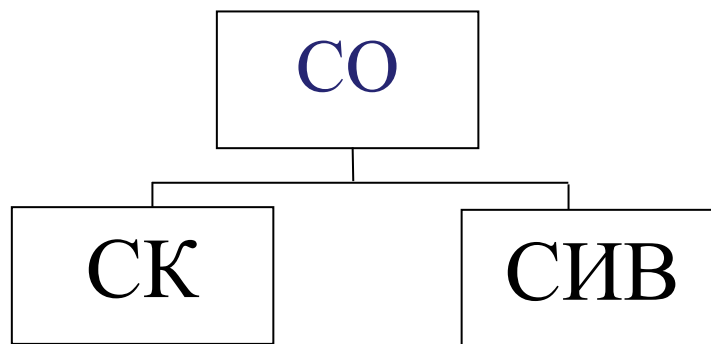
1. \vec{r} радиусом вектором, компоненты которого совпадают с ее декартовыми координатами x, y, z ,

2. $\vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ скоростью,

3. $\vec{j} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$ ускорением.

*Для изучения механических явлений надо выбрать ту или иную систему отсчета.
В различных системах отсчета законы движения имеют различный вид*

Определение: Системой отсчета (СО) называется совокупность тела отсчета (небесное тело, ЛА), связанной с ним системы координат (СК) и системы измерения времени (СИВ).



Определение: Системой координат (СК) в пространстве называют систему, состоящую из точек, прямых, лучей, векторов, кривых или других элементов плоскости или пространства, по отношению к которой положение каждой точки пространства однозначно определяется некоторым упорядоченным набором чисел, называемых координатами.

Для задания СК необходимо указать:

- начало СК;
- направление осей (и масштаб) и основные плоскость (Oxy) и направление (Ox).

В зависимости от положения центра различают СК:

гелиоцентрические - центр СК в центре Солнца;

геоцентрические - центр СК в центре масс Земли;

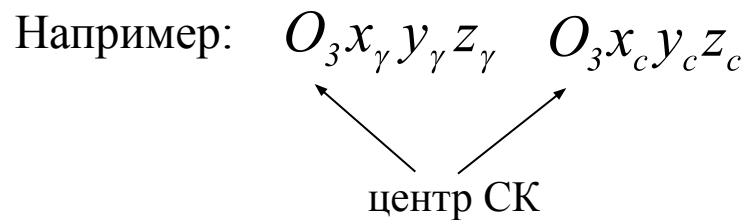
планетоцентрические - центр СК в центре соответствующей планеты (гео-, селено-, ...);

барицентрические - центр СК

в центре масс системы тел (не путать с однородными СК);

топоцентрические - центр СК на поверхности Земли (планеты);

объектоцентрические - центр совпадает с какой-либо точкой тела (центром масс).



По своей «физической» природе различают **инерциальные** (абсолютные) и **неинерциальные** (относительные) СО.

Определение: Инерциальной системой отсчета принято называть такую систему, по отношению к которой, всякая изолированная материальная частица, находящаяся под действием взаимно-уравновешенных сил, не перемещается (находится в покое) или движется равномерно и прямолинейно.

В соответствии с принципом относительности Галилея, СК, которая движется поступательно, равномерно и прямолинейно относительно инерциальной, также является инерциальной.

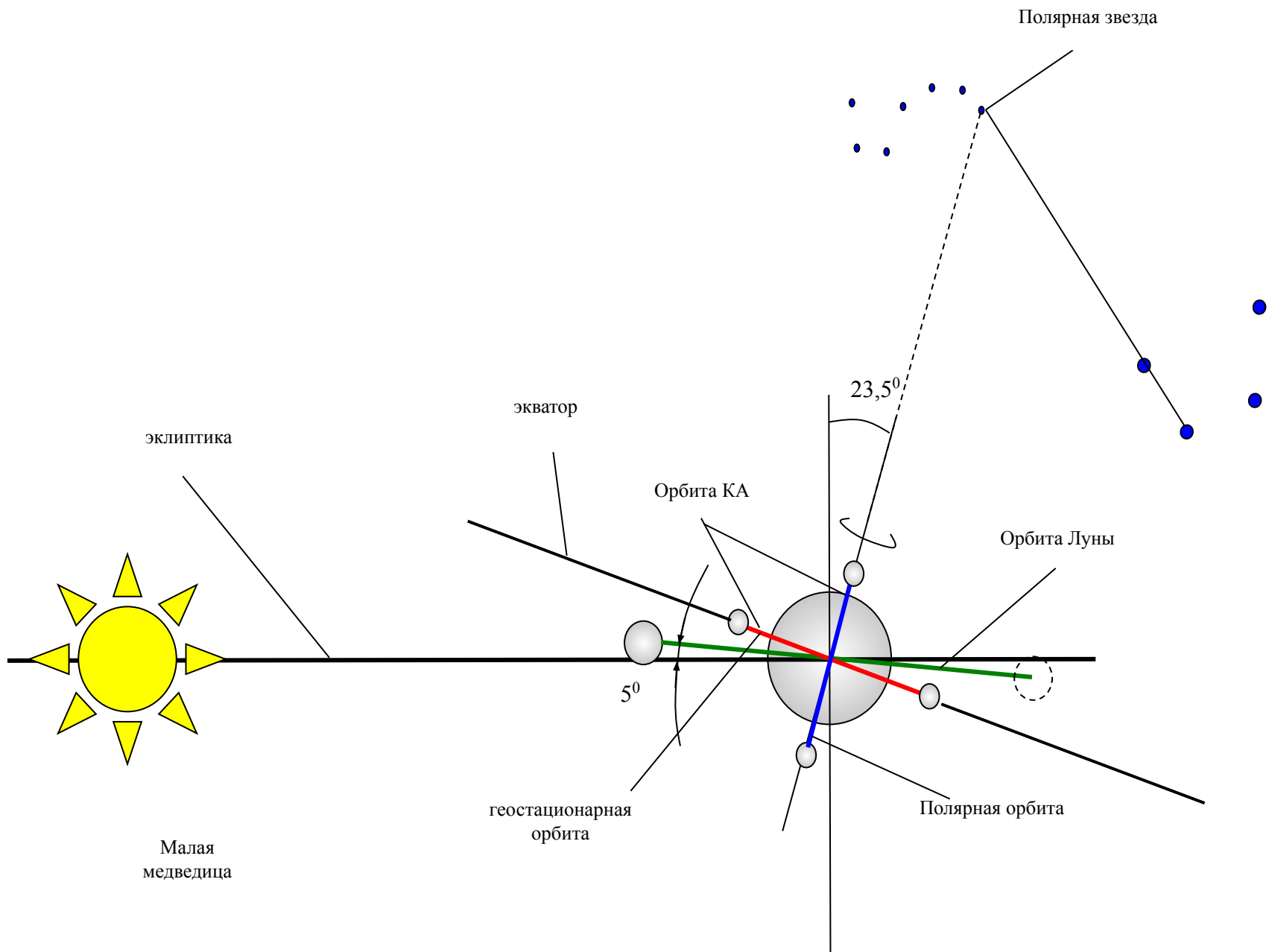
Движение материальной точки в инерциальной и неинерциальной СК описывается различными уравнениями.

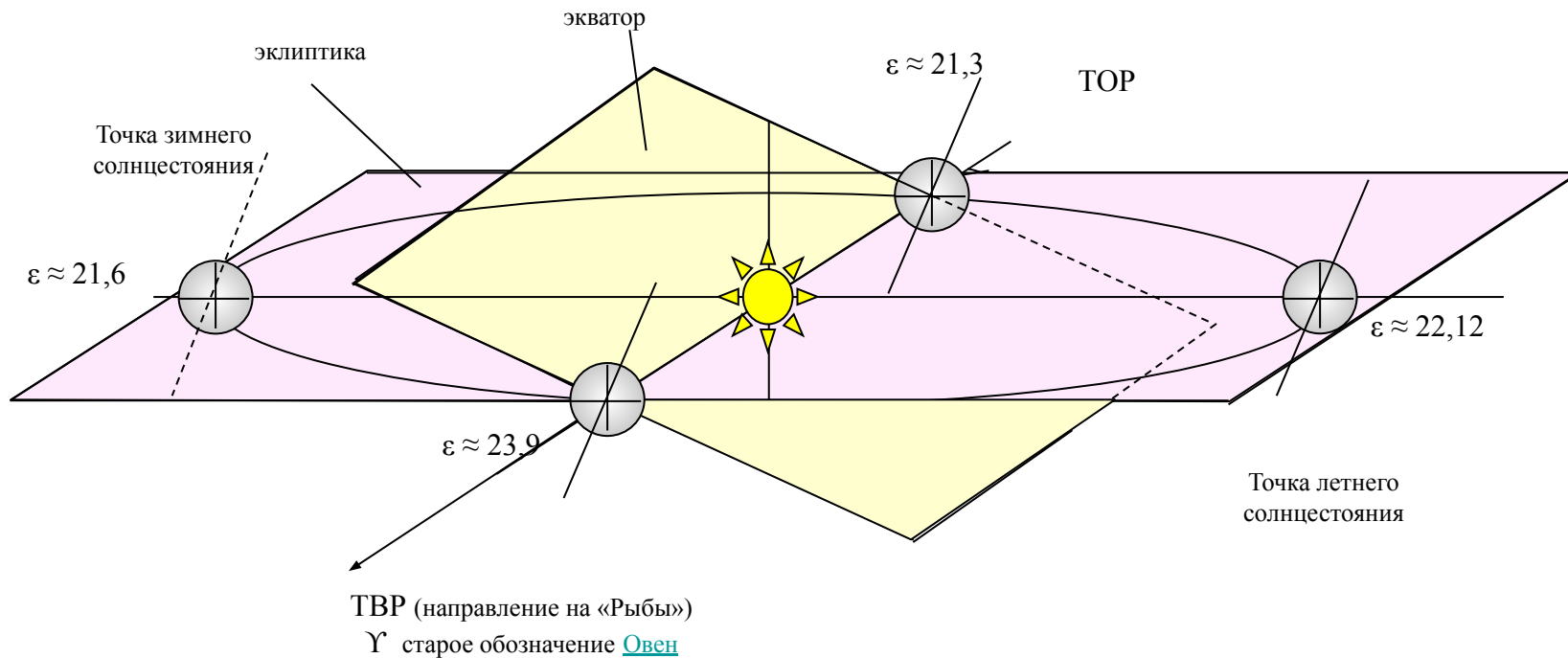
Основные системы отсчета.

1. Система небесных координат. «Небесная сфера»

Определение. **Небесной сферой** называется вспомогательная сфера произвольного радиуса с центром в произвольной точке пространства, на которую проектируются небесные светила.

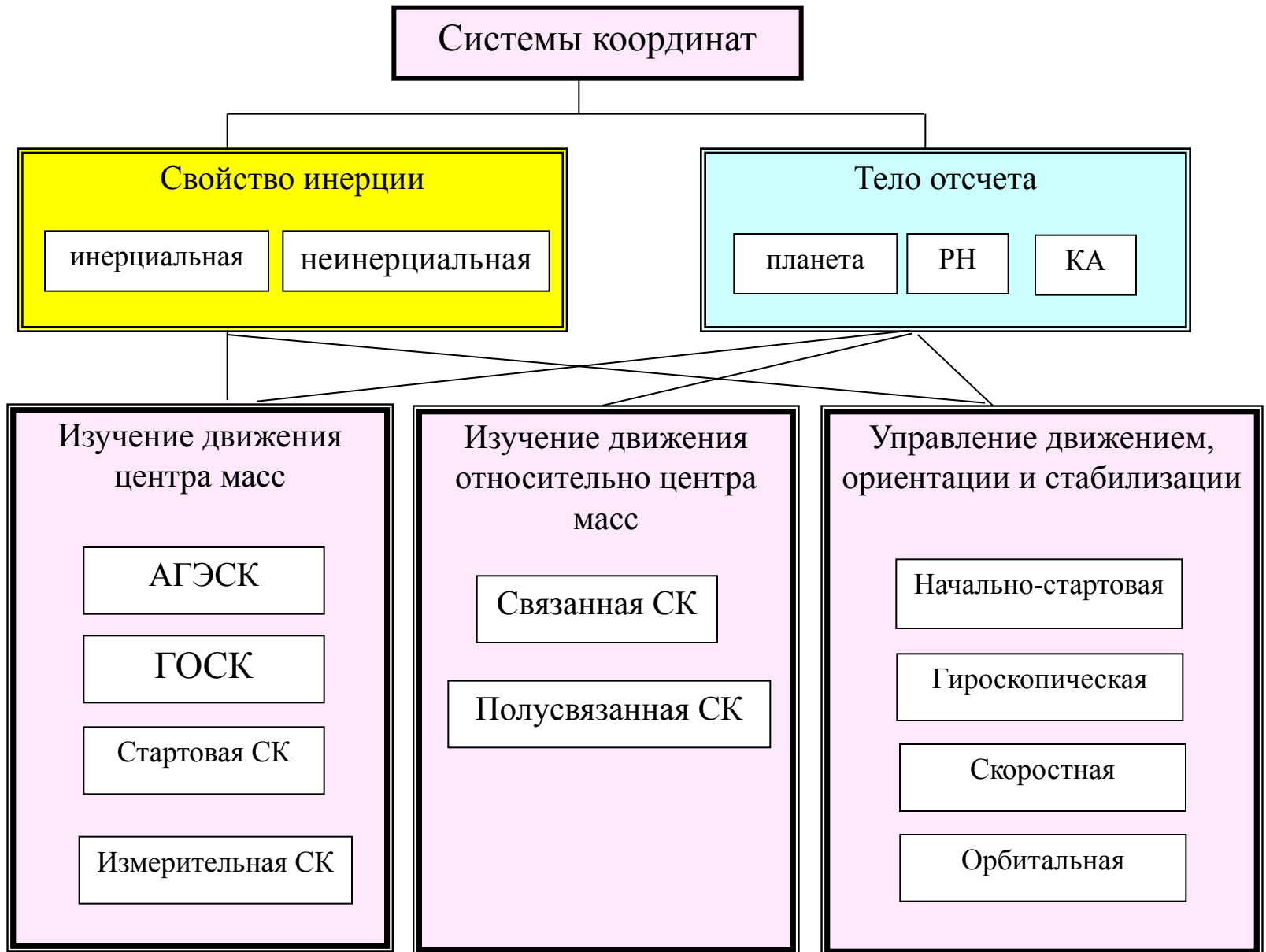






	Солнце	Земля	Луна
Радиус, км	700000	6371	1738
Масса, кг	$2 \cdot 10^{30}$	$6 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$
Средняя плотность, кг/м ³	1410	5518	3341
Период обращения вокруг оси, сут	25-35	1	27.3
Ускорение силы притяжения на поверхности, м/с ²	274	9.8	1.6
Среднее расстояние до Земли, км	≈150 млн.	-	≈384 тыс.

Классификация систем отсчета, используемых в баллистике:



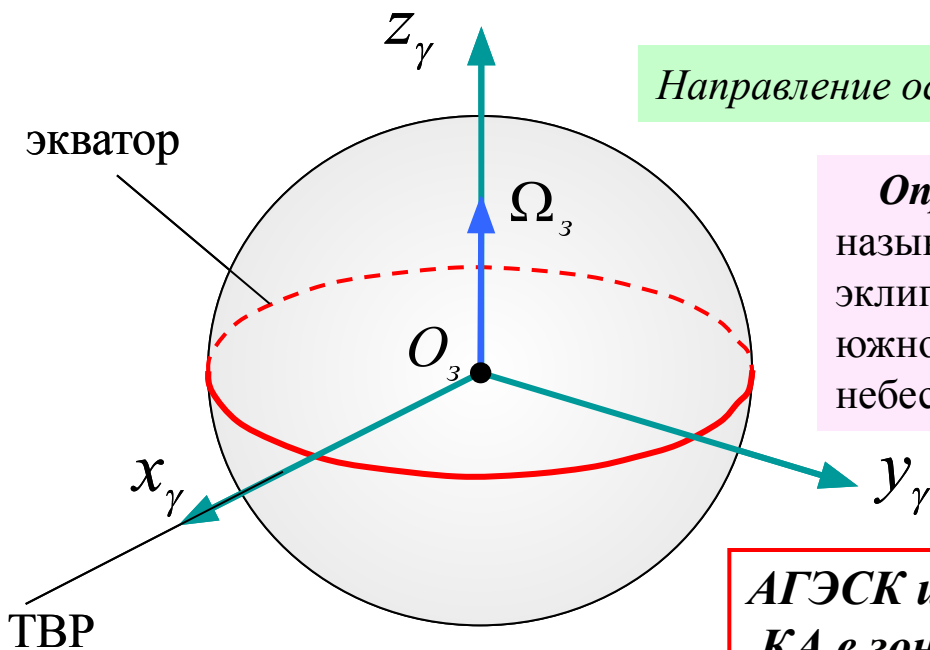
2. АГЭСК Абсолютная геоцентрическая экваториальная система координат

$$O_3 x_\gamma y_\gamma z_\gamma$$

Начало данной СК совпадает с центром масс Земли – O_3

АГЭСК близка к инерциальной

Направление осей АГЭСК фиксированы на определенную эпоху



Определение. Точкой весеннего равноденствия (γ) называется точка, в которой Солнце, двигаясь по эклиптике относительно неподвижной Земли из южного полушария в северное, пересекает небесный экватор.

АГЭСК используется для описания движения КА в зоне до 930 000 км

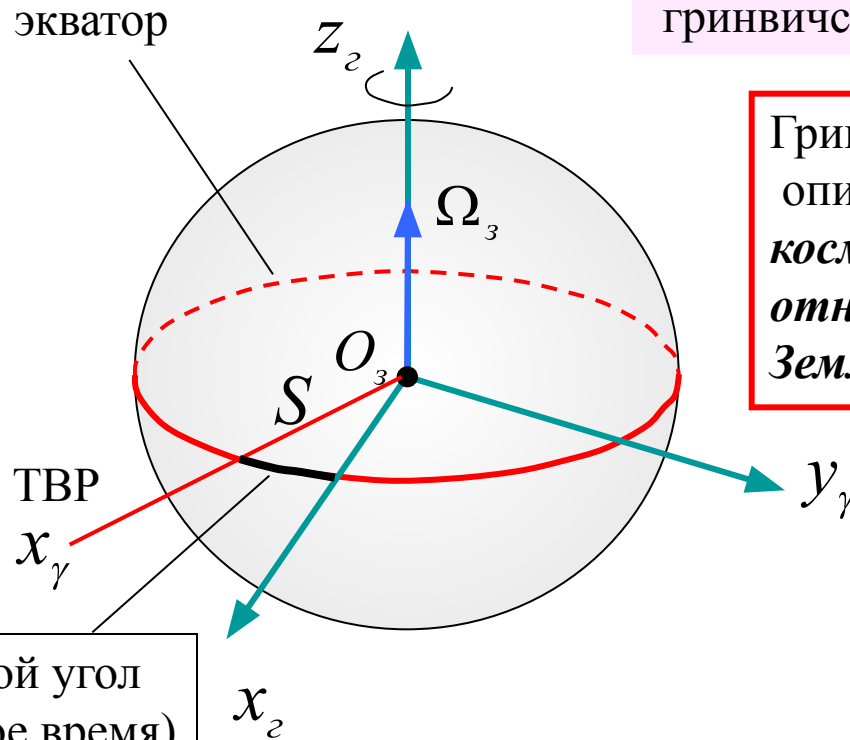
ЭКЛИПТИКА [гр. ekleiptike < ekleipsis затмение] - астр.

- 1) большой круг небесной сферы, наклоненный к небесному экватору по которому перемещается центр солнца в его видимом годичном движении, отражающем движение Земли по ее орбите. Видимый путь Солнца среди звезд, проходящий через 12 созвездий зодиака.; 2) плоскость эклиптики - плоскость земной орбиты.

3. ГОСК. Гринвичская относительная система координат

 $O_3x_2y_2z_2$

Вследствие вращения вместе с Землей гринвичская СК является неинерциальной.

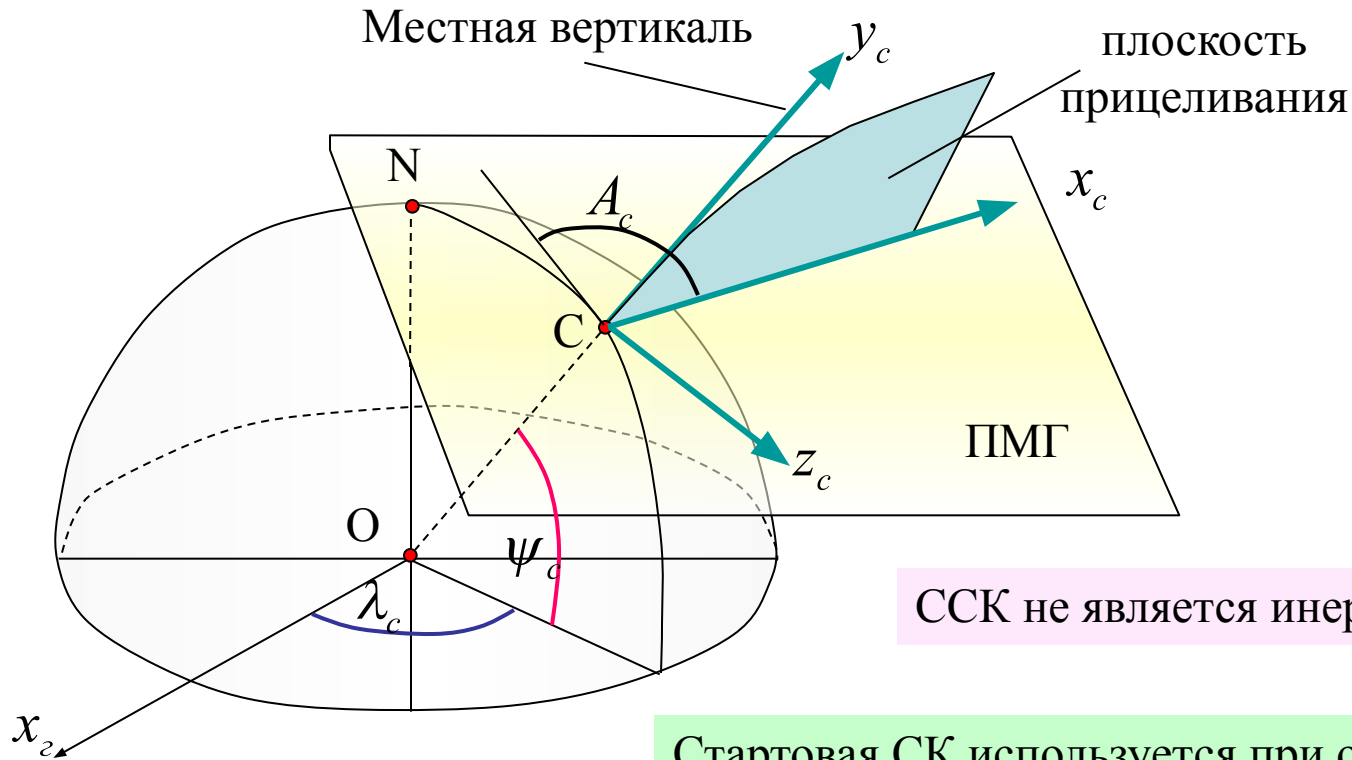


Гринвичская СК широко используется для описания *движения КА ближнего космоса, а также движения КА относительно поверхности Земли* (например, трасса полета).

ГОСК используется как единая государственная система координат в целях *геодезического обеспечения орбитальных полетов* и решения навигационных задач.

4. ССК. Стартовая система координат

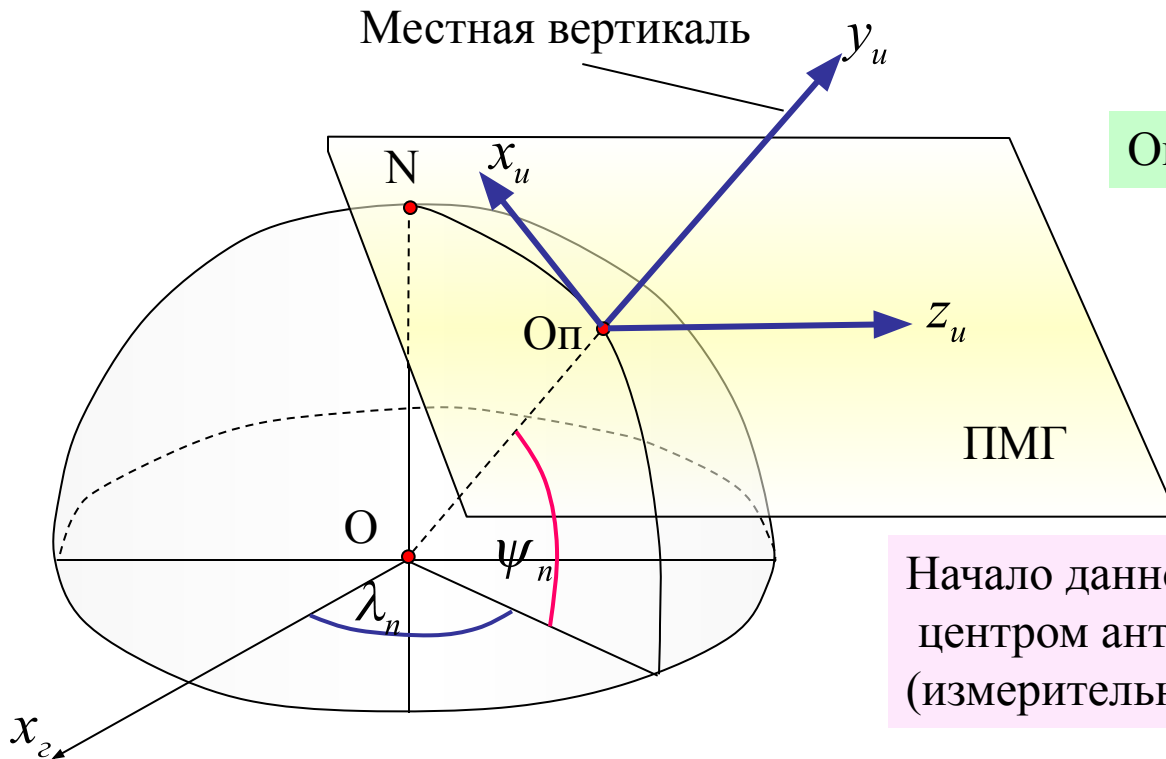
$O_c x_c y_c z_c$



Положение стартовой СК относительно ГСК характеризуется широтой ψ_c
долготой старта λ_c и азимутом прицеливания A_c

5. Топоцентрическая (измерительная) система координат

$$O_n x_u y_u z_u$$



Оп – измерительный пункт

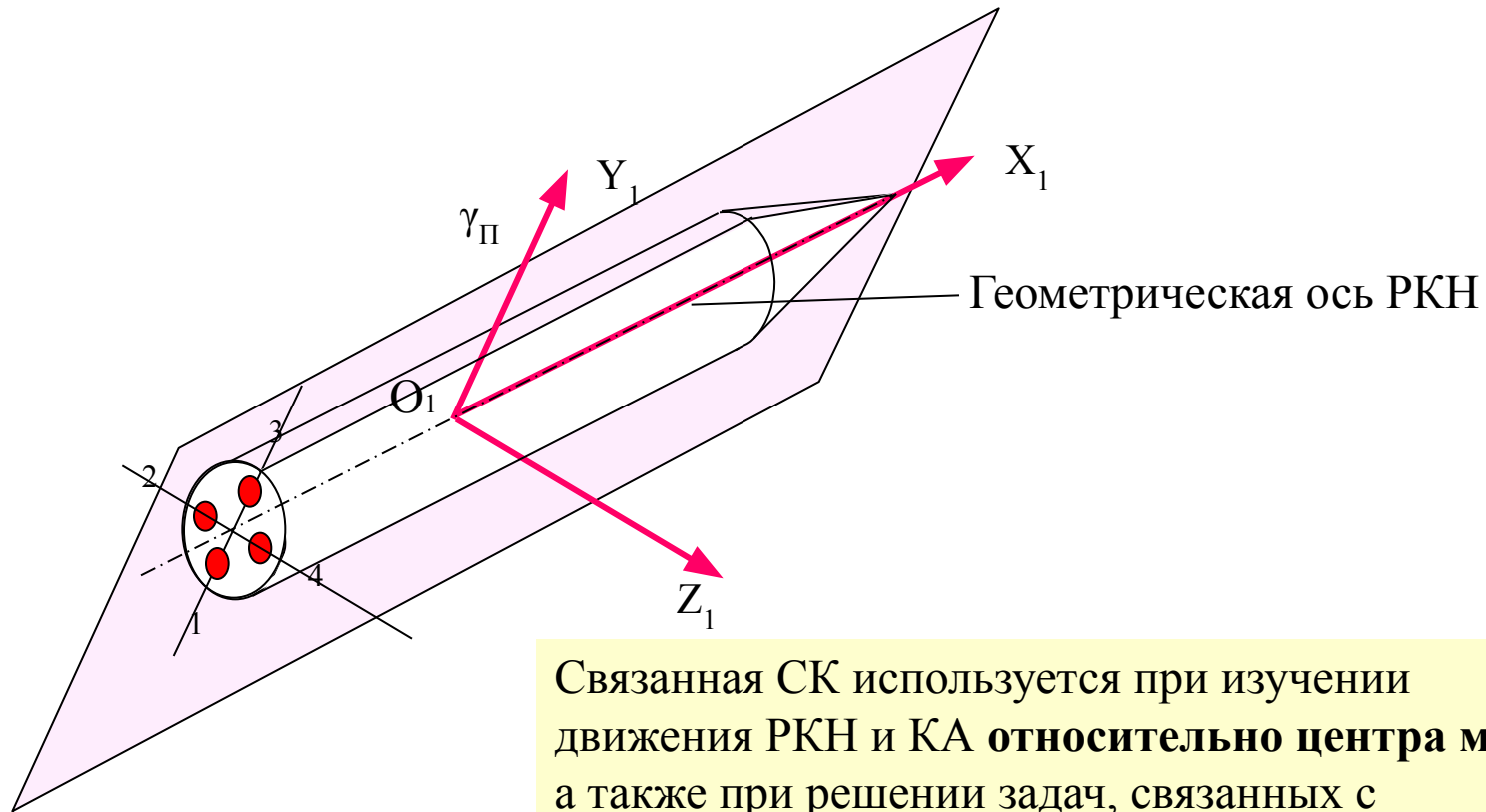
Начало данной СК совпадает с фазовым центром антенной системы (измерительным пунктом) Оп

Измерительная СК широко используется для изучения движения относительно наземных пунктов.

Положение измерительной СК относительно гринвичской определяется широтой ψ_n и долготой λ_n измерительного пункта

6. Связанная система координат

$O_1x_1y_1z_1$

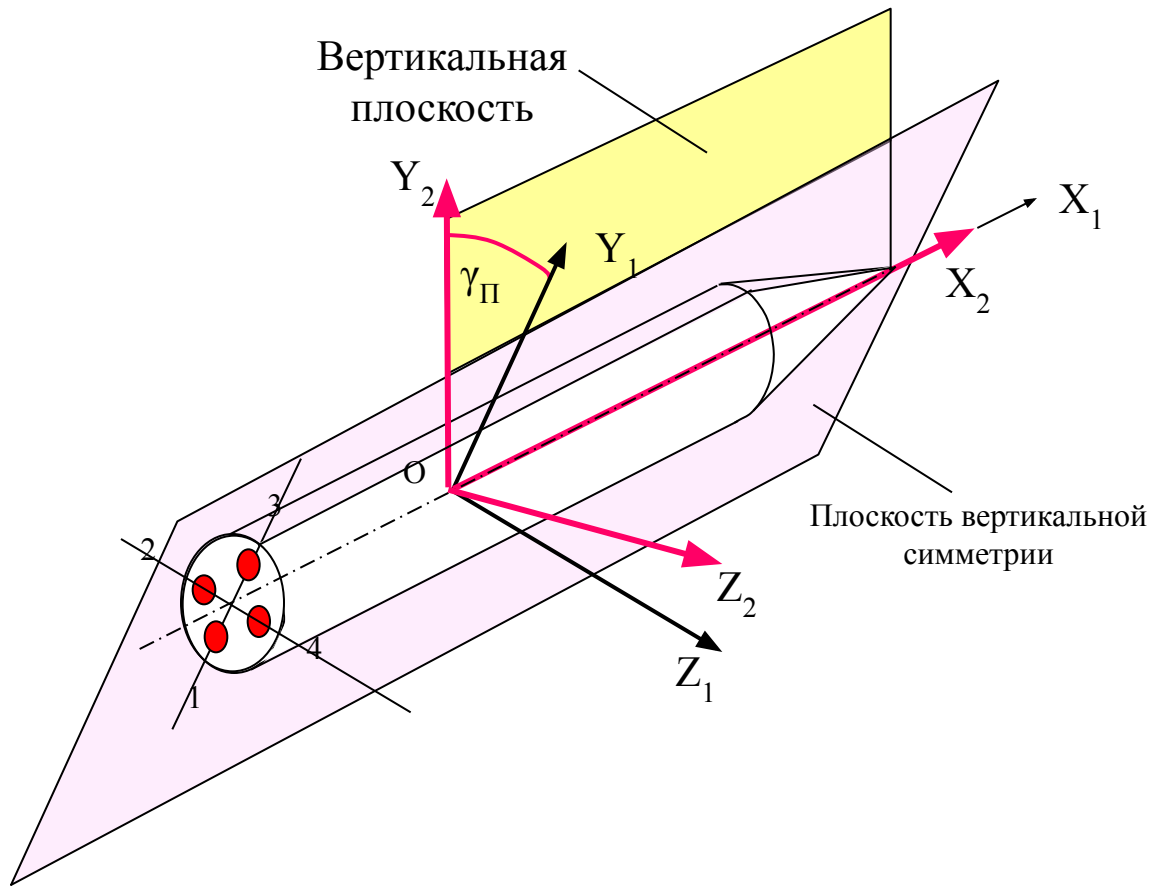


Связанная СК используется при изучении движения РКН и КА относительно центра масс, а также при решении задач, связанных с ориентацией и стабилизацией ЛА в пространстве

Связанная СК ориентируется относительно стартовой системы и кроме того описывает положение самого ЛА относительно заданной СК. Кроме того, в ней удобно задавать и геометрию масс в виде моментов инерции относительно осей этой связанной СК

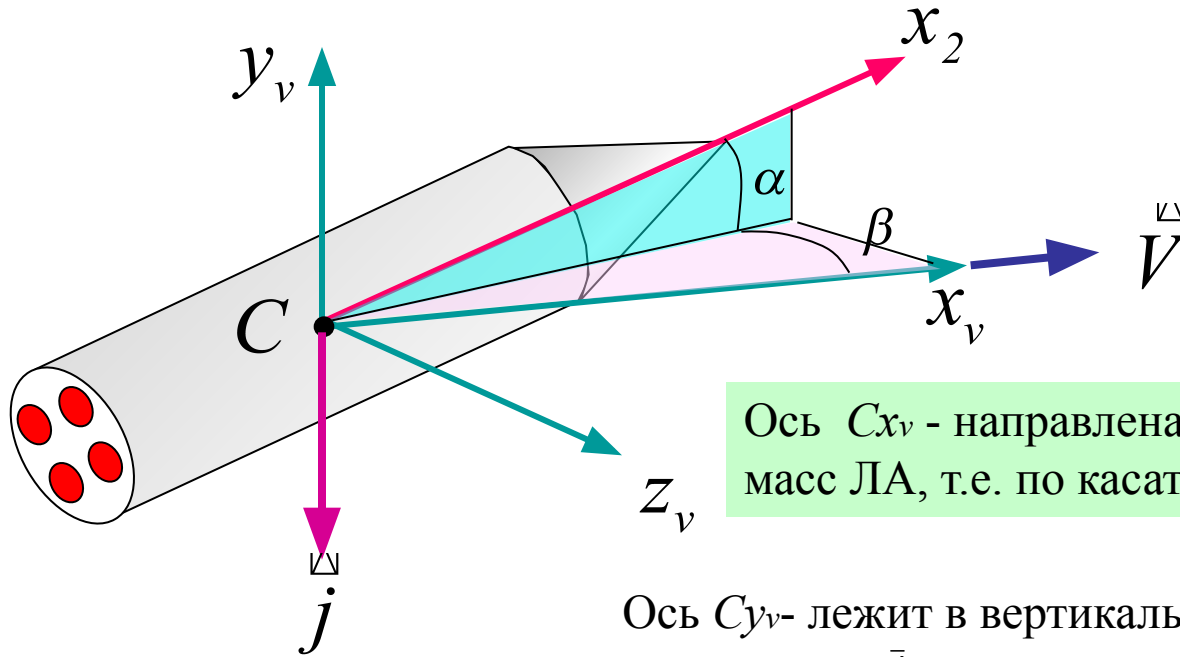
7. Полусвященная система координат

$O x_2 y_2 z_2$



Полусвященная СК используется специалистами по системе управления.
В этой СК описывается движение РКН относительно центра масс

8. Скоростная система координат

 $Cx_v y_v z_v$ 

Ось Cx_v - направлена по вектору скорости центра масс ЛА, т.е. по касательной к траектории

Ось Cy_v - лежит в вертикальной плоскости векторов силы притяжения \vec{j} и скорости \vec{V}

Положение полусвязанной СК относительно скоростной можно задавать углами **атаки α** и **скольжения β** , а относительно начально-стартовой **путевым углом ψ** и **углом наклона вектора скорости к плоскости стартового горизонта θ_c** .