Экзаменационный билет 0

1. Комплекс ДЗЗ из космоса ***(макс.-5 бал, макс. время-10 мин)***

2. Типы спутниковых орбит ***(макс.-5 бал, макс.время-10 мин)***

3. Определите скорости движения для типа КЛА- Landsat 1-3 относительно поверхности Земли и периода обращения  ***(макс.-20 бал, макс. время-15 мин)***

Исходные данные для расчетов

Таблица 1 - Фундаментальные постоянные Земли

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение параметра |
| Гравитационная постоянная, **γ** |  6,672⋅10-11 н⋅м2/кг2 |
| Масса, **М** |  5,976⋅1024 кг |
| Гравитационный параметр, **μ** |  3,987⋅1014 м3/c2 |
| Радиус средний, **R** |  6 371 км |
| Ускорение свободного падения, **g** |  9, 807 м/c2 |

4. Определите искажения в плановом положении точек, расположенных на максимальном удалении от центра снимков, полученных съёмочными камерами HRV и LISS-3.

 ***(макс.-10 бал, макс. время-20 мин)***

Исходные данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип****аппаратуры** | **Н,****км** | **f,****мм** | **х, см** | **R,****км** | **К** |
| HRV | 819,5 | 1050 | 3,84 | 6371 | 1 |
| LISS-3 | 817 | 347 | 2,97 |

*Критерии оценок:*

1. *Аккуратность ответа -10%*
2. *Полнота ответа -85%*
3. *Креативность и оригинальность в решении задач-5%*

|  |  |
| --- | --- |
| Зав.каф.МДиГ  |  Б.Б.Имансакипова  |
| Составил |  К.Б.РысбековПротокол №10 от 10.04.2020 г.  |

Ответы на нулевой экзаменационный билет

**1. Комплекс ДЗЗ из космоса**

Для осуществления ДЗЗ из космоса необходим комплекс технических средств, к которым относятся:

 1. Космические летательные аппараты (КЛА) и средства их вывода на орбиту (космодромы, ракетоносители);

2. Аппаратура дистанционного зондирования;

3. Бортовые средства передачи данных на Землю по радиоканалу;

4. Наземные комплексы управления полетом и приема информации, её обработки и представления потребителю;

5. Сеть наземных полигонов для подспутниковых экспериментов.

Полный технический комплекс для осуществления ДЗЗ из космоса имеют ведущие мировые державы, такие как США (четыре космодрома, два в штате Калифорния и по одному на Аляске и Флориде), Россия (космодром Плесецк и арендуемый у Казахстана Байконур), Франция (космодром во Французской Гвиане). Кроме того, самостоятельные запуски КЛА осуществляют Китай, Индия, Япония. Многие экономически развитые страны практикуют разработку собственных КЛА различного назначения с последующим запуском их на заданную орбиту посредством ракетоносителей США, России, Франции на коммерческой основе. Имеет такую программу и Казахстан. Ведущая роль в области ДЗЗ оптико-электронным методом, принадлежит США и Франции. Разработка и создание оптико-электронных сканеров высокого и сверхвысокого разрешения резко повысили требования к скорости передачи данных дистанционного зондирования бортовыми средствами и возможностям приема этих данных наземными станциями, сеть которых охватывает все континенты. Последний фактор, наряду с открытием свободного доступа к материалам ДЗЗ любого пространственного разрешения, способствовал расширению рынка сбыта ДДЗ среди стран, не имеющих собственные космические системы, на коммерческой основе. На первоначальном этапе разработки технологий использования ДДЗ, полученных различными способами из космоса, необходимым элементом комплекса ДЗЗ являлись наземные полигоны. Сеть их должна охватывать все разновидности географических ландшафтов, c целью проведения на них подспутниковых экспериментов, заключающихся в одновременной съемке этих полигонов теми же съемочными системами с воздушных судов. Таким образом, определялись спектральные характеристики объектов ландшафта, отрабатывалась технология тематического дешифрирования снимков.

**2. Типы спутниковых орбит.**

Основными признаками, по которым классифицируются орбиты являются: форма, величина угла наклона плоскости орбиты, направление движения КЛА по орбите, высота полета КЛА. Формы орбит: круговые, эллиптические, параболические и гиперболические. Форма орбиты определяется значением эксцентриситета, при е = 0 форма орбиты круговая, 0 < е < 1 эллипс, е = 1 парабола, е > 1 гипербола. Незамкнутые параболические и гиперболические орбиты используются для вывода КЛА к другим планетам. Для КЛА, с которых осуществляется ДЗЗ, предпочтительна круговая (околокруговая) орбита, обеспечивающая постоянство высоты полёта. По величине угла наклона орбиты подразделяются на экваториальные, полярные (полюсные), наклонные. Экваториальные орбиты имеют i = 0° или i = 180°. При i = 0° направление движения КЛА совпадает с направлением вращения Земли и при высоте полёта около 36 000 км, периоды их вращений совпадут. КЛА как бы зависает над поверхностью Земли. Такие орбиты называются геостационарными. На такие орбиты выводятся ИСЗ прикладного назначения (связь, метео и т. п.). Полярные орбиты имеют i = 90°. В этом случае все витки сходятся над полюсами и вследствие вращения Земли проекция траектории полета КЛА смещается на запад, т. е. в случае ДЗЗ имеется возможность съемки всей поверхности Земли. По этой причине природоресурсные и картографические ИСЗ запускаются на полярные орбиты. Наклонные орбиты имеют 0° < i < 90° и траектория полета КЛА проецируется на поверхность Земли в пределах широт – i ≤ ϕ ≤ + i. В реальных условиях строго полярных и экваториальных, как и строго круговых орбит не существует, вследствие влияния особенностей гравитационного поля Земли. Поэтому применяются термины околополярные, околоэкваториальные и околокруговые орбиты. При обеспечении заданного угла наклона орбиты необходимо учитывать, что минимальное его значение равно значению географической широты места старта КЛА. Отсюда следует, что околоэкваториальные орбиты могут быть получены только при запуске КЛА с экваториальных широт, а околополярные орбиты из любых точек земной поверхности. По направлению движения КЛА орбиты подразделяются на прямые и обратные. К прямым относятся орбиты, на которых движение КЛА происходит с запада на восток, т. е. совпадает с направлением вращения Земли. Углы наклона прямых орбит лежат в пределах 0° ≤ i ≤ 90°. При выводе КЛА на прямую орбиту учитывается линейная скорость вращения Земли определяемая приближенной формулой ( ) V W R HO ϕ C cos Δ = 3 + , (5) где Wз – угловая скорость вращения Земли; R – радиус Земли, HO – высота выведения КЛА, ϕ С - широта точки старта. Орбиты, на которых движение КЛА происходит с востока на запад, относятся к обратным. Они имеют углы наклона 90° < i < 180°. При запуске КЛА на обратные орбиты линейная скорость вращения Земли вычитается. 7 Максимальное увеличение скорости происходит при выводе на прямую экваториальную орбиту. При выводе на полярную орбиту приращение нулевое. Диапазон по высотам орбит можно условно разделить на четыре поддиапазона. Высота до 500 км используется для пилотируемых КЛА, орбитальных станций, природоресурсных спутников фотонаблюдения. На высоты от 500 до 2000 км запускаются природоресурсные, оперативного наблюдения ИСЗ, метеорологические, астрономические ИСЗ. На высоте около 20 000 км располагаются спутники глобальной системы позиционирования (навигации). И на высотах 36 000 - 40 000 км спутники связи, некоторые метеорологические ИСЗ.

**3. Определите скорости движения для типа КЛА- Landsat 1-3 относительно поверхности Земли и периода обращения**

Исходные данные для расчетов

Таблица 1 - Фундаментальные постоянные Земли

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значение параметра |
| Гравитационная постоянная, **γ** |  6,672⋅10-11 н⋅м2/кг2 |
| Масса, **М** |  5,976⋅1024 кг |
| Гравитационный параметр, **μ** |  3,987⋅1014 м3/c2 |
| Радиус средний, **R** |  6 371 км |
| Ускорение свободного падения, **g** |  9, 807 м/c2 |

Вычисления производятся по формуле r = R+Hср, используя для определения r среднюю высоту орбиты. Значения, необходимых для расчетов величин, берутся из таблиц 1. Расстояние (r) от центра Земли до центра масс КЛА определяется по формуле

,

где ν - истинная аномалия, угол, отсчитываемый от перицентра (П) до текущего положения КЛА на орбите, против часовой стрелки.

Линейная скорость (V) КЛА относительно поверхности Земли для круговых орбит рассчитывается по формуле

,

где μ- гравитационный параметр Земли .

Период обращения ИСЗ вокруг Земли Т равен

 .

r = R+Hср = 6371км + 917км = 7288 км

 = 6371км/7288км√3.987·1014 м3/с2 /7288000м = 6466 м/с

T = 2πr/V = 2·3.14159265·7288000м/6466 м/с = 1.96 ч

 = 2·3.14159265√72880003м3/3.987·1014 м3/с2 = 1.72 ч

4. Определите искажения в плановом положении точек, расположенных на максимальном удалении от центра снимков, полученных съёмочными камерами HRV и LISS-3.

Исходные данные:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип****аппаратуры** | **Н,****км** | **f,****мм** | **х, см** | **R,****км** | **К** |
| HRV | 819,5 | 1050 | 3,84 | 6371 | 1 |
| LISS-3 | 817 | 347 | 2,97 |

Решение: Влияние кривизны Земли, связанное с большим захватом территории одним снимком, приводящее к плановому смещению точек, вычисляется по формуле

𝛿 = 𝑥 3𝐻/2𝑅𝑓 2\* 𝐾,

где х – расстояние от точки до центра снимка;

Н – высота орбиты;

R – средний радиус Земли;

f – фокусное расстояние;

К – коэффициент увеличения снимка.

1) 𝛿 = 3,843 ∙ 81950000 2 ∙ 637100000 ∙ 1052 = 0,00033 (см) = 0,0033 (мм) (𝐻𝑅𝑉);

2) 𝛿 = 2,973 ∙ 81700000 2 ∙ 637100000 ∙ 34,72 = 0,0014 (см) = 0,014 (мм) (𝐿𝐼𝑆𝑆 − 3)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |