

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII
Международная научная конференция студентов и молодых
ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International
Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE
BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

16. Alejandro Rivera , Alphonso Stewart. Study of spacecraft deployables failures, KBR / NASA Goddard Space Flight Center Bldg. 29 Rm 100, Greenbelt, MD 20771, USA.

УДК 629.783

УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕЙ ГЕОСТАЦИОНАРНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Касимов Әли Сабыржанұлы

ali.kasimov.0200@mail.ru

Студент бакалавриата 4 курса кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Ашуров А.Е.

В настоящее время космические аппараты являются неотъемлемой частью нашей жизни. Они используются для многих задач, таких как наблюдение Земли, связь, спутниковая навигация и т.д. Одним из важнейших элементов космического аппарата являются солнечные батареи. Они обеспечивают энергию для работы космических приборов и устройств.

Одним из наиболее распространенных видов космического аппарата являются космические аппараты геостационарной орбиты. Геостационарная орбита это орбита вокруг Земли, на которой космический аппарат движется с той же скоростью, с которой Земля вращается вокруг своей оси [1]. Это означает, что космический аппарат находится над одной и той же точкой на поверхности Земли на протяжении всего времени (рис. 1).

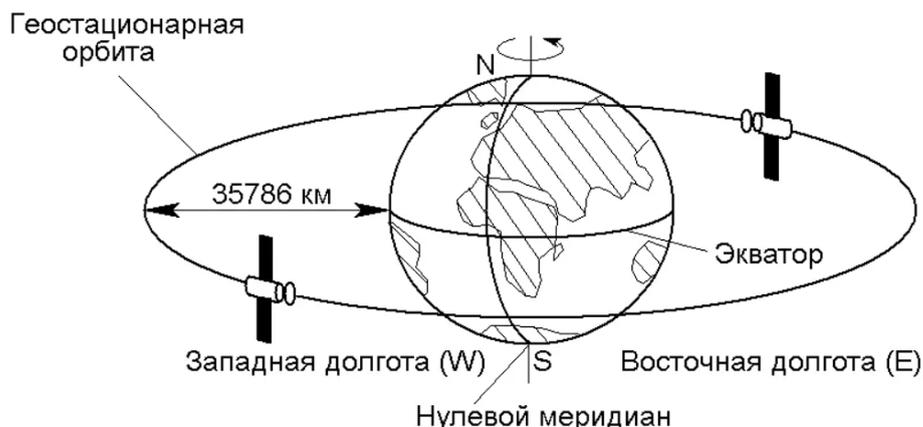


Рисунок 1. Геостационарная орбита

В состав космического аппарата наряду с другими системами входит система электроснабжения (СЭС). В свою очередь СЭС включает в себя солнечную батарею (СБ), аккумуляторную батарею (АБ) и систему регулирования питания [2].

Для максимальной генерации электроэнергии СБ всегда должны быть обращены к Солнцу. Таким образом, возникает задача управления солнечными батареями и эта задача является ключевой для эффективной работы космического аппарата. При этом очень важно разработать эффективный метод управления СБ. В связи с этим, в данной статье мы рассматриваем задачу определения ориентации солнечных батарей геостационарного космического аппарата и предлагаем алгоритм расчета угла поворота СБ [3].

Ориентацию космического аппарата и Солнца иллюстрирует рис. 2.

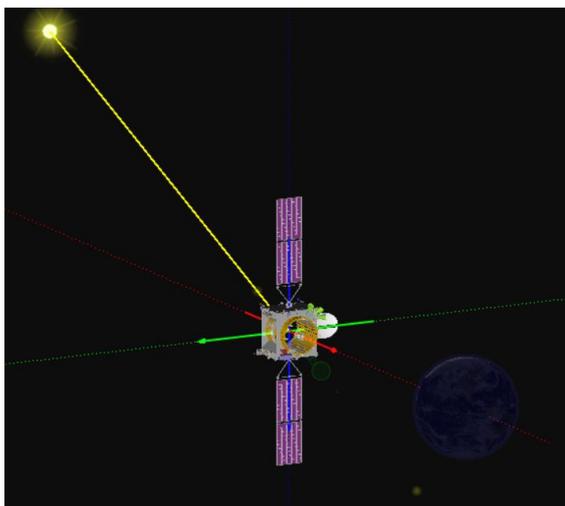


Рисунок 2. Ориентация СБ геостационарного КА и Солнца.

Для вывода необходимых формул расчета ориентации СБ воспользуемся рис. 3.

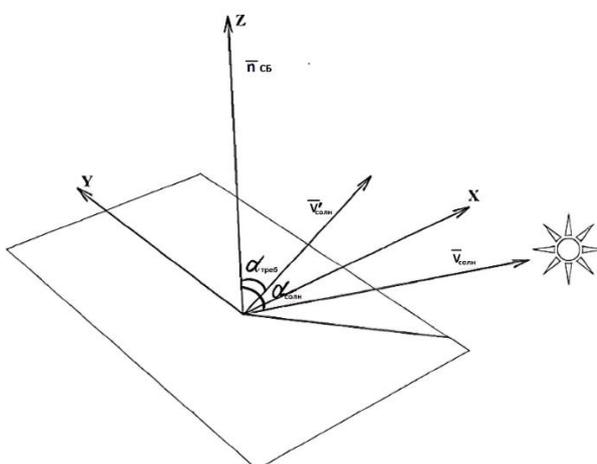


Рисунок 3. Определение требуемого угла вращения солнечной батареи

Здесь представлено положение СБ относительно Солнца где: X, Y, Z-оси связанной с КА системы координат; X-ось КА по каналу рыскания; Y-ось КА по каналу крена; Z-ось КА по каналу тангажа; n_{CB} -нормаль к рабочей поверхности СБ; $\alpha_{\text{треб}}$ -требуемый угол вращения солнечной батареи; $v_{\text{солн}}$ - единичный вектор направления на Солнце в абсолютной системе координат; $v'_{\text{солн}}$ -проекция вектора направления на Солнце в абсолютной системе координат; $\alpha_{\text{солн}}$ -текущее угловое положение СБ;

Требуемый угол вращения $\alpha_{\text{треб}}$ солнечной батареи является углом между нормалью к поверхности солнечной батареи и проекцией $v'_{\text{солн}}$ вектора направления на Солнце на плоскость поверхности солнечной батареи (рисунок 3). Именно на этот угол необходимо повернуть солнечную батарею для достижения требуемой ее ориентации в пространстве. Данный угол определяется исходя из данных о текущем угловом положении космического аппарата, угловом положении солнечной батареи относительно космического

аппарата и вектора направления на Солнце, получаемого с солнечного датчика в системе координат самого датчика [4].

Требуемый угол вращения солнечной батареи определяется в соответствии со следующим выражением:

$$\alpha \text{ треб} = \pm \arccos(v_{\text{солн}} \cdot n_{\text{СБ}}) \cdot \frac{180}{\pi} \quad (1)$$

где, α треб -требуемый угол вращения солнечной батареи;

$v_{\text{солн}}$ - единичный вектор направления на Солнце в абсолютной системе координат;

$n_{\text{СБ}}$ - нормаль к поверхности солнечной батареи в абсолютной системе координат.

Знак α *треб* определяется в зависимости от направления вращения солнечных батарей: знак «+» соответствует вращению солнечных батарей против часовой стрелки, знак «-» - вращению солнечной батареи по часовой стрелке [5].

Другой способ нахождения требуемого угла поворота солнечной батарей можно определить следующим выражением:

$$\alpha \text{ треб} = SR \pm 180 \quad (2)$$

где, α треб -требуемый угол вращения солнечной батареи;

SR- угол между КА и Солнцем;

В данной статье управления ориентацией солнечной батареей не учитывается ряд факторов и возмущающих моментов которые влияют на ориентацию СБ космического аппарата.

По формулам (1-2) ведется расчет требуемого угла вращения солнечной батареей. Таким образом, по предложенным выражениям можно рассчитать углы вращения солнечной батареей геостационарного космического аппарата. Результаты численного расчета будут предоставлены в наших следующих работах.

Список литературы

1. Геостационарная орбита— Википедия (wikipedia.org)
2. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. Бортовые системы управления космическими аппаратами: Учебное пособие. Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. – 304 с.
3. "Spacecraft Attitude Control Systems: Design, Analysis, and Implementation" by E. de Wit, F. Heemskerk, and B. Jayawardhana (2015).-159с.
4. Thomas Jeppesen, Michael Thomsen. Design of a Power Supply System for DTUosat, Mid - curriculum/special course at Eltek, DTU, 2002 г., 97 с.
5. Игнатов А.И., Сазонов В.В. Оценка остаточных микроускорений на борту искусственного спутника Земли в режиме одноосной ориентации на Солнце, Космические исследования,2013, том 51, № 5, с. 342-349.