

Космічні дослідження, пов'язані із супутниковим телебаченням та третім законом Кеплера

***Юрій Борисович Мирошніченко,**
кандидат педагогічних наук, учитель фізики та
астрономії Центральненської ЗОШ I-III ступенів,
методист відділу освіти
Миронівської райдержадміністрації*

Аналіз наукової літератури та досвіду практичної діяльності сучасної школи показав, що проблема організації дослідницької діяльності учнів на довузівському етапі навчання є актуальною проблемою сучасної освіти. Тому необхідно розробити спеціальну цілісну педагогічну систему, що розвиває готовність учнів до дослідницької діяльності.

Сучасна соціально-педагогічна система суспільства не може розвиватися, не оглядаючись на тенденції світового освітнього простору: підготовку молодих дослідників, зміцнення наукових кадрів через розвиток готовності до дослідницької діяльності молоді. Сучасному суспільству потрібні сучасно освідені люди, які можуть самостійно приймати відпові-

дальні рішення в ситуації вибору, прогнозуючи їх можливі наслідки, здатні до співробітництва, відрізнятися мобільністю, динамізмом, конструктивністю.

Вирішення цього завдання припускає розвиток навичок у школярів, інженерно-пошукової, конструкторської, винахідницької діяльності. Це, у свою чергу, вимагає підвищення рівня мотивації учнів до активної участі в наукових програмах, оволодіння методами наукового дослідження, здатності до безперервного вдосконалення наукових знань, уміння формулювати завдання та організовувати наукові дослідження в обраній галузі.

На етапі довузівського навчання захоплення не завжди виявляється пов'язаним з подальшим навчанням, життєвими планами, вибором професії. Учні включаються в активну дослідницьку діяльність на основі формування та розвитку його інтересу до цієї діяльності: деякі учні захоплені створенням моделей, приладів, особливо, якщо вони мають практичне застосування, інші люблять виконувати дослідження, які мають конкретне практичне застосування, треті

виконувати теоретичні дослідження процесу, щоб вивести нові формули, знайти нові методи.

У даній роботі ми розглядаємо можливість проведення космічних досліджень пов'язаних з супутниковим телебаченням з метою формування системного наукового мислення старшокласників.

Коротко про супутникове телебачення.

Супутникове телебачення вже давно не ноу-хау у світі інформаційних технологій. Супутникове телебачення - специфічний лікнеп ХХІ-го століття. Якщо Ви візьмете в руки журнал "Телесупутник" - щомісячне видання з супутникового і кабельного телебачення, Ви побачите, як багато супутників розміщено на нашій навколоземній орбіті. Насправді в журналі наведено відомості тільки про частину супутників з великого ряду космічних апаратів. В дійсності, їх набагато більше і всі вони знаходяться на геостационарній орбіті, розташованій в площині екватора Землі. Це єдина кругова орбіта з радіусом 35785км, перебуваючи на якій, супутник здається для земного спостерігача нерухомим за умови, що кутова швид-

кість обертання супутника навколо земної осі збігається з кутовою швидкістю обертання Землі навколо своєї осі. Значить, якщо супутникова антена правильно налаштована на прийом з супутника і надійно закріплена, надалі коригувати її положення не потрібно.

Кожна європейська країна прагне розмістити свої телевізійні супутники на геостационарній орбіті, але на всіх місця не вистачає. Тому, в боротьбі за місцем на орбіті, супутники, подібно до птахів, збираються в "зграї". Наприклад, під назвою супутник "HotBird" мається на увазі ряд близько, за космічними мірками, розташованих між собою (порядка 100 км) космічних апаратів, що займають орбітальну позицію, приблизно, 13° східної довготи. Оскільки всі супутники знаходяться в площині екватора, географічна широта у них дорівнює нулю, а розрізняються вони по довготі. Нульовий меридіан, нагадаємо, проходить через Лондон і розділяє західну і східну довготу.

Телевізійний супутник виводиться в задану точку орбіти з метою обслуговування певної території

земної поверхні, отже, має свою діаграму спрямованості. Оскільки на кожному космічному апараті встановлюється декілька транспондерів для прийому та передачі, кожен з яких здатний передавати в одному потоці кілька телепрограм, загальна кількість трансльованих каналів може вимірюватися десятками. Для наочності, супутник можна уявити собі як "завислий" у нічному небі над екватором "прожектор" або групу "прожекторів", які своїми "променями" охоплюють певну частину поверхні землі. При цьому залежно від площі охопленої поверхні, кожен промінь можна класифікувати: вузький, зонний, регіональний, глобальний і т. д.

Найбільша щільність електромагнітних хвиль зосереджена в центрі променя. Чим більша потужність випромінюваного з супутника сигналу досягає поверхні Землі в місці установки супутникової антени, тим менший потрібно діаметр дзеркала антени. Такою перевагою володіє вузький промінь. Чим ширша зона охоплення, тим менша щільність потоку потужності на поверхні Землі. Наприклад, щоб взяти в Києві те-

лепрограми глобального променя супутника "Intelstat 905", $27,5^{\circ}$ з. д., що охоплює всю видиму з нього частину поверхні Землі, потрібна антена з діаметром дзеркала не менше трьох метрів.

Територію України "освітлюють" промені багатьох супутників, проте більшість з них створюють малу щільність потоку потужності. Найбільший інтерес для нас, жителів України, представляють супутники, з яких ведеться трансляція національних телеканалів, а також телеканалів Росії, прийом яких можливий на супутникові антени невеликих розмірів.

Канали супутникового телебачення транслюються в цифровому форматі. Тому, що це дозволяє робити якісним зображення для кожного споживача з стереозвуком.

З супутника "Amos", 4° з. д., транслюються наступні українські канали: ПЕРШИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ, 1+1, 2+2, MEGA, К 1, К 2, OTV, TV Київ, Інтер, Інтер+, СТБ, Тоніс, ICTV, M1, M2, NEWS 24, MTV UKRAINE та багато інших каналів.

З супутника "Astra", $4,8^{\circ}$ с. д., транслюються наступні українські канали: GLAS, KPT, Star TV UKR,

РАДА, Channel 5 UKR, Ентер-фільм, 1 автомобільний, ENTER, UBC, TISA1, RTR - UKRAIN, NOVY CHANNEL, KANAL UKRAINE, TET та багато інших каналів.

З цього ж супутника можна прийняти російський канал "ТВЦ" (міжнародний), балтійські російськомовні "1 Балтійський Музичний", а також, кодовані, але доступні для прийому російською мовою канали: Travel, Romantica 2.

Найпопулярнішим супутником для України (можливо і в світі) є "HOTBIRD", 13 ° с. д. З нього можна прийняти близько 500 відкритих телеканалів. Ще сотні каналів транслюються в кодованому вигляді. Російською мовою доступні для прийому наступні канали:

Перший канал Європа, EuroNews, «Вести», РТР-Планета, R1, РБК-ТВ, RUTV, MusicBoxRu та інші канали.

Транспондери цього супутника направлені, в основному, на Європу, в зону покриття входить, також, північна Африка і Близький Схід.

Найпопулярнішою супутниковою системою в Україні є "потрійна" система, яка дозволяє на одну супутникову антену діаметром 0,9 м. приймати сигнали відразу з трьох описаних вище супутників: "Amos", "Astra", "Hotbird". Близькість розташування позицій цих супутників на орбіті дозволяє захопити випромінювані ними сигнали дзеркалом однієї антени і за допомогою трьох конверторів і дистанційного перемикача, після перетворення, звести ці сигнали в один кабель для подальшої передачі на тюнер (ресивер). Один з чотирьох входів дистанційного перемикача, при цьому, залишається вільним, що дозволяє використувати для підключення до цієї системи, додатково, ще однієї супутникової антени з одним конвертором.

Популярними системами супутникового телебачення в Україні є системи «Viasat» та «XTRA TV». Телеканали цих систем транслуються з супутників "Astra" та "Amos" відповідно. З цих супутників можна приймати декілька кодованих каналів, які відкриваються спеціальним тюнером з картою доступу.

Ще система Триколор ТВ. Широке поширення система не отримала внаслідок дорожнечі тюнера.

Для прийому російських каналів певний інтерес представляють, також, наступні супутники: Експрес-сАМ1, 40 ° с. д. Експрес-сАМ22, 53 ° с. д., АВС1, 75 ° с. д., Експрес-сАМ2, 80 ° с. д., Ямал201, 90 ° с. д.

Супутникове телебачення дозволяє дивитися національні телеканали Німеччини, Франції, Іспанії, Туреччини, Грузії, Азербайджану, Вірменії і це далеко не повний список всіх можливостей супутникового телебачення.

Сучасні цифрові супутникові ресивери дають унікальну можливість записувати програми в оригінальній цифровій якості, або записати, наприклад, паралельно дві програми, не втрачаючи при цьому якість зображення. Плюс використовувати режим паузи, повернутися на початок програми, вирізати обридлу рекламу, заблокувати дорослі канали від дітей і безліч інших різноманітних функцій.

Як установник супутникових систем, можу засвідчити, що переважна більшість замовлень на установку

супутникових антен поступає на установку саме "потрійної системи" "Hotbird", "Astra", "Amos"- це приблизно 90% від усіх замовлень. Можливості "потрійної системи" далеко не вичерпуються російсько-українськими телеканалами (яких близько ста). При великому бажанні, можна приймати більше п'ятьдесяти каналів на французькій мові або скласти тематичні добірки різномовних каналів, присвячені спорту, музиці, трансляцій з подіумів модельних агентств і інше.

У даній роботі ми пропонуємо ряд астрономічних задач, розв'язування яких може сприяти розвитку дослідницької діяльності та формуванню наукового мислення старшокласників на уроках астрономії.

Задача 1. Скільки стаціонарних супутників потрібно помістити на орбіту над екватором Венери, щоб обхvatить супутниковою трансляцією весь її екваторіальний пояс?

Розв'язування : Період обертання стаціонарного супутника дорівнює періоду обертання планети навколо осі (P). Використовуючи 3-й узагальнений закон

Кеплера, можемо записати, враховуючи, що

$$T_{cn} = P_B; m_{cn} \ll M_B; M_J \ll M_{\oplus}.$$

Підставляючи значення (див. довідкові дані), отримаємо:

$$a_{cn} = 384400 \cdot 0,81^{1/3} \left(\frac{243,02}{27,32} \right)^{2/3} = 1538341 \text{ км}$$

$$\cos \alpha = \frac{R_B}{a_{cn}} = \frac{6051,8}{1538341} = 0,0039 \Rightarrow \alpha \approx 89^{\circ}46'$$

Звідси слідує, що один стаціонарний супутник Венери може охопити трансляцією майже половину екваторіального пояса Венери. Тому для повного охоплення необхідно 3 стаціонарних супутники.

Задача 2. Яке мінімальне число геостаціонарних супутників ретрансляторів телебачення повинно одночасно знаходитись на орбітах, щоб в будь-якій точці екваторіального пояса Землі доступним було приймати передачі супутникового телебачення, користуючись антеною, встановленою на балконі другого поверху?

Розв'язування : Період обертання стаціонарного супутника дорівнює періоду обертання планети на-

вколо осі. Враховуючи це і використовуючи 3 закон Кеплера, можемо записати:

$$\frac{(M_{\oplus} + M_{cn}) \cdot T_{cn}^2}{(M_{\oplus} + M) \cdot T_{\text{}}^2} = \frac{a_{cn}^3}{a_{\text{}}^3}.$$

Якщо знехтувати масами супутника і Місяця то:

$$a_{cn} = a_{\text{}} \left(\frac{T_{\text{}}}{T_{cn}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad T_{cn} = P_{\oplus} = 1 \text{ сут.}$$

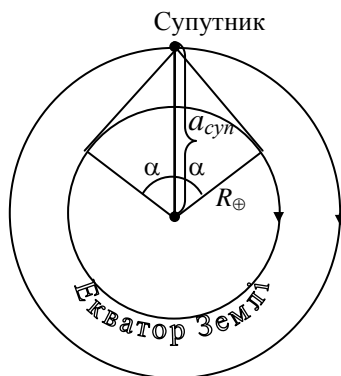
Підставивши значення: $a_{\text{}} = 384400 \text{ км}$, $T_{\text{}} = 27,32$ діб, отримаємо:

$$a_{cn} = 384400 \left(\frac{1}{27,32} \right)^{\frac{2}{3}} = 42398 \text{ км.}$$

З малюнка видно, що:

$$\cos \alpha = \frac{R_{\oplus}}{a_{cn}} = \frac{6378}{42398} \approx 0,16 \Rightarrow \alpha = 81^{\circ}, \quad 2\alpha = 162^{\circ}.$$

Антену на другому поверсі знаходиться практично на поверхні Землі. Тому один ретранслятор охоплює 162° екватора Землі. Для цього, щоб забезпечити телевізійною транс-



ляцією весь екваторіальний пояс Землі тільки за допомогою супутників, їх необхідно як мінімум три.

Задача 3. Доказати, що у Місяця не може бути стаціонарного супутника і, відповідно, глобальне місячне телебачення необхідно здійснювати іншими способами, ніж супутникове телебачення на Землі.

Розв'язування : Обчислим селеноцентричну відстань до стаціонарного супутника Місяця, припустив, що існування такого можливе. Використавши 3-й закон Кеплера, запишемо:

$$\frac{(M_{\text{л}} + m_{\text{сн}}) T_{\text{сн}}^2}{(M_{\oplus} + M_{\text{л}}) T_{\text{л}}^2} = \frac{a_{\text{сн}}^3}{a_{\text{л}}^3} \Rightarrow a_{\text{сн}} = a_{\text{л}} \cdot \left(\frac{M_{\text{л}}}{M_{\oplus}} \right)^{\frac{1}{3}} =$$

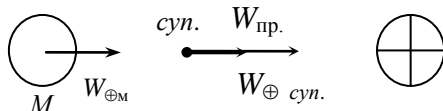
$$= 384400 \cdot \left(\frac{1}{81,3} \right)^{\frac{1}{3}} = 88733 \text{ км},$$

де ми врахували, що

$$m_{\text{сн}} \ll M_{\text{л}}, \quad M_{\text{л}} \ll M_{\oplus} \text{ и } T_{\text{сн}} = P_{\text{л}} = T_{\text{л}}.$$

Як відомо, період обертання Місяця навколо власної осі до-

рівнює сидеричному місячному місяцю T_M . Трете тіло, яке може порушити устійчивість системи



супутник - Місяць – це Земля. Прискорення, яке надає Місяць супутнику і Земля супутнику і Місяцю, дорівнює:

$$W_{)cn.} = G \frac{M_{)} }{a_{cn}^2}, W_{\oplus cn} = G \frac{M_{\oplus} }{(a_{)} - a_{cn})^2}, W_{\oplus)} = G \frac{M_{\oplus} }{a_{)}^2}.$$

Через дію Землі на Місяць і супутник, супутник набуває відносно Місяця приливне прискорення, направлене від Місяця.

$$W_{np} = W_{\oplus cn} - W_{\oplus)} = G \cdot \frac{M_{\oplus} }{a_{)}^2} \cdot \left(\frac{a_{)}^2}{(a_{)} - a_{cn})^2} - 1 \right)$$

Порівнявши це прискорення, з яким супутник «падає» на Місяць:

$$\frac{W_{np}}{W_{)cn.}} = G \frac{M_{\oplus} }{a_{)}^2} \left(\frac{a_{)}^2}{(a_{)} - a_{cn})^2} - 1 \right) \Bigg/ G \frac{M_{)} }{a_{cn}^2}.$$

$$G \frac{M_{)} }{a_{cn}^2} = \frac{M_{\oplus} }{M_{)} } \left(\frac{a_{cn}^2}{(a_{)} - a_{cn})^2} - \frac{a_{cn}^2}{a_{)}^2} \right) = 81,3 \cdot \left[\left(\frac{88733}{384400 - 88733} \right)^2 - \left(\frac{88733}{384400} \right)^2 \right] \approx 3.$$

Бачимо, що приливна сила в три рази перевищує силу притягання стаціонарного супутника до Місяця. Відповідно, такий супутник не может існувати і необ-

хідно шукать другі способи трансляції всімисячного телебачення, ніж супутникове телебачення на Землі.

Література:

1. Артихович, В. Розвиток образного мислення : Формування навичок творчо-дослідницьких здібностей / В. Артихович // Завуч (Шкільний світ). - 2006. - №2
2. Білик Н. Організація учнів профільних класів на наукову діяльність / Н. Білик, Л. Михайлик // Директор школи (Шкільний світ). - 2006. - №23-24.
3. Веб-сайт «Астроосвіта» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://astroosvita.kiev.ua/>– (Сайт астрономічної освіти)
4. Веб-сайт «Астрономічна обсерваторія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.observ.univ.kiev.ua> – (Сайт Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка)
5. Веб-сайт «Астрофізичний портал.» [Електронний ресурс].–Режим доступу: http://afportal.kulichki.com/index.files/index_3.htm/– (Сайт «Астрофізичний портал»)
6. Камин, А. Обучение через исследование / А. Камин // Педагогическая техника. - М.: НИИ школьных технологий. - 2006. - N2
7. Слюсаренко, А. Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників / А. Слюсаренко // Директор школи, ліцею, гімназії - 2006. - N4.