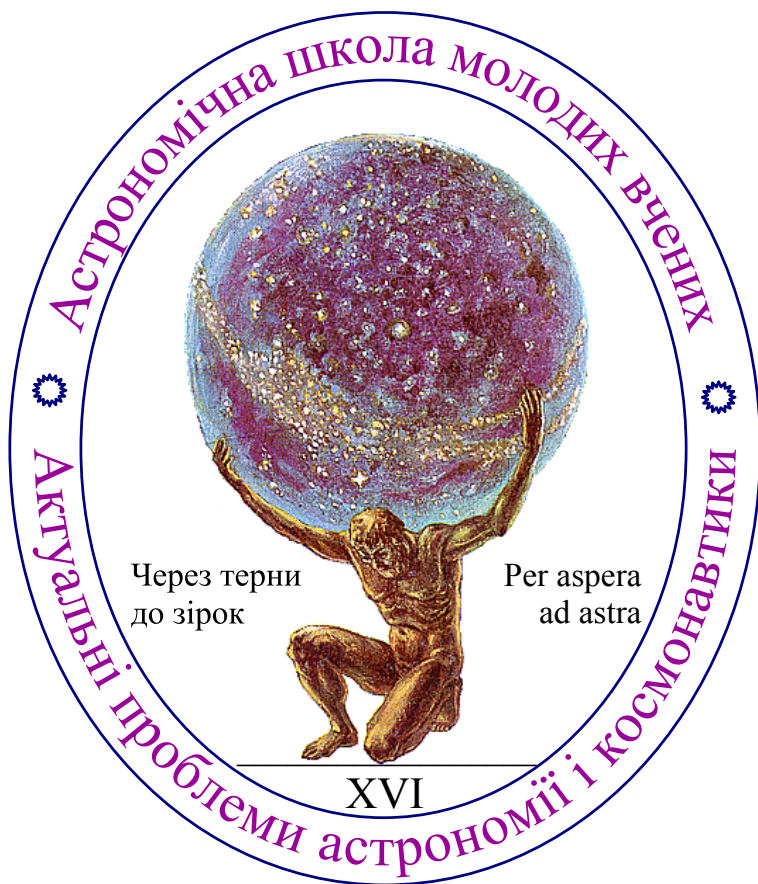


Міністерство освіти і науки України
Українська астрономічна асоціація
Національний авіаційний університет, Київ
Кіровоградський державний педагогічний університет

Міжнародна наукова конференція
Астрономічна школа молодих вчених

Україна, Кіровоград, 29–31 травня 2014 р.

Програма і тези доповідей



Київ — Кіровоград. 2014

Конференція організована фізико-математичним факультетом Кіровоградського державного педагогічного університету, кафедрою аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету за сприяння Української астрономічної асоціації. Астрономічна школа покликана сприяти науковим дослідженням учнів, студентів та аспірантів у галузі природничо-математичних дисциплін (астрономії, космонавтики, геодезії, геоінформатики), а також поширювати знання, які формують у молоді науковий світогляд. Молоді вчені надсилають на адресу наукового комітету Астрономічної школи свої дослідження, тематика яких не обмежується науковими напрямками конференції. Астрономічна експертна рада уважно розглядає ці наукові роботи і рекомендує до друку у провідних наукових журналах.

Науковий оргкомітет: *К.Чурюмов* (співголова), *В.Шмаров* (співголова),
О.Железняк (вчений секретар).

Члени оргкомітету: *С.Андрієвський* (Україна), *І.Андронов* (Україна),
В.Бурачек (Україна), *А.Відьмаченко* (Україна), *А.Гулієв* (Азербайджан),
Х.Ібадінов (Таджикистан), *В.Івченко* (Україна), *П.Зазуляк* (Україна),
В.Захожай (Україна), *О.Кривов* (Німеччина), *М.Маров* (Росія),
М.Мищенко (США), *Л.Литвиненко* (Україна), *С.Нінкович* (Сербія),
Б.Новосядлий (Україна), *С.Нурітдінов* (Узбекистан), *В.Орлов* (Росія),
П.Флін (Польща), *А.Чернін* (Росія), *Я.Яцків* (Україна).

Місцевий оргкомітет: *М.Садовий* (голова), *О.Семенюк*, *Р.Ріжняк*,
В.Вовкотруб, *О.Авраменко*, *О.Волчанський* (секретар)

Публікації наукових доповідей будуть здійснюватися в журналі “Вісник Астрономічної школи”, який визнаний ВАК України фаховим. Термін подання матеріалів до “Вісника Астрономічної школи” — до 1 серпня 2014 р. за адресою наукового оргкомітету. Доповіді на замовлення (лекції) — до 16 стор., для всіх інших — до 8 стор. Рукопис подається у твердій копії в двох екземплярах українською, російською або англійською мовою. Резюме (абстракт) англійською та російською мовами. Текст доповіді оформляється в $\text{\LaTeX}$ з використанням стандартного класу **article** або в Microsoft Word. Малюнки подаються як окремі файли в форматі EPS чи в одному з популярних растрових форматів. Необхідно пересилати статті електронною поштою у вигляді архіву. Детальніше про вимоги до оформлення див. <http://ies.nau.edu.ua/index.php/uk/aerospacesurveying-ua/astronomicalschool-aero-ua>

Адреса наукового оргкомітету:

03058 м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, Національний авіаційний університет, Київ, кафедра аерокосмічної геодезії, корпус 3, к.524. *А.Терещенко*
Тел. (044) 406-79-95

E-mail: oleg_zheleznyak@yahoo.com, ter_andrew@yahoo.com

Адреса місцевого оргкомітету:

25006 Україна, м. Кіровоград, вул. Шевченка, 1, Кіровоградський державний педагогічний університет, фізико-математичний факультет
(050) 457-08-58 (*Садовий Микола Ілліч*)

Програма роботи конференції

29 травня (четвер)

9 ⁰⁰ – 12 ⁰⁰	Заїзд та реєстрація учасників конференції
12 ⁰⁰ – 12 ³⁰	Відкриття конференції Виступ проректора Кіровоградського педагогічного університета д.п.н., проф. <i>Садового М.І.</i> Виступ віце-президента Української астрономічної асоціації д.ф.-м.н., проф. <i>Захожая В.А.</i> Виступ декана фізико-математичного факультета Кіровоградського педагогічного університета к.п.н., проф. <i>Ріжняка Р.Я.</i>
12 ³⁰ – 17 ⁰⁰	Пленарне засідання (головуючий — проф. <i>Железняк О.О.</i>)
12 ³⁰ – 13 ⁰⁰	д.ф.-м.н., проф., член-кор. НАН України <i>Чурюмов К.</i> (Київський національний університет імені Тараса Шевченка) “Космічні місії до ядер комет”
13 ⁰⁰ – 13 ³⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Захожай В.</i> (Харківський національний університет) “Планети, екзопланети та планетні системи”
13 ³⁰ – 14 ⁰⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Андронов І.</i> (Одеський національний морський університет) “Особливості еволюції подвійних зірок”
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	Обід
15 ⁰⁰ – 15 ³⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Відьмаченко А.</i> (ГАО НАН України) “Фізичні властивості поверхонь планет земної групи”
15 ³⁰ – 16 ⁰⁰	д.ф.-м.н. <i>Захаренко В.</i> (Радіоастрономічний інститут НАН України) “Фізичні властивості електричних розрядів в планетних атмосферах”
16 ⁰⁰ – 16 ³⁰	д.т.н. <i>Зацерковний В.</i> (Національний авіаційний університет) “Використання геоінформаційних систем в управлінні територіями”
16 ³⁰ – 17 ⁰⁰	д.п.н., проф. <i>Кузьменков С.</i> (Херсонський університет) “Проблеми дидактики астрономії”
17 ⁰⁰ – 19 ⁰⁰	Екскурсія по видатним місцям м. Кіровоград
19 ⁰⁰	Вечеря

30 травня (п'ятниця)

9 ⁰⁰ – 10 ⁰⁰	Сніданок
10 ⁰⁰ – 11 ⁰⁰	Пленарне засідання (головуючий — проф. <i>Захожай В.</i>)
10 ⁰⁰ – 10 ³⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Железняк О.</i> (Національний авіаційний університет) “Особливості динаміки супутників планет”
10 ³⁰ – 11 ⁰⁰	д.ф.-м.н., проф. <i>Криводубський В.</i> (Київський національний університет) “Походження і генерація магнітних полів небесних тіл”
11 ⁰⁰ – 11 ³⁰	Перерва
11 ³⁰ – 14 ⁰⁰	Доповіді молодих вчених (головуючий — проф. <i>Захожай В.</i>)
14 ⁰⁰ – 15 ⁰⁰	Обід
15 ⁰⁰ – 17 ⁰⁰	Доповіді молодих вчених (головуючий — проф. <i>Захожай В.</i>)
19 ⁰⁰	Вечеря

31 травня (субота)

9 ⁰⁰ – 10 ⁰⁰	Сніданок
10 ⁰⁰ – 13 ⁰⁰	Доповіді молодих вчених (головуючий — проф. <i>Железняк О.О.</i>)
13 ⁰⁰ – 14 ⁰⁰	Наукова дискусія та підведення підсумків конференції
14 ⁰⁰	Від'їзд учасників конференції

Математическое моделирование сигналов с использованием программы MCV. 10 лет спустя

Андронов И.Л.¹, Бакланов А.В.²

¹Кафедра «Высшая и прикладная математика»
Одесского национального морского университета

²Крымская астрофизическая обсерватория

Рассмотрены алгоритмы математического моделирования астрономических (и не только) сигналов с использованием программы MCV [1], первая версия которой была представлена 10 лет назад на конференции «Астрономическая школа молодых ученых» [2].

Несмотря на десятилетний опыт использования и усовершенствования, ряд функций остается уникальным (например, фотометрия с использованием среднезвешенной звезды сравнения; периодограммный анализ с использованием мультигармонической аппроксимации с одновременным учетом полиномиального тренда; аппроксимация с одновременным использованием алгебраического полинома и тригонометрических полиномов для нескольких (в стандартной версии, до трех) периодов; вычисление квази-одновременных рядов многоканальных наблюдений с использованием локальной кубической интерполяции с последующим вычислением показателей цвета; вычисление «симметричного» тригонометрического полинома (разложения по косинусам без синусов); вычисление фаз и эфемерид для случая переменного периода с постоянной производной по номеру цикла и др.). Также возможны вычисление барицентрической поправки; преобразование между относительными интенсивностями и звездными величинами. Программа также может быть использована, как быстрый просмотрщик файлов данных с автоматическим масштабированием; имеет возможность удалять отдельные точки, все точки для данного момента времени, отдельные каналы; просматривать в режимах «все рисунки на одном» или «все каналы на разных рисунках, но в одном масштабе». Программа является самостоятельной, но может работать в режиме взаимодополнения с электронными таблицами или другими программами с обменом данными через файлы текстового формата.

Приведены примеры использования методов для анализа кривых блеска переменных звезд разных типов — долгопериодических пульсирующих, магнитных и «немагнитных» катаклизмических, затменных двойных звезд с пятнами и без пятен.

Работа выполнена в рамках международных проектов “Inter — Longitude Astronomy” и “Virtual Observatory” и национального проекта «Украинская виртуальная обсерватория» для астрономических наблюдений, однако, может быть использована для анализа сигналов любой природы.

1. <http://uavso.pochta.ru/mcv/>

2. Вісник Астрономічної школи. — 2004. — 5. — С.264–272.

Статистические свойства оценок параметров затменных двойных систем

Андронов И.Л., Ткаченко М.Г.

Одесский национальный морской университет

Определение параметров затменных двойных систем является одним из основных источников информации о характеристиках звезд. Для этой цели разработано несколько программ. Они реализуют основной метод Вилсона–Девини [1]. Наиболее популярными среди них являются *Binary Maker*, *Phoebe* и др. (см. также [2]).

Zola и др. [3] разработали программу, в которой решается обратная задача определения параметров (в том числе, возможного пятна) с использованием метода Монте-Карло. Программа работает достаточно эффективно, однако требует больших затрат вычислительного времени, которое теоретически может быть уменьшено использованием других численных методов. Нами использовался «гибридный» метод, при котором на каждом шаге итераций выбирается наиболее эффективный метод.

К сожалению, в методе Монте-Карло отсутствует возможность определения точности получаемых оценок значений параметров, а также ковариационной матрицы отклонений коэффициентов. Соответствующие исследования могут быть проведены двумя методами:

1. Теоретический — с использованием информационной матрицы Фишера, связанной с матрицей обратной к матрице Гесса.

2. Практический — с использованием большого количества наборов (выборки) значений аппроксимируемого сигнала с заданным законом распределения погрешностей.

Нами было проведено исследование с использованием 10 000 сгенерированных кривых блеска. Для вычисления теоретической кривой использовалась упрощенная модель двойной системы со сферически симметричными компонентами, в которой не учитывалось потемнение диска к краю. Данная тестовая модель подробно описана в работе [4]. Данная модель может являться «нулевым приближением» для разделенных затменных двойных систем типа Алголя.

Хотя данная модель является всего лишь 4-х параметрической, тест-функция существенно отклоняется от квадратичной и скорость сходимости методов не слишком велика. Однако, разработанная программа обеспечивает сходимость за счет выбора наилучшего метода на каждой итерации.

Полученные результаты сравниваются с теоретически ожидаемыми.

Работа выполнена в рамках международного проекта “Inter-Longitude Astronomy” и национального проекта «Украинская виртуальная обсерватория».

1. *Wilson R.E., Devinney E.J.* // *Ap. J.* — 1971. — 166. — P.605.

2. *Гончарский А.В., Черепашук А.М., Ягола А.Г.* Некорректные задачи астрофизики. — М.: Наука, 1985.

3. MN RAS. — 2010. — 408. — P.464.

4. *Andronov I.L., Tkachenko M.G.* // Odessa Astron. Publ. — 2013. — 26. — P.204.

Исследование характеристик модуляций «почти синусоидальной» переменности звезд методом «скользящих синусов»

Андронов И.Л.¹, Чинарова Л.Л.²

¹Кафедра «Высшая и прикладная математика»

Одесского национального морского университета

²Астрономическая обсерватория Одесского национального университета

Приведен обзор метода «скользящих синусов» для исследования полуправильных пульсирующих звезд и промежуточных поляр, которые показывают модуляцию и/или хаотическую переменность отдельных циклов переменности. Алгоритм является связанным с различными методами — шкалограммного [1], всплеск (wavelet) [2, 3], периодограммного [4, 5] анализа.

Исследована группа полуправильных пульсирующих переменных звезд с использованием также сглаживания методом скользящих синусов [5]. Математические основы метода и «тест на прочность» более подробно рассмотрены нами в [6].

Полуправильные переменные звезды показывают большое разнообразие видов изменения характеристик, что требует применения группы взаимодополняющих методов математического моделирования дискретных сигналов. Приведен их сравнительный анализ, обзор теоретических методов и их применения к различным типам переменных звезд. Первый каталог характеристик пульсаций 173 полуправильных переменных был опубликован нами [7]. Среди этих объектов выделяется группа «переходных» звезд, показывающих «переключения» от «практического постоянства» к «пульсациям типа Миры» — RU And [8] и др. [9]. Эволюционный статус долгопериодических переменных звезд рассмотрен в обзоре [10]. Работа выполнена в рамках национальной программы «Украинская виртуальная обсерватория» [11] и «Меж-Долготная Астрономия» (Inter-Longitude Astronomy) [12].

1. *Andronov I.L.* // Astron Astrophys. Suppl., 1997. V. 125. P. 207.

2. *Andronov I.L.* // Kinematika Fiz. Nebesn. Tel, 1998. V. 14, № 6. P. 490.

3. *Andronov I.L.* // Self-Similar Systems, Dubna, Russia, 29 July-August 1998, eds. V.B.Prietzhev and V.P.Spiridonov, Joint Inst. Nucl. Res., 1999. P. 57.

4. *Andronov I.L.* // Odessa Astron. Publ., 1994. V. 7. P. 49.

5. *Andronov I.L.* // ASP Conf. Ser., 2003. V. 292. P. 391.

6. *Andronov I.L., Chinarova L.L.* // 2013arXiv1308.1129A

7. *Chinarova L.L., Andronov I.L.* // Odessa Astron. Publ., 2000. V. 13. P. 116.

8. *Chinarova L.L.* // Odessa Astron. Publ., 2010. V. 23. P. 25.

9. *Marsakova V.I., Andronov I.L.* // Odessa Astron. Publ., 2012. V. 25. P. 60.

10. *Kudashkina L.S.* // 2003, Kinematika Fiz. Nebesn. Tel., V. 19. № 2. P. 193.

11. Vavilova I.B., et al. // Kinematics and Physics of Celestial Bodies, 2012. V. 28, № 2, P. 85.
12. Andronov I.L., et al. // Odessa Astron. Publ., 2010. V. 23. P.8.

Исследование атмосфер звезд HD21389 и HD187982

Балогланов А.Ш., Магеррамов Я.М.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

С помощью CCD, установленной в фокусе кассегрена 2-метрового телескопа ШАО в 2005–2006 годах были проведены спектральные наблюдения HD21389 и в 2013 году HD187982. Разрешение составляло $R = 15\,000$, а отношение сигнал шум в интервале $S/N = 150 - 200$. Полученные спектры были обработаны с применением пакета программ Dech-20 и Dech-20t.

Сверхгиганты HD21389 и HD187982 принадлежат к спектральным классам A0Ia и A1Iab, соответственно, имеют нестационарную атмосферу и являются звездами типа P Cyg с протяженной оболочкой.

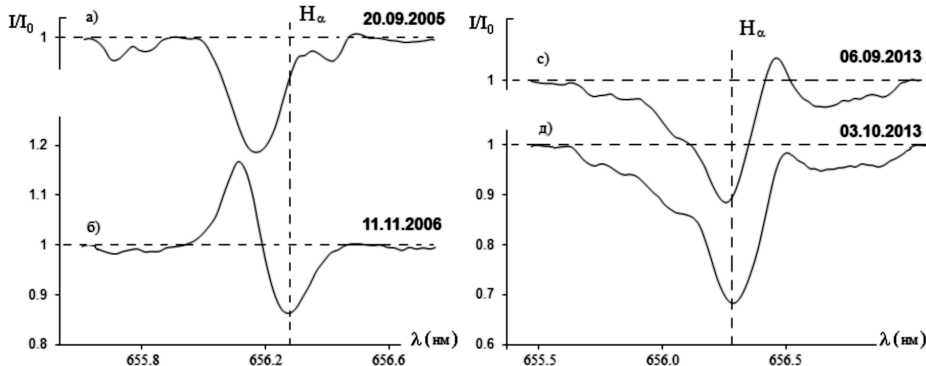


Рис. 1. Профили линии H_{α} звезд HD21389 и HD187982 в разные даты

Наблюдения HD21389, проведенные в 2005–2006 г., показали, что профили линии H_{α} в спектрах звезды наблюдаются в формах общего компонента поглощения и в инверсном профиле типа P Cyg (рис. 1, а, б). Появление инверсного P Cyg профиля может быть объяснено движением вещества ветра с большой скоростью в направлении от наблюдателя (рис. 1, б). В результате поглощающий компонент линии H_{α} смещается в красную сторону и компонента поглощения будет наблюдаться с красной стороны линии. В это же время наблюдается большое смещение линии H_{β} в красную область спектра и лучевая скорость составляет 10 км/сек. У оставшихся спектральных линий никаких изменений не происходит.

В спектрах HD187982, полученных в 2013 году, профили H_{α} с фиолетовой стороны имеют общую компоненту поглощения с большой интенсивностью, а с красной стороны — слабую компоненту излучения (рис. 1, в, д). Но интересно то, что в этом профиле с красной стороны слабого компонента излучения опять-таки создается компонента поглощения. В других спектрах этой звезды

профиль линии H_{α} наблюдается только в форме общего компонента поглощения. Несмотря на это, на красном крыле общего компоненты поглощения опять (не переход линий уровня непрерывного спектра) появляется слабая компонента излучения и с красной стороны от этой же компоненты снова проявляется компонента поглощения (рис. 1, д). При этом наблюдалось красное смещение H_{β} . Этот факт отчетливо показал себя и в значении лучевой скорости линии H_{β} : ее значение увеличилось на 15 км/сек.

Считается, что сильные изменения происходящие в спектрах HD21389 и HD187982 в профилях линии H_{α} могут иметь место в результате сильного выброса вещества и возбуждения оболочки. С другой стороны, известно, что возникновение звездного ветра и его изменения также связаны с явлением пульсации, происходящем на звездах-сверхгигантах. Однако это явление носит циклический характер и если в исследуемых звездах изменения, происходящие в линиях H_{α} , связаны с пульсацией, то эти изменения должны быть периодичными. Чтобы выяснить этот вопрос, предполагается вести последовательные спектральные наблюдения этих звезд в ШАО.

Вдосконалення методів та технічних характеристик дистанційного зондування для вирішення задач аерокосмічного великомасштабного картографування

Беленок В.Ю.

Університет новітніх технологій, Київ

На основі аналізу сучасних вимог до оперативності та точності існуючих систем аерокосмічного знімання наведено теоретичне узагальнення і нові технічні рішення щодо вдосконалення систем аерокосмічного знімання для вирішення задач великомасштабного картографування, які дозволять підвищити якість та оперативність збору просторових характеристик досліджуваних об'єктів.

Головні наукові і практичні результати проведених досліджень можна сформулювати таким чином:

1. Вперше розроблено і теоретично обґрунтовано новий варіант методики автономного автоматичного картографування місцевості, який дозволяє автоматизувати процес цифрового знімання місцевості, має високу точність визначення координат та висот точок.

2. Вперше розроблено і теоретично обґрунтовано методику субпіксельної прив'язки аерокосмічних знімків до кодових опознаків.

3. Вдосконалено методику лідарного сканування місцевості за рахунок використання пари сканувальних оптичних клинів, які обертаються в одному напрямку з різними кутовими швидкостями.

4. Запропоновано та обґрунтовано за точністю метод світловіддалемірних вимірювань висоти фотографування, заснований на частотній фіксації висоти з керованою флуктуацією частоти випромінюваних імпульсів.

5. Вдосконалено методику для автоматичного контролю розрізненості цифрових аерознімальних камер.

1. Науково-дослідна робота «Застосування технологій дистанційного зондування Землі для вирішення задач кадастру та моніторингу земель» (ініціатива); Беленок В.Ю., Бурачек В.Г., Зацерковний В.І. та ін., науковий керівник д.т.н., професор Бурачек В.Г., Чернігів–Київ, 2010 р. (номер державної реєстрації 0111U003659).

Історичні наднові типу Ia та їх залишки

Бешлей В.¹, Кузьо Т.²

¹Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача

²Львівський національний університет ім. І.Я.Франка

Дослідження наднових зір на сьогоднішній день є однією з актуальних задач не лише в астрофізиці, але й в більш вузьких її відгалуженнях, зокрема: космології, фізиці зір, фізиці нейтрино, а дослідження їх залишків — в астрофізиці високих енергій (прискорення космічних променів).

Характерною особливістю наднових типу Ia є достатньо стабільне значення енергії спалаху, 10^{51} ерг. У зв'язку з цим, наднові типу Ia вважаються стаціонарними джерелами для дослідження властивостей розширення Всесвіту. Це зумовлено тим, що відома енергія спалаху надгової Ia дозволяє визначати відстань до віддалених галактик, що робить їх “стандартними свічками” для визначення відстані до них. Сучасні можливості спостережень людства дозволяють спостерігати спалахи наднових, у різних галактиках, практично кожного дня.

На жаль, від часу відкриття Галілео Галілеєм телескопу у 1609 році, а також спостереження інших астрофізичних приладів (радіо-, рентгенівських, гама-телескопів, детекторів нейтрино) у нашій Галактиці наднові ще не спалахували (окрім надгової Кассіопея А, що спалахнула приблизно 300 років тому, але не могла бути спостережуваною). До початку XVII століття єдиним засобом для спостережень за космічними об'єктами було людське око.

На сьогоднішній час, використовуючи збережені історичні джерела, рукописи, вдалося ототожнити лише шість спалахів наднових зір з їх залишками — це наднові 185 року (G315.4–2.3, RCW 86, MSH 14–63), 1006 року (G327.6+14.6, SN 1006), 1054 року (Крабовидна туманність), 1181 року (130.7+3.1, 3C58, SN 1181), 1572 року (120.1+1.4, Tycho, 3C10, SN1572) та 1604 року (4.5+6.8, Kepler, SN1604, 3C358). Як бачимо, остання наднова, історичні дані про яку збереглися, є наднова Кеплера 1604 року. Проте лише чотири наднові — 185 року, 1006 року, 1572 року та 1604 року — є надновими типу Ia.

Основними джерелами, в яких описано спостереження усіх історичних наднових, є рукописи з історіями правління певних імператорів чи королів в Азії (Китай, Японія, Корея). В роботі проведений аналіз історичних наднових типу Ia та розглянуто питання про те, чи можливим було спостереження цих об'єктів на теренах України.

Моделювання під час вивчення астрономії як засіб формування пізнавальної активності учнів: від природознавства до астрономії

Бузько В.Л.

Комунальний заклад «Навчально-виховне об'єднання №6 «Спеціалізована загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів, центр естетичного виховання «Натхнення» Кіровоградської міської ради Кіровоградської області»

Астрономія як навчальний предмет має свої особливості: явища і процеси недоступні для безпосереднього сприйняття учнями. Тому для ефективного засвоєння учнями астрономічних знань залучаються інформаційно-комунікаційні технології, які дозволяють візуалізувати астрономічне явище чи процес. Беззаперечно використання комп'ютерних моделей, віртуального планетарію вмотивовує учнів до вивчення астрономії та, на нашу думку, не слід забувати про використання моделей, створених самими учнями чи учителем. Варто зазначити, що введення у зміст навчання понять моделі та моделювання істотно змінює ставлення учнів до астрономії, сприяє підвищенню пізнавальної активності учнів, робить їх навчальну діяльність більш осмисленою і більш продуктивною; цілеспрямоване і систематичне запровадження методу моделювання наближає школярів до методів наукового пізнання, забезпечує їх інтелектуальний розвиток.

Для того щоб озброїти учнів моделюванням як способом пізнання, доречно, що б школярі самі створювали моделі, самі вивчали різноманітні астрономічні об'єкти, явища за допомогою моделювання. Астрономія в загальноосвітній школі гуманітарного напрямку вивчається 17 годин в 11-му класі. І суттєву частину астрономічних знань учні отримали під час вивчення розділів «Всесвіт» і «Всесвіт як середовище життя людини» у курсі природознавства 5-го класу за чинною програмою. Тому, на нашу думку, для ефективного сприйняття астрономічних знань доцільно використовувати моделювання і в 5-му класі.

Наприклад, під час вивчення теми «Місяць. Обертання Місяця навколо Землі. Фази Місяця» доцільно запропонувати учням створити «живу модель» яка пояснює особливості орієнтації Місяця відносно Землі за допомогою двох учнів — «Місяць» і «Земля»: для того щоб факт оберненості Місяця одним боком до Землі не сприймався як відсутність у нашого супутника осьового обертання, повторюємо демонстрацію для випадку коли «Місяць» не обертається навколо своєї. П'ятикласникам завдяки такій моделі стає зрозумілим, що в цьому випадку з нашої планети можна було б спостерігати 100% поверхні нашого супутника. Використання «живих моделей» сприяє підвищенню інтересу до астрономічних знань, спонукає до активної навчально-пізнавальної діяльності, створює позитивний клімат у класі.

Під час вивчення теми «Сонце» у курсі астрономії 11-го класу учням доцільно запропонувати самостійно створити модель сонячної грануляції: грануляція обумовлена конвективними рухами на Сонці, а конвекцію можна спо-

стерігати під час нагрівання будь-якої рідини. Для створення такої моделі необхідно підготувати розплавлений парафін; повільно нагріваючи шар парафіну товщиною близько 3 мм учні спостерігають картину стаціонарної конвекції у вигляді великої кількості чітко окреслених багатогранників однакового розміру. Зі збільшенням глибини і швидкості нагрівання стійкі комірчини руйнуються, утворюючи при цьому нерегулярні багатогранники різних розмірів, що постійно рухаються. Таку нестаціонарну конвекцію учні спостерігають у парафіні за товщини шару 12 мм.

Своєчасно і вдало продемонстрована модель спрощує сприйняття означення чи поняття, надає йому конкретну форму.

Дослідження планет земного типу

Відьмаченко А.П.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

У Сонячній системі є Сонце, оточуючі його великі (класичні), карликові і малі планети та їх супутники, комети, метеороїди і незліченна кількість дрібних метеоритних частинок і порошин. Вісім класичних планет поділяють на планети земного типу (Меркурій, Венера, Земля, Марс) і планети-гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун). Характерною особливістю перших є наявність твердого ядра і відносно малопотужної атмосфери (за винятком Меркурія) та велика середня густина ($4\text{--}5,5$ г/см³, других — надзвичайно потужна атмосфера і дуже низька середня густина ($0,7\text{--}1,6$ г/см³). Основними складовими атмосфер планет земного типу є азот і вуглекислий газ, планет-гігантів — водень і гелій. За новим визначенням, *планетою вважається тіло, яке задовольняє двом умовам: воно одне знаходиться на орбіті навколо зірки (але не є її компаньйоном) і має таку велику масу, що під час формування набуває форму сфери*. Цим умовам відповідають тіла масою більше $5 \cdot 10^{20}$ кг і діаметром більше ≈ 800 км. Останніми роками вдалося виконати трудомісткі розрахунки динаміки рою тіл у зоні утворення планет земної групи, котрі підтвердили як характер розподілу швидкості на заключному етапі росту планет, так і час акумуляції Землі ($\sim 10^8$ років), які раніше оцінювалися лише аналітичними методами. Процес утворення планет земної групи простежений зараз досить детально, а розраховані відстані між планетами, їхні маси, період обертання навколо Сонця, нахил осей задовільно погоджуються зі спостережними даними.

Внутрішню будову планет земного типу добре пояснює *модель гетерогенної акреції*, згідно з якою планета утворювалась у міру конденсації окремих хімічних елементів та їхніх сполук. У такому разі залізне ядро утворилося на самому початку утворення планетезималі в результаті акреції сконденсованих крапель залізонікелю, на яке пізніше осаджувалась силікатна мантія, яка захищала ядро від можливих реакцій з H₂S і водою. Досить добре досліджена глибинна стратифікація Землі збігається саме з таким порядком конденсації елементів та їхніх сполук. Невдовзі після утворення внаслідок потужного бомбардування планетезималіями Меркурій був практично позбавлений первинної

кори і навіть верхньої мантії. Первинна кора Венери відповідає базальтовому типу, хоча місцями її склад може бути різноманітнішим (аж до гранітоїдів). Кора Венери (літосфера) в 2–3 рази товстіша за земну, оскільки вона витримує досить високі та великі за площею гори. Відповідно до сучасних уявлень, ядро Марса формувалося близько мільярда років і це співпало з раннім вулканізмом, який завершився близько 3 млрд. років тому. Товщина літосфери Марса сягає кількох сотень кілометрів.

Як видно, планети земного типу складаються із щільного та багатого на залізо ядра, оточеного мантією з магнію і силікатів (скельних порід), а верхні шари кори сформувалися або з остиглих матеріалів при диференціації всього об'єму на ранній стадії історії планет, або при пізнішому підйомі з надр розплавлених складових мантії. Планети земної групи майже цілком складаються з мінералів (головним чином, з оксидів кремнію, алюмінію, заліза, кальцію, магнію, натрію і калію), які зустрічаються у вигляді кристалів, сумішей і складних форм. У них є багато спільного: невеликі розміри й маса, середня густина в кілька разів більша за густину води, повільне обертання навколо своїх осей, мала кількість супутників чи їх відсутність, тверда поверхня тощо. На Венері, Землі і Марсі є вулкани, а в поверхневих шарах усіх чотирьох планет більшою або меншою мірою збереглися сліди тектонічної діяльності (процесів горотворення) та інтенсивного метеоритного бомбардування як одного з основних факторів формування поверхні Марса і Меркурія. На Землі метеоритні кратери майже цілком стерті тектонічними та ерозійними процесами, тоді як на Венері вони збереглися набагато краще.

О тонкой структуре распределений элементов орбит околоземных астероидов

Волощук Ю.И., Коломиец С.В., Черкас Ю.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Объект исследования — распределения элементов орбит околоземных астероидов NEA, комет NEC, метеороидов.

Цель исследования — выявить в распределениях элементов орбит околоземных малых тел Солнечной системы факт присутствия некой тонкой структуры, которая связана с процессом эволюции орбит малых тел; исследовать природу и свойства закономерности системы стойких орбит околоземных малых тел в межпланетном пространстве, сформированной в результате процесса эволюции орбит малых тел; рассмотреть возможность образования метеороидных потоков не только путем дезинтеграции ядер комет или астероидов, но также в результате эволюции орбит малых тел Солнечной системы.

Методы исследования: методы выделения полезного сигнала в теории сигналов и обработке часовых рядов при малом соотношении сигнал/шум, специальные методы спектрального анализа с высокой разрешающей способностью, статистический анализ распределений параметров орбитального движения астероидов, комет, метеороидов.

Исследована тонкая структура распределений элементов орбит околозем-

ных малых тел Солнечной системы (связанная с эволюцией их орбит) с использованием выборки большого объема с высокой точностью определения орбит околоземных астероидов NEA и выборки тех метеороидных потоков и ассоциаций, родительскими телами которых являются NEA. Обсуждены вопросы точности определения элементов орбит, полученных по результатам радиолокационных наблюдений. Установлена природа и выявлены свойства закономерности системы стойких орбит малых тел Солнечной системы. Получены новые знания относительно эволюции орбит астероидов, которые могут стать базой для пересмотра некоторых концепций и теорий происхождения малых тел Солнечной системы. Предложена принципиально новая модель образования метеороидных потоков и ассоциаций в Солнечной системе, которая позволяет объяснить некоторые спорные ранее экспериментальные результаты. Получены оценки вклада в метеорный комплекс вблизи орбиты Земли метеороидных потоков, которые есть результатом дезинтеграции ядер комет и астероидов, а также потоков, происхождение которых отличается от общепринятого (которые образовались благодаря эволюции орбит первоначально спорадических метеороидов как кометного, так и астероидного происхождения).

Роль симетрії при вивченні явищ сферичної астрономії

Волчанський О.В.

Кіровоградський державний педагогічний університет

Одним із важливих понять у сучасних природничих науках, зокрема й астрономії, є поняття симетрії. У першу чергу його пов'язують із властивостями простору та часу. У сферичній астрономії до цього додаються особливості рухів світил. Дійсно, сама побудова сферичної астрономії має яскраво виражену центральну симетрію, а динаміка добових рухів зірок — осьову симетрію. Своє відображення повинна мати симетрія небесних явищ і в задачі про визначення умов видимості світил та параметрів їх кульмінацій.

На жаль, у підручниках розглянуті не всі можливі варіанти кульмінацій світил (два верхньої і тільки один нижньої) [1], через що цілісність картини порушується. Особливо помітно це проявляється при виконанні студентами лабораторних робіт. Отримувані графіки залежності висоти світила в меридіані від географічної широти спостерігача мають невластиву їм асиметрію. Для прикладу на рис. 1 наведено названі залежності для зірки α Ліри, отримані за традиційним підходом (рис. 1,а) та шляхом аналізу всіх можливих варіантів (рис. 1,б).

Видно, що в першому випадку (рис. 1,а) в діапазоні широт $-90^\circ \leq \varphi \leq -38,5^\circ$, коли починає виконуватись умова $|\delta| \geq |\varphi|$, значення висоти світила над горизонтом стає менше -90° , що лежить за межами її визначення. Цей недолік усувається використанням уточненої формули для випадку нижньої кульмінації на південь від надіру (рис. 1,б).

Таким чином, наслідком нехтування не дуже важливими для практичного визначення умов видимості світила випадками кульмінацій є не тільки отри-

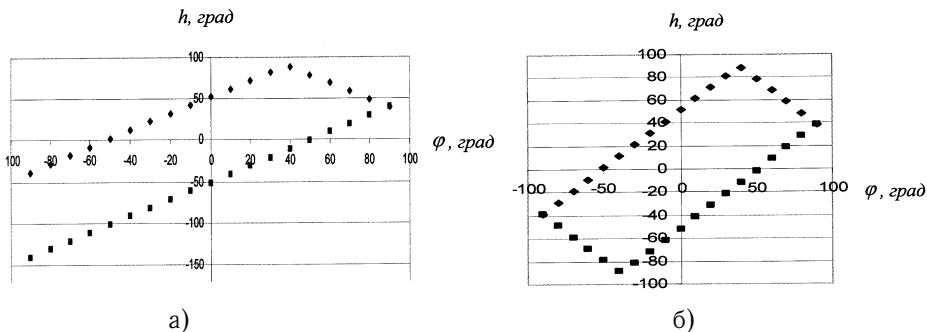


Рис. 1. Залежність висоти α Ліри в кульмінаціях від географічної широти спостерігача маня неточних результатів, а й порушення симетрії опису астрономічних явищ.

1. *Климишин І.А.* Астрономія. — Львів: Світ, 1993. — 383 с.

Важливість астрономії в підготовці вчителя географії

Волчанський О.В., Чинчой О.

Кіровоградський державний педагогічний університет

Фахівець освітньої галузі повинен відповідати критеріям всебічно розвинутої особистості, глибоко розуміти наукову суть явищ, що стосуються його спеціальності. Інтегрування сучасних наук про природу враховує доступний для розуміння студентів рівень навчання, підбір відповідних методів навчання та навчального матеріалу. Майбутній учитель географії повинен уміти застосовувати інформацію, набуту при вивченні базових предметів (математики, фізики, хімії) для засвоєння відповідних розділів дисциплін професійної підготовки.

Упродовж усієї історії географії важливу роль в її розвитку відіграє астрономія. У своїх математичних методах геодезія спирається на сферичну астрономію, у якій розроблено закони побудови систем координат на сферичних поверхнях та алгоритми проектування координат на площини, а в методах визначення географічних координат — на практичну астрономію. Недаремно у відповідному розділі астрономії виділено підрозділи “служби широти” та “служби часу (довготи)” [1]. Астрономічні методи використовуються в геодезії, морській та авіаційній навігації, особливо в полярних районах, де радіонавігаційні засоби часом виходять з ладу через магнітні бурі, у визначенні сили тяжіння в різних точках земної поверхні з метою виявлення покладів корисних копалин [2].

На жаль, укладачі чинних державних стандартів підготовки вчителя географії вивели астрономію за межі переліку обов'язкового вивчення дисциплін циклу математичної та природничо-наукової підготовки [3], що, на наш погляд, погіршує цілісність світогляду, а також робить неповним спектр навичок і умінь майбутнього фахівця.

1. *Климишин І.А.* Астрономія. — Львів: Світ, 1993. — 383 с.
2. *Дагаєв М.М.* Астрономія: Учеб. пособие для студ. физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Дагаєв М.М., Дёмин В.Г., Климишин И.А., Чаругин О.М. — М.: Просвещение, 1983. — 384 с.
3. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра (ОПП): Галузь знань 0401 — природничі науки, напрям підготовки 6.040104 — Географія / керівник розробки Щабельська В.Г. — НПУ ім. М.П.Драгоманова. — затв. МОНУ 04.02.2010 р.

ГІС ефективного використання регіональних земельних ресурсів

Гарбулінська М.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Україна має величезні запаси земельних угідь, як придатних, так і не придатних для землеробства, які є однією з найбільших матеріальних цінностей. Рациональне використання, відновлення і збереження земель є на сьогоднішній день однією з найважливіших задач держави.

Спроби налагодити ефективне управління в цій галузі натрапляють на масу перешкод. У першу чергу це відсутність достовірних відомостей як про місцевість, так і про характер землекористування. При управлінні сільсько-господарським виробництвом важливими є оперативний аналіз стану сільгоспугідь, аналіз рівня відтворення ґрунтової родючості, аналіз поточного стану сільськогосподарського підприємства і прогноз основних економічних показників виробництва з оцінкою інтервалів їх змін. Ці дані, по-перше, повинні бути в розпорядженні фахівців для прогнозу й аналізу врожайності, а, по-друге, лежати в основі агротехнічних планів стосовно кожного конкретного поля або ділянки, у противному випадку втрат і неефективних витрат уникнути не вдасться.

Науково обґрунтоване управління виконанням таких задач можна ефективно і комплексно розв'язувати за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Управління процесами землекористування може стати більш ефективним при використанні систем підготовки прийняття рішень на базі комп'ютерних технологій геоінформаційних систем (ГІС).

Переваги ГІС :

- легкість обробки великих обсягів інформації. (ГІС надає широкі можливості по комбінації, сортуванні, вибірці даних; легко розраховуються площі і параметри контурів);
- наочність подання інформації, що досягається створенням великого числа тематичних карт;
- можливість автоматизації процесу створення карт;
- легкість внесення змін, можливість створення систем автоматичного внесення змін до бази даних;
- можливість широкого використання інформації, що надходить від засобів дистанційного зондування Землі (авіаційних і космічних);

- велика точність карт, особливо при використанні систем глобального позиціонування (GPS);
- можливість створення діалогових довідково-консультативних систем;
- зручність зберігання, копіювання, відтворення інформації на будь-яких носіях, більш висока надійність зберігання інформації.

Технологія ТЗ в поєднанні з ГІС та GPS-технологіями дозволяють забезпечувати посилений контроль за проведеними сільськогосподарськими операціями і відслідковувати зміну ситуації в часі в кожній точці контуру ділянки, проводити порівняльний аналіз обстановки, що складається з прогнозованим вектором розвитку подій.

Застосування ГІС-технологій в адаптивно-ландшафтних системах землеробства дозволяє підвищувати врожайність і якість продукції, оптимізувати внесення добрив, засобів захисту рослин, операції по збиранню врожаю, а також більш ефективно організувати використання обладнання та зберігати історію застосовуваних методів і отриманих результатів.

ГІС-технології відкривають перед виробниками нові можливості підвищення практичної продуктивності, екологічності та прибутковості сільського господарства.

Відстані до галактичних планетарних туманностей

Головатий В.В., Демчина А.В.

Кафедра астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка

Обговорюються результати визначення відстаней D до галактичних планетарних туманностей (ПТ) методом, оснований на розрахунку фотоіонізаційних моделей їх світіння (ФМС). Спостережуваними параметрами, які ми використали для визначення D , є потік випромінювання $F(H_\beta)$ від оболонки ПТ, виправлений за міжзоряне поглинання, її радіус r_c або r_{ef} і густина газу $n(r)$, яка є функцією n_e . Ми припустили, що ПТ являє собою сферичну газову оболонку із зовнішнім радіусом r_{out} , внутрішнім r_{in} , та знаходиться на відстані D від спостерігача. Радіальний розподіл густини газу і його величина $n(r)$ в оболонці описується виразом [1]:

$$n(x) = \frac{x^2(1 + 3,0e^{-1,2x})}{(x^2 - 1)^2 + 0,36r_c^{-0,43}x^2} \frac{A}{r_c^2}, \quad \text{де } x = \frac{r}{r_c}.$$

Для визначення D ми використали відоме співвідношення, яке описує світність оболонки ПТ в лінії H_β :

$$4\pi D^2 \cdot F(H_\beta) = 4\pi r_{ef}^2 \cdot f(H_\beta),$$

звідки $D = r_{ef} \sqrt{f(H_\beta)/F(H_\beta)}$, де $F(H_\beta)$ і $f(H_\beta)$ — потоки випромінювання в лінії H_β від туманності на відстані D і ефективного радіуса оболонки r_{ef} , в якій зосереджена маса газу. Параметри r_{ef} і $f(H_\beta)$ можна визначити тільки в ході розрахунку самоузгодженої ФМС ПТ. Розрахунок такої моделі, однак, є досить громіздкою процедурою. Тому доцільним було отримати необхідні кореляції між цими параметрами за допомогою сітки ФМС. Для цієї мети ми використали розраховану нами [2, 3] сітку ФМС ПТ для еволюційних тре-

ків ядер з масою $0,598M_0$ і $0,644M_0$. В результаті були знайдені значення r_{ef} , $f(H_\beta)$. Видно, що відмінність еволюційних треків і параметра A практично не впливає на характер залежностей $f(H_\beta) \sim n(r)_{\max}$ (рис. 1). Це дозволило використати її для визначення $f(H_\beta)$, і відповідно, D будь-якої ПТ, що відповідає еволюційним трекам $0,598 \div 0,644M_0$.

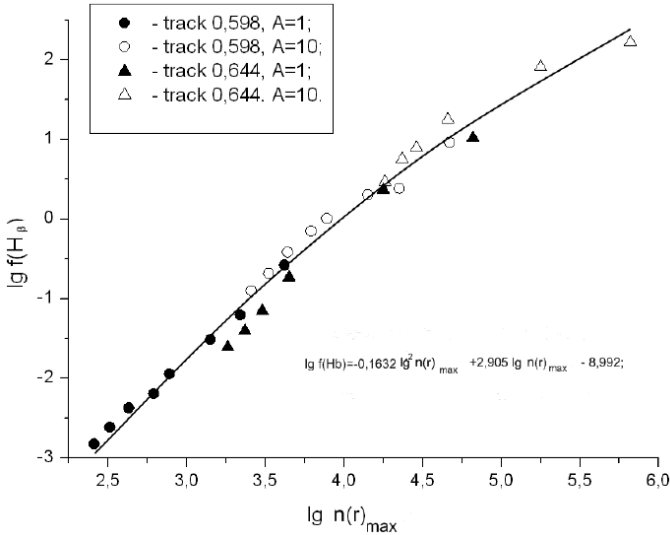


Рис. 1. Залежність $\lg f(H_\beta)$ від $\lg n(r)_{\max}$

Відстані D приведені в таблиці, які порівнюються з даними інших авторів. Найкраще узгодження є з даними Малькова [4]. Точність визначення відстані D в нашому випадку досягає $\leq 25\%$.

NamePNe	$D(our)$	$D[4]$	$D[5]$	$D[6]$	$D[8]$	$D[7]$	$D[9]$
1	2	3	4	5	6	7	8
IC5117	6045	5900	—	1328	—	—	5400
BD+30	2155	1800	—	1162	1760 ± 440	3034	1450
IC418	1120	1200	—	609	—	—	1250
NGC7009	1400	1600	—	1201	—	1325	1650
IC3568	3660	3500	—	2712	—	2738	—
NGC3242	1120	1200	901 ± 162	1083	1100 ± 280	1094	—
NGC2392	1080	920	1176 ± 234	1247	—	1259	1540
NGC2022	3150	3200	—	2494	—	2518	—
NGC6804	1520	1500	1525 ± 183	1709	—	1726	1930
NGC2610	2330	2600	—	2194	—	2215	—
NGC15U	720	670	—	753	—	760	960
NGC7293	180	155	216 ± 24	157	—	159	190

1. Головатый В., Мальков Ю. // Астрон. журн., 69, 1166 (1992)
2. Головатый В., Дмитерко В., Мальков Ю., О.Рокач // Астрон. Журн., 70, 691 (1993)
3. Golovatyi V., Malkov Yu. // Astrophys. Space Sci., 232, 99 (1995)

4. Мальков Ю. // Астрон.журн., 74, 853 (1997)
5. Bensby T., Lundstrom I. // Astron. Astrophys., 374, 599 (2001)
6. Cahn J., Caler J., Stanghellini L. // Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 94, 399 (1992)
7. Stanghellini L., Shaw R., Villaver E. // Astrophys. J., 689, 194 (2008)
8. Schneider S., Buckley D. // Astrophys.J., 459, 606 (1996)
9. Akimkin V., Nikiforov I., Kholtygin A. // Astron.Astrophys.Trans., 27, 365 (2012)

Густина енергії і тиск для всесвіту Стефані з випромінюванням та від'ємною просторовою кривизною

Градиський А.В., Коптєва Е.М.

Дніпропетровський національний університет

За останні кілька десятиліть ряд даних свідчить про прискорене розширення Всесвіту. Пояснення цього факту можливе при розгляданні матерії з від'ємним тиском. Космологічний вакуум (космологічна постійна) — один із перших кандидатів на цю роль. Проте невідповідність теоретико-польових оцінок експериментальним даним підштовхнуло космологів до розгляду рівнянь Ейнштейна з однорідною густиною енергії та неоднорідним тиском. В даній роботі розглянутий окремий випадок розв'язку рівняння Ейнштейна — розв'язок для ідеальної рідини, яка вільна від зсуву. Густина енергії рідини однорідна (залежить тільки від часу):

$$\varepsilon = \varepsilon(t),$$

а тиск — неоднорідний (залежить і від часу, і від просторової координати):

$$p = p(t).$$

На основі цього розв'язку побудована космологічна модель та досліджено основні її параметри.

Дослідження електростатичних розрядів в атмосфері Сатурна та інших планет Сонячної системи

Захаренко В.В.

Радіоастрономічний інститут НАН України, Харків

Вперше спорадичне випромінювання Сатурна в радіодіапазоні було виявлено на початку 1980-х років космічним апаратом Вояджер-1. Широкий частотний діапазон випромінювання (0.9–40 МГц) і неясна природа джерела (в якості нього розглядалися як кільця Сатурна, так і атмосфера) призвів до виникнення загальної назви: “електростатичні розряди на Сатурні” (Saturn Electrostatic Discharges — SED). Але дуже скоро стало ясно, а в 2009 році остаточно підтверджено за допомогою співставлення радіо і оптичних спостережень, що причиною виникнення SED є блискавки в атмосфері Сатурна. Вже більше 40 років SED є об'єктом дослідження ряду космічних місій (“Вояджер-1, 2”, “Кассіні”). Були вивчені спектральні та часові характеристики випромінювання, виявлені особливості, пов'язані з поведінкою іоносфери планети. З 2006 року — першого успішного детектування сигналів SED із

земної поверхні за допомогою найбільшого в світі радіотелескопа УТР-2 — розпочато програму вивчення блискавок в атмосфері Сатурна і пошуку подібних сигналів на інших планетах Сонячної системи за допомогою наземних радіотелескопів. Саме за допомогою УТР-2 вперше було проведено детальне вивчення тонкої часової структури SED. Спостереження з часовою роздільною здатністю до 15 нс дозволили вперше досліджувати тонку часову структуру, виявити кілька різних характерних часових масштабів. Вперше отримані середні спектри сплесків всередині блискавки, щільності потоку і часові характеристики. Вперше проведено аналіз міри дисперсії на шляху поширення сигналів блискавок до земного спостерігача. Отримані результати є базою для подальших досліджень SED, в тому числі і для порівняння характеристик земних і сатурніанських блискавок. Розроблені методи детектування та аналізу SED є універсальними і можуть бути використані для пошуку блискавок в атмосферах інших планет як Сонячної системи, так і за її межами.

Планеты, экзопланеты и планетные системы

Захожай В.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Обосновывается определение планет как особого класса космических тел. Обсуждаются вероятности планетных систем во Вселенной и проводится сравнение с наблюдаемым их долевым содержанием в звездных системах. Анализируются методы поиска экзопланет, их эффективность и перспективы.

Проводится анализ двух принципиальных типов «архитектуры» планетных систем, их общих закономерностей, основных свойств открытых экзопланет. Приводятся результаты статистических свойств планетных систем — как всех, так и открытых в ближайшем околосолнечном окружении.

Астробиологический аспект проблемы внесолнечных планет обсуждается в рамках выявленных зон жизни и внеземных цивилизаций. К перечню актуальных задач проблем экзопланетных систем отнесены альтернативные теории образования планет, разработки новых методов их поиска, разработка теорий, включающих распространенность экзопланет у звезд населений I–III.

Место планетариев в изложении курса «Космографии» для школьников и студентов ВУЗов

Захожай В.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Отсутствие Курса космографии в системе астрономического образования привело к тому, что школьники, учителя и даже студенты-астрономы классических университетов не знают «ночного неба». Выносятся на дискуссию вопрос о необходимости включения Курса космографии в систему астрономического образования студентов, обучающихся по специальности «Астрономия» классических университетов, студентов-педагогов физико-математических отделений педагогических университетов и школьников. Обсуждается возмо-

жність проведення лекцій, семінарів і практичних занять по Курсу космографії на базі планетарієв.

Використання даних дистанційного зондування в прецизійному землеробстві

Зацерковний В.І.¹, Комарова У.Ю.¹, Кривоберець С.В.²

¹Національний авіаційний університет, Київ

²Чернігівський державний інститут економіки і управління

Одним з найбільш перспективних шляхів зниження аграрного пресингу на екосистемі є впровадження прецизійного (точного) землеробства. Принципова відмінність технології точного землеробства від традиційних систем обробки культур полягає в тому, що сільськогосподарське поле розглядається не як однорідний масив, а як система елементарних ділянок, що різняться один від одного ґрунтовими, мікрокліматичними та іншими характеристиками.

Точне землеробство передбачає диференційованість технологічних операцій, що проводяться в господарстві, не тільки у часі і по полях сівозмін, а й в межах одного поля. Це дозволяє більш ефективно використовувати ресурсний потенціал сільськогосподарських підприємств, розмаїття ґрунтових, мезо- і мікрокліматичних особливостей кожної ділянки оброблюваних земель, керувати виконанням технологічних операцій по ходу руху агрегату в полі — норм внесення добрив або засобів захисту рослин тощо.

Впровадження технології прецизійного землеробства вимагає застосування якісно нових методів і засобів оцінки стану ґрунтів і рослинності. Вони повинні мати більш високу точність, ніж традиційні. В якості джерела інформації, яке задовольняє цим вимогам, можуть виступати дані дистанційного зондування Землі (ДДЗ), у першу чергу космічні знімки. Саме їхнє використання робить прецизійне землеробство на сьогоднішній день точним, оскільки воно дає найбільш детальну характеристику стану ґрунтів і рослинності на значних по площі територіях.

Аналіз космічних знімків дає дані двох типів: довгочасного й оперативного користування. До перших відносяться матеріали, що залишаються актуальними протягом декількох років. На їхній основі створюються карти землекористування, що є необхідним етапом впровадження точного землеробства. Для інвентаризації сільськогосподарських угідь найбільше раціонально використовувати багатозональні знімки, що задовольняють вимогам детальності й охоплення території. На основі знімків створюється векторна карта. Для створення векторних карт застосовується автоматичне дешифрування. З векторними шарами зіставляється база даних, у яку можна оперативно вносити відомості про стан полів. У результаті чого з'являється можливість регулювання поточних агротехнічних заходів і прогнозування стану землекористування в майбутньому на основі узагальнення багаторічних тенденцій.

Одержання даних про стан ґрунту утруднене покриттям її рослинністю або сніжним покривом більшу частину року. Тому для цих цілей придатні

тільки знімки, зроблені ранньої весною або пізньою осінню. Однак використання знімків, отриманих у цей період, ускладнюється великою хмарністю, що характерно для більшості областей України.

Для визначення вологості ґрунту доцільно застосовувати знімки в тепловому або близькому інфрачервоному діапазоні. Будь-які емпірично виведені формули, що зв'язують відбиття в цих діапазонах з вологістю ґрунту, не є універсальними, оскільки закономірності тут піддані впливу місцевих факторів.

Виходячи із наведеного на перший план виходить використання індексу NDVI, які характеризують стан рослинності. Він дозволяє оцінити площу полів зайнятих озимими восени, стан посівів після перезимівлі, динаміку появи сходів, продуктивність угідь. Використання індексу NDVI дозволяє виявити ареали пригнобленої рослинності, дає можливість ухвалювати найбільш вірні в довгостроковій перспективі рішення, щодо підвищення врожайності.

Застосування геоінформаційних технологій у вирішенні задач охорони ґрунтів

Зацерковний В.І., Курченко О.Ю., Маслій М.

Національний авіаційний університет, Київ

Земля — незамінне і неоціненне багатство будь-якого суспільства. Вона є основним природним ресурсом, матеріальною умовою життя і діяльності людей, основою для розміщення і розвитку всіх галузей господарства, головним засобом виробництва в сільському і лісовому господарствах. На всіх етапах розвитку людського суспільства земельні ресурси є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Сьогодні площі земельних угідь у світі є обмеженими, і втрата кожного гектару приносить збиток суспільству. Разом з тим антропогенне навантаження на земельні ресурси щорічно зростає в зв'язку зі зростанням чисельності населення і збільшенням технічної оснащеності виробництва, що призводить до погіршення їх екологічного стану.

В основу сталого розвитку землекористування входить таке використання землі та інших природних ресурсів, які нерозривно пов'язані із землею і забезпечують інтереси людини, її прагнення жити і творити в гармонії з природою, коли соціально-економічні потреби сучасності реалізуються без загрози життєдіяльності майбутнім поколінням. А така загроза існує, про що свідчить сучасний стан і тенденції якісних змін усіх природних ресурсів, у тому числі земельних, які деградують у різних формах свого прояву (виснаження, ерозія, дегуміфікація, різні види забруднень тощо). Тому сучасний землеустрій повинен базуватись на відповідних принципах, одним з яких є організація системи використання земель, яка враховує конкретні зональні умови й узгодження екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства, забезпечує високу економічну і екологічну ефективність виробництва, стабільність екосистем, агроландшафтів і навколишнього середовища в цілому.

Подолання кризи в землекористуванні шляхом консервації, насамперед, потребує опрацювання нормативної бази, згідно з якою виокремлюються ан-

тропогенно перетворені ґрунти (землі), тобто визначають кількісні показники типів і видів кризових явищ.

Найскладнішою є проблема нормативів екологічної оптимізації співвідношення земельних угідь. Загально визначено, що треба зменшувати розораність і в цілому сільськогосподарську освоєність земельного фонду нашої держави.

Але досі повністю не розроблено науково аргументовану екологічно оптимізовану структуру земельних угідь. Погляди на цю проблему об'єднує тільки визначення необхідності зменшення сільськогосподарської освоєності й, передусім, розораності земельного фонду, але в кількісному відношенні різні автори пропонують своє, досить відмінне одне від одного її розв'язання, яке, крім того, не зовсім враховує структуру ґрунтового покриття України і, насамперед, у регіональному аспекті.

Якщо цілісної системи екологічно оптимізованого ландшафтного устрою України досі не відпрацьовано, то досить широко висвітлюються в науковій літературі питання оптимальної лісистості країни і її фізико-географічних регіонів, хоч немає єдиної думки відносно значення цього показника.

Тому провести оптимізацію землекористування безпосередньо через зміну співвідношення угідь на даному етапі навряд чи реально, але можна її досягти опосередковано через консервацію деградованих і малопродуктивних земель.

Вище вже розглядалися показники, які дають підставу відносити ґрунти до деградованих і малородючих. Але ступінь деградації та оцінка малородючості можуть бути різними й не завжди вимагають таких радикальних заходів, як консервація, а замінюються різними агротехнічними, агрохімічними, хіміко- і гідромеліоративними заходами тощо.

Отже, потребують розробки граничні значення показників деградації й малородючості, які доцільно розглядати за наведеними класифікаційними виділами.

Обоснование необходимости создания комплексной ГИС управления транспортной отраслью

Зацерковный В.И., Кальян А.А.

Национальный авиационный университет

Географическое положение Украины позволяет ей быть удобным транзитным путепроводом для перевозки товаров, пассажиров, осуществления собственного и транзитного туризма. Но чтобы использовать эту возможность, необходимо иметь высокий уровень развития транспортного комплекса.

Территориальная распределенность транспортных систем делает их идеальным объектом автоматизации с помощью геоинформационных систем (ГИС). Вообще говоря, ГИС является оптимальной платформой для комплексных решений в транспортной области, поскольку пространственная составляющая является природной основой интеграции задач управления транспортной инфраструктурой. Однако, несмотря на это, реальных комплексных решений в Украине пока не существует. Именно поэтому комплексное внедрение

ние геоинформационных технологий (ГИТ) в транспортную систему является чрезвычайно актуальной задачей, решение которой позволит существенно поднять эффективность управления этой системой и системой безопасности движения.

Обобщенная комплексная ГИС транспорта, как система обработки геопространственной информации, отображает процессы преобразования совокупности входного множества первичных данных в множество моделей в базе геопространственных данных и в множество комплексных геоизображений, которые предоставляются пользователям системы в качестве результата моделирования для анализа состояния геосистемы и принятия управленческих решений.

ГИС используются при решении управленческих задач, в том числе для планирования развития транспортных объектов, распределения ресурсов, обоснования объемов и сроков выполнения работ.

Количество проектов ГИС, как на транспорте, так и в других областях, определяется их возможностью связывать пространственную и атрибутивную информацию для последующего совместного анализа. Специфика транспорта состоит в том, что для многих задач здесь не требуется карта, достаточно только схемы, которая обозначает объекты, что составляют транспортную сеть и их отношения.

При проведении геоинформационного мониторинга автомобильных дорог используются специальные программные продукты, а основой служат автоматизированные банки дорожных данных, данные электронных паспортов дорог, результаты обработки данных в различных системах.

На современном этапе в Украине ГИС уже эффективно используются в топографии и цифровой картографии, землеустройстве, муниципальном и региональном управлении, решении ведомственных задач, научно-исследовательских и учебных заведениях.

Очень важно, чтобы руководители ведомств и предприятий, в частности транспортной отрасли, поняли, что внедрение ГИС это вопрос времени, и чем быстрее будут решены, прежде всего, юридические и правовые вопросы использования ГИС, тем быстрее станет возможным получение эффективных экономических, политических и социальных результатов, как для отдельного предприятия, ведомства, так и для Украины в целом.

Регіональні центри збереження і обробки просторових даних

Зацерковний В.І., Сліпко Ю.С., Місевич І.О., Гебрин Л.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Конкурентоспроможність сучасної економіки України багато в чому залежить від вивченості і раціонального використання усіх наявних природних ресурсів, їх постійного моніторингу. Сьогодні постає задача максимально ефективного використання ресурсів регіонів за рахунок широкого впровадження передових інформаційних технологій. До числа пріоритетних інноваційних

напрямків відносяться передусім інформаційні технології, в тому числі з широким використанням можливостей мережі Інтернет, а також космічні системи глобального позиціонування GPS-ГЛОНАСС і дистанційного зондування Землі (космічного моніторингу).

Аерокосмічні засоби дозволяють отримувати високоякісну інформацію і скорочувати час її актуалізації до декількох годин. Висока інформативність спостережень зі штучних супутників Землі (ШСЗ) дає можливість швидко і об'єктивно оцінювати запаси швидко змінюваних ресурсів (запаси снігу, рослину масу пасовищ тощо), стан посівів, лісових угідь, виникнення і розвиток загрозливих природних явищ (повені, підтоплення, лісові пожежі, буревії, циклони тощо) і надзвичайних ситуацій, забруднення природного середовища тощо. Це дозволяє своєчасно вживати заходів з раціонального використання природних ресурсів і запобігати збиткам від стихійних лих і екологічних катастроф.

Застосування даних дистанційного зондування (ДДЗ) є надзвичайно актуальною задачею, оскільки спостереження з космічних апаратів завдяки великій висоті польоту, швидкості і регулярності орбітального руху, володіє низкою переваг: широкою смугою захоплення, високою періодичністю обстеження, оперативністю надходження актуальної, неупередженої і точної інформації, можливістю одночасного спостереження важкодоступних і великих за площею районів, відносно низькою вартістю знімання одиниці площі тощо. Як приклад, можна навести, що за розрахунками американських фахівців, економічний ефект від використання тільки космічних метеорологічних систем становить для всіх країн світу близько 60 млрд. дол. США.

Аерокосмічні методи є ефективним інструментом оцінки наявних сировинних ресурсів і їх раціонального використання, введення передових технологічних компонентів в традиційні процеси, прогнозуванні виробництва сільськогосподарської продукції тощо.

Проте сучасний фінансовий стан більшості підприємств не дозволяють їм використовувати ці інноваційні технології. Тому виходом з ситуації, що склалась, може бути створення регіональних центрів збереження і обробки просторових даних для потреб підприємств регіону, перед усім сільськогосподарських. Метою створення регіональних центрів збереження і обробки даних ДЗЗ є:

- створення системи постійного і безперервного забезпечення суб'єктів виробничо-господарської, наукової і управлінської діяльності державного, регіонального і місцевого рівнів в інформації ДЗЗ, пов'язаної із захистом і моніторингом навколишнього середовища, раціональним використанням природних ресурсів, несприятливими змінами клімату, погіршенням екологічної ситуації, виснаженням природних ресурсів, кризисними природними і техногенними процесами, які мають трансграничний характер;
- посилення міжнародного статусу України як космічної держави;
- створення і системи підготовки і перепідготовки фахівців по ДЗЗ.

Геоінформаційне нозологічне картографування

Зацерковний В.І., Собчук М.

Національний авіаційний університет, Київ

Найважливішою задачею розвитку сучасного суспільства є посилення уваги до здоров'я населення, як головного фактора економічного зростання і забезпечення безпеки країни, виявлення чинників погіршення стану здоров'я населення і формуванню на цій основі комплексу заходів по забезпеченню ефективного санітарно-гігієнічного моніторингу.

Україна щороку втрачає понад 700 тис. своїх громадян, причому 1/3 з них — люди працездатного віку (смертність населення в Україні становить 15,2 особи, а в країнах — членах Європейського Союзу — 6,7 на 1000 населення).

Актуальною задачею є забезпечення оперативного моніторингу за станом здоров'я населення, його оцінки і прогнозу, встановлення впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення, інвентаризації джерел впливу на здоров'я населення, наочного подання реальних результатів санітарно-гігієнічного моніторингу територій.

Задача моніторингу екологічного стану в регіоні може вирішуватись через оцінку впливу забрудненості окремих геокомпонентів на здоров'я населення.

Сьогодні при вивченні екологічної ситуації в межах територіальних утворень можливі два підходи:

- від відомого джерела забруднення навколишнього середовища до впливу на здоров'я населення;
- від стану здоров'я населення (захворюваності) до ймовірних причин екологічного неблагополуччя.

Перший підхід передбачає еколого-геохімічне дослідження і картографування одержаних даних. Його доцільно використовувати при низькій антропо-екологічній залежності людини від екологічного стану природного середовища. Але сьогодні, коли реакція людини на екологічні негаразди стала настільки сильною, то другий підхід до розв'язку проблеми стає більш актуальним. Вихідним матеріалом для другого підходу є медико-статистичні показники і їх прив'язка до території.

Поєднання цих двох підходів при великомасштабному дослідженні зі співставленням карт, що відбивають стан здоров'я населення і розподіл концентрацій забруднюючих речовин, дозволяє давати об'єктивну оцінку техногенного навантаження на організм людини, виділяти групу населення підвищеного ризику формування патологій, диференціювати фактори середовища в розвитку окремих класів хвороб, контролювати ефективність природоохоронних заходів.

Можливості геоінформаційного картографування в галузі нозогеографії доволі широкі. Маючи на вході медико-статистичну інформацію (первинну реєстрацію хворих, виклики швидкої допомоги, реєстрацію хворих з хронічними хворобами тощо) із зазначенням дати реєстрації, адрес проживання, діагнозу, можливе багатоваріантне маніпулювання базою даних.

Оперування територіальними (просторовими) чинниками дозволяє виявити джерела підвищених рівнів захворюваності населення і визначити причини (джерела) цих джерел. Можна наочно представити рівень достовірності виявлюваних особливостей у захворюваності населення. Істотною перевагою застосування геоінформаційного картографування територіального розподілу рівня захворюваності населення є можливість створення серії оперативних медико-географічних карт, які відбивають характер поширення тієї або іншої захворюваності, що дозволить більш ефективно і цілеспрямовано приймати відповідні заходи.

Регресійні моделі оцінювання вмісту хлорофілу у листі, гілках рослин та у рослинному покриві у цілому за даними наземних та космічних спостережень

Зєлик Я.І.

Інститут космічних досліджень Національної академії наук
України та Державного космічного агентства України

Оцінка вмісту хлорофілу у покриві лісу або в окремих гілках дерев шляхом екстраполяції вмісту окремих листків, отриманих з вибірки (до того ж руйнівної для лісу) є трудомісткою і неточною. Вміст хлорофілу пов'язаний прямо з точкою максимального нахилу у спектрі відбиття рослинності, який має місце на довжинах хвиль 690–740 нм і відомий як «червоний край». Встановлена лінійна залежність між червоним краєм і вмістом хлорофілу у гілках. Оцінений червоний край і встановлений зв'язок були використані для оцінки вмісту хлорофілу в інших гілках з похибкою, яка виявилась нижчою, ніж пов'язана з використанням лабораторного методу. Виявилося, що немає ніякого зв'язку між червоним краєм і вмістом хлорофілу у цілому у покривах лісу. Це може бути пояснено переважаючим впливом рідколісся і поверхнею лісового ґрунту, що було проілюстровано моделюванням спектру суміші цих компонент.

Виявлені зв'язки між моделлю $(R_{\text{NIR}}/R_{\lambda_1} - 1)$ і загальним вмістом хлорофілу у покриві кукурудзи та соєвих бобів, із значенням параметра λ_1 у зеленій спектральній смузі та на краю червоної спектральної смуги. За допомогою таких моделей можна достатньо точно оцінити загальний вміст хлорофілу Chl у покриві рослинності на основі даних діючих космічних сенсорів, таких як MODIS, MERIS, Landsat TM і ETM+. Для кукурудзи та соєвих бобів — культур з досить різною будовою рослинного покриву і листовою структурою, моделі показали залежність від видів рослинності у спектральних діапазонах діючих космічних датчиків. При цьому необхідно застосовувати до різних видів рослинності різні калібрувальні коефіцієнти. Похибки оцінювання можуть зрости при використанні сценаріїв змішаних пікселів. Показано, що модель $(R_{\text{NIR}}/R_{720-730} - 1)$ дозволяє достатньо точно оцінити загальний вміст хлорофілу Chl у таких досить відмінних за будовою рослинного покриву і структурою листя культурах як соєві боби та кукурудза. Ця модель може бути застосована для оцінки загального вмісту хлорофілу Chl у рослинно-

му покриві при використанні декількох пікселів. Досліджений цілий спектр характеристик та факторів рослинного покриву (LAI, Chl, будова покриву і структура листя культур) передбачає, що розроблена методологія може бути застосована і до інших культур.

На практиці необхідно розробляти більш реалістичні складні регресійні моделі оцінювання біофізичних параметрів угруповань рослин, що утворюють рослинні покриви з кількох (багатьох) типів рослин. Для перевірки точності таких моделей необхідні великі бази даних, що містять дані з різних видів сільськогосподарських культур і різних місць їх вирощування.

Чорні діри типу Шварцшильда

Зінгайло А.Ф., Коркіна М.П.

Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Чорні діри — це область простору-часу, гравітаційне поле якої настільки сильне, що жодне тіло і навіть світло не може покинути її межі. Чорні діри описуються метриками, в яких існують R і T області. Тобто метричні коефіцієнти одночасно змінюють знак при $r = r_g$.

В розглянутому випадку, чорні діри типу Шварцшильда, описуються метрикою виду:

$$dS^2 = \left(1 - \frac{m(r)}{r}\right) dt^2 - \frac{1}{1 - \frac{m(r)}{r}} dr^2 - r^2 d\sigma^2, \quad (1)$$

де $d\sigma^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2$ — кутова складова; $m(r)$ — масова функція.

Для нашого випадку $m(r) = r$ — границя R і T області.

Аналізуючи рівняння Ейнштейна приходимо до висновку, що метрика типу (1) існує лише при умові:

$$T_0^0 = T_1^1. \quad (2)$$

А для сферично-симетричного випадку: $T_2^2 = T_3^3$, де T_ν^μ — тензор енергії-імпульсу гравітаційного поля:

$$T_\nu^\mu = (\varepsilon + p)U^\mu U_\nu - \delta_\nu^\mu p. \quad (3)$$

Отже, з вище записаних умов видно, що:

$$\begin{aligned} T_0^0 &= \varepsilon, \\ T_1^1 &= -p_{\text{радіальне}}, \\ T_2^2 &= -p_{\text{тангенціальне}}, \end{aligned} \quad (4)$$

Можна зробити висновок: у розглянутому випадку чорні діри типу Шварцшильда мають від'ємну радіальну складову тиску.

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. — М.: Наука, 1988. — 512 с.
2. arXiv:0705.2368v1[gr-qc]16May2007

Створення геоінформаційної бази даних підсупутникового калібрувального полігону та динамічних сервісів виконання методик калібрування

Зєлик Я.І., Семенів О.В.

Інститут космічних досліджень Національної академії наук України та
Державного космічного агентства України

На сьогоднішній день у світі на сучасний ринок продукції космічного спостереження компаніями та операторами надаються не просто високоякісні космічні знімки, а створені калібровані кінцеві інформаційні продукти (КІП) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що базуються на даних вищих рівнів обробки у порівнянні з сирими даними космічних знімків. КІП є наборами даних, вираженими в абсолютних фізичних одиницях, точно прив'язаними у часі і просторі до спостережуваних об'єктів. Вони отримуються за допомогою регулярно каліброваних оптико-електронних сенсорів космічного спостереження після старту космічних систем (КС) на основі даних космічної зйомки і синхронних з нею наземних вимірювань на спеціально організованих під супутникових калібрувальних полігонах. Саме наявність такого роду кінцевих КІП забезпечує достовірну тематичну інтерпретацію і порівнянність даних, які надходять від різномірних джерел: як від різних КС, так і від різних наземних систем дистанційного спостереження. До теперішнього часу в Україні післястартове калібрування оптичних засобів космічного спостереження з використанням підсупутникових калібрувальних полігонів не здійснювалося.

У межах реалізації Загальнодержавних цільових науково-технічних космічних програм України у 2011–2013 рр. Інститут космічних досліджень виконував цикл робіт з розроблення науково обґрунтованих методик та створення засобів калібрування оптико-електронних сенсорів космічного спостереження з використанням підсупутникового калібрувального полігону. Як основа створюваного відкритого програмного забезпечення використовується вільна відкрита геоінформаційна система Quantum GIS (QGIS) — інтегратор всіх даних і програмних додатків та візуалізатор супутникових знімків і векторних шарів тестових ділянок у картографічному інтерфейсі. При цьому користувач може детально переглядати спектральні характеристики у цифровому форматі, будувати їх графіки і, разом з тим, відображати в QGIS векторний шар відповідного тестового об'єкта полігону та переглядати пов'язану з ним атрибутивну інформацію. Крім того, у середовищі QGIS можна реалізувати розроблені методики післястартового калібрування з збереженням отриманих результатів у реляційній базі даних та відображенням у геоінформаційному середовищі отриманих кінцевих каліброваних інформаційних продуктів. За допомогою спеціального конвертера здійснено перетворення створеної геоінформаційної бази даних (БД) підсупутникового калібрувального полігону з локальної системи MS Access у серверну систему PostgreSQL, у якій реалізована можливість роботи із цілою базою даних або окремими таблицями, полями, індексами, зовнішніми ключами. Мовою Python розроблено ди-

намічний додаток (плагін) для реалізації дружньої взаємодії користувача з реляційною базою даних та для відображення інформації із бази даних характеристик типових тестових об'єктів полігону із застосуванням технологій об'єктно-орієнтованого програмування та PostgreSQL. У середовищі QT Designer розроблено графічний інтерфейс користувача для його ефективної взаємодії з БД. Розроблено функціонально-алгоритмічну частину динамічного додатку та графічний інтерфейс для відображення у середовищі QGIS інформації з створеної геоінформаційної бази даних. Проведено тестування створеного програмного засобу на різних операційних системах та різних версіях системи QGIS. Створені програмні модулі, які реалізують методики калібрування, перекладаються на мови Python і C++, які динамічно підключаються до QGIS.

Таким чином, створюване програмне забезпечення післястартового калібрування бортових оптико-електронних сенсорів з використанням підсупутникового калібрувального полігону є вільним і відкритим, що не вимагає для його реалізації комерційних ліцензійних програмних засобів, крім операційної системи.

Фази Місяця та сейсмічна активність Карпатського регіону

Ігнатишин В.В.

Відділ Сейсмічності Карпатського регіону
Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

Місяць-супутник Землі, відіграє велику роль в геофізичних процесах, що проходять на Землі. Припливні хвилі утворюються не тільки на морях і океанах, водній поверхні Землі але і в земній корі. Ці припливні деформації зумовлені взаємодією Землі, Сонця і Місяця [1–3].

Відмічено причинно-наслідковий зв'язок рухів небесного світила та геофізичних, в тому числі сейсмологічних процесів. Для вирішення задачі прогнозування сейсмонебезпечних явищ в даному регіоні, зокрема в Закарпатському внутрішньому прогині, необхідно вивчати фази Місяця, та необхідно провести спостереження параметрів геодинамічного стану. Можна очікувати, що сейсмічні події реєструватимуться в інтервалі окремих фаз Місяця, в яких небесні тіла знаходяться на одній лінії взаємодії, викликаючи максимальні величини збурень земної кори. Важливу роль в вирішенні завдання відіграватимуть експериментальні астрономічні спостереження та геофізичні дослідження в регіоні. Рівнинна частина території області відноситься до великої депресійної геологічної структури — Закарпатського внутрішнього прогину, а гірська розміщена у межах молодой альпійської складчастої системи - Карпат. Геофізичні станції та пункти спостережень розташовані в Закарпатському внутрішньому прогині [4].

Проведено спостереження положення Місяця на небосхилі в 2013 році та проведено порівняльний та кореляційний аналіз цих результатів із результатами просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності (за результатами комплексних геофізичних спостережень у Виноградівському районі с. Тросник,

на режимній геофізичній станції ім. Т.З.Вербицького, Карпатської дослідно-методичної геофізичної партії Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту Геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України). Представлено результати спостережень рухів земної кори на Пункті деформографічних спостережень «Королеве» за весь період спостережень у 2013 році та час реєстрації місцевих землетрусів. Характер рухів в регіоні — це є розширення порід, що змінило минулорічне стиснення. Величина розширення $+10 \times 10^{-7}$. Представлено результати комплексного геодинамічного та сейсмотектонічного аналізу досліджуваного регіону. Також проведено експериментальні спостереження за рухом Місяця на видимому небі у м. Виноградові. Дослідження показали, що 2013 рік є одним із найбільш сейсмоактивних періодів за останні роки. Особливість сейсмотектонічного процесу в регіоні: години спостережуваних процесів корелюють між собою, землетруси відбуваються в період знаходження Місяця над територією, яка вивчається. При таких положеннях небесних тіл на поверхні Землі виникають припливні деформації, які можуть спровокувати місцеву розрядку напружено-деформованого стану порід. Приведена таблиця, в яку внесено сейсмічні події за останні роки: кінець 2012 року та 2013 рік (43 місцевих землетруси від 24.10.2012 року, з них 5 відчутних населенням). Відмічено часові інтервали, на які припадає реєстрація місцевих землетрусів, епіцентральної відстань яких до 150–200 км.

1. *Бронштэн В.А.* Как движется Луна? — М.: Наука, 1990. — 208 с.
2. Вращение и приливные деформации Земли. Материалы юбилейной конференции по проблеме “Изучение Земли как планеты методами астрономии и геофизики”. — Полтава, 9–12 октября 1967 г. — К.: Наукова думка, 1970.
3. *Мельхиор П.* Земные приливы / Под ред. Н.Н.Парийского. М.: Мир, 1968.
4. *Ігнатишин В.В., Малицький Д.В.* Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. 2(15)/2013. Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища. V Міжнародна наукова конференція, 1–4 жовтня 2013, Львів. — С.154–156.

Особливості динаміки супутників планет

Железняк О.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Здійснена класифікація супутників планет Сонячної системи на основі критерію гравітаційної взаємодії. Визначені основні особливості руху супутників з врахуванням їх розмірів та припливних гравітаційних сил. Розібрано умови виникнення резонансів у супутникових системах. Проаналізовано процес взаємодії орбітального і ротаційного руху супутників.

Взаємодія високошвидкісних потоків сонячного вітру з потоком галактичних космічних променів

Клюєва А.¹, Лозицька Н.²

¹Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України

²Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Базуючись на статистичному порівняльному аналізі даних 5 станцій нейтронних моніторів досліджено вплив рекурентних та спорадичних високошвидкісних потоків сонячного вітру на інтенсивність галактичних космічних променів біля орбіти Землі.

В роботі проаналізовано більше 600 Форбуш знижень за 1995–2013 роки та розподілено їх на дві вибірки, залежно від механізму модуляції галактичних космічних променів. Перша вибірка являє собою Форбуш зниження, спричинені високошвидкісними потоками від корональних дір, друга — Форбуш ефекти, які асоціюються з сонячними спалахами та корональними викидами маси.

Для обох вибірок знайдено амплітуду та тривалість Форбуш знижень, час запізнення, зміну радіуса інтенсивної модуляції галактичних космічних променів високошвидкісними потоками обох типів впродовж циклу сонячної активності, визначено коефіцієнти кореляції з основними індексами сонячної та геомагнітної активності.

Моніторинг ґрунтового покриття

Книш І.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Ґрунтовий моніторинг є складовою загального екологічного моніторингу.

Моніторинг ґрунтового покриття — система стійких спостережень, діагностування, прогнозування та вироблення рекомендацій щодо управління станом ґрунтів з метою збереження і відтворення їх родючості.

Метою дослідження є отримання інформації для вироблення управлінських рішень щодо стабілізації і поліпшення якості ґрунтів, екологізації землеробства та досягнення кінцевого результату — розширеного відтворення ґрунтової родючості.

Негативні наслідки антропогенного забруднення ґрунтів проявляються як на регіональному, так і на глобальному рівнях. Тому розроблення програм спостережень за хімічним забрудненням ґрунту є актуальним завданням.

Складання таких програм потребує адекватної оцінки сучасного стану ґрунту та прогнозу його змін. Необхідну інформацію отримують за допомогою системи спостережень, яку здійснюють з метою виконання таких завдань, а саме:

- реєстрація наявного рівня хімічного забруднення ґрунтів; виявлення географічних закономірностей та динаміки тимчасових змін забруднення ґрунтів залежно від їх розміщення та технологічних параметрів джерел забруднення;

- прогнозування змін хімічного складу ґрунтів у майбутньому та оцінювання можливих наслідків забруднення ґрунтів;
- обґрунтування складу та характеру заходів щодо регулювання можливих негативних наслідків забруднення ґрунтів і заходів, спрямованих на докорінне поліпшення забруднених ґрунтів;
- забезпечення зацікавлених організацій інформацією про рівень забруднення ґрунтів.

На підставі спостереження за рівнем забруднення ґрунтів одержують інформацію не тільки про ступінь їх хімічного забруднення, а й з'ясовують тенденції розвитку процесів і прогнозують зміни забруднення під дією різноманітних факторів.

У зв'язку з нерівномірним забрудненням довкілля актуальним є закладення стаціонарних майданчиків екологічних досліджень у межах адміністративних районів.

Здійснення моніторингу ґрунтів дає змогу виявити локальні ділянки забруднення ґрунтів і визначити рівень їх забруднення певними хімічними речовинами, визначити джерела забруднення ґрунту, дослідити міграційні особливості шкідливих речовин у ґрунті та розробити комплекс заходів, спрямованих на поліпшення екологічної ситуації.

Метеори з аномальними висотами появи за телевізійними спостереженнями

Козак П.М., Рожило О.О., Тарануха Ю.Г.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Дана робота описує деякі специфічні результати базисних телевізійних спостережень метеорів, що проводились в Астрономічній обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка протягом кількох десятиліть. Після обробки спостережних даних деяких швидкісних метеорних потоків, таких як Персеїди чи Леоніди було отримано декілька метеорів з аномальними висотами появи, які не можуть бути пояснені в рамках класичної фізичної теорії метеорів. В 1993 році при спостереженнях метеорного потоку Персеїд нами було вперше зареєстровано поточний метеор з висотою появи 136.84 км. При спостереженнях метеорного шторму Леонід у 2002 році було зареєстровано три метеори, що належать потоку, з висотами появи 137.85 ± 4.35 км, 139.57 ± 1.59 км та 151.53 ± 2.79 км. При спостереженнях у вересні 2001 року було зареєстровано спорадичні метеори з висотами появи 134.8 км та 132.2 км. У вересні 2003 року — спорадичний метеор з висотою появи 131.7 км. Аналіз зарубіжних публікацій показує, що метеори з аномальними висотами появи є відносно рідкісним явищем, однак зустрічаються не лише в швидких потоках Леонід чи Персеїд, а й в інших потоках та можуть бути спорадичними метеорами. Так, метеори з аномальними висотами появи, що не належать потоку Леонід можна знайти в [2]. Однак найчастіше аномальні метеори реєструються в потоках Леонід [1, 4, 5] чи Персеїд [6].

Для пояснення нового типу випромінювання на висотах більше 130 км було запропоновано новий підхід [5]. В роботі приводиться якісний аналіз поведінки метеора на аномальних висотах та можлива інтерпретація явища.

1. *Fujiwara Y., Ueda M., Shiba Y., Sugimoto M., Kinoshita M., Shimoda C., Nakamura T.* Meteor luminosity at 160 km altitude from TV observations for bright Leonid meteors. // *Geophysical Research Letters*, 25 (1998), 8, 285–288.
2. *Koten P., Spurný P., Borovicka J., Štork R.* Extreme beginning heights for non-Leonid meteors. Ed.: Barbara Warmbein. ESA SP-495, Noordwijk: ESA Publications Division, (2001), 119-122.
3. *Kozak P., Rozhilo O., Kruchynenko V., Kazantsev A., Taranukha A.* Results of processing of Leonids-2002 meteor storm TV observations in Kyiv. // *Advances in Space Research*, 39 (2007), 4, 619–623.
4. *Spurný P., Betlem H., Leven J.V., Jenniskens P.* Atmospheric behavior and extreme beginning heights of the thirteen brightest photographic Leonid meteors from the ground based expedition to China. // *Meteoritics and Planetary Science*, 35 (2000), 243–249.
5. *Spurný P., Betlem H., Jobse K., Koten P., Leven J.V.* New type of radiation of bright Leonid meteors above 130 km. // *Meteoritics and Planetary Science*, 35 (2000), 1109–1115.
6. *Spurný P., Šrbený L., Borovicka J., Koten P., Vojacek V., Štork R.* Bright Perseid fireball with exceptional beginning height of 170 km observed by different techniques // *A&A* 563, A64 (2014), DOI: 10.1051/0004-6361/201323261.

Неоднорідна космологічна модель близька до FLRW

Коркіна М.П., Єгурнов О.О.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

Відкриття прискореного розширення Всесвіту спричинило перегляд стандартної моделі Всесвіту. Темна енергія, що була введена до стандартної моделі, щоб пояснити прискорене розширення, досі залишається загадкою. Поки що не знайдено жодного кандидата на роль темної енергії та питання її природи залишається відкритим. Можливо, нема необхідності вводити нову форму матерії, а треба переглянути фундаментальні припущення, що лежать в основі стандартної моделі всесвіту. Однорідність — перше припущення, що було застосовано для спрощення рівнянь Ейнштейна. Можливо, неоднорідність може пояснити прискорене розширення всесвіту. Наш всесвіт є неоднорідним на масштабах менших за 100 Мpc. Але він достатньо однорідний на більших масштабах. У зв'язку з цим виникає особливий інтерес до розв'язку Стефані, де густина енергії однорідна, а неоднорідність міститься у тиску. Цей розв'язок вивчався та розглядався у багатьох статтях (достатньо повний огляд можна знайти у Красінського). Цікава особливість розв'язку у його неоднорідності, що міститься у тиску. Також розв'язок Стефані містить розв'язок FLRW як частковий випадок, що робить цей розв'язок цікавим для побудови космологічних моделей.

Були побудовані неоднорідні моделі на основі розв'язку Стефані близькі до FLRW. Для цих моделей було знайдено спостережувальні параметри (параметр Хабла та параметр уповільнення).

Аерокосмічні знімки як один з основних методів дослідження фізичних властивостей ландшафтів

Косарев М.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Аерокосмічні знімки застосовуються у всіх напрямках географічних досліджень, але інтенсивність їх використання і результативність застосування в різних областях вивчення Землі різні. Вони надзвичайно важливі в дослідженнях літосфери, так як показують роздробленість геологічної платформи лінійними тектонічними порушеннями (розломами); в дослідженнях атмосфери, де знімки дали основу метеорологічних прогнозів; завдяки знімкам з космосу відкрита вихрова структура океану.

Основною метою мого дослідження є зміни фізичних властивостей ландшафтів: кількість сонячної енергії, яка поглинається та відбивається поверхнею ландшафту, кількість опадів та інше. Саме ці чинники є одні з основних які характеризують даний ландшафт на аерокосмічних даних, які є основою для дослідження ландшафтів всіх типів.

Вивчення ландшафтів здійснюється шляхом виділення на аерокосмічних знімках ландшафтних одиниць (група ландшафтів, ландшафт, місцевість, урочище, фація), підлягають картографуванню, від загальних до більш конкретизованих. Проаналізувавши спектральні властивості, структуру та текстуру зображення виділяються найбільші природно-територіальні комплекси, які можливо виділити на знімку даного масштабу. У виділених одиницях проводиться розподіл на менші компоненти. Особливу роль відіграє аналіз просторового розміщення і зв'язаність компонентів.

При роботі з аерокосмічними знімками використовуються всі види їх обробки, але найбільш широко розвинене дешифрування знімків, насамперед візуальне, яке тепер підкріплюється можливостями комп'ютерних систем і класифікації об'єктів що досліджується по знімках. Перехід до цифрових методів зйомки, розвиток конвергентної цифровий стереоскопічної зйомки та створення цифрових фотограмметричних комплексів розширили можливості фотограмметричної обробки космічних знімків, що використовуються для дослідження зміни фізичних властивостей ландшафтів.

Подальший розвиток і запровадження нових методик обробки і аналізу аерокосмічних знімків значно поліпшить точність та якість досліджень фізичних властивостей ландшафтів.

Походження і генерація магнітних полів небесних тіл

Криводубський В.Н.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Виятково важливу роль для вивчення космічного магнетизму мало відкриття магнітних полів в сонячних плямах. В 1908 р. американському геліофізику Дж. Хейлу вдалося на основі поздовжнього ефекту Зеємана зареєструвати розщеплення спектральних ліній випромінювання від сонячних плям і тим самим зробити перші визначення величини магнітного поля. Виявилося, що всі плями характеризуються сильними магнітними полями: магнітна індукція в розвинених плямах досягає значень 1500–4000 Гс, а магнітний потік через поверхню типової плями становить близько 10^{21} Мкс. Це було перше виявлення позаземного магнетизму. В 1919 р. сер Лармор висунув ідею про те, що магнітні поля сонячних плям збуджуються внаслідок обертання сонячної високопровідної речовини. В результаті проведених Хейлом на Маунт-Вільсоновській обсерваторії впродовж 1908–1924 рр. магнітних вимірювань було створено базу сучасних знань про магнетизм глобального магнітного поля Сонця і сонячних плям. Виявлені спостережені закономірності магнітної активності Сонця засвідчили, що фізичну основу спостереженої сонячної магнітної циклічності з урахуванням магнітного знаку навколополярних північної і південної компонент глобального поля (з величиною індукції близько кількох Гаус), а також біполярних груп плям у північній і південній півсферах становить 22 роки (т.з. 22-річний магнітний цикл Хейла).

Згодом було виявлено наявність магнетизму в зорях, міжзоряному середовищі, в галактиках і в міжгалактичному просторі. Виникла проблема походження і генерація магнітних полів небесних тіл. Лебединський (1946), Ельзассер (1946, 1956), Френзель (1945), Бетчелер (1950), Бірман (1951) залучивши до розгляду турбулентні рухи і диференційне обертання небесних тіл заклали основи механізму турбулентного динамо походження магнетизму небесних тіл.

Новий крок в цьому напрямі зробив Паркер (1955) який установив, що під дією коріолісової сили у турбулізованій конвекції в підфотосферних шарах буде відсутня аксіальна симетрія - конвекція стає циклонічною. Паркер запропонував об'єднати ефект неаксіально-симетричного підняття магнітних петель за рахунок циклонічної турбулентності з процедурою усереднення (за азимутальним кутом відносно осі обертання) в рівняннях індукції для полярної і торіодальної компонент магнітного поля небесних тіл. Фізична концепція Паркера отримала математичне обґрунтування у роботах радянського геофізика Брагинського (1964), який розглядав модель повільної великомасштабної конвекції (ламінарне динамо), та німецьких дослідників Штеенбека, Краузе і Редлера (1966, 1967), які досліджували електродинамічну дію маломасштабної спіральної турбулентності. Вивчення електромагнітних властивостей турбулентної плазми привели до створення магнітогідродинаміки для

усереднених (великомасштабних) статистичних параметрів поля, яка втрачає силу на відстанях порядку і менше кореляційної довжини, так званої магнітогідродинаміки усереднених полів (інша назва — макроскопічна магнітогідродинаміка).

Разом з тим здійснювалися дослідження космічного магнетизму в інших напрямках. Насамперед, це гіпотеза осцилюючого первісного (реліктового) магнітного поля Сонця (Піддінгтон, 1969; Лейзер, Рознер і Дойл, 1979). Заслужують також уваги «батареїні ефекти» Шлютера і Бірмана (1950) і модифікований «батареїний ефект» внаслідок неоднорідності хімічного складу речовини магнітних пекулярних зір (Долгинов, 1976). Окремий напрямок представляє «напів-динамо»-процес: генерація первісного магнітного поля певним допоміжним механізмом, наприклад, батареїним ефектом, з наступним підсиленням поля магнітогідродинамічними процесами без позитивного зворотного зв'язку (Дробшевський, 1976). Перспективність процесів напів-динамо стала очевидною після вивчення процесів топологічної накачки магнітного поля (Дробишевський і Юфенрев 1977). Звертаємо також увагу на механізм формування магнітного поля плям внаслідок підсилення слабого загального магнітного поля Сонця при підйомі конвективного елементу (Романчик, 1963).

Однак, найчастіше для пояснення спостережених особливостей поведінки магнітних полів Сонця залучаються динамо-теорії. У зв'язку з цим ми впродовж останніх десятиліть зосередили увагу на дослідженні можливостей моделей нелінійного турбулентного динамо з урахуванням останніх досягнень геліосейсмологічних експериментів щодо глибинного внутрішнього диференційного обертання Сонця (Криводубський, 1998, 2001, 2006, 2008, 2011, 2012). В цій доповіді подано наступні результати наших досліджень. Розроблено механізм турбулентної перебудови усередненого магнітного поля в сонячній конвективній зоні (СКЗ) в результаті взаємодії магнітної плавучості і двох ефектів “негативної магнітної плавучості”, який надає можливість пояснити спостережену картину розподілу магнетизму по поверхні Сонця, зокрема, явище спливання магнітних полів в смузі сонячних плям. Проведено аналіз тензорної структури α -ефекту сонячного динамо. Враховано внески в α -ефект, зумовлені радіальними градієнтами густини плазми і швидкості турбулентних пульсацій. Виявлено шар негативного α -ефекту поблизу дна СКЗ. Отримано радіальний профіль квенчінг-функції, яка описує магнітне пригнічення спіральної турбулентності в СКЗ. Визначено період сонячного динамо-циклу (близько семи років), що за порядком величини узгоджується зі спостереженою середньою тривалістю циклів плям. Установлено, що $\alpha\Omega$ -процес в глибинних шарах приводить до збудження двох типів змішаної парності (симетрії) динамо-гармонік глобального поля, в яких лідируючу роль відіграють відповідно диполь (приєкваторіальний домен), і квадруполь (біляполярний домен). Це надає можливість пояснити феномен магнітного “монополя”, який спостерігається при переполюсовках полярного магнетизму. Виведено формулу для оцінки тороїдального поля в надрах Сонця. Знайдено, що визначене із геліосейсмічних вимірювань радіальне диференційне обертання здатне згене-

рувати біля сонячного ядра сильне тороїдальне магнітне поле ($B_{\varphi}^{\circ} \approx 10^7$ Гс).

В останні роки для розширення можливостей класичної $\alpha\Omega$ -динамо моделі пояснення спостережуваних закономірностей та аномалій сонячної магнітної циклічності, яка базується на двохмасштабному підході до всіх фізичних параметрів і рівнянь Максвелла, ми включили до розгляду нелінійні ефекти негативної магнітних плавучості в ротаційному неоднорідному турбулентному середовищі (ефект Кічатинова–Піпіна), негативної турбулентної в'язкості (маломасштабний α^2 -ефект Крайчнана, 1976), магнітного пригнічення глобального α -ефекту (ефект Рюдигера–Кічатинова), а також новітні геліосейсмологічні визначення внутрішнього обертання Сонця (дані наукової групи Косовічева та ін.). Самі ці останні результати наших досліджень також будуть представлені в нашій доповіді.

Поляризация молекулярных полос в кометах

Кулиш Н.В., Миронова А.М.

Национальный авиационный университет, Киев

Кометы — реликтовые, то есть практически не проэволюционировавшие тела Солнечной системы, изучение которых позволяет получить информацию о свойствах вещества в эпоху формирования протопланетного облака. Ядра комет в основном состоят из замерзших льдов и минеральной компоненты. Когда комета приближается к Солнцу, у кометы развиваются кома (атмосфера) и хвосты, которые состоят из газовых молекул и пылевых частиц.

Поляриметрия является очень эффективным методом изучения физических характеристик рассеивателей (пылинок, молекул, атомов, ионов) и механизмов возникновения поляризованного излучения. В настоящее время рассматриваются два механизма рассеянного поляризованного излучения в кометах. Механизм свечения кометных молекул был расшифрован еще К.Шварцшильдом и Е.Кроном, которые пришли к заключению, что молекулы кометных атмосфер резонансно переизлучают солнечный свет. Механизм резонансной флуоресценции обуславливает поляризованное излучение кометных молекул [1]. Другой механизм возникновения поляризации — рассеяние на пылевых частицах. Так как спектры комет являются суперпозицией излучения рассеянного на пылинках (континуум) и излучения молекул (эмиссионные линии и полосы), то разделить эти два вида поляризованного излучения сложно. Вместе с тем известно, что на больших фазовых углах поляризация в эмиссионных линиях ($\sim 8\%$) в ~ 3 раза меньше поляризации континуума ($\sim 24\%$) [2]. Для комет с незначительным содержанием пыли из-за присутствия многочисленных неотожествленных эмиссий в спектрах очень трудно выделить области чистого континуума, даже если используются узкополосные фильтры [3]. Поэтому результаты поляризационных наблюдений непрерывного спектры бывают ошибочными из-за деполяризующего влияния молекулярных полос. С другой стороны очень трудно выделить «чистую» поляризацию молекул, так как их излучение накладывается на непрерывный спектр. Поэтому, необходимо проводить наблюдения таким образом, чтобы можно было разделить поляризацию

континуума от поляризации излучения газовых молекул. К сожалению работ по поляриметрии молекулярного излучения очень мало [4–7], большинство работ посвящено изучению поляризации излучения рассеянного на пылевых частицах комет. Поэтому стоит привлечь внимание исследователей к отмеченной выше проблеме. Более того, поляриметрия молекулярных эмиссий может быть очень полезна и для уточнения механизма резонансной флуоресценции некоторых молекул, например OH [5, 6] и определения величины магнитного поля в кометах [8].

1. *Öhman, Y.* (1941) Measurements of polarization in the spectra of comet Cunningham (1940 C) and comet Paraskevopoulos (1941C), Stockholms Observatoriums Annaler, 13, 1–20.
2. *Kiselev N., Rosenbush V.* (2004) Polarimetry of comets: progress and problems. In: Photopolarimetry in remote sensing (Videen, G., Yatskiv, Ya., Mishchenko, M., Eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 411–430.
3. *Arpigny C.* (1995) Spectra of comets: ultraviolet and optical regions, ASP Conf. Ser., 81, 362–382.
4. *Le Borgne J.F., Crovisier J.* (1987). Polarization of molecular fluorescence bands in comets: recent observations and interpretation. In: Proc. of the International Symposium on the Diversity and Similarity of Comets. ESA-278, 171–175.
5. *Le Borgne J.F., Leroy J.L., Arnaud, J.* (1987a) Polarimetry of visible and near-UV molecular bands: comet P/Halley and Hartley-Good, Astron. Astrophys., 173, 180–182.
6. *Le Borgne J.F., Leroy J.L., Arnaud, J.* (1987b) Polarimetry of comet P/Halley: continuum versus molecular bands, Astron. Astrophys., 187, 526–530.
7. *Joshi U.C., Sen A.K., Deshpande M.R., Chauhan J.S.* (1992) Photopolarimetric studies of Comet Austin, J. Astrophys. Astron., 13, no. 3, 267–277.
8. *Varshalovich D.A., Chorny G.F.* (1980) Determination of magnetic field direction in a comet's head. Icarus, 43, 385–390.

Дослідження рівнянь Ейнштейна у випадку статичної циліндричної симетрії із діагональним тензором енергії-імпульсу

Леонов А.Б.

Дніпропетровський національний університет, кафедра теоретичної фізики

Ми розглядаємо рівняння Ейнштейна у статичному випадку циліндричної симетрії із діагональним тензором енергії-імпульсу з взаємопропорційними компонентами. Такій формі тензору енергії-імпульсу задовольняє випадок із статичним електричним полем, випадок безмасового скалярного поля, ідеальна рідина та випадок космологічної сталої. Відповідно, з'являється можливість вивчати всі ці випадки одночасно у формі одного розв'язка.

$$T^{\mu}_{\nu} = \begin{pmatrix} lp(\rho) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -p(\rho) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -mp(\rho) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -np(\rho) \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Тут $p(\rho)$ — тиск, ρ — радіальна координата. Сталі l , m та n конкретизують тензор енергії-імпульсу, наприклад,

	l	m	n
Статичне електричне поле	-1	-1	-1
Безмасове скалярне поле	1	1	1
Ідеальна рідина	α	1	1
Космологічна стала	-1	1	1

Систему рівняння Ейнштейна можна звести до системи трьох звичайних однорідних диференціальних рівнянь першого порядку

$$\Omega' = -\Omega\Psi + \frac{1}{2}(l+m+n+1)(\Phi\Psi - \Omega^2)$$

$$\Phi' = -\Omega^2 + m(\Phi\Psi - \Omega^2)$$

$$\Psi' = -\Psi^2 + (n+1)(\Phi\Psi - \Omega^2),$$

де Ω , Φ і Ψ пов'язані з символами Крістоффеля.

Нам вдалося проінтегрувати цю систему і виразити розв'язки в інтегральній формі. В залежності від значень сталих l , m і n інтегрування системи можна провести двома різними способами.

Також ми проводимо якісний аналіз даної системи рівнянь і будуємо її фазові портрети. За допомогою фазових портретів можна вказати які з розв'язків системи, в залежності від початкових даних, є фізичними.

Дистанційне зондування ґрунтів

Лесь С.В.

Національний авіаційний університет, Київ

За останні кілька десятиліть поверхня Землі стала свідком значних змін у землекористуванні. Засоби моніторингу забезпечують підтримання сталого екологічного стану, поліпшення збереження ґрунтів та управління водними ресурсами. Оскільки відбір проб ґрунтів для лабораторних досліджень є досить тривалий та затратний процес, за останні три десятиліття дистанційне зондування землі набуває все більшої популярності. Існують різні методики для оцінки параметрів ґрунтів, засновані на різних датчиках та методах (пасивних і активних) дистанційного зондування. Для пасивного дистанційного зондування існують такі основні типи датчиків:

1. Оптичний дистанційного зондування з обмеженим числом смуг (наприклад, SPOT, ASTER, Landsat та ін.). Зокрема, адаптований для опису рослинного покриву.

2. Оптичний дистанційного зондування на основі гіперспектральних датчиків. Адаптований для опису текстури ґрунтів.

3. Оптичні дистанційного зондування в інфрачервоному діапазоні. Адаптовані для оцінки температури ґрунтів.

4. Мікрохвильового дистанційного зондування. Адаптований до визначення вологості ґрунтів та оцінки рослинності.

Активне дистанційне зондування використовують для визначення характе-

ристики різних параметрів ґрунтів: вологи, текстури та нерівностей. Активне дистанційне зондування ґрунтів ґрунтується на двох типах датчиків: радіолокатора з синтезованою апертурою з високим просторовим розрізненням (адаптованого до місцевих і регіональних досліджень) та датчика рефлектометра (адаптованих до глобальних оцінок параметрів ґрунту). Для оцінки параметрів ґрунтів, як правило, використовуються три типи методологій: емпіричні моделі, засновані тільки на супутникових та наземних базах даних, напівемпіричні моделі, засновані на поєднанні фізичного моделювання та реальних даних, і фізичні моделі, засновані тільки на описі фізики радіаційного трансферу для аналізу взаємодії між сигналами дистанційного зондування та параметрами ґрунтів.

Спектральные переменности линии H_{α} в атмосфере звезд HD198478 и HD225094

Магерамов Я.М.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

Спектральные наблюдения сверхгигантов HD198478 в 2010 г. и HD225094 в 2013 г. проводились в спектральном диапазоне $\lambda\lambda 470-670$ нм с помощью эшелле-спектрометра, установленного в кассегреновском фокусе 2-м телескопа Шамахинской астрофизической обсерватории им. Н.Туси НАН Азербайджана. Использовалась ПЗС-матрица 530×580 пкл, спектральное разрешение составляло $R = 15\,000$. Отношение сигнала к шуму равнялось $S/N = 200$. Обработка эшелле-спектров проводилась по стандартной методике с помощью пакета программ DECH20 и DECH20t.

Более интересные спектры получены 2–4 июля 2010 г. и 23–25 ноября 2013 г. (рис. 1). В этих спектрах отсутствует только линия H_{α} , и на этой длине волны (656.2816 нм) кроме слабых атмосферных линий и шумов, никакие спектральные детали не наблюдаются.

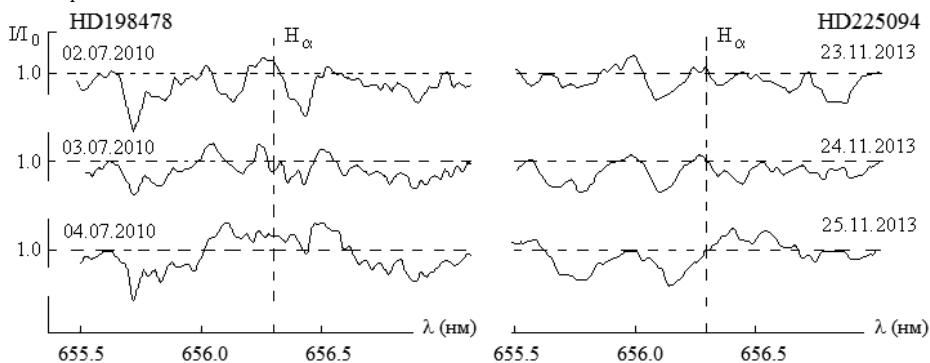


Рис. 1. Профили линии H_{α} звезд HD198478 и HD225094 в разные даты

Наблюдения линии H_{α} показали, что 2–4 июля 2010 г. и 23–25 ноября 2013 г. профиль этой линии исчезает. Интересно, что в этих же спектрах, кроме H_{α} , наблюдаются все остальные линии, в том числе и H_{β} которые явля-

ються характерними для горячих сверхгигантов типа HD198478 и HD225094.

Обнаруженные нами наблюдательные факты дают возможность предположить, что нестационарность атмосферы звезды HD198478 и HD225094 частично может быть связана с несферичностью звездного ветра. Предполагается, что при движении вещества звездного ветра в направлении от наблюдателя поглощающий компонент линии H_{α} смещается в красную сторону. В то время центральные частоты эмиссионной и поглощающей компонент могут совпасть, и они могут компенсировать друг друга, что в результате может привести к исчезновению профиля линии H_{α} .

Все это реально указывает на сильную переменность, происходящую в атмосфере звезд HD198478 и HD225094.

Интересно, что обе звезды принадлежат к одинаковому спектральному классу В3Ia, находятся на одинаковом интервале температур ($17\,000 \pm 1\,000$) К и имеют приблизительно одинаковую светимость.

Для определения повторяемости и периодичности подобных изменений, происходящих в атмосфере HD198478 и HD225094 с целью определения характера блеска звезды при этом, в ШАО проводятся последовательные синхронные наблюдения (спектральные и фотометрические) этих звезд.

Проблеми навчання астрономії в загальноосвітніх школах

Марисик Я.В.², Мозгова А.М.²

¹Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Дана робота орієнтована на спробу підняти питання про покращення взаємодії загальноосвітніх шкіл і наукових установ та науковців з метою заохочення учнів до вивчення астрономії.

Досліджено стан навчання астрономії в українських загальноосвітніх школах. Джерелом даних, що аналізувалися, стали результати опитування студентів 4-го та 5-го курсів Фізико-математичного інституту НПУ імені М.П.Драгоманова, які проходили педагогічну практику в загальноосвітніх школах Києва та Київської області. До уваги не взято спеціалізовані школи та ліцеї. Виявлено основні проблеми:

- не достатня кількість годин для вивчення предмету «Астрономія» (згідно навчальної програми, що відповідає Державному стандарту загальної середньої освіти, затвердженого Міністерством освіти і науки України, для загальноосвітніх навчальних закладів предмету «Астрономія» в 11-х класах рівня стандарту та академічного рівня відводиться 17 год, 0,5 год на тиждень, 1 год — резервний час);
- застарілий дидактичний матеріал (карти, глобуси, література тощо), частіше повна їхня відсутність;
- виявлено незацікавленість учнів у вивченні астрономії, що можна пов'язати з наведеними вище проблемами, які не дають можливості учням мати повне уявлення про астрономію як навчальний предмет зокрема та науку загалом.

У результаті комплексної дії перерахованих негативних моментів у шкільному курсі астрономії маємо у подальшому малий потік абітурієнтів у вищі навчальні заклади на спеціальності, пов'язані з астрономією. Ще менше стає тих, хто прагне стати науковим діячем у галузі астрономії. Все це належить до факторів, що негативним чином впливають на розвиток астрономії як науки в Україні.

Необхідно організувати додаткове сприяння вивченню астрономії у загальноосвітніх школах. З боку наукових установ (обсерваторій, планетаріїв, кафедр астрономії вищих навчальних закладів) це можуть бути екскурсії, лекції, конференції, методичне забезпечення. При цьому активна пропозиція має йти від самих установ як профорієнтаційна робота з метою сприяти зацікавленості та ініціативності учнів до даної науки. В свою чергу науковці можуть допомагати організовувати та проводити безпосередньо в школах семінари, лекції, гуртки тощо з метою підготовки майбутніх кваліфікованих спеціалістів в галузі астрономії. Важливим моментом є організація розгляду питання про перерозподіл кількості навчальних годин для вивчення астрономії. Все це можливо зробити лише спільними зусиллями, проявивши власну небайдужість до майбутнього нашої спільної сфери діяльності — астрономії.

Довготривала змінність зір типу Міри Кита

Марсакова В.І.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Зорі типу Міри Кита є результатом еволюції зір з масою в основному 1–2 маси Сонця, які знаходяться на асимптотичній гілці гігантів (AGB), маючи вироджене C/O ядро та два шарових джерела енергії (шари горіння гелію та водню) в оболонці, що його оточує. Детальної моделі пульсацій цих зір не існує, але є припущення, що за підтримання пульсації відповідає саме шар іонізованого водню.

Оптична змінність цих зір характеризується нестабільністю періодів, амплітуд та інших характеристик кривих блиску і класифікація цих об'єктів є складною та неоднозначною. До класу змінних типу Міри Кита тісно прилягають напівправильні змінні, що у деяких випадках відрізняються від них лише меншою амплітудою.

В процесі нашої роботи проаналізовано довготривалі зміни параметрів кривих блиску (таких як період, амплітуда, середній блиск, параметри горбів на висхідній гілці), в деяких випадках вдається пов'язати їх з модельними уявленнями про процеси, що відбуваються в AGB-зорях. Виділені основні типи змін періодів.

Запропоновано деякі критерії класифікації зір типу Міри, засновані на характеристиках довготривалих змін кривих блиску.

Динамічна геоінформаційна модель фенологічного розвитку лісових рослинних угруповань Західного Полісся та Українських Карпат

Матвієнко О.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Фенологічні спостереження рослинності є джерелом важливої інформації при визначенні поточних глобальних змін клімату та земної поверхні. За останні роки розроблено цілий ряд методів для визначення особливостей фенологічного розвитку рослинності, які базуються на використанні нормалізованого різницевого вегетаційного індексу (NDVI), обчисленого на основі супутникових знімків низької просторової розрізненості, таких як NOAA/AVHRR, EOS/MODIS та ін. Залучення таких даних надає можливість визначення широкомасштабних змін на рівні екосистем. Разом з цим, застосування геоінформаційних технологій дозволить дослідити динаміку виявлених змін.

В даній роботі представлено динамічну геоінформаційну модель лісових рослинних угруповань Західного Полісся та Українських Карпат на основі даних NDVI, отриманих з 16-денного композитного продукту MODIS (MOD13) 250-метрової просторової розрізненості. Для визначення та відбору лісових типів земного покриву було використано щорічні дані продукту MODIS Cover Type (MOD12) просторової розрізненості — 500 м [1]. Досліджено зміни вибраних лісових рослинних угруповань, що відбувалися протягом вегетаційного періоду з 2009 по 2013 р. Проаналізовано динаміку змін широколистяних та мішаних лісів за роками, визначено особливості їхнього фенологічного розвитку.

Перспективою використання результатів дослідження є можливість визначення кількісної оцінки сезонних явищ в рослинному світі. Крім того результати даної роботи можуть бути використані при дослідженнях амплітудних коливань та динаміки кругообігу діоксиду вуглецю (CO_2) між землею та атмосферою, який є вагомим показником для характеристики змін кліматичних умов, зокрема такого явища як “глобальне потепління”.

1. MODIS Web [Electronic recourse] // National Aeronautics and Space Administration. — <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/>

Долгопериодичность в реальном лунно-солнечном цикле

Михальчук В.В.

Астрономическая обсерватория Одесского национального университета,
Одесская национальная морская академия, Украина

Лунно-солнечный цикл продолжительностью 19 лет (метонов цикл), устанавливает взаимосвязь между возрастом Луны B и датой календарного года (D — день, M — месяц, Y — год) в виде формулы $B = L + M + K + D$, где L — лунное число, постоянное для данного года Y ; K — дополнительная поправка за месяц M к возрасту Луны [1]. Лунное число для двух видов 19-летнего метонова цикла (простого и усредненного) определяется по универсальной

формуле [2] со сплошной нумерацией годов:

$$L = 30 \left\{ \frac{(1 + \mu)(Y - Y_0)}{30} \right\},$$

где фигурные скобки означают дробную часть заключенного внутри них выражения, μ — вековая поправка для лунного числа, $Y_0 = 1998$ — первый год основного метонического цикла.

Однако 19-летний метонический цикл имеет недостатки, ограничивающие точность вычисления возраста Луны на большом интервале времени. Установлен долгопериодический лунно-солнечный цикл (реальный или тропический), состоящий из целого числа 19-летних циклов. Получено значение вековой поправки к лунному числу, позволяющее повысить точность вычисления возраста Луны и лунного числа при помощи универсальной формулы во всех видах лунно-солнечного цикла (как 19-летних, так и долгопериодического).

1. *Михальчук В.В.* Уточнение возраста Луны в лунно-солнечном цикле // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — **6**. — С.69–72.
2. *Михальчук В.В.* Различные виды лунно-солнечного цикла и их применение для вычисления возраста Луны // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — **8**. — С.104–107.

Безимпульсные перелёты космических аппаратов

Модулина Д.Г.

ФГБОУ ВПО ЯГПУ им. К.Д. Ушинского

Теоретические и практические работы в области развития космического транспорта относятся к одному из самых перспективных направлений научных исследований в мире XXI века. Особый интерес представляют космические полёты с минимальным расходом энергии. Рассмотрим безимпульсные перелёты с далёких орбит на околоземные орбиты (на орбиты сближения с Землёй, или с каким-либо космическим объектом). Определим необходимые и достаточные условия для подобных перелетов КА в гравитационных полях небесных тел.

«Квазизамороженные» орбиты [1, 2]. Кинематические уравнения движения запишем в виде

$$x_j = r_j (\cos(v_j + \omega_j) \cos \Omega_j - \sin(v_j + \omega_j) \sin \Omega_j \cos i_j), \quad (1)$$

$$y_j = r_j (\cos(v_j + \omega_j) \sin \Omega_j + \sin(v_j + \omega_j) \cos \Omega_j \cos i_j), \quad (2)$$

$$z_j = r_j \sin(v_j + \omega_j) \sin i_j, \quad (j = 1, 2), \quad (3)$$

$$r_{12}^2 = (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)^2 = \min. \quad (4)$$

При этом потребуем выполнения условий:

$$\frac{\partial r_{12}^2}{\partial v_1} = 0, \quad \frac{\partial r_{12}^2}{\partial v_2} = 0, \quad \frac{\partial r_{12}^2}{\partial \omega_1} = 0, \quad \frac{\partial r_{12}^2}{\partial \omega_2} = 0, \quad (5)$$

Для решения системы уравнений (1)–(5) используем пакет Maple 15. С учетом движения перицентров, удастся найти «столкновительные» траектории небесных тел.

Перелеты в околоземном пространстве. Найдём условия безимпульсного перелета к Луне космического аппарата (КА), который в начальный момент времени находился от Луны на расстоянии, равном, приближенно, удвоенному значению большой полуоси ее геоцентрической орбиты; r_{EM} — расстояние между центрами масс Земли и Луны.

В рамках плоской ограниченной круговой задачи трех тел «Земля – Луна – космический аппарат» дифференциальное уравнение движения КА во вращающейся с угловой скоростью Ω (скорость обращения Луны вокруг Земли) системе координат, имеет вид

$$\frac{d^2 \vec{r}_A}{dt^2} = Gm_E \frac{\vec{r}_A - \vec{r}_E}{|\vec{r}_A - \vec{r}_E|^3} + Gm_M \frac{\vec{r}_A - \vec{r}_M}{|\vec{r}_A - \vec{r}_M|^3} - 2 \left[\frac{d \vec{r}_A}{dt}, \vec{\Omega} \right] - \Omega^2 \vec{r}_A = 0. \quad (6)$$

Все тела с массами $m_A \approx 0$, $m_E = 1$ и $m_M = \frac{1}{81.3}$ взаимодействуют по закону всемирного тяготения. Примем, $r_{EM} = 1$, $G = 1$ — гравитационная постоянная.

Здесь, $\vec{r}_A$ — радиус-вектор, определяющий положение КА относительно центра масс системы «Земля – Луна»; $\vec{r}_E$ и $\vec{r}_M$ — радиус-векторы, определяющие положения основных тел с массами m_E (Земли) и m_M (Луны) относительно центра масс системы (7), соответственно.

$$\vec{r}_E = -\frac{m_M}{m_E + m_M} \vec{r}_{EM}, \quad \vec{r}_M = \frac{m_E}{m_E + m_M} \vec{r}_{EM}, \quad (7)$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{G(m_E + m_M)}{r_{EM}^3}}. \quad (8)$$

Уравнение (6) имеет первый интеграл движения — аналог интеграла Якоби

$$\frac{1}{2} \left(\frac{d \vec{r}_A}{dt} \right)^2 - \frac{Gm_E}{|\vec{r}_A - \vec{r}_E|} - \frac{Gm_M}{|\vec{r}_A - \vec{r}_M|} - \frac{1}{2} \Omega^2 r_A^2 = \text{const}. \quad (9)$$

При начальных значениях координат и проекций скорости КА, во вращающейся системе координат: $x_{A0} = 1 + 0.08$, $y_{A0} = 0$, $v_{Ax0} = 0$, $v_{Ay0} = 0$; минимальное расстояние от Луны до космического аппарата составит $r_{AM} \approx 0.01113$ единиц длины, при времени перелета $t \approx 49.492$ единиц времени.

Преимуществом представленных моделей перелета космических аппаратов является нулевой расход топлива, причем начальные и конечные расстояния между КА и «целью» отличаются на несколько порядков и даже на десятки порядков. Кроме того, первая модель представляет интерес для выявления опасных космических объектов.

1. Чеккарони М., Бискани Ф., Биггс Дж. Аналитический метод для возмущенной «замороженной» орбиты вокруг астероида с сильно неоднородным гравитационным полем: первое приближение // *Астрономический вестник РАН.* — 2014. — Т.48, № 1. — С.35–49.
2. Перов Н.И., Колесников Д.В. Метод определения экстремальных расстояний между небесными телами / *Космонавтика и культура нации: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 50-летию полёта в космос первой женщины-космонавта В.В.Терешковой, Ярославль 15 июня 2013 г.* — Ярославль: Изд-во ИНДИГО. — С.56–60.

Эволюция орбит комет с переменной массой

Модулина Д.Г.¹, Тихомирова Е.Н.²

¹ФГБОУ ВПО ЯГПУ им. К.Д. Ушинского,

²МАУ г. Ярославля «КПЦ имени В.В.Терешковой»

Рассмотрим движение точки переменной массы при изотропном законе излучения в ньютоновском поле тяготения n неподвижных концентрических колец.

Допустим, что уравнение движения точки имеет вид [1].

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{dz}{dt} \cdot \frac{1}{m} \frac{dm}{dt} - \sum_{i=1}^n \frac{m_i \cdot z(t)}{(R_i^2 + z(t)^2)^{3/2}} = 0. \quad (1)$$

Примем, что ее масса изменяется по закону

$$m(t) = m_0 \cdot (1 - \alpha \cdot t). \quad (2)$$

При численном интегрировании (1) (метод Рунге–Кутты 4-го порядка) получим зависимости координаты $z = z(t)$ кометы с возрастающей и убывающей массой (рис. 1 и рис. 2), соответственно, при аппроксимации полей тяготения Солнца и Юпитера гауссовыми кольцами. (Время измеряется в годах, расстояние — в астрономических единицах, масса — в массах Солнца).

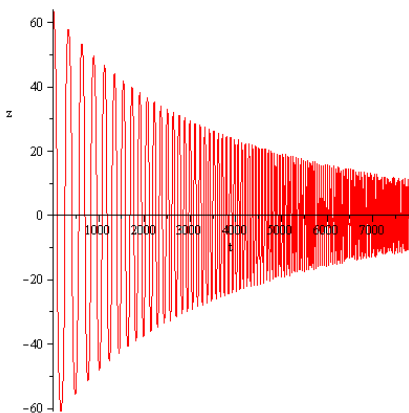


Рис. 1. $\alpha < 0$

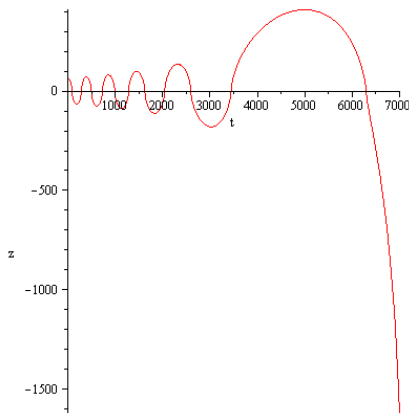


Рис. 2. $\alpha > 0$

Значение $|\alpha| = 0.000140126$, получено при использовании соответствующих параметров кометы Галлея. При поглощении кометой материи, она асимптотически приближается к центру Солнечной системы, в данной модели (рис. 1).

При потере кометой материи она выбрасывается из Солнечной системы в данной модели (рис. 2).

1. Modulina D.G., Tikhomirova E.N. On the models of cometary's orbits evolution // Abstr. of the 44th Lunar and Planetary Science Conference (The Woodlands, Texas, March 18–22, 2013). — Texas: LPI, 2013. — P.1103.

Мінімум Маундера сонячної активності та сейсмічність зони контакту Східноєвропейської і Західноєвропейської платформ на заході України

Назаревич Л.Є.¹, Назаревич А.В.²

¹Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,
Відділ сейсмічності Карпатського регіону, м. Львів

²Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Львів

Багатьма дослідниками проводився порівняльний аналіз сейсмічності і сонячної активності (СА) у різних сейсмогенних зонах. Нами також раніше (див. [1, 2]) було проведено ретроспективний кореляційний аналіз варіацій сейсмічної активності у Карпатському регіоні України та СА (числа Вольфа) і простежено зв'язок місцевої сейсмічності з варіаціями СА стосовно 11-річних сонячних циклів. Встановлено, що цей зв'язок існує і найбільш значимо проявляється у фазах мінімуму та максимуму 11-річного циклу СА. Проведений за методикою А.Гусєва ретроспективний аналіз ефективності прогнозування сильних землетрусів за 4-ма фазами 11-річного циклу СА показав статистичну значимість такого прогнозу, де величина ефективності для фаз максимуму склала 1,93, а для фаз мінімуму — 1,12. Цей ефект може бути додатковим ймовірнісним критерієм для прогнозування сильних місцевих землетрусів. Отже, активність Сонця особливим чином впливає на геодинамічну активність земної кори регіонів, що може привести до сейсмічних збурень. Зараз узагалі чеськими ученими (П.Календа та ін.) висунуто і обґрунтовано гіпотезу [3] про те, що саме впливи Сонця, зокрема, за рахунок механізму проникнення глибоко в тектоносферу сезонних та довгоперіодних (сотні тисяч років) термодинамічних хвиль (з періодами так званих циклів Міланковіча), пов'язаних з циклічною зміною орбітальних параметрів Землі і відповідною зміною впливу Сонця як через енергію електромагнітного випромінювання у різних ділянках спектру, так і через закачування енергії за рахунок припливних та інших ефектів (у тому числі припливного тертя) спричиняють сучасну геотермічну і геодинамічну активність тектоносфери Землі, рух літосферних плит.

У зв'язку з викладеним, актуальним є подальший кореляційний аналіз СА і світової сейсмічності у різних аспектах, це ж стосується і Карпатського регіону. В цьому руслі нами проаналізовано сейсмічність південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи в межах Львівської області в період мінімуму Маундера СА (1645–1715 pp.), оскільки за цей період спостерігалось усього біля 50 сонячних плям замість звичайних 40–50 тисяч. За цей час історичними літописами тут зафіксовано ряд відчутних землетрусів у зоні контакту Східноєвропейської і Західноєвропейської платформ (див. рис.1). Період мінімуму Маундера характеризується різким похолоданням на Землі, під час нього спостерігалось падіння інтенсивності полярних сяїв і швидкості обертання Сонця. Ми виходили з того, що Сонце через теплові і електромагнітні поля певним чином впливає на геодинаміку земної кори, тому зміна параметрів цих впливів могла б спричинити зміни сейсмічного режиму тери-

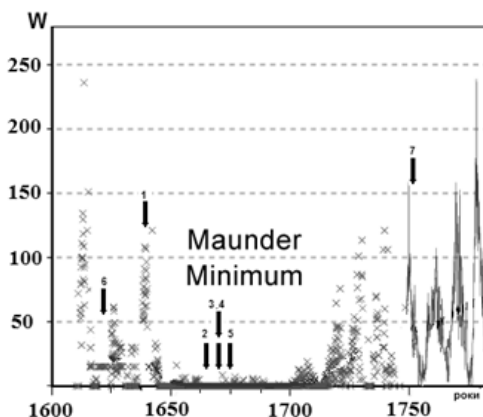


Рис. 1. Сонячна активність (числа Вольфа) за період 1600–1750 рр. і сейсмічність досліджуваної території (землетруси позначено стрілками). Тут землетруси: 1 — 1638 р. (Львів), $I=4-5$; 2 — 1665 р. (Дубно), $I=4-5$; 3 — 1670 р. (Шкло), $I=6$; 4 — 1670 р. (Львів), $I=5-6$; 5 — 1675 р. (Львів), $I=3-4$; 6 — 1619 р. (Львів), $I=3$; 7 — 1754 р. (Львів), $I=5-6$.

торій.

Аналіз сейсмічності досліджуваної території показав, що у мінімумі Маундера відбулися 5 досить сильних землетрусів з інтенсивністю $I=4-6$ балів, 4 з яких відбулися у глибокому мінімумі циклу, землетрус 1638 р. (початок мінімуму Маундера) відбувся при значній кількості сонячних плям ($W \approx 115$, див. рис.1). Подібно, як і стосовно дослідженого раніше [1, 2] зв'язку землетрусів з 11-річними циклами СА у цілому Карпатському регіоні за період 1850–2010 рр, тут підчас максимумів СА уже поза часовим інтервалом мінімуму Маундера відбулися відчутні землетруси з I до 6 балів (у 1619 р. і 1754 р.).

Таким чином підтвердився висновок про те, що найбільш значимо зв'язок сейсмічності з варіаціями сонячної активності проявляється у фазах мінімуму і максимуму СА як для території цілого Карпатського регіону, так і для зони контакту Східноєвропейської і Західноєвропейської платформ, і це стосується як 11-річних циклів (у період 1850–2010 рр., коли було значно більше сейсмічних даних), так і більш довготривалих циклів у попередні століття (зокрема, мінімуму Маундера у 1645–1715 рр., коли історичних даних про місцеві землетруси дуже мало).

1. Назаревич Л.Є., Кендзера О.В., Назаревич А.В. Зв'язок землетрусів Карпатського регіону України та прилеглих територій із сонячною активністю // Геоінформатика. — 2011. — № 2. — С.61–67.
2. Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Некоторые особенности сейсмичности в Карпатском регионе Украины в 23 цикле солнечной активности // Abstract 13TH Ukrainian conference of space research, (September, 2–6, 2013), Євпаторія (Крим). — Євпаторія, 2013. — С.67.

3. Kalenda P., Wandrol I., Procházka V., Neumann L. Exogenous mechanism of global tectonics // "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects", 12–15 May 2014, Kyiv, Ukraine. CD, 22039.

Глобальне картування якісного стану рослинності на основі супутникових інформаційних продуктів NOAA/AVHRR

Пестова І.О.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Київ

Сьогодні за допомогою сучасних технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) здійснюється глобальне картування в масштабах цілої планети. Ряд сенсорів низької та середньої просторової роздільної здатності: NOAA/AVHRR, EOS/MODIS, Envisat/MERIS, SPOT4-5, Sentinel забезпечує вчених різних дисциплін продуктами для вивчення глобальних змін геосфер [1].

Global and Regional Vegetation Health (VH) є системою оцінки умов здоров'я рослинності та супутніх продуктів. Цей продукт містить декілька індексів Vegetation Health Indices (VHI), отриманих на основі даних багатоспектрального радіометру підвищеної просторової розрізненності (AVHRR), встановленого на борту космічних апаратів серії NOAA і денних американських метеорологічних супутників Землі на полярній орбіті системи NPOESS. Дані отримують з просторовою розрізненністю 1 км та 4 км з 1...7-денною часовою розрізненністю [2].

Часові ряди продуктів VH (рис. 1) можна використовувати як непрямі дані для моніторингу таких показників як здоров'я рослинності, посуха, насичення ґрунту, вологість та тепловий режим, пожежна небезпека, зеленість рослинного покриву, індекс листової поверхні, початок/кінець вегетації, продуктивність культур та пасовищ, опустелювання, екологічні ресурси, деградація земель, тощо [3].

VHI формується на основі спектрального відбиття в чотирьох спектральних діапазонах: видимому (580–680 нм), ближньому інфрачервоному (720–1100 нм) та двох інфрачервоних (1030–1130 нм та 1150–1250 нм). По принципу широкоживаних вегетаційних індексів використовується нормалізована різниця між видимим та ближнім інфрачервоним діапазонами, а інфрачервоне випромінювання перетворюється в яскравісну температуру. Формування VHI на основі різкого зростання спектрального відбиття рослинності в зоні "червоного краю" 670–730 нм дозволяє оцінювати нормовані оцінки якості рослинності [4].

1. Rodell M., Houser P.R., Jambor U., Gottschalck J., Mitchell K., Meng C.-J., Arsenault K., Cosgrove B., Radakovich J., Bosilovich M., Entin J.K., Walker J.P., Lohmann D., Toll D. The global land data assimilation system // Bulletin of the American Meteorological Society. — 2004. — Vol.85, No.3. — P.381–394.
2. Kogan F., Gitelson A., Zakarin E., Spivak L., Lebed L. AVHRR-based spectral vegetation indices for quantitative assessment of vegetation state and productivity: cali-

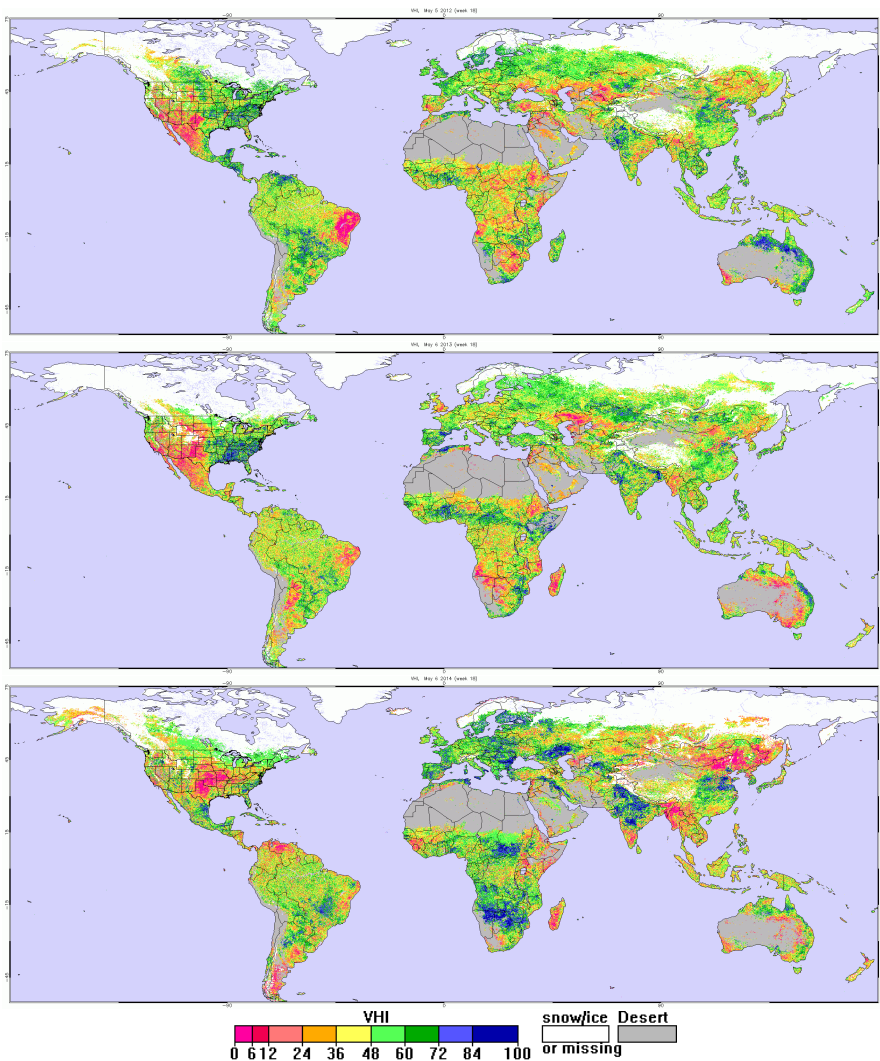


Рис. 1. Часовий ряд здоров'я рослинності за VHI, 2005–2014 рр., 18 тиждень

bration and validation // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. — 2003. — Vol.69, No.8. — P.899–906.

3. *Пестова І.А.* Возможность глобального количественного картирования растительности Земли на основе спутниковых информационных продуктов // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції “Астрономічна школа молодих вчених”. — Біла Церква, 2013. — С.44–46.
4. *Станкевич С.А., Пестова І.О.* Геоінформаційний сервіс оброблення даних для оцінювання рослинності урбанізованих територій // Вісник геодезії та картографії. — 2014. — В друці.

Оптичне післясвічення гамма-спалаху GRB130427A

Плотко П.П.¹, Слюсарев І.Г.², Євлахова О.М.³

¹Харківський фізико-математичний ліцей № 27

²НДІ астрономії Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна

³Методичний центр управління освіти адміністрації Дзержинського району
Харківської міської ради

Вивчення гамма-спалахів має важливе значення для розуміння процесів розвитку раннього Всесвіту, який виник після Великого Вибуху, що стався 13,7 мільярдів років тому. У зв'язку з цим на рефлекторі Чугуївської спостережної станції Інституту астрономії ХНУ імені В.Н.Каразіна у квітні та травні 2013 року проводилися спостереження оптичного післясвічення одного з найпотужніших гамма-спалахів останніх років: GRB 130427A.

Фотометрія була виконана за допомогою панорамного приймача випромінювання ПЗЗ-камери ML 47–10, а попередня корекція ПЗЗ-зображень — за допомогою програми Maxim DL. Програма ASTPHOT дозволила провести відносну фотометрію GRB та зірок і одержати значення блиску цих об'єктів в інструментальній системі зоряних величин.

За результатами вимірювань побудована крива блиску у полосі SDSS r' . Паралельно з вимірюваннями був проведений пошук спостережних даних в циркулярах GCN та в опублікованих статтях. В результаті за даними з дев'яти телескопів різних обсерваторій світу була побудована крива блиску, пустий проміжок на якій доповнений результатами вимірювань на Чугуївській спостережній станції.

З огляду на те, що залежність густини потоку випромінювання післясвічення від часу описується степеневими законами, було переведено зоряні величини в потоки та побудовано графік цієї залежності в логарифмічних шкалах. Для кожної ділянки зроблено апроксимацію лінійною функцією та отримано більш точний показник степеневі залежності, ніж в опублікованих роботах.

Отримані в роботі дані доповнюють статистичну базу існуючих даних, що необхідно для підтвердження або спростування теоретичних моделей походження післясвічення GRB.

1. *Pozanenko A.* RB 130427A: early optical observations // GCN CIRCULAR — [Електронний ресурс]. — <http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/14450.gcn3>.
2. *Perley D. A., Cenko S.B., Corsi A.* The afterglow of GRB 130427A from 1 to 1016 GHz. — [Електронний ресурс]. — <http://arxiv.org/pdf/astro-ph/1307.4401v3>.

Спектральні дослідження газопилових атмосфер комет

Пономаренко В.О., Чурюмов К.І., Клецюнок В.В., Баранський О.Р.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Представлені результати спостережень і досліджень декількох комет сімейства Юпітера та комет з ексцентриситетом ≈ 1 за оптичними спектрами з середньою роздільною здатністю ($\lambda/\Delta\lambda = 1500$, $\lambda/\Delta\lambda = 3500$, $\lambda/\Delta\lambda = 14\,000$). Спектри були отримані 2009–2012 рр. за допомогою 2-м телескопа Zeiss

($F_1 = 6.3$ м; $F_2 = 16$ м) на високогірній астрономічній станції «Терскол» Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України і Інституту Астрономії РАН.

Здійснена ідентифікація спектральних емісійних ліній. Отримано деякі фізичні параметри нейтральних кометних ком (за моделями Шульмана та Хазе-ра). Виконано аналіз газових та пилових атмосфер комет двох типів. Досліджено їх спектральні особливості: зміни альbedo з довжиною хвилі, розподіл енергії вздовж щілини спектрографа, характеристики пилового континууму.

Знаходження умов перетину орбіт в гравітаційному полі двох нерухомих центрів

Радченко К.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Під час руху в Сонячній системі відбуваються зближення небесних тіл, які в окремих випадках переходять в прямі зіткнення між собою. В результаті зіткнення відбувається зміна елементів орбіт, що може перетворити геліоцентричну орбіту на планетоцентричну.

Розглянута задача може становити інтерес при аналізі гіпотези утворення зовнішніх ретроградних супутників планет-гігантів як зіткнення тіл в гравітаційному полі великих тіл Сонячної системи. В зв'язку з цим є актуальною задача пошуку умов, при яких можливі зіткнення тіл при русі по різних орбітах.

Виникає проблема розв'язку руху пробної точки в гравітаційному полі двох нерухомих центрів. При розгляді задачі про зустріч в гравітаційному полі двох нерухомих центрів будемо відштовхуватися від постановки Л.Ейлера. Нехай на площині знаходяться дві нерухомі матеріальні точки M_1 і M_2 з масами m_1 і m_2 відповідно ($m_1 \geq m_2$), в полі дії яких рухатимуться пробні частинки з масою нехтовно малою. Відстань між нерухомими центрами становить $2c$, їх координати в прямокутній декартовій системі координат: $M_1(-c, 0)$, $M_2(c, 0)$.

Для інтегрування нашої системи диференціальних рівнянь, необхідно перейти до еліптичної системи координат, яка складається з еліпсів, що мають велику піввісь λ і гіпербол, що мають дійсну піввісь μ .

Тоді перші інтеграли задачі можна звести до двох рівнянь, кожне з яких залежатиме лише від однієї змінної. Для зручності будемо використовувати половину сталої енергії $g = h/2$ і внутрішній час τ підстановкою $dt = (\lambda^2 \mu^2) d\tau$.

При інтегруванні отримаємо

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda} \frac{d\lambda}{\sqrt{L(\lambda)}} = \tau - \tau_0, \quad \int_{\mu_0}^{\mu} \frac{d\mu}{\sqrt{M(\mu)}} = \tau - \tau_0, \quad (1)$$

де τ_0 — початковий момент відліку часу,

$$L(\lambda) = (\lambda^2 - c^2)(g\lambda^2 + 2n_1\lambda - \gamma), \quad M(\mu) = (\mu^2 - c^2)(g\mu^2 + 2n_2\mu - \gamma),$$

γ — стала моменту кількості руху.

Звідси

$$\tau = \tau_0 + \frac{2}{\sqrt{2k_1 - g + \gamma}} \left[F \left(\sqrt{\frac{\lambda - 1}{\lambda + 1}} \sqrt{\frac{n_1 + p_1 - g}{n_1 + p_1 + g}}, \sqrt{\frac{g + \gamma + 2p_1}{g + \gamma - 2p_1}} \right) - F(z_{01}, p_1) \right].$$

де $p_1 = \sqrt{n_1^2 + g\gamma}$, $p_2 = \sqrt{n_2^2 + g\gamma}$.

Обертаючи еліптичні інтеграли (1), отримаємо явний вигляд залежності еліптичних координат від внутрішнього часу τ , початкових умов λ_0 , μ_0 , констант енергії g і моменту кількості руху γ .

$$\begin{aligned} \lambda(\tau - \tau_0, \lambda_0, g, \gamma) &= \frac{-(n_1 + p_1 + g) \operatorname{sn}^2(z_1, k_1) - p_1 + g}{(n_1 + p_1 + g) \operatorname{sn}^2(z_1, k_1) - p_1 + g}, \\ \mu(\tau - \tau_0, \lambda_0, g, \gamma) &= \frac{-(n_2 + p_2 + g) \operatorname{sn}^2(z_2, k_2) - p_2 + g}{(n_2 + p_2 + g) \operatorname{sn}^2(z_2, k_2) - p_2 + g}, \end{aligned} \quad (2)$$

де

$$\begin{aligned} \operatorname{sn}(z_1, k_1) &= \operatorname{sn} \left(F(z_{01}, k_1) + \frac{1}{2}(\tau - \tau_0) \sqrt{-g + \gamma + 2p_1} \frac{\sqrt{g + \gamma + 2p_1}}{\sqrt{g + \gamma - 2p_1}} \right) \\ \operatorname{sn}(z_2, k_2) &= \operatorname{sn} \left(F(z_{02}, k_2) + \frac{1}{2}(\tau - \tau_0) \sqrt{-g + \gamma + 2p_2} \frac{\sqrt{g + \gamma + 2p_2}}{\sqrt{g + \gamma - 2p_2}} \right) \end{aligned}$$

— синус еліптичної функції Якобі;

$$\begin{aligned} F(z_{01}, k_1) &= F \left(\sqrt{\frac{\lambda_0 - 1}{\lambda_0 + 1}} \sqrt{\frac{n_1 + p_1 - g}{n_1 + p_1 + g}}, \sqrt{\frac{g + \gamma + 2p_1}{g + \gamma - 2p_1}} \right), \\ F(z_{02}, k_2) &= F \left(\sqrt{\frac{\mu_0 - 1}{\mu_0 + 1}} \sqrt{\frac{n_2 + p_2 - g}{n_2 + p_2 + g}}, \sqrt{\frac{g + \gamma + 2p_2}{g + \gamma - 2p_2}} \right), \end{aligned}$$

— неповний еліптичний інтеграл 1-го роду.

В задачі двох нерухомих центрів значно більше різноманіття орбіт, порівняно з кеплерівськими еліпсами, тому важливо розібрати їх класифікацію і можливі точки перетину.

В залежності від співвідношення констант g і γ існують кілька десятків типів траєкторій руху в задачі двох нерухомих центрів. Це було вперше показано К. Шарльє у 1902 р., в подальшому перевірено і розширено Г.К. Бадалян, Х. Тальквістом, І.А. Герасимовим, В.Г. Деміним, В.М. Алексеевим тощо.

Нас будуть цікавити дві різнотипні траєкторії, наприклад рух по овалу, що наближено описується еліпсом і рух, схожий на “вісімку”, навколо обох нерухомих центрів.

Тоді точка перетину цих двох траєкторій визначиться з умови

$$\begin{cases} \lambda_1(\tau) = \lambda_2(\tau), \\ \mu_1(\tau) = \mu_2(\tau). \end{cases}$$

Розв'язавши систему рівнянь (3) відносно часу зіткнень τ і визначивши точки на площині, де перетинаються траєкторії планетозималей, можна розрахувати кути, під якими відбулося зіткнення. Завдяки цьому є можливість

дослідити ударний механізм взаємодії та спрогнозувати подальшу їх еволюцію, зокрема перехід на планетоцентричну орбіту.

Обновление данных о динамике развития солнечных циклов активности по результатам применения вейвлет-анализа

Рябов М.И., Сухарев А.Л.

Одесская обсерватория «Уран-4» Радиоастрономического института НАН Украины

В основе исследования данные среднемесячных значений площадей групп пятен в северном (Sp-N) и южном полушариях (Sp-S) за период с 12 по 24 циклы активности (1874–2013 гг.), ежедневных чисел Вольфа в северном (W-N) и южном полушариях (W-S) в 23–24 циклах активности (1992–2003 гг.) и ежедневные значения вспышечного индекса FI-N и FI-S в 21–23 циклах (1976–2006 гг.). Сопоставление этих данных показывает существенное различие их изменений в северного и южного полушарий Солнца [1]. Рассмотрена динамика развития солнечных циклов как результат проявления активности в северном и южном полушарии. Для получения детальной картины развития «северного» и «южного» солнечных циклов разработана методика расширенного применения вейвлет-анализа, которая позволяет выявлять различные волновые процессы, формирующие солнечный цикл и время их существования [2]. Показано поэтапное применение полосовой Фурье-фильтрации к данным вейвлет анализа. Выявлено, что длительность «одиннадцатилетнего» цикла в северном полушарии по Sp индексу меняется в интервале 10.2–11.5 года, в южном полушарии 9.7–13.2 года. Максимальными оказались 19-й «северный» и 18-й «южный» циклы. Отмечается опережение в развитии в 12, 14–15 и 20–24 циклов северного полушария, а в 17–19 циклах южного. В 13 и 16 циклах максимумы развития активности северного и южного полушария совпадали. Выявлено существование 35-летнего «северного» и 42-летнего «южного» цикла с максимумами в 1980 году. Формирование каждого цикла по всем индексам активности определяется в результате совместного действия долгопериодических процессов с длительностью от 2 до 5 лет и короткопериодических процессов с длительностью менее 2 лет. Долгопериодические процессы при переходе от цикла к циклу показывают слияния, разделения, модуляцию и периодические затухания. Проявление аномальной активности на фазе роста, максимума и спада цикла формируется за счет одновременного усиления короткопериодических процессов, время и «спектры их периодов» которых заметно отличаются в северном и южном полушариях. Основной вывод заключается в том, что изучение природы и составление моделей развития солнечного цикла может быть физически обоснованным лишь на основе рассмотрения активности северного и южного полушария в отдельности, включая возможность их взаимодействия при формировании глобальных комплексов активности.

1. *Рябов М.И., Лукашук С.А.* Комплексы активности и их роль в аномальной активности северного и южного полушарий Солнца / Сб. статей «Циклы активности на Солнце и звездах». — Москва, 2009. — С.121–135.

2. Рябов М.И., Сухарев А.Л., Собитняк Л.И., Лукашук С.А. Циклы северного и южного полушарий Солнца и их влияние на характер солнечно-земных связей / Сборник статей «Солнечная и солнечно-земная физика — 2013». — Санкт-Петербург, 2013. — С.235–239.

Методи автоматизованого виділення окремих дерев у лісовому масиві за даними лазерно-локаційного знімання

Семко І.Д.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України, Київ

Для отримання точної та оперативної інформації про ліси фахівці з лісового господарства все частіше звертаються до методів і технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Спостереження за лісовими масивами на основі матеріалів ДЗЗ дозволяє створювати різноманітні тематичні карти, у тому числі для геоінформаційних систем лісогосподарського призначення.

Аналіз деревостану на рівні найменшої структурної одиниці, тобто одного дерева, є важливим питанням для ведення точного лісового господарства. Визначення положення та параметрів крони дерева може бути використане як математична змінна для моделювання структурних та алометричних рівнянь, корисних для інвентаризації та таксації лісів.

До недавнього часу задача виділення окремих дерев на аерокосмічних знімках вирішувалась, переважно, шляхом візуального аналізу стереопари, але такий метод потребує значних зусиль і часу. Тому в останні роки значна увага приділяється автоматизації виділення дерев, розробці методів і алгоритмів, які дозволяють на основі багатоспектральних аерокосмічних зображень і даних лазерно-локаційного знімання (лідарні дані — ЛД) частково або повністю автоматизувати процес вирішення означеної задачі. У даній роботі проведено порівняльний аналіз відомих методів автоматизованого виділення окремих дерев у лісовому масиві за даними лазерно-локаційного знімання.

В дослідженні було розглянуто можливість обробки ЛД в трьох варіантах просторового опису об'єкта. Інформацію про кожне дерево було отримано двома способами: через оброблення растрової інформації у 2D та 2,5D вигляді та через аналіз векторної інформації у 3D.

При аналізі 2D в якості вихідного матеріалу виступає растр, значення пікселів якого можуть мати будь-яку атрибутивну інформацію з ЛД (інтенсивність, номер повернення, значень RGB та ін.). Оброблення 2,5D полягає в отриманні центральної моделі місцевості (ЦММ) із хмари точок. У даному випадку ЦММ використовується таким же чином, як і спектральна яскравість зображення, але має перевагу при класифікації градацій сірого, тому що кожен піксел вказує на реальну висоту, а не на спектральну яскравість. Використання 3D полягає в більш детальному аналізі хмари точок, тобто розгляд «лазерного портрету» у тривимірному просторі, що дозволяє отримати об'ємні показники окремого дерева, а не тільки морфоструктурні показники плато.

У якості полігону досліджень було використано частину ділянки лісу площею порядку 25 га на території лісництва Мартев, надлісництва Тучно, Західнопоморського воєводства Польщі. Особливості ділянки — переважає хвойна рослинність (соснові деревостани) з різним віковим складом. На означену ділянку було отримано лідарні дані та аерознімки. ЛД були одержані за допомогою авіаційного лазерно-локаційного сканера Optech ALTM [www.optech.com]. Аерофотознімок був одержаний за допомогою аерофотокамери Microsoft Vexcel UltraCam [www.microsoft.com].

Перевірка результатів та оцінка точності проводились на основі просторового взаємозв'язку між визначеними та еталонними деревами. Дана оцінка виконувалась у середовищі ArcGIS з використанням набору інструментів “spatial analyst”. За результатами перевірки було виділено основні типи помилок:

- помилкова тривога (FAE — false alarm error) — один з можливих результатів методу, коли дерево виявлено, але насправді його не існує;
- помилка місцезнаходження — різниця між значеннями x , y координат виявлених та еталонних дерев (TLE — target location error);
- помилка визначення висоти — різниця між значеннями z координат виявлених та еталонних дерев (HM — height measurement).

Таким чином, найкращий результат з виділення дерев у лісовому масиві було отримано із застосуванням 2,5D — 76%; 2D — 55%; 3D — 54%. Але точніші за просторовими показниками показали себе 3D та 2D. Очевидна перевага 2D та 2,5D підходів над 3D є швидкість і мобільність обробки, також вони легко поєднуються з іншою інформацією, яка знаходиться у вигляді растру тієї ж розмірності. З іншої сторони, перевагою 3D є можливість об'ємної візуалізації об'єкта для більш детального його вивчення.

Наступні кроки дослідження мають бути спрямовані на збільшення точності виділення окремих дерев шляхом модифікації та комплексування алгоритмів обробки даних у 2,5D та 3D, як найбільш перспективних.

Аналіз інтеграційних процесів технологій ГІС, ДЗЗ і GPS при проведенні моніторингу стану навколишнього середовища

Сивик Д.О., Бабич О.А.

Національний авіаційний університет, Київ

Однією з актуальних задач при моделюванні в ГІС є оцінка можливості інтеграції даних GPS, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і ГІС при проведенні моніторингу стану навколишнього середовища.

Інтеграція ДЗЗ і ГІС відбувається за трьома основними напрямками:

- ДЗЗ як джерело актуальних і точних даних для ГІС;
- ГІС як джерело допоміжних даних для ДЗЗ;
- спільне використання даних ДЗЗ і ГІС для моделювання і аналізу.

ДЗЗ надає актуальні і точні просторові і тематичні дані для функціонування ГІС. Аерокосмічний знімок — цифровий або аналоговий — містить дані у своїй власній системі координат. Ці координати повинні бути переведені в загальну референсну систему координат або в універсальну систему, якщо

об'єкт або явище досліджуються за великою кількістю зображень, або якщо ці дані повинні просторово перекриватись даними з інших джерел.

Позиціонування вимагає певного геометричного контролю на землі. Традиційно, геометрична прив'язка знімків ДЗЗ здійснюється за топографічними картами, оскільки вони є найбільш доступними і просторово коректними. Однак, топографічні карти виявляються безплідними в областях, де не представлені вузлові поворотні пункти або картографічне зображення піддалося корінним змінам з моменту публікації карти. Для цього випадку можуть бути використані технології GPS як ефективна альтернатива для одержання просторових даних в універсальній системі координат. Точкові, лінійні або полігональні дані можуть отримуватись в реальному часі або наближеному до нього. Дані опорних точок в обраних поворотних пунктах можуть бути використані для прив'язки аерокосмічних зображень на поверхні досліджуваної території. Проте дані GPS, навіть отримані на площині, не спроможні жодним чином замінити аерокосмічний знімок полігональних даних у 2D форматі.

Наведене свідчить, що технології ДЗЗ, ГІС, GPS внутрішньо доповнюють одна одну за своїми первинними функціями. Кожна з наведених технологій має свої обмеження. Проте при їх інтеграції відбувається синергетичний ефект, який дозволяє розширити галузі їх застосування. Наприклад, інтеграція GPS, ДЗЗ і ГІС у сполученні з наземними системами моніторингу виявилась надзвичайно ефективним засобом управлінського аналізу й одержання просторових даних для регіонального управління водними ресурсами. Така інтеграція необхідна при застосуванні ефективних методів вибіркового застосування пестицидів і добрив, для підвищення ефективності землеробства і зменшення впливу на навколишнє середовище.

Результати інтеграції передусім необхідні для управління ресурсами і моніторингу навколишнього середовища, прийняття рішень при виникненні надзвичайних ситуацій і для оперативного картографування.

Використання космічної інформації ДЗЗ для моделювання та прогнозової оцінки стану довкілля міських територій методами системної динаміки (на прикладі м. Києва)

Соколовська А.В.

Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України», Київ

Для отримання оперативної інформації, яка використовується при проведенні моделювання і оцінки екологічного стану міських територій, найбільш перспективним являється космічний геомоніторинг. За допомогою космічних знімків ДЗЗ можна отримувати інформацію як для оперативного використання в разі аварійних ситуацій, так і для поточного контролю ландшафтно-функціональних зон міських агломерацій та прилеглих до них територій. Отримана таким чином інформація використовується для моделювання різноманітних сценаріїв перспективного розвитку міст, розробки довгострокових прогнозів і накопичення статистичних даних динаміки змін екологічного ста-

ну міських територій.

Одне з центральних місць в районуванні та оцінці екологічного стану є дослідження впливу складових урболандшафту, включаючи деякі техногенні та еколого-соціальні фактори, які справляють найбільший негативний вплив на стан довкілля міста. Для цього створюють моделі, за допомогою яких можна провести визначення, аналіз та наслідки взаємодії одночасно усієї сукупності техногенних, урболандшафтних, геоландшафтних та деяких факторів на екологічний стан міської території. Важливим при цьому є визначення характеру взаємовпливу та взаємозалежності складових урболандшафту та геоекологічних факторів, що дозволить виділити зони з різним ступенем техногенно-екологічної небезпеки, розробити прогноз їх змін та обґрунтувати шляхи мінімізації їх шкідливого впливу.

Об'єктом дослідження є ділянка антропогенно змінених ландшафтів, на якій простежується посилення техногенного навантаження (територія м. Києва).

Вході дослідження було використано дані з супутників «Landsat 5 TM», «Landsat 7/ETM+» та «Landsat 8», а саме обрано та опрацьовано 18 знімків міста Києва за період 1994 по 2013 рр., на яких над досліджуваною територією відсутня хмарність.

Для обробки та інтерпретації матеріалів ДЗЗ було застосовано ПК Erdas Imagine та ArcGIS. Для більш точної класифікації космічних знімків доречне спільне використання автоматичної класифікації та «спектральних індексів» отриманих на основі перерахунку співвідношення яскравості об'єктів в різних спектральних зонах (нормалізованого різницевого індексу рослинності NDVI та нормованого водного індексу NWI). В якості методичної основи досліджень стану довкілля територій використовувалися методи системної динаміки, що всебічно враховує взаємозв'язок процесів в складній системі, включаючи технічні, екологічні, економічні та соціальні аспекти.

Дослідження проводились в два етапи:

- *розробка моделі адаптивного балансу впливів* (Adaptive Balance of Causes) для розробки моделі і системного моделювання впливу складових урболандшафту на екологічний стан міської території з використанням космічної інформації ДЗЗ;
- *модифікація моделі системної динаміки* міста Форрестера–Грехема шляхом асиміляції космічної інформації ДЗЗ у модель і доповнення моделі рівнянням комплексного критерію для обчислення і моделювання на основі статистичних даних міста Києва за 18 років (1994–2013 рр.) функції інтегральної оцінки і прогнозу екологічного стану міста Києва до 2025 р. Процес асиміляції даних ДЗЗ в такі моделі системної динаміки складається з двох етапів — оцінки параметрів за даними ДЗЗ і налаштування моделі на основі отриманих параметрів.

Після проведення досліджень та моделювання стану довкілля території Києва з 1994 р. по 2013 р. було отримано прогнозну оцінку на майбутнє. В якості прикладу була приведена прогнозна оцінка розвитку стану довкілля

при поступовій зміні складових урболандшафту: зеленої зони та техногенного навантаження до 10% від номінального значення 2013 року.

Отже, використання інформації космічного геомоніторингу дає змогу розширити застосування методів системної динаміки безпосередньо в сфері моделювання та прогнозу, виходячи з реальних умов, зміни стану довкілля міських територій під впливом різних факторів, які в свою чергу надають, по-перше, достовірні дані для відповідних служб міста про екологічний стан, а по-друге, дають можливість своєчасно реагувати на наслідки, що можуть виникнути.

Дистанционное зондирование спутников планет-гигантов Солнечной системы

Станкевич С.А.

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины, Киев

Объектами дистанционного зондирования в Солнечной системе помимо планет и астероидов выступают ещё и спутники, имеющиеся у всех планет кроме Меркурия и Венеры. Спутники планет земной группы — Луна, Фобос и Деймос изучены гораздо лучше, а крупнейшие регулярные спутники планет-гигантов — т. наз. “ледяные луны” — Титан, Ганимед, Каллисто, Тритон, Оберон, Ио, Европа (рис. 1), Миранда, Япет, Рея, Диона — вызывают значительный научный интерес.

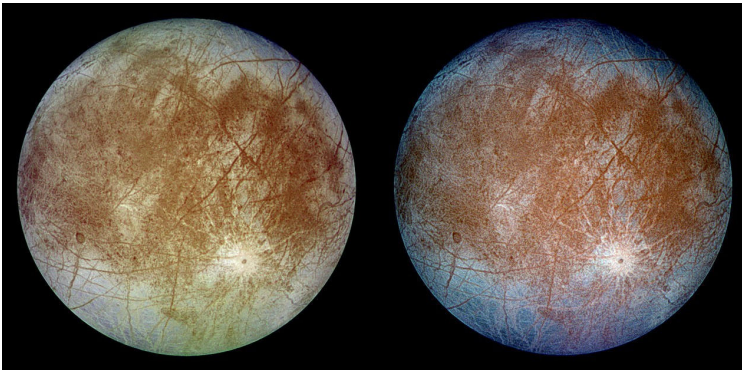


Рис. 1. Ледяная кора спутника Юпитера Европы, 07.09.1996, аппаратура Galileo/SSI, разрешение 3,46 км/пиксел

Состав спутников планет-гигантов близок к составу планет земной группы. Он включает различные силикаты, оксиды и сульфиды, а также большое количество водяного или водно-аммиачного льда. Поверхность “ледяных лун” покрыта многочисленными кратерами метеоритного происхождения. Однако на многих спутниках имеются ещё и собственные тектонические разломы и трещины ледяной коры, а на ближайшем к Юпитеру спутнике Ио обнаружено около десятка действующих вулканов (рис. 2). Вулканическая активность привела к образованию у Ио заметной атмосферы из двуокиси серы, кислорода, натрия и калия.

У некоторых спутников имеются собственные дипольные магнитные по-

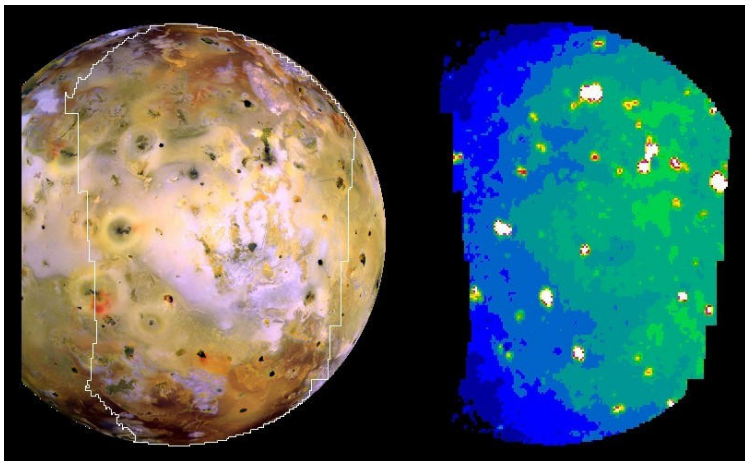


Рис. 2. Вулканы на Ио, спутнике Юпитера, 28.05.2002, аппаратура Galileo/NIMS, разрешение 7,93 км/пиксел

ля, предполагающие наличие металлического ядра. Исходя из низкой средней плотности “ледяных лун” $1,8\text{--}4,0\text{ г/см}^3$, водяной лёд может составлять 30–60% их массы, а толщина ледяной коры — 150–750 км [1]. Имеется гипотеза о наличии на некоторых “ледяных лунах” подповерхностных океанов солёной воды, не замерзающих в результате процессов радиоактивного распада в горных породах, протекающих с выделением тепла. Некоторые специалисты даже допускают существование примитивной жизни в подповерхностных океанах крупных спутников [2].

Главными задачами дистанционного зондирования “ледяных лун” являются изучение сопряженной планетно-спутниковой геологической эволюции, их происхождения, внутреннего строения, химического состава, распределения геологических пород и материалов на их поверхностях, подповерхностное моделирование, выяснение источников вулканической активности Ио и возможной обитаемости Европы [3].

Всего за время использования межпланетных зондов для исследования внешних планет Солнечной системы и их спутников отправлено 5 автоматических миссий дистанционного зондирования в составе 8 космических аппаратов.

Космический аппарат Pioneer 11, запущенный в 1974 году, дистанционно исследовал системы Юпитера и Сатурна в 1975–1979 годах. Основное оборудование аппарата включало оптический телескоп, инфракрасный и ультрафиолетовый радиометры, иконический фотополяриметр и ряд научных приборов исследования межпланетного пространства.

Пара межпланетных зондов, Voyager 1 и Voyager 2, запущена в 1977 году ко внешним планетам Солнечной системы. В период с 1978 по 1986 эти зонды передали большое количество изображений Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и их спутников, открыли два новых спутника Сатурна. В состав бортового

комплекса аппаратуры дистанционного зондирования аппаратов Voyager входили sdвоенная узко/широкоугольная многоспектральная камера, инфракрасный и ультрафиолетовый спектрометры, фотополяриметр и перестраиваемый радиоастрономический приёмник.

Космический аппарат Galileo был запущен NASA в систему Юпитера в 1989 году и успешно прибыл туда в 1995 году. До 2003 аппаратом года проведен значительный объём наблюдений галилеевых спутников Юпитера. Galileo был оснащён сканирующей платформой с твердотельной камерой высокого разрешения SSI (Solid-State Imager), инфракрасным NIMS (Near-infrared Mapping Spectrometer) и ультрафиолетовым UVSE (Ultraviolet Spectrometer/Explorer) иконическими спектрометрами и фотополяриметрическим радиометром PPR (Photopolarimeter-Radiometer).

Совместный NASA-ESA проект Cassini-Huygens, предназначенный для дистанционного исследования системы Сатурна и посадки спускаемого аппарата на крупнейший спутник Сатурна Титан, был запущен в 1997 году и вышел на орбиту Сатурна в 2004 году. Успешная высадка и передача панорамных изображений с поверхности Титана состоялась в 2005 году. Орбитальный модуль прекратил работу в 2008 году. Научный инструментарий аппарата включал видовой радар, видовой магнитометр MIMI (Magnetospheric Imaging Instrument), иконический спектрометр видимого и инфракрасного диапазона VIMS (Visible and Infrared Mapping Spectrometer), иконический спектрометр ультрафиолетового диапазона UVIS (Ultraviolet Imaging Spectrograph), композитный инфракрасный спектрометр CIRS (Composite Infrared Spectrometer), перспективный иконический спекторрадиометр DISR (Descent Imager/Spectral Radiometer).

Основной целью запущенного в 2006 году космического аппарата New Horizons является изучение планетоида Плутон и трёх его спутников, куда он прибудет в 2015 году, однако в 2007 году он прошёл сквозь систему Юпитера и получил изображения его поверхности и его спутников Европы и Ганимеда (рис. 3).

Полезная нагрузка зонда состоит из семи приборов: видового спектрометра видимого и инфракрасного диапазонов Ralph, ультрафиолетового иконического спектрометра Alice, пассивного микроволнового радиометра REX (Radio Science Experiment), длиннофокусной камеры высокого разрешения LORRI (Long Range Reconnaissance Imager), плазменного спектрометра SWAP (Solar Wind Around Pluto), масс-спектрометра частиц высоких энергий PEPSSI (Pluto Energetic Particle Spectrometer Science Investigation) и датчика межпланетной пыли SDC (Student Dust Counter).

Европейское космическое агентство (ESA) планирует в 2022 году запустить космический аппарат Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE) для исследования больших спутников Юпитера Ганимеда, Каллисто и Европы. Зонд JUICE предполагается оснастить одиннадцатью научными приборами, в том числе камерой высокого разрешения JANUS (Jovis, Amorom ac Natorum Undique Scrutator), видовым спектрометром MAJIS (Moons and

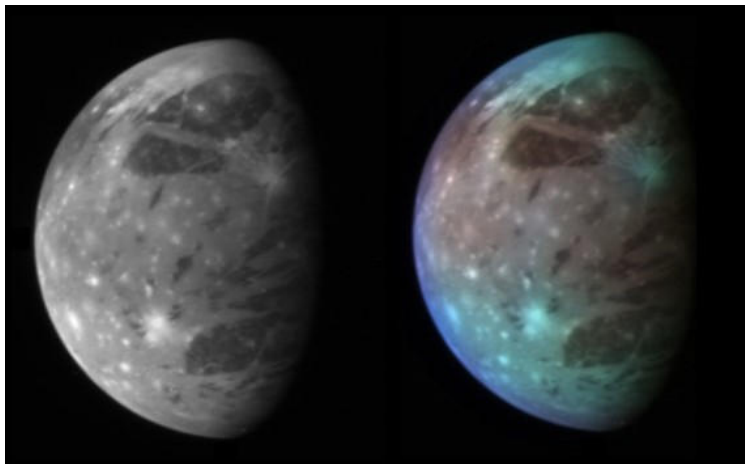


Рис. 3. Спутник Юпитера Ганимед в видимом и инфракрасном спектре, 01.05.2007, аппаратура New Horizons/LORRI, разрешение 17,1 км/пиксел

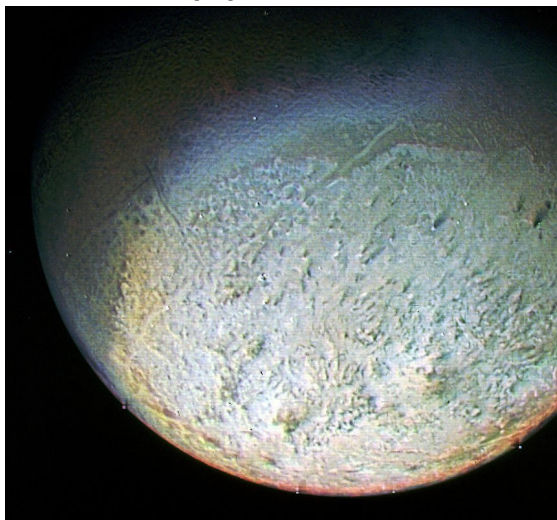


Рис. 4. Поверхность крупнейшего спутника Нептуна Тритона, 08.05.1999, аппаратура Voyager 2/VG ISS HR, разрешение 1,23 км/пиксел

Jupiter Imaging Spectrometer), ультрафиолетовым спектрографом UVIS (UV Imaging Spectrograph), субмиллиметровым радиометром SWI (Sub-millimetre Wave Instrument), лидаром GALA (Ganymede Laser Altimeter), радаром RI-ME (Radar for Icy Moons Exploration), магнитометром J-MAG (Magnetometer for JUICE) и рядом астрофизических приборов [4]. Также ESA имеет более далёкие планы отправить космический аппарат Uranus Pathfinder с целью исследования планеты Уран и его спутников [5].

В планах NASA на 2015–2020 годы числится отправка космического аппарата Neptune Orbiter / Triton Explorer в 2027 году. Предполагается получение

новых изображений высокого разрешения Нептуна и Тритона после Voyager 2 (рис. 4), а также высадка роботизированного спускаемого аппарата на Тритон [6].

При помощи уже состоявшихся исследовательских миссий получены уникальные научные данные в области топографии, химии, минералогии, тектоники и эволюции спутников планет-гигантов. Последующие запуски космических аппаратов дистанционного зондирования позволят значительно повысить информативность получаемых данных и заверить новые, более совершенные и детальные модели “ледяных лун”, а также вплотную подойти к задаче поиска внеземной жизни в Солнечной системе [7].

1. *Johnson T.V.* Geology of icy satellites // *The Outer Planets and their Moons: Comparative Studies of the Outer Planets prior to the Exploration of the Saturn System by Cassini-Huygens* / T.Encrenaz, R.Kallenbach, T.C.Owen, C.Sotin (Eds). — Dordrecht: Springer, 2005. — P.401–420.
2. *Solomonidou A.* Habitability potential of icy moons: a comparative study / A.Solomonidou, A.Coustenis, T.Encrenaz, F.Sohl, H.Hussmann, G.Bampasidis, F.Wagner, F.Raulin, D.Schulze-Makuch, R.Lopes // *Geophysical Research Abstracts*, 2014. — Vol.16. — P.3044.
3. *Blaney D.L.* Jupiter icy moon orbiter (JIMO) remote sensing: geology and geochemistry science goals and objectives / D.L.Blaney, J.Spencer // *Abstracts of American Geophysical Union Fall Meeting 2003*. — San Francisco: AGU, 2003. — P.110.
4. *Grasset O.* Jupiter icy moons explorer (JUICE): An ESA mission to orbit Ganymede and to characterise the Jupiter system / O. Grasset, M.K. Dougherty, A. Coustenis, E.J.Bunce, C.Erd, D.Titov, M.Blanc, A.Coates, P.Drossart, L.N.Fletcher, H.Hussmann, R.Jaumann, N.Krupp, J.-P.Lebreton, O.Prieto-Ballesteros, P.Tortora, F.Tosi, T.Van Hoolst // *Planetary and Space Science*, 2013. — Vol.78. — No.4. — P.1–21.
5. *Arridge C.S.* Uranus Pathfinder: exploring the origins and evolution of Ice Giant planets / C.S.Arridge, C.B.Agnor, N.Andé, K.H.Baines, L.N.Fletcher, D.Gautier, M.D.Hofstadter, G.H.Jones, L.Lamy, Y.Langevin, O.Mousis, N.Nettelmann, C.T.Russell, T.Stallard, M.S.Tiscareno, G.Tobie, A.Bacon, C.Chaloner, M.Guest, S.Kemble, L.Peacocke, N.Achilleos, T.P.Andert, D.Banfield, S.Barabash, M.Barthelemy, C.Bertucci, P.Brandt, B.Ceccconi, S.Chakrabarti, A.F.Cheng, U.Christensen, A.Christou, A.J.Coates, G.Collinson, J.F.Cooper, R.Courtin, M.K.Dougherty, R.W.Ebert, M.Entradass, A.N.Fazakerley, J.J.Fortney, M.Galand, J.Gustin, M.Hedman, R.Helled, P.Henri, S.Hess, R.Holme, Ö.Karatekin, N.Krupp, J.Leisner, J.Martin-Torres, A.Masters, H.Melin, S.Miller, I.Müller-Wodarg, B.Noyelles, C.Paranicas, I.de Pater, M.Pätzold, R.Prangé, E.Qémerais, E.Roussos, A.M.Rymer, A.Sánchez-Lavega, J.Saur, K.M.Sayanagi, P.Schenk, G.Schubert, N.Sergis, F.Sohl, E.C.Sittler Jr, N.Teanby, S.Tellmann, E.P.Turtle, S.Vinatier, J.-E.Wahlund, P.Zarka // *Experimental Astronomy*, 2012. — Vol.33. — No.2–3. — P.753–791.
6. *Bienstock B.* Neptune Orbiter, Probe, and Triton Lander Mission / B.Bienstock, D.Atkinson, S.Atreya, K.Baines, M.Wright, J.Masciarelli // *NASA Space Science Vision Missions* / Ed. by M.S. Allen. — Reston: AIAA, 2008. — P.115–154.
7. *Prieto-Ballesteros O.* Potential habitability of the Jupiter system: deep aqueous environments in Europa, Ganymede and Callisto / O.Prieto-Ballesteros, L.J.Bonales,

Исследование тонкой структуры переменности потока радиоизлучения квазара OJ287 в сантиметровом диапазоне длин волн с применением полосовой вейвлет-фильтрации

Сухарев А.Л.

Одесская обсерватория “УРАН-4” Радиоастрономического института НАН Украины

Исследуемый объект OJ287 — квазар, обладающий быстрыми и значительными изменениями светимости во всех диапазонах электромагнитного излучения. В работе использованы данные долговременного мониторинга OJ287 на радиотелескопе РТ-26 Мичиганского университета с 1971 по 2011 годы на частотах 14.5, 8, 4.8 ГГц. На основе применения wavelet-анализа показано, что переменность потока радиоизлучения на исследуемых частотах состоит из тренда с периодом ~ 25 лет. В максимумах долговременных изменений проявляются быстрые изменения потока с периодами от 2 до 0.7 лет. Использование wavelet-анализа и фильтрации позволило исследовать изменение гармонических компонент сигналов со временем и восстановить их в полосах наиболее значимых периодов переменности. С использованием этого подхода особое внимание обращается на наличие в максимумах потоков радиоизлучения на различных частотах переходов периодов в интервале 1.1–1.6 года, наблюдаемых в 1980–1993 годах.

На основе вычисления интегральных вейвлет-спектров по времени построены «спектры периодов» (элементы частотно-временного спектра по отдельным годам наблюдений) характеризующие основные фазы активности источника.

По литературным данным, OJ287 представляет собой двойную систему из сверхмассивной чёрной дыры с массой 18 млрд. и ее спутника с массой в 100 млн. масс Солнца. По данным наблюдений в оптическом диапазоне период изменения блеска квазара составляет ~ 12 лет, что может соответствовать периоду обращения спутника вокруг сверхмассивной чёрной дыры.

Проведено сравнение частотного состава переменности потоков на исследуемых радиочастотах с данными оптического диапазона и динамикой изменения угловой структуры из VLBI наблюдений.

Эволюция орбит тройных астероидов 1994 CC и 2001 SN263, сближающихся с Землей

Троянский В.В., Базей А.А.

НИИ «Астрономическая обсерватория» Одесского
национального университета имени И.И.Мечникова

Астероиды, сближающиеся с Землей, представляют угрозу столкновения с нашей планетой. Существует немало следов таких событий в прошлом [1].

В течение последних лет стали открывать кратные астероиды, в том числе известно 48 кратных астероидов, сближающихся с Землей [3].

Мы выполнили исследование двух кратных систем астероидов: (136617) 1994 CC, “Beta”, “Gamma” и (153591) 2001 SN263, “Beta”, “Gamma”. Методом компьютерного моделирования мы получили изменения в кеплеровых элементах орбит компонент этих астероидных систем на протяжении промежутка времени, длительностью 17 000 лет.

В динамической модели движения астероидов, учитываются гравитационные возмущения от восьми больших планет, Луны; сжатие Солнца, больших планет, Луны и релятивистскую поправку. При численном интегрировании начальные вектора состояния больших планет и Луны заимствованы из численной теории DE431 [4], созданной в Лаборатории Реактивного Движения (США). Движение астероидных систем интегрировалось методом Эверхарта 15 порядка [2].

В результате интегрирования получены следующие изменения элементов орбит: для системы (136617) 1994 CC, “Beta”, “Gamma” большая полуось спутника “Beta” практически неизменна, изменение эксцентриситета происходит периодически, длина периода 5800 лет, амплитуда 0.04, наклонение изменяется гармонически с периодом 3300 лет и амплитудой 7 градусов. Большая полуось спутника “Gamma” изменяется в пределах одного километра, изменение эксцентриситета происходит с амплитудой 0.2, наклонение изменяется гармонически с периодом 3470 лет и амплитудой 25 градусов; для системы (153591) 2001 SN263, “Beta”, “Gamma” большая полуось спутника “Beta” практически неизменна, изменение эксцентриситета происходит периодически, длина периода 4250 лет, амплитуда 0.05, наклонение изменяется гармонически с периодом 3290 лет и амплитудой 25 градусов. Большая полуось спутника “Gamma” изменяется в пределах двух километров, изменение эксцентриситета происходит с амплитудой 0.12, наклонение изменяется гармонически с периодом 2800 лет и амплитудой 5 градусов.

Движение обоих спутников в исследованных системах не выявило вековых возмущений в элементах орбит на протяжении 17 000 лет.

1. *Шустова Б.М., Рыхлова Л.В.* Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра. — М.: Физматлит, 2010. — 384 с.
2. *Everhart E.* A New Method for Integrating Orbits // Bulletin of the American Astronomical Society. 1973.
3. <http://www.johnstonsarchive.net/astro/asteroidmoons.html>
4. http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42-196/196C.pdf

Исследование спектра сверхгиганта HD 14662 (F7Ib)

Халилов А.М., Гасанова А.Р.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана

Звезда HD14662=HR690=V440Per, спектральный класс F7Ib, видимая звездная величина $m_v = 6^m.3$, абсолютная звездная величина $M_v = -4^m.7$. Зве-

зда расположена на галактической широте $b = -5.2^\circ$, галактической долготы $l = 135.9^\circ$ и на расстоянии от галактической плоскости $z = -80$ пк.

Использованный нами спектральный материал в области $\lambda\lambda 3700 - 5000 \text{ \AA}$ был получен в 1989–1990 г. в фокусе кудэ 2м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории с разрешением $0.3 \text{ \AA}$ и дисперсией $8 \text{ \AA/мм}$. Наблюдения производились на фотопластинках Кодак 103а-О. Для обработки спектра были использованы две спектрограммы, полученные 09.09.1989 и 04.09.1990 г. Запись спектрограмм звезды производилась на микрофотометре “Lirepho” (фирмы «Карл Цейсс») в почернениях с увеличением в 40 раз. По регистрограммам исследованы наблюдаемые линии в области длин волн $\lambda\lambda 3900 - 5000 \text{ \AA}$. Отождествлено около 400 линий. Определены эквивалентные ширины W_λ и центральные глубины R_λ . Ошибки измерения не превышают 10–15%.

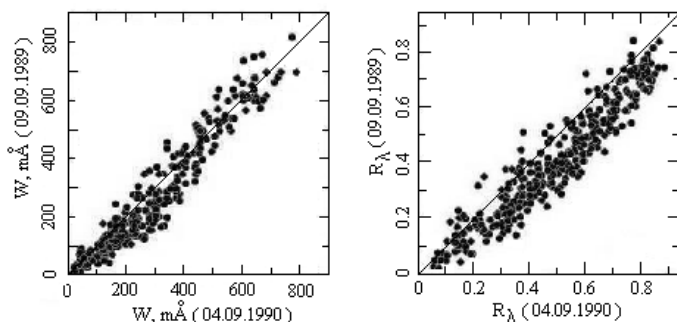


Рис. 1. Сравнение измеренных эквивалентных ширин и центральных глубин линий поглощения в спектре сверхгиганта HD 14662 (F7Ib) полученных 09.09.1989 и 04.09.1990 г.

Исследования показали, что в спектре сверхгиганта HD14662 (F7 Ib) эквивалентные ширины линий поглощения в течение года мало меняются, в отличие от центральных глубин линий поглощения. На рис.1 сравниваются эквивалентные ширины и центральные глубины линий поглощения по двум спектрограммам, полученным 09.09.1989 и 04.09.1990 г. Видно, что эквивалентные ширины линий поглощения меняются со временем. Наибольшие изменения эквивалентных ширин линий поглощения обнаружены в интервале $W = 100 \div 400 \text{ m\AA}$. На рис.1 видно, что значение центральной интенсивности R_λ полученное в спектре 09.09.1989 г. систематически на 0.1 ниже, чем в спектре 04.09.1990 г. Вообще, значения этих параметров линий поглощения, полученные 09.09.1989 г., систематически ниже, чем полученные 04.09.1990 г. Отметим лишь, что только для больших эквивалентных ширин в области выше $400 \text{ m\AA}$ имеются маленькие разбросы. Наши исследования показали, что значения эквивалентных ширин и центральных глубин линий поглощения в спектрах сверхгиганта HD14662 изменяются со временем. Это изменение, по-видимому, связано с пульсациями и нестационарными процессами, происходящими в атмосфере этой звезды.

Полученные результаты можно использовать для дальнейшего анализа химического состава и определения фундаментальных параметров атмосферы, а также для построения теоретической модели этой звезды.

Модельний аналіз пилового хвоста комети C/2011 L4 (PANSTARRS)

Харчук С.В., Корсун П.П.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Комета C/2011 L4 була виявлена в рамках програми пошуків потенційно небезпечних астероїдів за допомогою телескопа Pan-STARRS 1, розміщеного на острові Мауї, Гаваї, США. У якості зображення порівняння ми вибрали зображення, отримане астрономом-аматором Лоренцо Комоллі 21 березня 2013 р. Саме у цей час у пиловому хвості комети були присутні слабкі синхронні смуги. На час спостереження комета була на відстані 0.46 а.о. від Сонця й 1.19 а.о. від Землі. Для модельного відтворення пилового хвоста комети була використана модель, розроблена Корсуном П.П. [Korsun et al., 2010]. Ця модель була успішно застосована при моделюванні хвостів комет: C/1995 O1 (Hale-Bopp), C/2003 WT42 (LINEAR), C/2006 P1 (McNaught) та ін.

Моделювання показало, що наявність смугових структур у хвості комети можна пояснити активністю однієї локальної області. Завдяки осьовому обертанню, активна область знаходиться то на денній, то на нічній півкулі комети. Рівень продукування пилу і газу при цьому різний, завдяки чому й утворюються згущення пилу, що спостерігаються у вигляді смуг. Модельне зображення було утворене зі 100 млн. пилинок. У результаті моделювання були отримані оптимальні модельні параметри, які є характеристиками пилу в атмосфері комети. Згідно з модельним аналізом, радіуси пилинок пилового хвоста комети C/2011 L4 лежать у проміжку 0.22 і 82 мкм. Швидкості пилинок знаходились у межах 460 і 12 м/сек. Модельним аналогом активної області служив конус з кутом розкриття 100° . Максимальний вік пилинок, з яких формувався хвіст становив 47 діб. Степінь розподілу за розмірами пилинок ($n(a) = a^\gamma$) незмінний з часом і має значення $\gamma = -3.1$.

Астрономическая обсерватория «Небесная Сова»: цели, результаты, перспективы

Цехмейстренко В.С.

Астрономическая обсерватория «Небесная Сова»

Частная астрономическая обсерватория «Небесная Сова» расположена в посёлке Великодолинское в 25 км от Одессы. Владелец является любитель астрономии Цехмейстренко Валерий Сергеевич. Обсерватория представляет собой двухэтажное каменное строение с металлическим куполом. Переходы между этажами осуществляются по внутренним лестницам. На первом этаже оборудована бытовая комната, второй этаж занимает аппаратная комната, откуда ведётся управление инструментами, съёмка и обработка данных. Со

второго этажа осуществляется выход в подкупольное пространство. Оборудование обсерватории состоит из телескопа системы Ньютона, с диаметром главного зеркала 200 мм, относительным отверстием 1:6.3 на моторизированной экваториальной вилочной монтировке большой грузоподъемности. Монтировка компьютеризирована, оснащена системами GoTo и автогидирования. Съёмка осуществляется на камеру Atik-314L+ топо с матрицей 3/4 дюйма. Поле зрения системы — $18' \times 24'$, разрешение $1''$ на пиксель. Система оснащена автоматизированным колесом фильтров, с фотометрическими фильтрами фирмы Baader Planetarium диапазонов V и B, автоматизированной системой фокусировки.

Более полную информацию об обсерватории можно узнать на сайте автора www.heavenly-owl.com.ua

Основным направлением деятельности обсерватории является наблюдение переменных звёзд. Началом серьёзных наблюдений с научным уклоном можно считать осень 2012 года, когда было закончено строительство экваториальной монтировки. Целевыми объектами наблюдений стали промежуточные поляры и некоторые двойные системы. Куратором исследований стал И.Л. Андронов, за что автор ему очень благодарен.

Взяты под постоянный мониторинг и проводятся наблюдения объектов как MU Cam + V442 Cam, V405 Aur, V361 Lyr, PQ Gem, FO Aqr, AO Psc. Некоторые примеры полученных результатов:

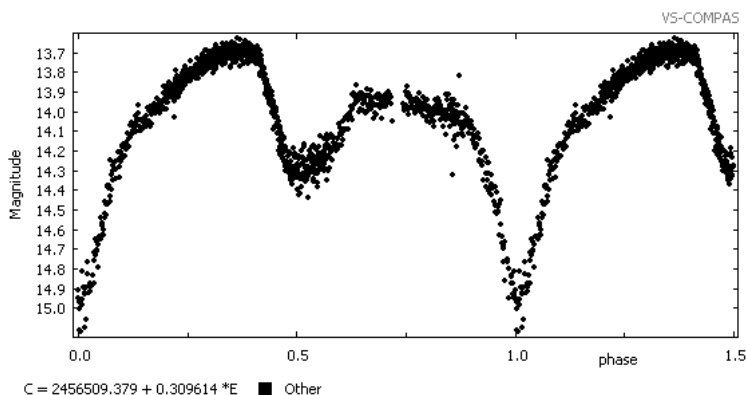


Рис. 1. Фазовая кривая V361 Lyr

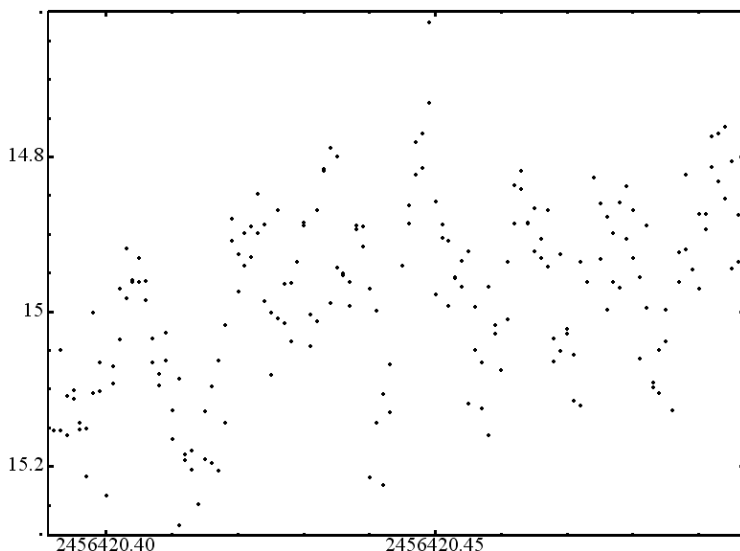


Рис. 2. Кривая блеска MU Cam

Фотометрия избранных астероидов главного пояса

Чеча В.А.¹, Шевченко В.Г.¹, Слюсарев И.Г.¹, Круглый Ю.Н.²

¹Кафедра астрономии и космической информатики Харьковского
национального университета имени В.Н.Каразина

²НИИ астрономии Харьковского национального университета имени В.Н.Каразина

Исследование физических свойств астероидов очень важно для понимания происхождения и формирования пояса, а также изучения тех процессов, которые привели к нынешнему распределению вращательных характеристик, как отдельных групп астероидов, так и всего пояса в целом. На сегодняшний день известны данные о вращательных характеристиках около 5000 объектов пояса. Анализ этих данных позволил выявить граничный период вращения около 2.2 часа, что совпадает с пределом устойчивости гравитационно-связанных объектов. Это наблюдательное явление подтверждается для малоразмерных астероидов ($D < 20$ км) внутренней части пояса. К сожалению, наблюдательных данных недостаточно для полного статистического анализа вращательных характеристик астероидов средней и внешней области пояса. Исходя из этого, была начата программа по изучению вращательных характеристик небольших астероидов, имеющих размеры менее 20 км, находящихся в средней и во внешней части главного пояса.

В рамках этой программы на 70-см рефлекторе Чугуевской наблюдательной станции НИИ астрономии ХНУ имени В.Н.Каразина в течение 27 ночей были проведены фотометрические наблюдения малоразмерных астероидов. В качестве приемника информации использовалась ПЗС камера FLI-4710 с фильтровой насадкой, оснащенной BVRI фильтрами.

В данной работе мы приводим предварительные результаты выполнения данной программы. Получены кривые блеска в основном в стандартных полосах V и R для тринадцати астероидов: 1415 Malautra (2 ночи), 1711 Sandrine (4 ночи), 2812 Scaltriti (4 ночи), 3306 Byron (1 ночь), 4463 Marschwarzschild (1 ночь), 4716 Urey (1 ночь), 5979 1992XF (1 ночь), 7410 Kawazoe (1 ночь), 7446 Hadrianus (3 ночи), 11838 1986 PJ1 (1 ночь), 16616 1993 FB44 (4 ночи), 35460 1998 DU20 (1 ночь), 54063 2000 GC136 (3 ночи). Были получены новые данные об амплитудах кривых блеска, звездных величинах и показателях цвета V–R. Для астероидов 2812 Scaltriti, 4716 Urey, 7446 Hadrianus и 54063 2000 GC136 были впервые определены периоды вращения: 7.696 ч, 6.2 ч, 3.402 ч, 5.154 ч, соответственно. Новые данные будут использованы нами для анализа вращательных характеристик астероидов небольших размеров главного пояса.

ГІС в управлінні земельними ресурсами Вінниччини

Чирва А.В.

Національний авіаційний університет, Київ

Земля є одним із найвагоміших і значимих природних ресурсів; вона є основою життєдіяльності людини, просторовим базисом для розміщення будь-якого виду підприємств, культурно-побутової діяльності. Управління земельними ресурсами — це процес постійного вдосконалення земельних відносин, землекористування і землеволодіння, землевпорядкування території і землеустрою господарств, оптимізації розподілу земель між галузями господарського комплексу і раціоналізації їх використання у кожній із них, розробки і підвищення продуктивності й економічної ефективності використання сільськогосподарських угідь на основі принципів сталого розвитку.

Сьогодні надзвичайно актуальним є застосування геоінформаційних систем (ГІС) в управлінні земельними ресурсами. Метою впровадження і застосування ГІС в управлінні земельними ресурсами є створення системи програмно-аналітичного комплексу щодо оцінки і прогнозування стану об'єктів навколишнього природного середовища з використанням даних комплексного моніторингу довкілля та ДЗЗ для забезпечення органів державної влади якісною, науково-обґрунтованою, об'єктивною інформацією щодо прогнозованого стану об'єктів довкілля та прийняття на цій основі оптимальних державно-управлінських рішень.

Застосуванням геоінформаційних системи надає такі ключові переваги:

- зручне для користувача відображення просторових даних; зображення просторових даних, у тому числі в тривимірному вигляді, найзручнішому для сприйняття, що спрощує побудову запитів та їхній наступний аналіз.
- інтеграція даних всередині організації. Геоінформаційні системи поєднують дані, накопичені в різних підрозділах компанії, або у різних областях діяльності організацій цілого регіону. Колективне використання накопичених даних та їхня інтеграція в єдиний інформаційний

масив дає істотні конкурентні переваги і підвищує ефективність експлуатації геоінформаційних систем.

- прийняття обґрунтованих рішень. Автоматизація процесу аналізу і побудови звітів про будь-які явища, пов'язаних із просторовими даними, допомагає прискорити і підвищити ефективність процедури у прийнятті рішення.
- зручний засіб для створення карт. Геоінформаційні системи оптимізують процес розшифровки даних космічних та аерофотознімків, використовуючи вже створені плани місцевості, схеми, креслення. ГІС істотно заощаджують тимчасові ресурси, автоматизуючи процес роботи з картами, і створюють тривимірні моделі місцевості.

Об'єктом нашого дослідження є земельні ресурси Вінниччини. Було опрацьовано 10 космічних знімків супутника Landsat 5 TM на територію Вінницької області за 2003–2011 роки, отриманих з бази даних USGS (EarthExplorer). Атмосферна корекція знімків виконана на базі модуля Flaash ПЗ «ENVI 5.0». Виявлено: масштабні розходження в освоєнні території, добре помітно, як змінюється тип землекористування в межах районів області, чітко помітні міжзональні відмінності в сільськогосподарському освоєнні, тобто зумовлені насамперед кліматичними, гідрологічними й ґрунтовими факторами. На основі дешифрування знімків та отриманих даних розроблено ГІС для ефективного управління землями сільського господарства Вінниччини.

Отже, все вище зазначене доводить надзвичайну актуальність і необхідність всебічного застосування ГІС та методів ДЗЗ, особливо для аналізу інформації про стан земель сільськогосподарського призначення (чи будь-яких інших земель), для обґрунтування сівозмін та багатьох інших цілей. При умові врахування та застосування на практиці інформації, отриманої з ГІС та (або) ДЗЗ, можливе здійснення правильного розрахунку та втілення в життя всіх агротехнічних, екологічних, соціально-економічних та інших заходів.

Космічні місії до ядер комет

Чурюмов К.І.

Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Першими космічними апаратами, які вперше в історії науки були відправлені в космічний простір з метою пролетіти поблизу ядра знаменитої комети Галлея, були два радянських космічних корабля Вега-1 і Вега-2. Вони стартували з космодрому Байконур 15 і 21 грудня 1984 р., спочатку взяли шлях у напрямку до планети Венера, щоб скинути в її атмосферу два наукових зонда, а також за допомогою її гравітаційного поля зробити маневр, який би точно спрямував їх в околицю ядра комети Галлея. Тому-то апарати і отримали назву ВЕГА, що означало по перших двох літерах слів “Венера” і “Галлей”. Так все і сталося — обидва апарати успішно впоралися зі своїм завданням поблизу Венери, отримавши нові результати про її атмосферу, а потім точно за розкладом 6 березня та 9 березня 1986 р. вони пролетіли поблизу ядра

комети — спочатку Вега 1 пройшла на відстані 9000 км від ядра, а Вега-2 на відстані 3000 км. При прольоті на величезній швидкості щодо ядра, рівній 77 км/сек, Вегами, а потім і європейським апаратом “Джотто”, який за допомогою Вег пролетів 14 березня 1986 р. на відстані 600 км від ядра, була вперше вирішена головна задача — фотографування загадкового ядра комети Галлея. Воно виявилось безформною гігантської монолітною брилою розміром $14 \times 10 \times 8$ км, масою близько 300 мільярдів тонн, що складається на 80% з водяного льоду з домішкою органічної та мінеральної пилу і обертається з періодом 2.2 доби навколо своєї осі. Також ядро виявилось незвичайно чорним, відбиваючим всього 4% сонячного світла, і дуже пористим — його густина складала близько 0.1 г/см^3 . При кожному проходженні комети Галлея поблизу Сонця її крижане з домішками ядро зменшується на 6 метрів, тобто за 30 її датованих проходжень починаючи з 12 р. до Р.Х. кометне ядро “схудло” на 180 м. А повністю воно розтане приблизно через 600–700 тисяч років. Так вперше була вирішена загадка тисячоліть: що ж являють собою кометні ядра?

Однак, першим космічним кораблем, який за півроку до тріумфального прольоту 5 космічних кораблів поблизу ядра комети Галлея зблизився з ядром комети Джакобіні–Ціннера на відстані в 10 000 км, став Міжнародний кометний дослідник (International Cometary Explorer — ICE), запущений NASA, і який вперше виміряв значення напруженості магнітного поля в плазмовому хвості цієї комети (100 нанотесла). Однак на його борту не було відеокамери і про ядро цієї комети нам нічого не відомо.

Космічний апарат Діп Спейс 1 22 вересня 2001 р. наблизився до коротоперіодичної кометі 19P/Бореллі на відстань 2171 км і сфотографував її ядро. Якість отриманих знімків ядра комети Бореллі набагато перевершували якість знімків ядра комети Галлея, отриманих в 1986 р. За формою ядро нагадувало картоплину. Розміри ядра 8×3.5 км. На поверхні ядра видно різноманітні структури, включаючи долини, гори і западини. По всій поверхні ядра розсіяні темні ділянки. Гладкі рівнини, на яких переважають світліші структури, концентруються в середній частині ядра. З цими структурами, повідомимо, пов'язано утворення пилових і газових струменів (джетів), які поповнюють своїм речовиною кому.

КА Стардаст стартував з мису Канаверал 7 січня 1999 р., зробив три витки навколо Сонця і 2 січня 2004 р. пролетів на відстані 236 км від ядра періодичної комети Вільда 2. При цьому зближенні були отримані найбільш детальні, з усіх отриманих раніше до цього прольоту, зображення поверхні ядра комети з високою роздільною здатністю. Розміри ядра $1.65 \times 2.00 \times 2.75 \text{ км} \pm 0.05 \text{ км}$. Альbedo = 0.03 ± 0.0153 .

Протягом 6-річного польоту до ядра комети Вільда КА Стардаст, за допомогою спеціальної пастки, в комірки якої були покладені блоки спеціальної речовини низької густини — аерогеля (склад такий же, як у скла, але в 1000 разів менше щільності скла), виконав збір міжзоряної речовини, потік якої був виявлений в Сонячній системі в напрямку від сузір'я Стрільця, і збір кометних частинок поблизу ядра комети Вільда 2. Частинки проникали в ае-

рогель, утворили треки, гальмувалися і застрявали в аерогелі поблизу треків. Порошинки також стикалися з екраном з алюмінієвої фольги, залишаючи в ньому сліди у вигляді мікрократерів.

Капсула з кометними і міжзоряними порошинами повернулася на Землю 15 січня 2005 р. і була доставлена в дослідну лабораторію в Берклі (США). Відразу ж після перегляду осередків пастки близько 25 треків було виявлено неозброєним оком в деяких блоках аерогеля. Сотні інших часток було знайдено тільки за допомогою спеціального мікроскопа в Берклі, причому багато частинок також виявлено любителями, які підключилися до пошуків міжзоряних і кометних частинок за програмою Stardusthome.

10 років тому 2 березня 2004 р. до ядра короткоперіодичної комети Чурюмова–Герасименко, відкритої в 1969 р. астрономами Київського національного університету імені Тараса Шевченка К.І.Чурюмовим і С.І.Герасименко, з космодрому Куру (Французька Гвіана, Південна Америка) стартував космічний апарат «РОЗЕТТА» Європейської космічної агенції. Мета місії — посадка на ядро комети і дослідження первинної речовини протосонячної хмари, з якої 4,5 мільярдів років тому виникло Сонце і планети, в тому числі і планета Земля. Ця кометна реліктова речовина стала також джерелом складної органічної речовини, в тому числі амінокислот, які призвели до зародження життя на нашій планеті. Знання фізичних і хімічних властивостей реліктової речовини дозволить вирішити фундаментальні наукові проблеми космогонії Сонячної системи і зародження життя на Землі.

Але для того, щоб досягти ядра комети Чурюмова–Герасименко, Розетті потрібно було здійснити три гравітаційних маневри біля Землі і один біля Марсу.

Перший гравітаційний маневр поблизу Землі мав місце 4 березня 2005 р. Наступний гравітаційний маневр було зроблено Розеттою прольотом над планетою Марс на висоті 250 км 25 лютого 2007 р. Другий гравітаційний маневр в полі тяжіння Землі відбувся 13 листопада 2007 р. 5 вересня 2008 р. було здійснено проліт Розетти на відстані 850 від малої планети Штейнс і отримано багато якісних зображень цього загадкового астероїда, який було відкрито астрономом Кримської астрофізичної обсерваторії Миколою Чернихом. Останній гравітаційний маневр біля Землі мав місце 13 листопаду 2009 р. А 10 липня 2010 р. Розетта наблизилась на відстань 3100 км до великого (діаметром 134 км) астероїда Лютеції і отримала велику кількість його високоякісних фотографій. 8 червня 2011 р. майже за три роки до посадки модуля Філі на ядро комети Чурюмова–Герасименко Розетта була переведена в сплячий режим.

20 січня 2014 р. в 12:00 за київським часом з Центру управління польотами космічних апаратів в Дармштадті (Німеччина) був відправлений радіосигнал на Розетту, щоб вивести її з “сплячого стану”, в якому всі її прилади перебували майже 31 місяць. Оскільки Розетта в цей момент знаходилася на відстані близько 800 мільйонів кілометрів від Землі, сигнал дійшов до Розетти за час близько 1 години. Приймальна апаратура Розетти вловила цей

сигнал і вона прокинулася, передавши про це сигнал, який теж йшов близько години на Землю в Дармштадт (в Центр управління польотами — ЦУП). У ЦУПі задзвенів спеціальний будильник, який повідомив, що Розетта успішно розбуджена. Колектив ЦУПа почав аплодувати, почувши довгоочікуваний відгук Розетти. Зв'язок з Розеттою було встановлено і це дуже важливий етап місії, оскільки тепер можна точно зорієнтувати панелі сонячної батареї на Сонце і забезпечити Розетту необхідною енергією для здійснення маневрів у космосі, які спрямують Розетту до головної мети місії — до ядра комети Чурюмова–Герасименко.

Всі чотири маневри допомогли за допомогою сил тяжіння Землі і Марсу вивести космічний апарат Розетту на витягнуту еліптичну орбіту подібну до орбіти комети Чурюмова–Герасименко, що дозволяє Розетті вже шляхом подальших маневрів із застосуванням реактивних двигунів наблизитись впритул до ядра комети і здійснити посадку на його поверхню спеціального модуля Філі.

Маневр «зустріч» з кометою відбудеться в травні 2014 р. В травні буде проведена низка маневрів з метою зближення з ядром комети. В серпні 2014 р. Розетта наблизиться до ядра комети Чурюмова–Герасименко і перейде на орбіту штучного супутника ядра з радіусом 25 км. В цей час почнеться глобальне картографування поверхні ядра і вперше в світі комети буде побудовано «глобус» ядра комети. На ядрі буде обрано 5 рівних ділянок його поверхні, на одній з яких в листопаді 2014 р. «прикометиться» посадковий модуль Філі, 9 високоточних наукових приладів якого будуть розкохлені і почнеться вивчення фізичних і хімічних властивостей загадкової первинної речовини. З модуля Філі наукові дані, отримані кожним з його 9 високоточних і чутливих приладів, будуть передаватися на орбітальний модуль Розетту, а звідти за допомогою радіотелескопу разом з даними, отриманими 11 приладами Розетти, вся наукова інформація по телеметрії буде передаватися на Землю.

Для живлення приладів космічної орбітальної лабораторії буде використовуватися сонячна батарея площею 32 м². За допомогою 2-м антени радіотелескопу, встановленого на Розетті, вперше в історії науки надходитимуть в наукові лабораторії на Землі унікальні дані про реліктову речовину Сонячної системи. Багато вчених вважають, що це експеримент тисячоліття, а за кількістю витрачених на нього коштів — близько півтора мільярда євро — це буде один з найбільш дорогих експериментів в історії науки, але “гра коштує свічок”. Без всякого сумніву, це найбільш грандіозна кометна місія, унікальний і захоплюючий експеримент в історії людської цивілізації, результати якого поповнять новими відкриттями золотий фонд світової науки.

Сліди на небі: класифікація та неочікувані результати регулярних спостережень

Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А.

В астрономії СРСР дуже велику увагу приділяли службі болідів та проблемі болідної небезпеки. Так, Володимир Платонович Цесевич був одним

із організаторів Всесоюзної служби болідів. Всеволод Володимирович Фединський в 1973 році очолив роботи по створенню станцій служби болідів СРСР. З його ініціативи подібні спостереження велись і в Сомалі, Ефіопії, в країнах латинської Америки. Ігор Станіславович Астапович та його послідовники активно проводили візуальні і фотографічні спостереження болідів та метеорів. Були складені каталоги радіантів метеорних потоків, а по дрейфу метеорних слідів досліджувалась циркуляція верхньої атмосфери Землі.

Після драматичного явища Челябінського боліду одному з авторів вдалося отримати чотири знімки трьох фрагментів кометного ядра, які майже одночасно «впали» на Київ 20 березня 2013 року. Після цього наш авторський колектив отримав ще понад 500 різних «слідів на небі», які ми пропонуємо класифікувати попередньо на такі чотири типи: АМ — аерометеорологічні, АТ — аеротехнічні, АК — аерокосмічні, ІНШІ — поки що не класифіковані.

Детальне вивчення всієї нашої фототеки дозволяє зробити такі висновки. Пропонується:

- виділити нову методику спостережень сутінкових болідів і метеорів;
- запропонувати новий клас астрономічних об'єктів — комет-ердгрейзери (“ті, що дряпають Землю”);
- новий критерій та метод розрізнення космічних слідів на небі;
- створити новий тип (вид, клас, ...) малих базових обсерваторій аерокосмічного моніторингу (АКМ).

Як вважають автори, астрономічні дослідження в кожній астрономічній обсерваторії повинні спиратися на детальні дослідження взаємодії нашої планети з космічним оточенням. А це і є аерокосмічний моніторинг, особливо — для небезпечних болідних явищ.

За досить короткий період наших спостережень було зафіксовано падіння не менше семи фрагментів ядер комет, не менше п'яти доволі крупних і десятки малих фрагментів метеороїдів. Тому стає зрозумілим, що необхідно продовжити широку кампанію по створенню *малих базових обсерваторій аерокосмічного моніторингу (АКМ)*, оснащених простою ширококутною оптикою та малогабаритною камерою для реєстрації цих явищ. За попередніми оцінками вартість такої апаратури буде складати від \$400US.

Для проведення комплексних спостережень щодо патрулювання яскравих сутінкових болідів таким простими апаратними комплексами можуть бути оснащені як професіональні обсерваторії, так і *базові* університетські, шкільні та аматорські спостережні пункти.

Актуальність такої служби болідів особливо виростає та стає життєво-важливою після падіння так званого Челябінського боліда 15.02.2013 оскільки тоді було пошкоджено понад 1000 будинків і понад 400 людей було травмовано і доставлено у лікарні.

Деякі з отриманих нами фотографій «слідів» на небі будуть виставлені на відповідних стендах.

Активність авіації при падінні болідів у 2014 р.

Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А.

Важливим аспектом проблеми болідної небезпеки є можливий відгук авіації, систем протиповітряної оборони та служб радіолокаційного контролю аеропортів на різноманітні аерокосмічні явища в атмосфері Землі. В період з жовтня 2013 по травень 2014 р. на основі візуально-фотографічних спостережень нам вдалося зафіксувати понад п'ять випадків активних дій кількох літаків навколо слідів яскравих болідів. У трьох випадках військові літаки кружляли навколо слідів, змінюючи висоту і напрямок руху, один раз — літак пройшов крізь слід, ще один раз пасажирський літак заходив на посадку в аеропорту «Київ» у той час, коли над цим місцем нами були зареєстровані сліди від падіння 3–4 досить яскравих болідів; а ще один раз вдалося зафіксувати кружання військових літаків під зоною падіння досить яскравого боліда поблизу аеропорту «Бориспіль».

Така «активність» авіації поблизу слідів від падіння яскравих болідів наштовхнула нас на думку про можливість використання невеликих спортивних літаків для своєрідного «просвічування» аерокосмічних слідів за допомогою установлені на них дуже простої і недорогої спектральної, фотометричної і поляриметричної апаратури. Це дозволить отримати фізичні параметри частинок, які знаходяться у часто досить потужних видимих слідах після падіння яскравих метеороїдних тіл. Для цього слід розробити досить прості мобільні прилади і встановити їх на літаках різних аероклубів. Наявність такої мобільної «астрономічної авіації» може бути новим і досить цікавим напрямком для сучасної астрономії.

Деякі з отриманих нами фотографій «слідів» на небі будуть виставлені на відповідних стендах.

Використання супутників для дослідження глобальних гравітаційних аномалій Землі

Шведа В.І.

Національний авіаційний університет, Київ

Рухаючись навколо Землі, супутники зазнають збурень, які виникають завдяки глобальним і локальним аномаліям гравітаційного поля Землі. Якщо знайдені збурення орбіт супутників, то можемо розв'язати задачу космічної геодезії і знайти властивості динамічної фігури Землі. Використання штучних супутників Землі в різних місцях дало можливість з високою точністю картографувати гравітаційне поле Землі.

Як виявилось на основі досліджень супутника GOCE, геоїд не тільки не має ідеальної форми еліпсоїда, а взагалі схожий на “зів'яле і зморщене за зиму яблуко” зі своїми виступами та западинами. Аналіз даних показав, що гравітаційне поле Землі має три величезні ділянки із підвищеною силою тяжіння: Північна Америка, Індія та Гімалаї, а також Південний Тихий океан з Антарктидою. Найвищий рівень гравітації встановлено у північній частині

Індійського океану та півострові Індостан, де рівень поверхні океану більш, ніж на 100 м нижчий за площину еліпсоїда. Одночасно, існує й три ділянки зі слабкою гравітацією — це Північна Атлантика з Європою, Океанія з Австралією й Південним Індійським океаном. Найнижчий рівень сили земного тяжіння існує над Ісландією та Папуа-Новою Гвінеєю — рівень океанічних вод тут підноситься приблизно на 80 м вище над площиною поверхні еліпсоїда.

Уже нині стає зрозумілим, що неоднорідність гравітаційного поля Землі грає чи не ключову роль у циркуляції океанічних течій, причому як горизонтальних, так і вертикальних. Вчені також сподіваються удосконалити існуючі моделі зміни клімату майбутнього, адже тепер вони отримали точний інструмент прогнозування динаміки льоду у полярних районах. Окрім того, знаючи рівень океану зумовлений земною гравітацією, океанологам та екологам буде набагато простіше відслідковувати його зміни.

Особливості теоретичного визначення гравітаційного поля і динамічної фігури супутників планет

Ясєнев С.О.

Національний авіаційний університет, Київ

У Сонячній системі на сьогоднішній день відкрито понад 180 супутників планет і кількість відкритих супутників продовжує зростати. Нас цікавлять супутники планет, які ми можемо назвати самогравітуючими утвореннями, тобто ті, які за рахунок власної маси тримають свою форму і прагнуть наблизити її до рівноважної, такі супутники планет ми називаємо планетоїдами.

Супутники планет, як планетоїди — це космічне кулясте тіло з масою від 10^{19} кг і мінімальним радіусом понад 190 км.

Тіла меншої маси залишаються твердими і зберігають свою форму як завгодно довго. Тіла з масою більше 10^{19} кг мають властивість пластичності. Окремо взятий супутник планети вивчається як просторовий, самогравітуючий об'єкт, що здійснює рух в гравітаційному полі планети.

Інформація про форму і гравітаційне поле супутника планети може використовуватися для визначення координат місця, швидкості руху космічного апарата, орієнтації відносно системи відліку супутника.

Актуальною є проблема побудови точних математичних моделей динамічних фігур і гравітаційних полів супутників планет, уточнення яких відбувається на основі емпіричних даних, що отримані з космічних апаратів. При цьому необхідне формальне визначення параметрів гравітаційних полів (звичай це диференціальні рівняння в частинних похідних) і динамічних фігур супутників планет теоретичними методами.

Визначення гравітаційного потенціалу небесних тіл передбачає, що відомі форма та закон розподілу речовини в надрах самогравітуючої конфігурації. В процесі динамічної еволюції небесні тіла прагнуть набути форму, близьку до рівноважних фігур. Залежно від швидкості обертання рівноважними конфігураціями можуть бути: куля (фігура без власного обертання), сферо-

їд, тривісний еліпсоїд. Небесні тіла неоднорідні і мають форму, відмінну від кулі. При описанні гравітаційного потенціалу небесних тіл рядом Лапласа постає проблема розбіжності ряду поблизу фігури та зростання складності його загального члена розкладу.

Одним із засобів опису гравітаційних полів небесних тіл є математичні моделі. Моделі дозволяють спростити вираз зовнішнього гравітаційного потенціалу та подальше визначення потенціальної енергії небесних тіл.

Вивчення внутрішньої будови, фігури, гравітаційного поля небесних тіл та відповідних їм моделей має практичне значення для небесної механіки та астрономічної геодезії: побудова моделей внутрішньої будови супутників, оптимізації динаміки космічних апаратів, визначення локальних та глобальних гравітаційних аномалій.

Найважливіший етап — складання математичної моделі системи, що вивчається: першим кроком є параметризація, тобто опис виділених елементів системи за допомогою тих чи інших параметрів. У класичних динамічних системах вживаються лише так звані безперервні параметри, тобто змінні, що приймають будь-які дійсні значення на відрізку $[a, b]$ (де $-\infty < a < b < +\infty$). В узагальнених динамічних системах разом з безперервними параметрами можуть розглядатися і дискретні параметри. Особливу роль грають параметри, що приймають кінцеву кількість значень. З їх допомогою можна описувати процеси і об'єкти, які не можуть бути охарактеризовані за допомогою звичайних числових параметрів, а розрізняються лише якісно. Параметри, що описують систему, змінюють своє значення в часі. Залежності між параметрами можуть відповідно до цього використовувати значення параметрів в різні моменти часу.

The comparative description of observations of passage of Venus on a disk of the Sun

Pakhomov A.G.

The Russian University of Friendship of People

Comparison of descriptions of historical observations of passage of Venus on a disk of the Sun on May, 26th, 1761, on May, 23–24rd, 1769 is spent and on December, 8–9th, 1874 with my personal observations on June, 8th, 2004 and on June, 6th, 2012 the opportunity of detection atmosphere of Venus Is studied at pass off the planet from the solar disk. From the point of view of comparison with my observations of passages 2004 and 2012, are especially interesting descriptions of observations 1874 executed in Odessa, Teheran and Luxor. Is considered extreme states of consciousness during transient astronomical observations and an opportunity of their reflection.

Remote sensing of biochemical components and harmful agents in vegetation

Semeniv O.V.

Space research institute NAS of Ukraine and SSA of Ukraine

Land cover information has been identified as one of the crucial data for many aspects of global change studies and environmental applications. Hyperspectral airborne, satellite and ground based systems have been employed for gathering such information in the fields of agriculture and food production, geology, oil and mineral exploration, geography and urban to non-urban localities. Vegetation is a sensitive indicator suitable for testing of ecological stresses and natural anomalies of the industrial character. Many factors have been shown to affect the optical reflectance properties of crops, including water content, diseases, and soil nutrients.

Spectral data have the potential to be useful in detecting when biochemical agents have been introduced to a crop before the crop stresses are visible to the human eye. In some cases there is no visible indicators of the degradation in vegetation (i.e., the optical reflectance is altered only in the non-visible regions of the optical spectrum). But, the photosynthetic apparatus of the plants response to the changes in environment, mainly by change of green pigment (chlorophyll) content in leaves. Reflectance values across the visible and near infrared regions of the spectrum can be analyzed with mathematical algorithms of rapid detection. The recognition system on a multiclass classification approach could be used to characterize the level of harmful agents present in investigation area.

Subtle changes in vegetation as a result of low levels of biochemical harmful agents can prove quite difficult to recognize and require the use of spectral data of more high resolution. However, the high dimensionality of data typically requires one to have a large number of training samples for designing and training the identification algorithms. To avoid the problem of large data dimensionality, the spectral data sets must be preprocessed, thereby reducing the dimensionality to an acceptable level. Such preprocessing methods must reduce the dimensionality of the spectral data set while maintaining the pertinent information required for accurate estimation.

Several approaches to vegetation state estimation on the basis of the leaves reflectance spectra curves most efficient informative components investigation were developed in our privies investigations. In the next stage of vegetation state estimation informative components are used in the development of mathematical models for biochemical agent content identification.

The main problem of this report is the vegetation state estimation based on biochemical components concentration. An approach for the reflectance spectra processing and biochemical agent identification based on the Support Vector Machine (SVM) has been suggested. SVM employs optimization algorithms to locate the optimal boundaries between classes. Statistically, the optimal boundaries should be generalized to unseen samples with least errors among all possible

boundaries separating the classes, therefore minimizing the confusion between classes. The advantage of our approach is that for estimation only the training samples that are support vectors, which lie on part of the edge of the class distribution in feature space, are required; all other training samples provide no contribution to the analysis. The SVM algorithm was used for estimation chlorophyll content in winter wheat leaves. Spectral curves were gathered by the double channel field spectrometer. Chlorophyll content in leaves was calculated in laboratory with biochemical method. All field and laboratory data were integrated for training and testing SVM model. The results of numerical calculation show high values of statistical parameters: the linear correlation coefficient (LC) for the training data sample $LC=0.91$, with a mean squared error $MSE=0,246$, and for the test data set the $LC=0.84$ at $MSE=0,429$.

Зміст

Програма роботи конференції	3
<i>Андронов И.Л., Бакланов А.В.</i> Математическое моделирование сигналов с использованием программы MCV. 10 лет спустя	5
<i>Андронов И.Л., Ткаченко М.Г.</i> Статистические свойства оценок параметров затменных двойных систем	6
<i>Андронов И.Л., Чинарова Л.Л.</i> Исследование характеристик модуляций «почти синусоидальной» переменности звезд методом «скользящих синусов»	7
<i>Балогланов А.Ш., Магеррамов Я.М.</i> Исследование атмосфер звезд HD21389 И HD187982	8
<i>Беленок В.Ю.</i> Вдосконалення методів та технічних характеристик дистанційного зондування для вирішення задач аерокосмічного великомасштабного картографування	9
<i>Бешлей В., Кузьо Т.</i> Історичні наднові типу Ia та їх залишки	10
<i>Бузько В.Л.</i> Моделювання під час вивчення астрономії як засіб формування пізнавальної активності учнів: від природознавства до астрономії	11
<i>Відьмаченко А.П.</i> Дослідження планет земного типу	12
<i>Волощук Ю.И., Коломиец С.В., Черкас Ю.В.</i> О тонкой структуре распределений элементов орбит околоземных астероидов	13
<i>Волчанський О.В.</i> Роль симетрії при вивченні явищ сферичної астрономії	14
<i>Волчанський О.В., Чінчой О.</i> Важливість астрономії в підготовці вчителя географії	15
<i>Гарбулінська М.В.</i> ГІС ефективного використання регіональних земельних ресурсів	16
<i>Головатий В.В., Демчина А.В.</i> Відстані до галактичних планетарних туманностей	17
<i>Градиський А.В., Коптева Е.М.</i> Густина енергії і тиск для всесвіту Стефані з випромінюванням та від'ємною просторовою кривизною	19
<i>Захаренко В.В.</i> Дослідження електростатичних розрядів в атмосфері Сатурна та інших планет Сонячної системи	19
<i>Захожай В.А.</i> Планеты, экзопланеты и планетные системы	20

<i>Захожай В.А.</i> Место планетариев в изложении курса «Космография» для школьников и студентов ВУЗов	20
<i>Зацерковний В.І., Комарова У.Ю., Кривоберець С.В.</i> Використання даних дистанційного зондування в прецизійному землеробстві	21
<i>Зацерковний В.І., Курченко О.Ю., Маслій М.</i> Застосування геоінформаційних технологій у вирішенні задач охорони ґрунтів	22
<i>Зацерковный В.И., Кальян А.А.</i> Обоснование необходимости создания комплексной ГИС управления транспортной отраслью	23
<i>Зацерковний В.І., Сліпко Ю.С., Міскевич І.О., Гебрин Л.В.</i> Регіональні центри збереження і обробки просторових даних	24
<i>Зацерковний В.І., Собчук М.</i> Геоінформаційне нозологічне картографування	26
<i>Зелик Я.І.</i> Регресійні моделі оцінювання вмісту хлорофілу у листі, гілках рослин та у рослинному покриві у цілому за даними наземних та космічних спостережень	27
<i>Зінгайло А.Ф., Коркіна М.П.</i> Чорні діри типу Шварцшильда	28
<i>Зелик Я.І., Семенів О.В.</i> Створення геоінформаційної бази даних підсупутникового калібрувального полігону та динамічних сервісів виконання методик калібрування	29
<i>Ігнатишин В.В.</i> Фази Місяця та сейсмічна активність Карпатського регіону	30
<i>Железняк О.О.</i> Особливості динаміки супутників планет	31
<i>Ключєва А., Лозицька Н.</i> Взаємодія високошвидкісних потоків сонячного вітру з потоком галактичних космічних променів	32
<i>Книш І.В.</i> Моніторинг ґрунтового покриву	32
<i>Козак П.М., Рожило О.О., Тарануха Ю.Г.</i> Метеори з аномальними висотами появи за телевізійними спостереженнями	33
<i>Коркіна М.П., Єгурнов О.О.</i> Неоднорідна космологічна модель близька до FLRW	34
<i>Косарєв М.В.</i> Аерокосмічні знімки як один з основних методів дослідження фізичних властивостей ландшафтів	35
<i>Криводубський В.Н.</i> Походження і генерація магнітних полів небесних тіл	36
<i>Кулиш Н.В., Миронова А.М.</i> Поляризация молекулярных полос в кометах	38

<i>Леонов А.Б.</i> Дослідження рівнянь Ейнштейна у випадку статичної циліндричної симетрії із діагональним тензором енергії-імпульсу .	39
<i>Лесь С.В.</i> Дистанційне зондування ґрунтів.....	40
<i>Маггеррамов Я.М.</i> Спектральні перемінності лінії H_{α} в атмосфе- ре звезд HD198478 и HD225094	41
<i>Марисик Я.В., Мозгова А.М.</i> Проблеми навчання астрономії в загальноосвітніх школах	42
<i>Марсакова В.І.</i> Довготривала змінність зір типу Міри Кита	43
<i>Матвієнко О.В.</i> Динамічна геоінформаційна модель фенологічного розвитку лісових рослинних угруповань Західного Полісся та Українських Карпат	44
<i>Михальчук В.В.</i> Долгопериодичность в реальном лунно-солнечном цикле	44
<i>Модулина Д.Г.</i> Безимпульсные перелёты космических аппаратов	45
<i>Модулина Д.Г., Тихомирова Е.Н.</i> Эволюция орбит комет с перемен- ной массой	47
<i>Назаревич Л.Є., Назаревич А.В.</i> Мінімум Маундера сонячної актив- ності та сейсмічність зони контакту Східноєвропейської і Захі- дноєвропейської платформ на заході України	48
<i>Пестова І.О.</i> Глобальне картування якісного стану рослинності на основі супутникових інформаційних продуктів NOAA/AVHRR....	50
<i>Плотко П.П., Слюсарев І.Г., Євлахова О.М.</i> Оптичне післясвічення гамма-спалаху GRB130427A	52
<i>Пономаренко В.О., Чурюмов К.І., Клещенок В.В., Баранський О.Р.</i> Спектральні дослідження газопилових атмосфер комет.....	52
<i>Радченко К.О.</i> Знаходження умов перетину орбіт в гравітаційному полі двох нерухомих центрів	53
<i>Рябов М.И., Сухарев А.Л.</i> Обновление данных о динамике разви- тия солнечных циклов активности по результатам применения вейвлет-анализа.....	55
<i>Семко І.Д.</i> Методи автоматизованого виділення окремих дерев у лісовому масиві за даними лазерно-локаційного знімання	56
<i>Сивик Д.О., Бабич О.А.</i> Аналіз інтеграційних процесів технологій ГІС, ДЗЗ і GPS при проведенні моніторингу стану навколи- шнього середовища	57

<i>Соколовська А.В.</i> Використання космічної інформації ДЗЗ для моделювання та прогнозової оцінки стану довкілля міських територій методами системної динаміки (на прикладі м. Києва) ...	58
<i>Станкевич С.А.</i> Дистанционное зондирование спутников планет-гигантов Солнечной системы	60
<i>Сухарев А.Л.</i> Исследование тонкой структуры переменности потока радиоизлучения квазара OJ287 в сантиметровом диапазоне длин волн с применением полосовой вейвлет-фильтрации	65
<i>Троянский В.В., Базей А.А.</i> Эволюция орбит тройных астероидов 1994 CC и 2001 SN263, сближающихся с Землей	65
<i>Халилов А.М., Гасанова А.Р.</i> Исследование спектра сверхгиганта HD 14662 (F7Ib)	66
<i>Харчук С.В., Корсун П.П.</i> Модельний аналіз пилового хвоста комети C/2011 L4 (PANSTARRS)	68
<i>Цехмейстренко В.С.</i> Астрономическая обсерватория «Небесная Сова»: цели, результаты, перспективы	68
<i>Чеча В.А., Шевченко В.Г., Слюсарев И.Г., Круглый Ю.Н.</i> Фото-метрия избранных астероидов главного пояса	70
<i>Чирва А.В.</i> ГІС в управлінні земельними ресурсами Вінниччини	71
<i>Чурюмов К.І.</i> Космічні місії до ядер комет	72
<i>Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А.</i> Сліди на небі: класифікація та неочікувані результати регулярних спостережень	75
<i>Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А.</i> Активність авіації при падінні болідів у 2014 р.	77
<i>Шведа В.І.</i> Використання супутників для дослідження глобальних гравітаційних аномалій Землі	77
<i>Ясєнев С.О.</i> Особливості теоретичного визначення гравітаційного поля і динамічної фігури супутників планет	78
<i>Pakhomov A.G.</i> The comparative description of observations of passage of Venus on a disk of the Sun	79
<i>Semeniv O.V.</i> Remote sensing of biochemical components and harmful agents in vegetation	80

Наукове видання

Під загальною редакцією
проректора Кіровоградського педагогічного
університету д.п.н., проф. *Садового М.І.*
завідувача кафедри аерокосмічної геодезії
Національного авіаційного університету
д.ф.-м.н., проф. *Железняка О.О.*,

технічний редактор *Терещенко А.О.*

Кіровоградський державний педагогічний університет

Україна, м. Кіровоград, вул. Шевченка, 1

Видано 100 екз.