Міністерство освіти і науки України
Національний авіаційний університет
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини

Міжнародна наукова конференція

Астрономічна школа молодих вчених

Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р.

Програма і тези доповідей

Київ — Умань. 2018

Конференція організована кафедрою аерокосмічної геодезії Національного авіаційного університету та факультетом природничо-географічним і факультетом фізики, математики та інформатики Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини за сприяння Української астрономічної асоціації.

Науковий оргкомітет: *О.Железняк* (співголова), *В.Захожай* (співголова), *А.Терещенко* (вчений секретар).

Члени наукового оргкомітету: *С.Андрієвський* (Україна), *І.Андронов* (Україна), *О.Браславська* (Україна), *А.Відьмаченко* (Україна), *А.Гулієв* (Азербайджан), *Х.Ібадінов* (Таджикістан), *В.Івченко* (Україна), *П.Зазуляк* (Україна), *О.Коноваленко* (Україна), *О.Кривов* (Німеччина), *М.Маров* (Росія), *М.Міщенко* (США), *С.Нінкович* (Сербія), *С.Нурітдінов* (Узбекистан), *І.Ткаченко* (Україна), *П.Флін* (Польща), *А.Чернін* (Росія), *Я.Яцків* (Україна).

Місцевий оргкомітет: *О.Безлюдний* (голова), *Т.Махомета* (заступник), *В.Миколайко* (заступник), *С.Половка*, *Л.Запорожець*, *І.Красноштан*, *С.Совгіра*, *С.Терещук* (секретар)

Молоді вчені надсилають на адресу наукового комітету Астрономічної школи свої дослідження. Астрономічна експертна рада розглядає надіслані наукові роботи і рекомендує до друку у провідних наукових журналах.

Публікації наукових статей будуть здійснюватися в журналі “Вісник Астрономічної школи”, який індексується наукометричними базами Index Copernicus, NASA Astrophysics Data System (ADS), Google Scholar. Термін подання матеріалів у “Вісник Астрономічної школи” — до 1 серпня 2018 р. за адресою наукового оргкомітету. Доповіді на замовлення (лекції) — до 16 стор., для всіх інших — до 8 стор. Вимоги до оформлення статей див. на сторінці http://astro.nau.edu.ua/uk/author/instructions.html

Адреса наукового оргкомітету:
03058 м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1, Національний авіаційний університет, кафедра аерокосмічної геодезії, корпус 3, к.524. *А.Терещенко*
Тел. (044) 406-79-95
E-mail: oleg_zheleznyak@yahoo.com, ter_andrew@yahoo.com

Програма роботи конференції

23 травня (середа)

$9^{00} – 11^{00}$	**Заїзд та реєстрація учасників конференції** (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, головний корпус, ауд. 307)
$11^{00} – 11^{30}$	**Відкриття конференції**
	Виступ голови місцевого оргкомітету, ректора УДПУ, д.пед.н., проф. *Безлюдного О.І.*
	Виступ співголови наукового оргкомітету, віце-президента Української астрономічної асоціації, д.ф.-м.н., проф. *Захожая В.А.*
$11^{30} – 17^{00}$	**Пленарне засідання** (головуючий — проф. *Железняк О.О.*)
$11^{30} – 12^{15}$	д.ф.-м.н., проф. *Захожай В.А.* (Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна) “Сучасна астрономічна картина світу”
$12^{15} – 13^{00}$	д.ф.-м.н., проф. *Лозицький В.Г.* (Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка) “Сонце і життя на Землі”
$13^{00} – 13^{45}$	д.ф.-м.н., проф. *Відьмаченко А.П.* (Головна астрономічна обсерваторія НАН України) “Особливості вулканізму на тілах Сонячної системи”
$13^{45} – 14^{30}$	д.ф.-м.н., проф. *Скульський М.Ю.* (Національний університет «Львівська політехніка») “Частотно-просторовий аналіз упорядкування Сонячної системи”
$14^{30} – 15^{30}$	**Обід**
	Пленарне засідання (головуючий — проф. *Захожай В.А.*)
$15^{30} – 16^{00}$	д.ф.-м.н., проф. *Железняк О.О.* (Національний авіаційний університет, Київ) “Загадка гравітації та прихованої маси”
$16^{00} – 16^{30}$	д.пед.н., проф. *Ткаченко І.А.* (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини) “Системи дидактики астрономії”
$16^{30} – 17^{00}$	д.пед.н., проф. *Браславська О.В.* (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини) “Формування предметної географічної компетентності особистості”
$17^{00} – 19^{00}$	**Екскурсія у дендрологічний парк “Софіївка”**
19^{00}	**Вечеря**

24 травня (четвер)

$9^{00} - 9^{30}$	**Сніданок**
$9^{30} - 14^{30}$	**Доповіді молодих вчених** (головуючий — проф. *Железняк О.О.*)
$14^{30} - 15^{30}$	**Обід**
$15^{30} - 16^{30}$	Наукова дискусія. Підведення підсумків конференції. Нагородження молодих вчених.
17^{00}	**Від'їзд учасників конференції**

1. Астрономія і астрофізика

Диаграмма Герцшпрунга–Рассела объектов десятипарсекового окружения Солнца по результатам первых двух версий каталога GAIA

Величко А.Б., Захожай В.А., Денищенко С.И.
Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

Качественный состав выборки звезд может быть охарактеризован диаграммой Герцшпрунга–Рассела (Г–Р). По ней может быть составлено представление о встречаемости и её долевому содержанию звезд различной светимости, их температуре, цвете, возрасте и эволюционном статусе. С выделением субзвезд в отдельный класс космических тел [1] определилось и проявилось их положение на диаграмме Г–Р.

Первые результаты, полученные космическим телескопом GAIA [2], увеличили выборку звезд и субзвезд, находящихся не далее 10 пк от Солнца, более чем на 25% [3], но явно не проявилось изменение в её качественном составе. Ситуация, по-видимому, существенно изменилась с появлением результатов второй версии каталога GAIA [4]. По предварительному анализу, число объектов увеличилось в 4 раза, более того, проявились объекты в области самых низких светимостей, которые локализованы на построенной диаграмме Г-Р, природу которых ещё предстоит выяснить. Имеющихся наблюдательных данных, полученных космическим телескопом GAIA, к сожалению, недостаточно, чтобы только по ним построить диаграмму Г-Р, включающую все зафиксированные объекты. Необходимо провести специальные дополнительные исследования для установления зависимости между наблюдаемыми цветами объектов низкой светимости и их эффективными температурами. Только это позволит построить окончательную диаграмму Г–Р по всей выборке отождествленных объектов GAIA.

1. *Александров Ю.В., Захожай В.А.* // Астрон. вестн. — 1980. — Т. 14, № 3. — С.129.
2. Первая версия каталога GAIA, 2016 г. — https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/home
3. *Захожай В.А., Денищенко С.И.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.35.
4. Вторая версия каталога GAIA, 2018 г. — http://cdn.gea.esac.esa.int/Gaia/gdr2/

Современная активность вулканизма на Луне

Видьмаченко А.П.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Луна образовалась около 4,5 млрд. лет назад. Вулканическая деятельность на Луне началась тогда, когда ее поверхность остыла и внутри четко раздели-

лись ядро и мантия. Фрагменты вулканических извержений были обнаружены в лунном грунте, доставленном на Землю космическими аппаратами (КА) «Аполлон». Как показал анализ некоторых лунных метеоритов, первые извержения происходили 4,35 млрд. лет назад. Об этом свидетельствует уникальный для Луны состав атомов кислорода и данные радиоуглеродного анализа. Хорошо заметные сегодня на ее поверхности темные моря возникли вскоре после образования Луны, когда низины и большие старые кратеры заполнились жидкой богатой железом базальтовой магмой. Лунные моря в основном находятся на видимой стороне Луны и покрывают почти ее треть; на обратной стороне моря занимают менее 2% [3, 5, 6, 9–11]. Гладкие поверхности морей означают, что лунная лава была очень жидкая. Поэтому при низкой гравитации она легко разливалась по большой территории, почти не создавая больших конусообразных вершин, но образуя много малых конусных вулканических систем с возрастом 3–4 млрд. лет назад. На сегодня отсутствуют доказательства наличия тектоники плит на Луне. Считается, что движение литосферных плит завершилось где-то 3,6 млрд. лет назад. Но постепенное остывание Луны подогревало остаточные геологические процессы еще $\approx$2,6 млрд. лет. При таких условиях самые «молодые» потоки Луны могли иметь возраст около 1 млрд. лет. После анализа переданных на Землю КА Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) данных удалось обнаружить вулканические образования с возрастом $\approx$800 млн. лет. Также в области между кратерами Комптона и Белковича найдены конусные вершины с размером от 800 до 5000 м, высота некоторых достигает 6 км. В 1990-е гг. на их склонах обнаружили аномально высокие концентрации радиоактивного тория, который, скорее всего, попал из недр Луны при извержениях. Учитывая период его полураспада и наблюдаемое количество на поверхности, получен однозначный вывод о наличии признаков недавнего активного вулканизма [1]. Анализ изображений LRO показывает наличие там еще и кремниевой магмы, совершенно не характерной для Луны. Доказано, что от падения метеоритов поверхностный реголит накапливается на Луне со скоростью 5–8 см за миллион лет. Это позволяет довольно точно датировать возраст лунных впадин [4, 8, 12]. Сопоставление их глубины со скоростью накопления реголита позволило сделать вывод, что впадины являются следствием не столкновения с другими небесными телами, а вызваны вулканическими процессами в недрах Луны. Тщательный анализ этих процессов позволил определить, что некоторые очаги вулканизма на поверхности присутствовали еще 50 млн. лет назад. Сравнение доставленного с Луны грунта с результатами компьютерных моделей позволило сделать вывод о том, что в некоторых местах магма совсем недавно была выброшена вулканическими процессами из глубоких слоев лунной мантии. На полученных с помощью КА LRO изображениях видимой стороны Луны представлены доказательства того, что извержения вулканов на ее поверхности были возможными всего несколько миллионов лет назад. В местах посадки КА «Аполлон» в 1969–1972 гг. на Луне были установлены сейсмометры. Хотя они работали только до 1977 г., анализ этих данных все еще продолжается. И это позволило пе-

реопределить изменяющиеся характеристики Луны с глубиной. Сейсмометры периодически регистрировали лунотрясения, вызванные как падениями метеоритов, так и собственными лунными колебаниями. Результаты современного моделирования сейсмики с «Аполлонов» позволили проанализировать разные типы сейсмических волн. Это привело к выводу, что Луна все еще активна и сегодня [1, 2]. Несмотря на то, что поверхность спутника сейчас спокойная, удалось установить, что охлаждение поверхности Луны постепенно сказывается на состоянии вещества в ее, как сейчас оказалось горячем ядре [13, 14]. Понижение температуры делает вулканическую массу менее плотной, что, в конце концов, вполне может привести к ее извержению. И тогда потоки лавы смогут выливаться на поверхность Луны. Поэтому возможно, что земной спутник снова может начать извергать лавовые потоки [7].

1. *Jolliff B.L., et al.* (2011) 42th LPSC.
2. *Lognonne P., et al.* (2012) 39th COSPAR SA. D2.6-11-12, 1102.
3. *Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P.* (2006) 36th COSPAR SA. 54–55.
4. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2004) JAIS, 36(11), 27–31.
5. *Morozhenko O.V., Vidmachenko A.P.* (2017) 17UCSR, Odessa, 43.
6. *Morozhenko O.V., Vidmachenko A.P.* (2017) 17UCSR, Odessa, 44.
7. *Neal C.R.* (2006) EPSCongress, Berlin, 291.
8. *Shkuratov Yu.G., et al.* (2003) ASpRes, 31(11), 2341–2345.
9. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2004) KNiT, 10(5/6), 21–27.
10. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2005) 36th LPSC, #1015.
11. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2006) SSRes, 40(6), 462–467.
12. *Vidmachenko A.P., Morozhenko A.V.* (2013) 13 UCSR. Yevpatoria, 219.
13. *Weber R.C., et al.* (2010) AGU, id.U51B-0037.
14. *Weber R.C., et al.* (2011) Science. 331(6015), 309.

Ограничения относительно обнаружения Супер-Земли в Солнечной системе

Видьмаченко А.П.

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Транснептуновые объекты (ТНО) — это тела, которые образуют так называемый пояс Койпера (ПК). Его поиск увенчался успехом лишь в 1992 г., когда был открыт объект 1992 QB1 с большой полуосью 44,5 астрономических единиц (а.е.). К концу 2017 г. уже было известно 395 пронумерованных и еще более 2000 других объектов ПК. Многие из них имеют в поперечнике несколько сотен километров; у десятка крупнейших из них диаметр превышает 1000 км. Оценивают, что всего в поясе Койпера есть свыше 500 000 тел с размером > 30 км. Более 90% новооткрытых объектов движутся по почти круговым орбитам, расположенным на расстояниях от 30 почти до 50 а.е. от Солнца. Многие из орбит сильно наклонены к плоскости Солнечной системы, а некоторые даже перпендикулярные к ней. Проводимые с середины

1990-х годов наблюдения показали, что ПК является динамически стабильной системой, а источником кометных ядер и динамически активным регионом может быть рассеянный диск [2–4, 13], который был создан направленными наружу гравитационными возмущениями внешних планет гигантов [11, 14] более 4 млрд. лет тому назад. Объекты рассеянного диска уходят по своим орбитам на расстояния нескольких сотен а.е. [5]. В январе 2016 г. М. Браун и К. Батыгин сообщили [1] о косвенных свидетельствах существования еще неизвестной 9-й планеты в Солнечной системе. Их выводы были основаны на компьютерных расчетах орбит нескольких известных сейчас ТНО. Среди них Sedna, 2012VP113, 2010GB174 и другие [7, 8, 10]. Они предположили, что орбиты этих объектов ориентированы так, что на них должно влиять большое, еще неизвестное тело с массой около 10 масс Земли. М. Браун и К. Батыгин оценили, что тело может обращаться вокруг Солнца за 15 000 лет; подходить к Солнцу в перигелии на расстояние около 200 а.е., в афелии — уходить до 1200 а.е. Мы обращаем внимание, что все эти 6 объектов в моменты, близкие к их открытиям [12], были расположены на орбите близко к перигелию, и их орбитальные скорости были самыми большими. Тогда для наблюдателя на Земле они имели максимальный блеск [5, 6]. Но уже через сотню лет они оставят такое удобное для их возможного обнаружения место в космосе. И затем эти объекты в течение многих тысяч лет будут мигрировать в отдаленных районах своих орбит [9]. Поэтому из чисто вероятностных соображений можно предположить, что на несколько порядков большее количество ТНО должно находиться в отдаленных частях орбит. Для первоначальной оценки видимости возможной 9-й планеты мы используем данные инфракрасных наблюдений, полученные космическим телескопом «WISE» (Wide-Field Infrared Survey Explorer). Оказалось, что телескоп не смог увидеть аналога планеты гиганта Сатурна на расстоянии до 30 000 а.е. [9]. Это обстоятельство позволило нам оценить, что на расстояниях до 1000 а.е. было бы четко видным планетное тело с радиусом более 11 000 км. То есть планета такого же размера, как и предложенная в [1], с возможной массой около 10 масс Земли и «земной» плотностью (5520 кг/м^3). Если же учесть, что плотность «среднего» ТНО мало отличается от 2000 кг/м^3, то радиус такой Супер-Земли з массой около 10 масс Земли увеличится до 19 200 км. Тогда предел обнаружения возможной 9-й планеты увеличится еще почти в 4 раза: до 4000 а.е. [14]. А поскольку телескоп «WISE» не «увидел» даже Сатурна, то либо возможная 9-я планета сейчас находится еще дальше, либо же наши оценки нельзя напрямую масштабировать на планету «Супер-Земля» по той причине, что она может иметь непропорционально малый источник внутреннего тепла. Однако наши оценки однозначно говорят об отсутствии Супер-Земли на расстоянии до 1000 а.е. в Солнечной системе.

1. *Batygin K., Brown M.* (2016) AJ, 151, 2, 12.
2. *Churyumov K.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Житомир, 20–22 травня 2015 р. Програма і тези доповідей. — С.84–85.
3. *Churyumov K.I., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2015. — Т. 11. — С.99–102.
4. *Churyumov K.I., et al.* (2016) Metconf, Noordwijk, 63.
5. *Vidmachenko A.P.* (2005) AstAlm, 52, 201–212.
6. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm, 62, 228–249.
7. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.86–95.
8. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.10–12.
9. *Vidmachenko A.P.* (2016) GamowConf, Odessa.
10. *Vidmachenko A.P.* (2016) AspkConf, Kyiv, Ukraine, 67–68.
11. *Vidmachenko A.P.* (2016) OdAP, 29, 224–225.
12. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAONASU, NULESU, Kyiv, Profi, 388.
13. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.
14. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.93–97.

Сравнительные особенности вулканов на телах Солнечной системы

Видьмаченко А.П.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Кора многих космических тел пребывает в движении вследствие смещения тектонических плит по магме. Выливание расплавленной магмы через трещины в коре называют извержением вулкана. Такие извержения создают отличительные формы рельефа, типы пород и ландшафты, которые различаются по химсоставу, термическому состоянию и истории внутреннего строения [16, 21]. Существует два основных типа вулканов: базальтовые, появляющиеся там, где образуется новый материал тектонических плит, и андезитовые, располагающиеся в местах разрушения этих плит. В местах образования новой коры из мантии по трещинам поднимается расплавленная порода и, раздвигая тектонические плиты, растекается по поверхности. Андезитовые вулканы извергаются в местах, где тектонические плиты погружаются друг под друга и разрушаются. Извержения таких вулканов обычно сопровождаются взрывом. К третьему типу вулканов относят криовулканы, или ледяные вулканы. Этот тип вулкана извергает вещества в виде ледяно-вулканических расплавов или пара из воды, аммиака, метана. После извержения криомагма при низкой температуре конденсируется до твердой фазы. Криовулканы могут образовываться на таких объектах, как Плутон, Церера, Титан, Энцелад, Европа, Тритон и т.п. Потенциальными источниками энергии для плавления льдов при производстве криовулканов являются приливное трение и/или радиоактивный распад. Еще

одним способом для начала действия криовулкана являются полупрозрачные отложения замороженных материалов, которые могут создавать подповерхностный парниковый эффект, с возможностью накопления требуемого тепла с последующим взрывным извержением [16]. Такой тип извержения наблюдается на Марсе и Тритоне. Первый и второй тип извержений (базальтовые и андезитовые) характерны для планет земного типа (Меркурия, Венеры, Марса) и для некоторых спутников планет Солнечной системы [7]. Большинство проявлений вулканизма на Меркурии связано со спокойным вытеканием лавы, произошедшим на ранней стадии геологической истории 4,1–3,5 млрд. лет назад. Но есть и свидетельства взрывного вулканизма с возрастом от 3,9 млрд. до менее 1 млрд. лет назад [5, 18]. На его поверхности обнаружены также более 50 пирокластических (со смесью вулканических газов, пепла, камней) истечений из малых щитовых вулканов, найденных в ударных кратерах. Радиолокационное картографирование поверхности Венеры с разрешением лучше 300 м позволило обнаружить более 1600 вулканов, вулканических структур и очень много мелких вулканических образований, которых может быть более 100 000. Поверхностный слой ослаблен высокой температурой, и поэтому слабо препятствует прорыву лавы на поверхность [19]. Малое количество ударных кратеров (< 1000) говорит о том, что поверхность Венеры молодая с возрастом до 500 млн. лет. Используя данные миссии «Venus Express», на поверхности были обнаружены пятна с переменной яркостью. Считают, что они вызваны либо горячими газами, либо лавой, высвобождаемой при вулканических извержениях. На Марсе вулканизм присутствует, в основном, только в трех регионах. Основные скопления вулканов и лавы находятся в регионе Тарсис [2, 3, 12, 14], кластер из трех вулканов расположен в регионе Элизиум и несколько образований находится вблизи бассейна Эллада. На горных плато и равнинах вулканизм прекратился 3 млрд. лет назад; некоторые из небольших щитовых и конусных имеют возраст около 2 млрд. лет, а гигантские вулканы образовались между 1 и 2 млрд. лет назад. Самые молодые потоки лавы на горе Олимп имеют возраст от 20 до 200 млн. лет. Считают, что тройка главных марсианских вулканов не потухла, а лишь угасла на время.

Карликовая планета Плутон была обнаружена в 1930 г.; в 2005 г. обнаружили Эриду, которая на 27% массивнее Плутона, затем Кваоар, 2003 EL61 и ряд других [11, 13, 15, 24]. Но детальная информация з близкого расстояния с помощью КА была получена только для двух из них: Цереры и Плутона, и на поверхности обоих обнаружены криовулканы. Вулканы найдены и на спутниках планет. Внутренний спутник Юпитера Ио является одним из самых вулканически активных тел в Солнечной системе [10, 20, 22]. Извержения на спутнике очень частые и обильные. Подсчеты показывают, что вся его поверхность за каждые 1 млн. лет покрывается выброшенным материалом толщиной в 100 м. Лавовые потоки имеют преимущественно базальтовый состав. Но было замечено несколько потоков, состоящих из серы, диоксида серы и силикатных лав. Данные с космического телескопа им. Хаббла показывают наличие сотен гейзеров, выбрасываемых из подледного океана в районе

южного полюса спутника Юпитера Европы [4, 8, 9, 17, 23]. Спектроскопия показала, что эти облака состоят из воды. Высота гейзеров оценивается в 200 км. Радиолокационные изображения поверхности Титана показали, что его поверхность является геологически очень сложной. Там также обнаружено несколько криовулканических образований. Исследования показывают, что криовулканизм, возможно, был доминирующим процессом на поверхности Титана. Спутник Сатурна Энцелад имеет на поверхности как старые, сильно кратерированные регионы, так и молодые, тектонически активные участки, образовавшиеся всего 100 млн. лет назад. КА «Кассини» обнаружил там более сотни водяных гейзеров, выброшенных из южной полярной области. Их спектральный анализ показал, что они состоят в основном из водяного пара, следов молекулярного азота, метана и углекислого газа. Позднее выявили следы метана, пропана, ацетилена и формальдегида. А в 2015 г. обнаружили еще и молекулярный водород. Тритон — самый большой спутник Нептуна. Из-за его ретроградной орбиты и подобного Плутону состава, Тритон считают захваченной из пояса Койпера карликовой планетой. Его поверхность состоит на 55% из азотного льда, на 15–35% из водного льда, остальные 10–20% составляет сухой лед (замороженный CO_2). Тритон — геологически активный, и из его поверхности извергаются гейзеры из сублимированного газообразного азота. Анализ распределения кратеров показал, что поверхность Тритона молодая, с возрастом от 50 млн. до 6 млн. лет. Традиционно считали, что вулканы Луны [1, 6, 25] остыли довольно давно — между 1 и 1,5 млрд. лет назад. Но недавние изображения с аппарата «Lunar Reconnaissance Orbiter» показали области, в которых извержения вулканов происходили в последние 33 млн. лет. Ядра комет также выбрасывает струи водяного пара, других газов, пыль, снег и лед, которые образуют хвосты комет, а это также есть проявлением криовулканизма.

1. *Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P.* (2006) 36COSPAR SA, Texas, 54–55.
2. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) Workshop DAMars IIHE LPI, USRA, Texas.
3. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.67–69.
4. *Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P.* (2015) NEA2015, Terskol, Yanus-K, 146–149.
5. *Thomas R.J., et al.* (2014) GRLet, 41(17), 6084–6092.
6. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2004) KNiT, 10(5/6), 21–27.
7. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd. Dia, 255.
8. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.117–132.
9. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.133–144.
10. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.14–26.

11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.12–14.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.10–12.
14. *Vidmachenko A.P.* (2016) Biosignature PDMars AEC, Hyatt, Tahoe, #2002.
15. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.27–37.
16. *Vidmachenko A.P.* (2017) 4IC EMars: GHCEIL, Proceed. Flagstaff, Arizona. LPICo 2014, id.3005.
17. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
18. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.58.
19. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.18.
20. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
21. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NAS of Ukraine, NULES of Ukraine. K., PH, Profi, 388.
22. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv: EPD NULESU, 412 p.
23. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.21–23.
24. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm, 62, 228–249.
25. *Weber R.C., et al.* (2011) Science, 331(6015), 309.

Где следует искать следы жизни на Венере?

Видьмаченко А.П.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Сейчас Венера мало похожа на пригодное для жизни место. Температура ее поверхности превышает 730 К, давление — 90 атмосфер, из двуокиси серы состоит облачный слой, а расположенная выше туманная дымка представляет собой раствор серной кислоты [1–3, 11]. Венера по своим размерам и массе довольно близка к нашей планете. Этот факт дает гравитацию $\approx$0,9 от земного значения. Данные, полученные с помощью зонда «Магеллан», касающиеся

топографии Венеры, уровня солнечной радиации и оценок возможных запасов воды, были использованы в качестве начальных данных при моделировании ее глобального климата. Эти модели были построены с учетом атмосферы из углекислого газа [12] и различия в скорости вращения Венеры. При увеличении скорости вращения температура на планете становилась похожей на земную. То есть около 3 млрд. лет назад эта планета среди планет земного типа в пределах Солнечной системы, возможно, была наиболее подходящим местом для существования там некоторой формы жизни [6–10]. Измерения соотношения изотопов водорода в атмосфере также показало, что на планете когда-то было гораздо больше воды, и возможно, ее было достаточно даже для океанов [4, 5]. В ранние годы на Венере был похожий на земной климат, удовлетворительная температура, океаны жидкой воды и несколько повышенный уровень радиации, по сравнению с нынешним уровнем на Земле. Средняя температура поверхности древней Венеры была +11°С. Больше 700 млн. лет назад температура еще повысилась на несколько градусов. Данное моделирование дает представление о том, что при указанном сценарии на планете могли тогда быть какие-то формы жизни.

То есть при указанных выше условиях с умеренной температурой, достаточным количеством тепла и жидкой водой Венера вполне подошла бы для зарождения определенных микроорганизмов и для существования там примитивной жизни, особенно в океанах [2, 14]. Отмечают, что зарождение жизни на Венере могло произойти раньше, чем даже жизнь появилась на Земле. И тогда Земля могла бы стать новой обителью для живых микроорганизмов, прилетевших с Венеры [2, 3].

Одним из способов проверить, была ли древняя Венера когда-то покрыта океанами, является исследование встречающегося на Земле минерала — тремолита. Это очень устойчивый минерал, который до наших дней мог сохраниться и на Венере. Тремолит — это силикат, кристаллическая структура состоит кремнекислородных тетраэдров, между которыми есть ионы железа, магния и других элементов. Как правило, тремолиты образуются под воздействием высокой температуры и давления в результате твердофазного минерального изменения горных пород в присутствии воды, при контакте изверженных пород с известняками в кристаллических сланцах. Несмотря на то, что сейчас большая часть поверхности Венеры покрыта слоем лавы, скрывающим доказательства длительного существования воды на поверхности, необходимо надеяться найти вышеупомянутый тремолит на некоторой глубине под поверхностью, как доказательство описанного выше сценария. Именно там же следует искать и некоторые биосигналы в виде окаменевших останков возможно существовавших тогда простейших термофильных микроорганизмов [8, 9, 13]. Полагаем, что подобный эксперимент может быть подготовлен и технически осуществлен в течение следующих десятков лет.

1. *Bullock M.A., Grinspoon D.H.* (2013) Compar. Climat. Terr. Planets, Univ. Arizona Press, 610.
2. *Grinspoon D.H., Bullock M.A.* (2007) AAS, DPS #39, id.61.09; BAAS, 39, 540.
3. *Grinspoon D.H., et al.* (2009) Venus Geochem. LPICo. 1470, 22–23.
4. *Landis G.A.* (2003) JBIS, 56, 250–254.
5. *Schulze-Makuch D., Irwin L.N.* (2004) Astrobiology, 2(2), 197–202.
6. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
7. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.131–137.
8. *Vidmachenko A.P.* (2016) 5 ISPrC AP. Vinnitsa, 3.
9. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.14–16.
10. *Vidmachenko A.P.* (2016) Biosignature PD Mars, Hyatt, Tahoe. Abstract #2002.
11. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU. K:, PH Profi. 388.
12. *Villanueva G.L., et al.* (2008) Icarus, 195(1), 34–44.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
14. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.

Нова мета «Нових горизонтів» у поясі Койпера

Відьмаченко А.П.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Тривалий пошук транснептунових об'єктів (ТНО), які зараз утворюють відомий пояс Койпера, увінчався успіхом у 1992 р., коли було відкрито об'єкт 1992 QB1 з великою піввіссю орбіти 44,5 а.о. На кінець 2017 р. каталог малих планет вже містив 395 пронумерованих ТНО та ще понад 2000 тіл, які були відкриті у період з 1993 по 2017 р. Зараз найкрупніші тіла поясу Койпера — Плутон, Еріс (2003 UB313), 2007 OR10, Макемаке і Хаумеа та астероїд Церера — виділено в окремий клас небесних тіл — карликові планети [6–10, 12]. В рамках програми «Нові рубежі» 19.01.2006 NASA запустило космічний апарат (КА) «Нові горизонти» (New Horizons) (НГ), призначений для вивчення Плутона і його супутника Харона. Зображення, отримані з 1 по 3 липня 2013 р., були першими, на яких з приладами КА вдалося спостерігати Плутон і Харон як окремі об'єкти. 14.07.2015 відбувся найближчий підхід космічного апарату до Плутону на 12 472 км від поверхні. Після цього КА продовжив свій політ далі у пояс Койпера. Саме в цей час були отримані найкращі знімки

поверхні Плутона [7]. Це забезпечило новий погляд на його геологію, склад поверхні і атмосферу. Ще у 2011 р. науковці місії «Нові рубежі» за допомогою наземних телескопів розпочали спеціалізований пошук транснептунових об'єктів для їх можливого використання як майбутньої мети польоту космічного апарату «Нові горизонту». Цей пошук призвів до виявлення приблизно 143 ТНО потенційного інтересу. Але жоден з них не був достатньо близьким до траєкторії польоту КА. Тому 16.06.2014 спеціально було виділено час на космічному телескопі ім. Хаббла (КТХ), який має набагато кращу можливість знаходити такі ТНО, ніж наземні телескопи. Протягом кількох місяців спостережень вдалося знайти 3 найбільш підходящих тіла. Всі вони є членами класичного поясу Койпера на відстанях 43–44 а.о. від Сонця і дуже відрізняються від Плутона своїми розмірами. Однак лише об'єкт з номером 486958 2014 MU69 (1110113Y) мав ймовірність його досяжності 100% із затратами всього близько 35% доступного ще на космічному апараті палива. І 28.08.2015 саме його було вибрано як кінцеву ціль, яка знаходиться на півтора мільярди кілометрів далі за Плутоном. Вважають, що нова місія розпочалась 22 жовтня 2015 р. З цією метою чотири рази (22, 25 і 28 жовтня та 4 листопада 2015 р.) проводилося коригування необхідного курсу. Фаза наближення до нового об'єкту розпочнеться в липні 2018 р. Вже на початку вересня 2018 р. від «Нових горизонтів» буде прийнято перші зображення нової мети дослідження. За приблизними оцінками, виходячи з яскравості та відстані у 2014 р., розміри ТНО MU69 спочатку оцінювалися як 18–41 км. Спостереження в 2017 р. показали, що об'єкт навряд чи більший за 30 км, і є дуже витягнутий [3, 4]. А спостереження 17.07.2017 покриття зірки дозволили виявити, що об'єкт, скоріше всього, складається з двох тіл розміром 20 і 18 км. За допомогою КТХ отримано, що орбіта 2014 MU69 має малий нахил і незначний ексцентриситет при періоді обертання навколо Сонця 296,44 роки. Такі орбітальні характеристики означають, що це класичний об'єкт поясу Койпера, який у свій час не зазнав значних збурень. Науковою метою дослідження малої планети 2014 MU69 є отримання характеристик щодо її геології та морфології, виконання картографування поверхневого складу: пошук аміаку, окису вуглецю, метану, водяного льоду тощо [5]. Також планується вивчати її поверхню, історію формування і розвитку, виміряти температуру, відобразити 3D-топографію для того, щоб дізнатись, чим вона схожа і чим відрізняється, наприклад, від ядер комет [1, 2], астероїдів [11], карликових планет, таких як Плутон; пошукати будь-які ознаки активності, наприклад, коми, шукати і вивчати можливо існуючі супутники і/або кільця, визначити масу тощо. Космічний апарат відвідає MU69 1.01.2019 на відстані 43,4 а.о. від Сонця. Планується наблизитись до його поверхні на відстань близько 3500 км. Це дозволить отримувати зображення поверхні з роздільною здатністю до 30 м. При дослідженнях буде використано інфрачервоний спектрометр для картування складу поверхні і ультрафіолетовий спектрометр для реєстрації можливих ознак атмосфери. Вивчення 2014 MU69 може допомогти з'ясувати важливі деталі про те, чи був Плутон сформований з таких невеликих об'єктів. Об'єкти

такого типу є жителями області, яка залишалася здебільшого недоторканою з перших днів утворення Сонячної системи, і тому вважаються древніми рештками цього процесу планетоутворення. Нам дуже хочеться дізнатися, які процеси формували первинні планетезималі. Якщо КА «Нові горизонти» знайде, наприклад, свіжі імпактні кратери, то це продемонструє матеріал, який знаходиться під поверхнею. Адже це буде матеріал, не змінений космічними променями або ультрафіолетовим випромінюванням. Це допоможе прояснити хімічний склад тіла, і його можна буде порівняти з тим, що є в складі Плутона. Як і з Плутоном, зустріч «Нових горизонтів» з об'єктом 2014 MU69 буде скороминущою, але його інструменти будуть працювати і надалі, допоки буде можливість збирати дані про крижані тіла. Адже розширена місія КА НГ також буде включати спостереження якомога більшого числа віддалених об'єктів у поясі Койпера. Тобто, хоча 2014 MU69, безумовно, виявиться в центрі уваги під час виконання місії «Нових горизонтів», команда науковців вивчатиме й інші об'єкти. Адже цей проліт також надасть передумови для вивчення орбіт і хімічного складу поверхні інших віддалених об'єктів у поясі Койпера. Окрім прольоту біля об'єкту (486958) 2014 MU69, місією космічного апарату «Нові горизонти» проводитимуться ще й спостереження близько двох десятків інших транснептунових тіл з метою визначення їх характеристик, пошуку кільцевих систем тощо.

1. *Churyumov K.I., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — Т. 10. — С.37–42.
2. *Churyumov K.I., et al.* (2013) 8Conf. Meteoroids 2013, 26–30 August 2013, Poznań, No. 077.
3. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2013) КРСВ. 29(5), 237–242.
4. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
5. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.14–26.
6. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.12–14.
7. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.10–12.
8. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.27–37.
9. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU, Kyiv PH Profi, 388.
10. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) K.: EPD NULESU, 412.
11. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.
12. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm. 62, 228–249.

О возможной жизни на спутнике Юпитера Ио

Видьмаченко А.П.
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

Сама планета-гигант Юпитер совершенно не пригодна даже для поиска следов возможной жизни по нескольким причинам. Главной из них является огромнейшая радиация. Проведя в окрестностях Юпитера всего несколько часов, человек получит смертельную дозу. К тому же гравитация почти в 2,5 раза превышает земные показатели даже на уровне видимого слоя облаков. Сюда же отнесем и ядовитые газы в атмосфере (метан, аммиак, ацетилен и т.п.) [2], ураганные ветры, мощнейшие длительные грозы и т.п.

А вот некоторые спутники Юпитера вполне могут быть пригодными как для освоения, так и для поиска там возможных следов жизни [7–9]. Среди них и такой супутник, как Ио [1]. Он больше Луны и только где-то в 3,5 раза уступает размеру Земли. Ио — ближайший к Юпитеру галилеевый спутник и одно из наиболее вулканически активных тел в Солнечной системе. Многочисленные выбросы его вулканов наблюдаюся на высотах до 300 км. Разогрев мантии вызывается мощной приливной силой со стороны Юпитера. Приливная волна заставляет кору спутника подниматься и опускаться с амплитудой свыше 100 м. Это приводит к разогреву некоторых участков мантии до температуры свыше 1800 К, при средней температуре поверхности спутника около 140 К. Расплавленная кора постоянно выливается на поверхность, создавая лавовые потоки и даже приводя к выбросу лавового материала. Преимущественно это диоксид серы, который располагается на спутнике обширными затвердевшими полями.

Кроме того, Ио находится очень близко от планеты-гиганта, обладающей огромной радиацией. При таких условиях наличие жизни на Ио представляется маловероятным. На его поверхности пока не обнаружено никаких следов органической материи, и его атмосфера очень разреженная для того, чтобы препятствовать облучению радиацией Юпитера. Но, как и на любом космическом теле, на спутнике Ио могут существовать безопасные и даже комфортные укрытия под его поверхностью, где однажды извне занесенная на этот спутник жизнь (даже в очень примитивной форме) [1] вполне могла бы сохраниться. Тогда в покрытых толщей породы местах геотермальная активность и достаточное количество серосодержащих соединений могут выработать необходимое для поддержания жизни тепло и другие источники энергии.

Высокотемпературная магма могла проникать по трещинам в породе и, постепенно остывая, оставляла бы после себя так называемые лавовые трубки [4, 6]. Именно в таких местах вполне могла сохраниться влага, сера и, возможно, следы жизни. Тем более, что согласно некоторым модельным предположениям, Ио когда-то мог быть сформированным в другой части Солнечной систмы, где вода вполне могла существовать даже, например, в виде льда [10–12]. И если к этому моменту, жизни на Ио нет, то она могло когда-то спрятаться под

почвой [3, 5], где ее и следует искать. Отметим, что значительные количества воды и сейчас существуют на соседних галилеевых спутниках.

1. *Schulze-Makuch D.* (2010) Journal of Cosmology, 5, 912–919.
2. *Vidmachenko A.P.* (1997) KPCB, 13(6), 21–25.
3. *Vidmachenko A.P.* (2016) 5SConf, Vinnytsia, FOP NP Kostiuk, 43–48.
4. *Vidmachenko A.P.* (2016) BiosignPD Mars, Tahoe, LPICo 1912, id.2002.
5. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
6. *Vidmachenko A.P.* (2017) 4 ICEMars, GHCE IL, Flagstaff, No. 2014, id.3005.
7. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd Dia, 255.
8. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv, EPD NULESU, 412.
9. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.21–23.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.56.

Пути колонизации Венеры

Видьмаченко А.П.[1,3], *Стеклов А.Ф.*[1,2]

[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

[2]Межрегиональная академия управления персоналом

[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Космическая колонизация — это следующий шаг в исследовании космоса, который подразумевает постоянное или долгосрочное присутствие людей в среде вне Земли. Поэтому колонизация является лучшим способом обеспечения выживания человека как вида. Другие причины колонизации космоса включают экономические интересы, долгосрочные научные исследования, которые лучше выполняют именно люди, а не роботизированные зонды. Если человечество действительно хочет стать многопланетным видом, то необходимо колонизировать и другие космические объекты. Например, Луну, Европу, Меркурий, Марс [10, 12, 13, 18], Венеру [3, 6]. Кажется, что эта планета очень похожа на Землю, с силой тяжести равной 0,9 земного значения. Но из-за парникового эффекта атмосфера Венеры достаточно горячая и значительно плотнее земной [1]. Она преимущественно состоит из CO_2 [21], имеет сернокислотные облака и около 4% азота [17]. Согласно некоторым моделям,

средняя температура на поверхности древней Венеры была около +11°С. Такое умеренное ее значение, достаточное количество тепла и жидкая вода [19] могли быть там в необходимом сочетании для зарождения определенной формы жизни [2, 14–16, 20]. До настоящего времени все зонды, опускавшиеся на поверхность Венеры, из-за экстремальных условий передавали оттуда данные всего лишь по несколько часов. По этой же причине присутствие там человека также вряд ли возможно. Поэтому вначале следует освоить атмосферу планеты. Например, освоение Луны происходит по схеме «с орбиты — на поверхность». Освоение Марса — по схеме «орбита — поверхность — атмосфера». Освоение Венеры осложнено горячей атмосферой, но в такой плотной среде можно летать. Поэтому для ее освоения целесообразнее применить другую схему: сначала «с орбиты — в атмосферу», и только затем переходить к освоению поверхности планеты [11]. Однако для таких работ необходимо создавать сложную техническую инфраструктуру, и здесь требуется присутствие человека. В связи с этим его необходимо доставить к Венере и разместить на специализированной орбитальной станции. На Венере практически отсутствует собственное мощное магнитное поле. Поэтому человека следует защитить от вредоносного влияния солнечной радиации. Для этого предлагают создать искусственное магнитное поле как вокруг орбитальной станции, так и вокруг межпланетных кораблей.

На высотах 30–50 км температура выше +100°С и давление больше нескольких атмосфер, и там расположен преимущественно кислотный туман. Такие условия мало подходят для любой известной нам белковой формы жизни и для человека также [5]. На высотах 50–65 км основной облачный слой из кислотных аэрозолей имеет температуру от +80 до −30°С и давление от 2 до 0,2 атмосфер. Различие температуры могут достигать 20 градусов между дневной и ночной частями атмосферы. Именно этот атмосферный слой Венеры по своим параметрам ближе всего похож на земные условия. А значит, там наиболее подходящие условия для возможного проживания человека. При переходе в более высокие слои атмосферы температура становится ниже −100°С, и давление — менее сотых долей бара.

Для того, чтобы человека было возможно разместить в атмосфере планеты, там необходимо расположить огромные аэростаты с запасами топлива, необходимым оборудованием, средствами жизнеобеспечения и т.п. Также требуется иметь своеобразные челноки с двигателями, способными разогнать их до первой космической скорости Венеры (7 км/с) с целью возвращения человека на орбитальную станцию. Одним из первых концепцию таких летающих в атмосфере городов в виде обитаемых баз предложил Джеффри Лэндис [4, 8, 9]. На расстояниях 52–57 км от поверхности Венера оказывается доброжелательной для пребывания там человека. Давление воздуха составляет около одного бара, мощности атмосферного слоя над указанным уровнем вполне достаточно для защиты от солнечной радиации, и температура приближается к комфортному значению около +30°С. При таких условиях колонисты смогут жить там годами без вреда для костей и мышц. Но в атмосфере Венеры возмо-

жны вертикальные порывы ветра, которые могут существенно изменять высоту аэростата. Поэтому некоторой проблемой является необходимость стабилизировать положение плавающего города по высоте и горизонтали в атмосфере. Поскольку основная составляющая венерианского воздуха — углекислый газ — тяжелее средней плотности воздуха Земли, то наполненный смесью азота и кислорода в «земном» соотношении воздушный шар на Венере будет более чем на 50% легче венерианского воздуха. Потому шар будет «плавать» на заданном уровне. Такие составляющие можно получать прямо из атмосферы как биологическим, так и химическим путем. Поэтому для возможности жить в атмосфере Венеры огромную сферу необходимого объема следует наполнить азотом и кислородом и жить внутри нее. Такой шар будет иметь подъемную силу, необходимую для удерживания внутри и обитателей, и необходимых им припасов. Например, сфера диаметром 1 км способна поднять 350 000 тонн, а диаметром в 2 км — поднимет около 3 миллионов тонн (!). В результате будем иметь обитаемую среду с размерами среднего города с жилыми строениями, производственными и офисными помещениями, парками для отдыха с растениями и озерами. Для выполнения маневров в атмосфере можно использовать Солнце в качестве главного источника энергии. Ее в верхнем слое облаков будет вполне достаточно для обеспечения потребностей летающего города. Также следует использовать энергию ветра, отбирая ее расположенными на дополнительных воздушных шарах и тросах ветряками. Если в таком сферическом жилье появится даже крупное отверстие, то это не приведет к катастрофическим последствиям. Ведь давление в шаре такое же, как и снаружи. Поэтому через своеобразное «открытое» окно воздух будет просачиваться очень медленно. И такие нарушения легко поддаются ремонту. Чем большей будет жилая среда такой сферы, тем медленнее будет протекать указанный процесс. Для защиты обитаемого сферического города от влияния серной кислоты можно использовать опробованную 33 года назад миссией «Вега» методику. Тогда на пути к комете Галлея с космического зонда в атмосферу Венеры было выброшено два воздушных шара. Они длительное время находились в атмосфере на высоте 50–60 км. Внешняя часть шаров была покрыта тефлоном, который длительное время обеспечивал защиту от серной кислоты. Ведь именно тефлон характеризуется высокой тепло- и морозостойкостью, оставаясь гибким и эластичным при температурах от -250 до $+250°C$. Следующей проблемой поселенцев в атмосферной колонии станет поиск сырья, необходимого для выживания и создания нужных условий в конкретной биосфере. Все это в комплексе сможет поддерживать пребывание там человека на протяжении длительного времени. Например, CO_2 можно расщепить на кислород и углерод, серную кислоту — на кислород, серу и воду, азот также можно напрямую добывать из атмосферы. А поскольку поверхность Венеры малодоступна для людей, то разрабатывать почву планеты могли бы усовершенствованные посадочные модули с «умными» роботами [7].

1. *Bullock M.A., Grinspoon D.H.* (2013) book Comparative Climatology, Univ. Arizona Press, 610.
2. *Grinspoon D.H., Bullock M.A.* (2007) BAAS, 39, 540.
3. *Grinspoon D.H., et al.* (2009) Venus Geochem. Houston, LPICo No. 1470, 22–23.
4. *Landis G.A.* (2001) SpTAIF. AIP Conf., 552, 16–18.
5. *Landis G.A.* (2003) JBIS, 56, 250–254.
6. *Landis G.A.* (2003) Conf. ThermophMicrograv. AIP Conf., 654, 1193–1198.
7. *Landis G.A.* (2006) AA, 59(7), 570–579.
8. *Landis G.A., et al.* (2003) JSpR, 40(5), 672–677.
9. *Landis G.A., et al.* (2002) IAF abstracts, 34th COSPAR meet. Abstr. id.711.
10. *Landis G.A., et al.* (2002) 17th SpPhResTechConf. 126–127.
11. *Landis G.A., Oleson S.R.* (2017) PSV2050 Workshop, LPI Co. 1989, id.8178.
12. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) Workshop Dust AMars IIHE, LPI, USRA.
13. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.67–69.
14. *Vidmachenko A.P.* (2016) Apr. 5 ISC, Vinnytsia, FOP NP Kostiuk, 43–48.
15. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
16. *Vidmachenko A.P.* (2016) Biosign. PDM AEConf., Hyatt, Tahoe. Abstract #2002.
17. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU. K, PH Profi. 388.
18. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.56.
19. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
20. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.12.
21. *Villanueva G.L., et al.* (2008) Icarus, 195(1), 34–44.

Роль «астероидных такси» при освоении Солнечной системы

Видьмаченко А.П.[1,3], *Стеклов А.Ф.*[1,2]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

В настоящее время можно рассматривать две основные тенденции обживания Солнечной системы: 1) что-то делать с объектами Солнечной системы для того, чтобы они стали пригодными для жизни; 2) необходимо сделать

так, чтобы еще и межпланетное пространство Солнечной системы стало пригодным для жизни, то есть освоить еще и его. Мы считаем, что лучше объединить эти две тенденции. С этой целью мы должны разрабатывать методику строительства специальных поселений на астероидах и кометных ядрах. А затем и строить такие поселения — «техносферы» — на самых разных телах в Солнечной системе: астероидах, кометных ядрах, спутниках планет и даже на некоторых планетах. Причем, в первую очередь, весьма желательно использовать собственные ресурсы перечисленных объектов. То есть необходимо создать «специализированные пространства-техносферы», которыми должны стать долговременные населенные пункты в межпланетном пространстве и на планетоидах. Для экономии энергетических ресурсов необходимо использовать околоземные астероиды, обогащенные водяным льдом (т.е. погасшие ядра комет). Для реализации перечисленных концепций необходимо хотя бы на два порядка уменьшить себестоимость конкретных поселений. И тогда даже средняя страна ООН сможет создать свое собственное пространство — свой дом — «искусственную планету» или «техносферу» и поддерживать там жизнедеятельность. Около 50–100 таких искусственных поселений будут представлять своеобразный космический резерв будущей цивилизации нашей Солнечной системы, в то время как Земля останется основной материнской планетой.

Существует интересная задача коррекции орбит таких объектов. Орбиты иногда следует изменять из круговой на вытянутую, и наоборот. Такая необходимость возникает для того, чтобы сделать их удобными для перемещения между разными орбитами, где в данный момент будет наиболее подходящее место и условия для жизни и деятельности от сотни до десятка тысяч поселенцев, а также для того, чтобы поддерживать связь с материнской планетой. То есть такие космические тела можно использовать в качестве своеобразных «маршрутных такси» для перевозки населения и конкретных товаров, сырья и т.п. Так, техносферы с вытянутыми орбитами являются более выгодными для освоения Солнечной системы, в то время как техносферы с круговыми орбитами лучше подходят для выполнения промышленного цикла с определенной специализацией. Специализация той или иной техносферы будет зависеть от наличия на конкретном планетоиде, например, горных выработок и/или избранного высокотехнологичного производственного процесса. Кроме того, более выгодным представляется, например, осуществлять как можно более полную переработку сырья в данной техносфере, либо даже производить там конечный продукт, и только затем транспортировать готовую продукцию к материнской планете, либо в иное место предназначения в другую техносферу.

Стоит отметить, что из-за низкой гравитации и других параметров конкретной техносферы у поселенцев вполне могут изменяться особенности их жизненного цикла. И тогда часть этих новых «колумбов» Солнечной системы с определенной долей вероятности превратится в нового человека. Это произойдет, хотя и трудно даже представить такое будущее в своем воображении.

Ведь именно так когда-то давно, когда рыбы вышли из океана, они вряд ли понимали, что начали превращаться в Homo Sapiens. Точно так же выход Человека из «колыбели» человечества — Земли — имеет такое же значение при создании новой среды пригодной для жизни.

1. *Burlak Ol., et al.* (2010) 38th COSPAR SA. 18–25.07.2010, Bremen, 11.
2. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2004) JAIS, 36(11), 27–31.
3. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2013) KPCB, 29(5), 237–242.
4. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.67–69.
5. *Vidmachenko A.P., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.133–144.
6. *Vidmachenko A.P.* (2005) AstAlm, 52, 201–212.
7. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.131–137.
8. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm, 62, 228–249.
9. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.14–26.
10. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.11–21.
11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.56.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.58.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.5.
14. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.18.
15. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
16. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd. Dia. 255.
17. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU, Kyiv, PH Profi. 388.
18. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — Т. 10. — С.6–19.
19. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv: EPD of NULESU. 412.
20. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Вісник Астрономічної школи. — 2013. — Т. 9. — С.146–148.
21. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.

Продолжительное вспышечное явление в блазаре 3C454.3

Вольвач А.Е., Ларионов М.Г., Вольвач Л.Н.

Крымская астрофизическая обсерватория, отдел геодинамики и радиоастрономии

Проведен длительный цикл наблюдений блазара 3C454.3 на частоте 36,8 ГГц с использованием радиотелескопа РТ-22 в Симеизе. Мониторинг вспышечного явления (2014–2017 гг.) проводился большую часть времени с интервалом времени один день.

Аномально длительная вспышка, произошедшая в объекте в 2013–2017 гг., вдвое превышает продолжительность возможного орбитального периода вращения компаньона сверхмассивной черной дыры (СМЧД), расположенной в центре материнской галактики. Проведенный гармонический анализ вспышки позволил выявить наличие орбитального периода в данных мониторинга, совпадающего по значению с тем, который был обнаружен ранее на основе данных наблюдений за период с 1982 года.

Наличие орбитального периода в данных вспышечного явления может свидетельствовать в пользу того, что изменение его длительности не связано с увеличением γ-фактора, а напрямую зависит от прохождения компаньона центральной СМЧД сквозь среду аккреционного диска за счет совпадения плоскостей аккреционного диска (АД) и орбиты компаньона. Похожие физические условия в 3C 454.3 и 3C 273 в период длительных вспышек в этих объектах позволяет спрогнозировать длительность последней вспышки в 3C 454.3 на основе данных по вспышечному явлению в 3C 273. Падение вдвое спектральной плотности потока излучения во вспышке 3C 454.3 (2014–2017 гг.) по сравнению с максимальным потоком в предыдущей вспышке может косвенным образом свидетельствовать о том, что АД является оптически толстым по томпсоновскому рассеянию.

Получена величина сдвига между появлением вспышечного явления в радиодиапазоне (на миллиметровых волнах) относительно гамма-диапазона, которая подтверждает сдвиги, полученные на основе анализа предыдущих вспышечных явлений в объекте. Совпадение значений величин сдвигов свидетельствует в пользу предположения о том, что в процессе прецессии плоскость АД совпала с плоскостью орбиты компаньона и в процессе продолжающейся вспышки компаньон находится в среде АД. За время последней вспышки в 3C 454.3 получен богатый наблюдательный материал для исследования структуры среды АД.

На основе интерпретации комплекса наблюдательных данных 3C 454.3 форма и продолжительность последней вспышки может определяться совпадением плоскостей аккреционного диска и орбиты компаньона СМЧД. Как следствие этого, наблюдается повышенное и длительное энерговыделение при прохождении компаньона в плотной среде АД центральной СМЧД. Присутствие орбитального периода в 1,55 года в вариациях излучения 3C 454.3 в течение последней вспышки свидетельствуют также в пользу указанной гипотезы, а не в пользу изменения γ- и доплер-факторов. Сопровождающие

вспышку мелкомасштабные флуктуации плотности потока излучения могут быть следствием неоднородностей материи размерами порядка 10^{15} см и более в АД центральной СМЧД и прилегающих к нему областях.

Релятивістське магнітне перез'єднання

Воронецький М.В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Сонячні спалахи, викликані магнітним перез'єднанням в космосі, можуть заважати нашим супутникам зв'язку, що впливає на електричні мережі, повітряний рух і телефонію. Багато високоенергетичних астрофізичних середовищ є дуже намагніченими, себто, діюча на частинку магнітна енергія перевищує її масу спокою. В таких середовищах магнітні перез'єднання (МП), які працюють в релятивістському режимі, відіграють ключову роль в перенесенні великої кількості магнітної енергії в кінетичну енергію шляхом дисипації поля (переходу частини енергії впорядкованого процесу в енергію невпорядкованого процесу). Мотивовані численними астрофізичними спостереженнями, такими як випромінювання високих енергій в пульсарах, космологічні гамма-сплески і активні струмені галактичних ядер, дослідження релятивістських МП за останні кілька десятиліть швидко розвивалося завдяки аналітичним розробкам, а також 2D і 3D моделюванні ЧВК (частинок в комірках). Однак через труднощі в досягненні граничних магнітних щільностей енергії, необхідних для спостереження релятивістського МП в лабораторних середовищах, в попередніх експериментальних дослідженнях головним чином досліджувався нерелятивістський режим (параметр намагніченості $\sigma < 1$). До них відносяться експериментальне спостереження МП в токамаках (тороїдальна установка для магнітного утримання плазми) або спеціальні експерименти, такі як МПЗ (експеримент з магнітного повторного зв'язку).

Високоінтенсивна лазерно-плазмова взаємодія є перспективним способом пробити релятивістські межі, оскільки щільності енергії, які можуть бути досягнуті високоінтенсивними лазерними установками по всьому світу, швидко ростуть.

Завдяки ефективному лазерному нагріву досягнення релятивістського перез'єднання в плазмі з магнітною перевагою ($\beta < 1$) є дуже складним, і тому неясно, яку роль відіграє МП в енергетичному балансі. Нещодавно було повідомлено, що МП з магнітним домінуванням може бути досягнуто за допомогою двохповоротної цільової конденсатора-котушки Гельмгольца, але цей підхід дуже важко поширити на релятивістський випадок, тому що для цього потрібна лазерна система kJclass (установка, в якій лазер використовується як драйвер для інерції енергії злиття). Таким чином, незважаючи на чудовий прогрес, релятивістські МП в низьких β-середовищах ($\beta < 1$), які тісно пов'язані з інтерпретацією багатьох вимірів космічної плазми і астрономічних спостережень, досі ретельно не вивчений.

В цій статті я пропоную шляхи вирішення проблем вивчення ефектних феноменів космічної плазми в лабораторних умовах, що дещо збігаються з

нещодавно опублікованими в журналі Nature Communications результатами досліджень фізиків з Технологічного університету Чалмерса, Швеція.

Щоб імітувати і досліджувати ці вражаючі феномени космічної плазми в лабораторії, вам потрібен потужний лазер, який створює магнітні поля в мільйон разів сильніші, ніж на поверхні Сонця. У новій науковій статті Лунцін Йі разом з професором Тюне Фюлеп з Фізичного факультету запропонували експеримент, в якому магнітне перез'єднання може бути вивчено. Завдяки використанню падаючих стрибків ультракоротких лазерних імпульсів ефект може бути досягнутий без перегріву плазми. Таким чином, процес може бути вивчений дуже чисто, без лазера, безпосередньо впливаючого на внутрішню енергію плазми.

Тому пропонований експеримент дозволить нам шукати відповіді на деякі з найбільш фундаментальних питань астрофізики.

1. *Yamada M., Kulsrud R., Ji H.* Magnetic reconnection // Rev. Mod. Phys. — 2010. — Vol. 82. — P.603–664.
2. *Uzdensky D.A.* Magnetic reconnection in extreme astrophysical environments // Space Sci. Rev. — 2011. — Vol. 160. — P.45–71.
3. *Hoshino M., Lyubarsky Y.* Relativistic reconnection and particle acceleration // Space Sci. Rev. — 2012. — Vol. 173. — P.521–533.
4. *Lyubarsky Y., Kirk J.G.* Reconnection in a striped pulsar wind // Astrophys. J. — 2001. — Vol. 547. — P.437–448.
5. *Drenkhahn G., Spruit H.C.* Efficient acceleration and radiation in Poynting flux powered GRB outflows // Astron. Astrophys. — 2002. — Vol. 391. — P.1141–1153.
6. *Romanova M., Lovelace R.V.E.* Magnetic field, reconnection, and particle acceleration in extragalactic jets // Astron. Astrophys. — 1992. — Vol. 262. — P.26–36.
7. *Matteo T.Di* Magnetic reconnection: flares and coronal heating in active galactic nuclei // Mon. Not. R. Astron. Soc. — 1998. — Vol. 299. — L15-L20.
8. *Lyutikov M., Uzdensky D.* Dynamics of relativistic reconnection // Astrophys. J. — 2003. — Vol. 589. — P.893–901.
9. *Lyubarsky Y.E.* On the relativistic magnetic reconnection // Mon. Not. R. Astron. Soc. — 2005. — Vol. 358. — P.113–119.
10. *Drake J.F., et al.* Electron acceleration from contracting magnetic islands during reconnection // Nature. — 2006. — Vol. 443. — P.553–556.
11. *Zenitani S., Hoshino M.* Particle acceleration and field dissipation in relativistic current sheet of pair plasmas.Astrophys. J. — 2007. — Vol. 670. — P.702–726.
12. *Lyubarsky Y., Liverts M.* Particle acceleration in the driven relativistic reconnection // Astrophys. J. — Vol. 682. — P.1436–1442.
13. *Nalewajko K., et al.* On the distribution of particle acceleration sites in plasmoid-dominated relativistic magnetic reconnection // Astrophys. J. — 2015. — Vol. 815. — P.101.
14. *Sironi L., Spitkovsky A.* Relativistic reconnection: a efficient source of nonthermal particles // Astrophys. J. Lett. — 2014. — Vol. 783. — L21.
15. *Guo F., et al.* Formation of hard power laws in the energetic particle spectra resulting from relativistic magnetic reconnection // Phys. Rev. Lett. — 2014. — Vol. 113, 155005.

Гравитационно-волновая природа ускоренного расширения Вселенной

Жанабаев З.Ж., Агишев А.Т.[1], *Жексебай Д.М.*
Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан

Согласно астрофизическим наблюдениям, расширение Вселенной описывается пропорциональностью скорости изменения по времени расстояния наблюдения галактики самому расстоянию [1]. Коэффициент пропорциональности — постоянная Хаббла — определен с точностью около 5% и используется в ΛCDM модели о плотности темной энергии, темной материи и об их возможной связи с космологической постоянной Эйнштейна. В последнее время выдвигаются альтернативные теории ΛCDM модели, основанные на масштабной инвариантности Вселенной [2, 3].

В настоящей работе глобальная постоянная Хаббла определена теоретически, на основе фрактальной модели связи расстояния до наблюдаемой галактики с ее координатой. Расстояние определяется как нелинейная фрактальная мера, масштаб измерения которой, в отличие от известных теорий фракталов, соответствует отклонению самой искомой меры от ее фиксированного значения (радиуса нулевой гравитации) [4]. Использована размерность предложенного нами специфического анизотропного фрактала, который моделирует радиальный рост расстояния. Вокруг галактических образований в пространстве с нулевой гравитацией галактики двигаются хаотически, их положения образуют фрактальное множество. Фрактальная размерность множества галактик в группах, кластерах, скоплениях соответственно возрастает. Предельное ее значение определено нами теоретически и соответствует результату обработки данных о структуре множества десятков миллионов галактик.

Скорость галактик относительно однородного изотропного фона с гравитационно-волновой структурой [5] может быть как положительной, так и отрицательной в группах с малой фрактальной размерностью, с приближением к ее предельному значению — только положительной в выбранном направлении от наблюдателя в соответствии с измерениями.

Учет волнового характера распределения галактик определяет связь между точностью определения постоянной Хаббла и координаты галактики. Такой анализ позволяет описать ускоренное разбегание галактик до достижения глобального масштаба Вселенной, фиксируемое в космологических наблюдениях [6, 7].

1. *Riess A.G., et al.* A 2.4% Determination of the local value of the Hubble constant based on observations with the NASA/ESA Hubble Space Telescope, obtained at the Space Telescope Science Institute, which is operated by AURA, Inc., under NASA contract NAS 5-26555 // The Astrophysical Journal. — 2016. — Vol. 826(1). — P.56.
2. *Maeder A.* An alternative to the ΛCDM model: the case of scale invariance // The Astrophysical Journal. — 2017. — Vol. 834(2). — P.194.

3. *Zhanabaev Z., Khokhlov S., Agishev A.* Nonlinear fractal meaning of the Hubble constant // arXiv:1706.04841 (2017).
4. *Zhanabaev Z.* Nonlinear fractal measures and information entropy in physics of chaos // Proceedings of the 10th International scientific conference "Chaos and structures in nonlinear systems. Theory and experiment". — Almaty, Kazakh National University, 2017.
5. *Abbott B.P., et al.* Observation of gravitational waves from a binary black hole merger // Physical review letters. — 2016. — Vol. 116(6), 061102.
6. *Efstathiou G.* H0 revisited // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2014. — Vol. 440(2). — P.1138–1152.
7. *Freedman W.L., et al.* Carnegie Hubble program: a mid-infrared calibration of the Hubble constant // The Astrophysical Journal. — 2012. — Vol. 758(1). — P.24.

Загадки гравитации и скрытой массы

Железняк О.А.

Национальный авиационный университет, Киев

Обсуждаются основные свойства гравитационного взаимодействия небесных тел. Указываются противоречия теории гравитационного поля с данными астрономических наблюдений: кривые вращения галактик, скопления галактик, сталкивающиеся галактики. Обращается внимание на неопределенность скорости распространения гравитационного поля в пространстве и неизвестную земной цивилизации природу гравитации. Указываются свойства скрытой массы во Вселенной и ее роль в динамической эволюции галактик.

Современная астрономическая картина мира

Захожай В.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

С давних времен на основе наблюдения небесных светил создавались представления об устройстве мира. Первые из них появились за несколько тысяч лет до нашей эры в Египте, Китае, Индии, за сто лет до н.э. — в Греции. Итогом этих геоцентрических представлений явилась система мира Птолемея, разработанная в середине второго столетия н.э., позволяющая математически рассчитать наперед положения планет.

Догадки про гелиоцентрическое устройство мира, высказанные в третьем столетии до н.э. Аристархом Самосским, были обоснованы в XVI столетии Н. Коперником, положившего начало научному представлению о строении мира. Эра телескопостроения, начало которой положил Г. Галилей (начало XVII ст.), позволила к середине XVIII века накопить первые представления о разнообразии звездных систем и их структуре. Это позволило Т. Райту, И. Канту и И. Ламберту высказать первые идеи об иерархическом устройстве мира.

У. Гершель положил начало наблюдениям, которые способствовали не только обоснованиям высказанных идей, а и целенаправленным исследованиям звездных систем. Появление фотографии в XIX веке и применение её

в астрономии позволило расширить телескопические исследования и углубить знания не только о структуре звездных систем, а и об их природе на основе спектроскопических наблюдений. Дальнейшее создание телескопов (с первых десятилетий XX века), совершенствования приемников излучения, расширение их возможностей на весь диапазон электромагнитных волн, вынос астрономических средств за пределы земной атмосферы, положило начало формированию современной астрономической картины мира.

В докладе рассматривается устройство Вселенной по мере удаления от Солнца. Солнечная система представлена как рядовая планетная система. Далее характеризуются окрестности Солнца: от ближайших звезд и их скоплений до устройства Местной звездной системы (пояса Гулда). Строение Галактики, Нашей звездной системы, подгруппы Туманности Андромеды анализируется как составные части Местной группы галактик (МГГ). Уделяется внимание их астрофизическим, кинематическим и динамическим свойствам.

За пределами МГГ анализируется её ближайшее окружение и более крупная структура — Местное Сверхскопление (МС), в которую она входит. Далее характеризуется гиперскопление Ланиакея, включающая МС и её окрестности, и её «соседи»: гиперскопление Персея-Рыб и Местный войд. Приводится карта ближайших сверхскоплений к МГГ, расположенных ближе 1 млрд. св. лет, на которой уже проявляется ячеистая структура Вселенной. Обсуждается область Вселенной, ограниченная хаббловским радиусом, и ее свойства.

Время горения гелия в недрах звезд населений I–III

Захожай В.А., Забуга С.И.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

По данным о временах горения гелия или их отношений ко времени горения водорода, с $Z = 0; 0{,}001; 0{,}004$ и $0{,}02$ [1–7] получены обобщенные аппроксимационные формулы, описывающие зависимость «отношение времен горения гелия к водороду — масса звезд нулевого возраста» для интервалов масс и элементного состава звезд, которые относят к населениям I–III Галактики. Наличие экстремумов в этих зависимостях не позволяет аппроксимировать их только одной комбинацией элементарных функций. Удовлетворительный результат достигается аппроксимацией двумя кусочно-непрерывными функциями линейно-логарифмического и/или квадратично-логарифмического вида, выбор которых зависит от условий горения гелия: в среде с вырожденными электронами или без их вырождения. Для звезд населения III кусочно-непрерывная функция состоит из четырех в общем случае квадратично-логарифмических функций, включая интервал масс звезд $100 - 1000 m_{\odot}$.

Проявилось соответствие максимумов полученных зависимостей критическим значениям, больше которых в недрах звезд горение гелия происходит в веществе с невырожденными электронами. Обнаружены закономерности, проявляющиеся в зависимостях, построенных по полученным аппроксимационным формулам.

1. *Bressan A., Fagotto F., Bertelli G., Chiosi C.* // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. — 1993. — Vol. 100. — P.647.
2. *Charbonnel C., Meynet G., Maeder A., Schaller G., Schaerer D.* // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. — 1993. — Vol. 101. — P.415.
3. *Fagotto F., Bressan A., Bertelli G., Chiosi C.* // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. — 1994. — Vol. 105. — P.29.
4. *Marigo P., Chiosi C., Kudritzki R.-P.* // Astron. Astrophys. — 2003. — Vol. 399. — P.617.
5. *Marigo P., Girardi L., Chiosi C., Wood P.R.* // Astron. Astrophys. — 2001. — Vol. 371. — P.152.
6. *Meynet G., Maeder A., Schaller G., Schaerer D., Charbonnel C.* // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. — 1994. — Vol. 103. — P.97.
7. *Schaller G., Schaerer D., Meynet G., Maeder A.* // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. — 1992. — Vol. 96. — P.269.

Еволюція орбіт планет Сонячної системи

Єсіков О.О., Кондратенко П.О.
Національний авіаційний університет, Київ

В Стандартній теорії Всесвіту маси зірок і планет незмінні. Тому розширення Всесвіту привело б до зменшення потенціальної енергії взаємодії, так що кінетична енергія планети виявилася б більшою, ніж потрібно для стаціонарної колової орбіти. Тому планета була б вимушеною рухатись по спіралі, додатково збільшуючи відстань до зірки. Отже, розширення планетної орбіти суттєво (в 2 рази) перевищувало б розширення Всесвіту. При цьому швидкість буде зменшуватись.

Згідно з моделлю народження та еволюції Всесвіту з початковою мінімальною ентропією [1] наш Всесвіт постійно розширюється таким чином, що його радіус збільшується зі швидкістю світла. При цьому маси всіх космічних тіл збільшуються пропорційно величині сучасної маси:

$$m = m_0\left(1+\frac{t}{T_{U0}}\right) = m_0\frac{T_U}{T_{U0}},$$

де m_0 — маса космічного тіла в даний момент часу, T_U — вік Всесвіту, T_{U0} — вік Всесвіту в даний момент часу, t — час, відлік якого починається в даний момент.

Колова орбіта планет навколо зірки з масою M на даний момент опишеться формулою

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}.$$

Якщо врахувати розширення Всесвіту з постійною швидкістю, тоді і радіус r буде збільшуватися пропорційно до часу існування Всесвіту. Звідси

$$v^2 = \frac{GM}{r} = \frac{GM_0}{r_0} = \text{const}.$$

Отже, швидкість орбітального руху планети буде постійною. При цьому радіус орбіти планети навколо зірки буде збільшуватися з такою ж швидкі-

стю, як і розширення Всесвіту. Як наслідок, тривалість року збільшується з часом. Проводячи дослідження руху планет в зворотному напрямку часу, ми побачимо, що при народженні планетної системи зародок зірки обертався з великою кутовою швидкістю, яка забезпечувала відрив периферійних областей і утворення планет. Такий висновок узгоджується з висновками роботи [2].

1. *Kondratenko P.O.* The Birth and Evolution of the Universe with Minimal Initial Entropy // International Journal of Physics and Astronomy. — 2015. — Vol. 3, No. 2. — P.1–21.
2. *Kondratenko P.O.* Origin of a Planetary System in the Model of Universe with Minimum Initial Entropy // International Journal of Advanced Research in Physical Science. — 2017. — Vol. 4, Issue 8. — P.4–13.

Глибинні шари поблизу конвективного овершуту і тахокліну — найбільш сприятливе місце для генерації тороїдального магнітного поля Сонця

Криводубський В.Н.

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Оскільки турбулентність повсюдно присутня в космічній плазмі, то дослідники магнетизму в астрофізичних умовах зосередили зусилля на вивченні турбулентних механізмів збудження магнетизму. Зокрема, найбільшого поширення серед дослідників циклічних змін магнітного поля Сонця набули переконання, що основним механізмом сонячного магнітного циклу служить модель турбулентного динамо. Роль "динамо-машини" на Сонці відіграє його конвективна зона, де в результаті взаємодії обертання (з кутовою швидкістю Ω) і конвекції (яка характеризується турбулентним полем швидкостей u) створюється специфічна комбінація диференційного обертання $\Omega(r,\theta)$ і спіральної турбулентної конвекції $\alpha(r,\theta)$ (r — відстань від центра Сонця, θ — полярний кут в сферичній системі координат). Диференційне обертання $\Omega(r,\theta)$, діючи на полоїдальне поле B_P, збуджує тороїдальну компоненту B_T (Ω-ефект), тоді як усереднена спіральна турбулентність $\alpha(r,\theta)$ регенерує із цього поля нову полоїдальну компоненту B_P (α-ефект), антипаралельного спрямування по відношенню до його вихідної орієнтації, замикаючи тим самим сонячний динамо-цикл (модель $\alpha\Omega$-динамо). Згідно останніх моделей $\alpha\Omega$-динамо генерація полоїдальної і тороїдальної компонент глобального магнітного поля відбувається не однаково ефективно у всьому об'ємі сонячної конвективної зони (СКЗ), як це вважалося раніше, а в розподілених ділянках СКЗ. Зокрема, для ефективної генерації тороїдального магнітного поля в результаті дії диференційного обертання на полоїдальне поле необхідно, щоб магнітні силові трубки тривалий час перебували в ділянці генерації. Проте внаслідок швидкого паркерівського магнітного спливання зі швидкістю $U_B(B,\rho) \approx B/\sqrt{4\pi\rho}$ (ρ — густина плазми) важко забезпечити значне підсилення і зберігання поля B в глибоких шарах СКЗ впродовж часу, порівнянного з періодом сонячного

циклу. Це приводить до обмеження на амплітуду збуджуваного тороїдального поля. Водночас моделювання процесів спливання магнітних трубок в СКЗ показало, що для пояснення спостережених в активних ділянках на сонячній поверхні величин магнітних полів необхідно, щоб поблизу дна СКЗ інтенсивність тороїдальних магнітних полів досягала, по крайній мірі, значень порядку $10^3 - 10^4$ Гс. Тому з особливою потребою на перший план виступає проблема компенсації магнітної плавучості таких сильних полів і утримання їх тривалий час в ділянці динамо. У зв'язку з цим важливого значення для $\alpha\Omega$-динамо набувають глибинні шари, де паркерівська швидкість магнітного спливання найменша (оскільки в об'ємі СКЗ тут найбільша густина плазми) і перехідна ділянка між конвективної і променистою (радіативною) зонами, де характерні розміри поля швидкостей зазнають кардинальної перебудови.

Суть процесів в перехідній ділянці полягає в наступному. Як відомо, характерні розміри поля швидкостей в СКЗ природно розділені на два масштаби: *маломасштабну* спіральну турбулентну конвекцію $u(r, \theta)$ і *великомасштабне* диференційне обертання $\Omega(r, \theta)$. Характерні розміри цих двох полів швидкостей достатньо великі для того, щоб між СКЗ і радіативної зоною виникали ділянки поступового спадання амплітуд швидкостей. Тому біля дна СКЗ мусить сформуватися два перехідних шари різних масштабів, в яких відбувається перебудова поля швидкостей. Перший шар пов'язаний з турбулентною конвекцією, а другий — з диференційним обертанням. Слід очікувати, що перехідний шар між маломасштабною турбулентною конвекцією і променистою зоною буде тоншим в порівнянні з перехідним шаром від великомасштабних широтних варіацій кутової швидкості в СКЗ до майже однорідного обертання в променистих надрах. Оскільки біля дна СКЗ кореляційна довжина турбулентних рухів l за порядком величини становить значну частку вертикальної протяжності зони конвекції, то поле швидкостей u турбулізованої конвекції буде по інерції проникати в стійку щодо рухів радіативну зону, збільшуючи протяжність зони механічного перемішування речовини, хоча в ній уже не виконується критерій Шварцшільда виникнення конвективної нестійкості. В результаті такого просочування турбулентності нижче «активної» СКЗ формується перехідний шар своєрідної «пасивної конвекції», тобто шар поступового зменшення інтенсивності турбулентних пульсацій плазми до нуля, який в літературі отримав назву *шару проникної конвекції* (т.зв. *конвективний овершут*, англ. *convective overshoot layer*) [1–3]. Шар проникної конвекції сприяє накопиченню великомасштабного магнітного поля Сонця біля дна СКЗ і витісненню його в радіативну зону. Процес витіснення поля коротко можна описати так. Внаслідок вмороженості поля у плазму магнітні силові лінії будуть «закидатися» турбулентними пульсаціями згори донизу в шар проникної конвекції. Тому через деякий час магнітне поле з'явиться на верхній межі радіативної зони, де раніше його не було, і де сприятливі умови для його тривалого існування, оскільки тут турбулентні пульсації уже майже відсутні. Водночас, в шарах вище овершуту внаслідок процесу заплутування силових ліній інтенсивними турбулізованими рухами в зоні розвиненої конве-

кції і джоулевої омічної дисипації магнітне поле поступово зникатиме. Саме таким чином проявляється на Сонці *макроскопічний турбулентний діамагнетизм* (відкритий академіком Я.Б. Зельдовичем в 1956 р.), фізичний сенс якого полягає у витісненні однорідного в початковий момент магнітного поля із ділянок високопровідної плазми з вихровими турбулентними рухами. Отже, помітний позитивний радіальний градієнт турбулентних швидкостей поблизу дна СКЗ і в шарі проникної конвекції викликає спрямоване донизу інтенсивне діамагнітне витіснення поля — т.зв. «негативну магнітну плавучість», яка протидіє магнітній плавучості і тим самим сприяє тривалому утриманню полів в зоні генерації.

Незважаючи на привабливість шару проникної конвекції для перебудови магнетизму, він, ймовірно, занадто тонкий і не впливає на збудження магнетизму, а тільки сприяє його збереженню. Дійсно, за геліосейсмологічними оцінками [5] і модельними розрахунками [6], шар проникної конвекції виглядає дуже тонким — товщина його становить всього 3000–3500 км. Збудження великомасштабного магнітного поля в такому тонкому шарові породжує низку проблем [7]. Тому особливого значення для перебудови магнетизму набуває *другий перехідний шар* (товщиною ≈ 30 тис. км), який простягається глибше в надра Сонця, — т.зв. *тахоклін* (англ. *tachocline*), в якому обертання стрімко змінюється від диференційного в СКЗ до майже жорсткого (за широтою) в променистій зоні [8]. Теоретичні передбачення існування цього перехідного шару [8] було підтверджено геліосейсмологічними інверсіями, хоча товщина його залишається предметом дискусій [9]. Очевидно, що саме в тахокліні радіальний градієнт кутової швидкості $\partial\Omega/\partial r$ досягає свого максимуму, чим створює тут найбільш сприятливі умови для збудження сильного тороїдального поля. Вагомим також є те, що в глибинному тахокліні виявляється найменшою ефективність магнітної плавучості, оскільки в ньому густина плазми найбільша по об'єму СКЗ.

Крім того, згідно з останніми геліосейсмологічними експериментами, тахоклін має ще одну надзвичайно важливу для моделей динамо властивість: він складається з ділянок, що по різному обертаються. В низькоширотній ділянці повільного обертання кутова швидкість зменшується з глибиною ($\partial\Omega/\partial r > 0$), тоді як у високоширотних ділянках швидкого обертання вона, навпаки, зростає з глибиною ($\partial\Omega/\partial r < 0$) [10]. Природний поділ тахокліну на домени з протилежними знаками радіального зсуву кутової швидкості має принципове значення для теоретичного пояснення північно-південної магнітної асиметрії Сонця, спостереженої під час переполюсовок полярного поля в епохи максимумів циклів сонячних плям, оскільки парність гармонік глобального поля, яке збуджується механізмом динамо, залежить від знаку $\partial\Omega/\partial r$.

Як згадувалося вище, діючи проти магнітної плавучості, макроскопічний турбулентний діамагнетизм в СКЗ виконує роль негативної магнітної плавучості. Згідно з нашими розрахунками для параметрів турбулентності (u, l), взятих із моделі СКЗ [11], швидкість спрямованого донизу діамагнітного витіснення горизонтального поля в глибинних шарах в області проникної кон-

векції досягає значень $U_\mu = -\nabla\nu_T/2 \approx 2\cdot 10^3$ см/с ($\nu_T \approx \frac{1}{3}ul$), що істотно зменшує ефективність магнітного спливання полів. Оскільки швидкість магнітного спливання $U_B(B,\rho) \approx B/\sqrt{4\pi\rho}$ залежить від величини поля B, то з умови взаємної компенсації швидкостей магнітного спливання U_B і діамагнітного занурення U_μ можна знайти значення горизонтального стаціонарного поля $B_0 \approx U_\mu\sqrt{4\pi\rho}$, спливання якого буде повністю компенсовано макроскопічним турбулентним діамагнетизмом. В результаті в глибинах СКЗ формується магнітний шар протяжністю 40 тис. км з величиною заблокованого магнітного поля 2000–3000 Гс [12].

Для пояснення спостереженого явища подвійних максимумів циклу сонячних плям нами запропоновано сценарій [13], що містить генерацію магнітного поля внаслідок Ω-ефекту поблизу дна СКЗ і його наступне винесення із глибоких шарів на поверхню в «королівській зоні». Суть виглядає таким чином. В тахокліні в присутності слабкого полоїдального поля із-за різкого спадання кутової швидкості ефективно збуджується тороїдальне поле. Разом з тим в шарі конвективного овершуту це зростаюче поле завдяки ефектам негативної магнітної плавучості буде утримуватися від спливання впродовж тривалого часу, набуваючи при цьому значень до 3000 Гс. В міру подальшого підсилення за рахунок Ω-ефекту заблоковане поле з часом досягає величин, достатніх для того, щоб опісля завдяки перевазі паркерівської магнітної плавучості над ефектами негативної магнітної плавучості розпочати свій підйом до поверхні Сонця і зрештою через деякий час з'явитись у вигляді сонячних плям в ділянці «королівської зони». Вагомим чинником сценарію служить глибинна меридіональна циркуляція, яка забезпечує перенесення заблокованих тороїдальних полів із полярних областей до низьких широт. Ключову роль у розробленому механізмові подвійних максимумів плям відіграють дві хвилі тороїдальних полів, які завдяки глибинній меридіональній циркуляції зсунуті одна від одної в часі на 1–2 роки і поширюються в приекваторіальному домені від нижньої основи СКЗ до сонячної поверхні.

1. *Roxburgh I.W.* Convection and solar structure // Astron. Astrophys. — 1978. — Vol. 65. — P.281–285.
2. *Spiegel E.A., Weiss N.O.* Magnetic activity and variations in solar luminosity // Nature. — 1980. — Vol. 287. — P.616–617.
3. *Van Ballegooijen A.A.* The overshoot layer at the base of the solar convective zone and the problem of magnetic flux storage // Astron. Astrophys. — 1982. — Vol. 113. — P.99–112.
4. *Rempel M., Schüssler M., Tóth G.* Storage of magnetic flux at the bottom of solar convection zone // Astron. Astrophys. — 2000. — Vol. 363. — P.789–799.
5. *Basu S.* Seismology of the base of the solar convection zone // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. — 1997. — Vol. 288. — P.572–584.
6. *Marik D., Petrovay K.* A new model for the lower overshoot layer in the Sun // Astron. Astrophys. — 2002. — Vol. 96. — P.1011–1014.
7. *Rüdiger G., Brabdenburg A.* A solar dynamo in the overshoot layer: cycle period and butterfly diagram // Astron. Astrophys. — 1995. — Vol. 296. — P.557–566.

8. *Spiegel E.A., Zahn J.-P.* The solar tachocline // Astron. Astrophys. — 1992. — Vol. 265. — P.106–114.
9. *Kosovichev A.G.* Helioseismic constraints on the gradient of angular velocity at the base of the solar convection zone // Astrophys. Journ. — 1996. — Vol. 469. — L61–L64.
10. *Howe R., Christensen-Dalsgaard J., Hill F., Komm R., Larsen R.M., Schou J., Thompson M., Toomre J.* Dynamic variations at the base of the solar convection zone // Science. — 2000. — Vol. 287. — P.2456–2460.
11. *Stix M.* The Sun: an introduction, second edition. — Berlin: Springer-Verlag, 2002. — 490 p.
12. *Krivodubskij V.N.* Turbulent dynamo near tachocline and reconstruction of azimuthal magnetic field in the solar convection zone // Astron. Nachrichten. — 2005. — Vol. 326, No 1. — P.61–74.
13. *Krivodubskij V.N.* Double maxima of 11-year solar cycles // Kinematics Phys. Celestial Bodies. — 2017. — Vol. 33, No 1. — P.24–38.

Сонце і життя на Землі

Лозицький В.Г.
Астрономічна обсерваторія Київського національного
університету імені Тараса Шевченка

Сонце — найближча до нас зоря, що має критичне значення для існування життя на Землі. Це зоря стабільного типу, зі зміною світності на рівні лише 0,01% у сучасну епоху. Втрата маси Сонця $\sim 5{,}6 \cdot 10^6$ тонн/сек (куб води з ребром 170 м). При такому темпі маси Сонця вистачило б на 10^{13} років. Насправді ж втрачається лише та маса, яка пов'язана з реакцією термоядерного синтезу і з сонячним вітром. Тому, по теорії, Сонце ще приблизно 5 млрд. років Сонце буде таким, як сьогодні, а потім пройде стадії червоного гіганта та білого карлика

Сонце — ідеальне джерело термоядерної енергії. Саме це джерело забезпечує колосальне і довготривале енерговиділення. Крім того, жорсткі гамма-кванти, що генеруються в надрах Сонця, доходять до поверхні за 10^7 років, втративши 4–5 порядків своєї енергії на один квант, в основному, у формі благодатних м'яких квантів видимої і інфрачервоної області. Для порівняння: у створюваних на Землі установках для термоядерного синтезу вчені намагаються утримувати високотемпературну й густу плазму не полем гравітації (як в надрах зірок), а магнітним полем. Але при цьому виникає неприємний ефект: сильні магнітні поля дуже сильно охолоджують плазму і інтенсивність реакції із-за тунельного ефекту різко падає. Крім того, жорсткі гамма-кванти з зони реакції так і остаються жорсткими гамма-квантами, створюючи високі дози іонізуючого випромінювання, швидке старіння матеріалів конструкцій і т.п. Варто нагадати, що установки для промислового видобування термоядерної енергії планувалось створити ще 30–40 років тому. Нині на півдні Франції, в дослідницькому центрі Кадараш (Cadarache) розпочинається реалізація проекту ITER. Установка буде важити в три рази більше Ейфелевої

вежі і займатиме площу, яка дорівнює 60 футбольним полям. Результати цього проекту — не раніше ніж через 5–7 років.

На відміну від світності, сонячна активність змінюється значно сильніше, причому в цих змінах прослідковується певна циклічність. Найбільш відомий і потужний сонячний 11-річний цикл. Існує також 22-річний цикл (цикл Хейла або магнітний), 44-річний цикл [1], 90–100-річний (віковий цикл, або цикл Гляйссберга) та інші.

Сонячна активність впливає на рівень іонізуючої радіації в навколоземному просторі, умови прийому радіохвиль (особливо в полярних областях), швидкість росту зелених насаджень (що видно по ширині річних кілець дерев), частоту виникнення землетрусів на Землі, кліматичні зміни, тощо. Чи впливає сонячна активність на рівень соціальної напруги на Землі (кількість війн, битв, революцій і т.д.) — питання дискусійне. Це питання планується обговорити під час доповіді.

1. *Efimenko V.M., Lozitsky V.G.* // Adv. Space Res. — 2018. — Vol. 61, Iss. 11. — P.2820–2826.

Спектральная переменность звезды 19 Cep

Магеррамов Я.М., Рустамов Д.Н.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана

Приводится результаты исследования переменности линий Hα и Hβ в спектре звезды 19 Cep (HD209975, O9Ib). Были получены 22 эшелле-спектрограммы звезды 19 Cep. Наблюдения были проведены на 2-м телескопе ШАО НАН Азербайджана в 2014–2015 гг. При наблюдениях и обработке наблюдательных данных были использованы пакеты программ Dech20 и Dech20T, разработанные в САО РАН. Время экспозиции 900 с. Спектральное разрешение примерно 15 000, спектральный диапазон $\lambda\lambda 4700-6700$ÅÅ, отношение сигнала к шуму $S/N \sim 100-150$. Были получены две спектрограммы в каждую ночь.

На рис. 1 приведены профили линий Hα и Hβ, полученные при различных датах. Профиль линии Hα в спектре исследуемой звезды 19 Cep является своеобразным, так как эта линия состоит из двух абсорбционных компонентов, разделенных центральной эмиссией (рис. 1,а). В фиолетовом и красном компоненте этой линии почти всегда появляются дополнительные компоненты. Нами выявлена сильная переменность центральной эмиссии в линии Hα, и в одном случае (при JD2457212.410) эта эмиссия поднялось почти до уровня непрерывного спектра. Интересен тот случай, когда эта эмиссия поднимется выше уровня непрерывного спектра, но в наших наблюдениях пока такой случай не обнаружен.

Профиль линии Hβ также в спектре исследуемой звезды 19 Cep подвергается сильным изменениям с течением времени. Наблюдается асимметрия этой линии, и эта асимметрия сильно изменяется со временем (рис. 1,б).

Параметры (лучевые скорости, эквивалентные ширины и остаточные интенсивности) линий Hα и Hβ изменяются со временем.

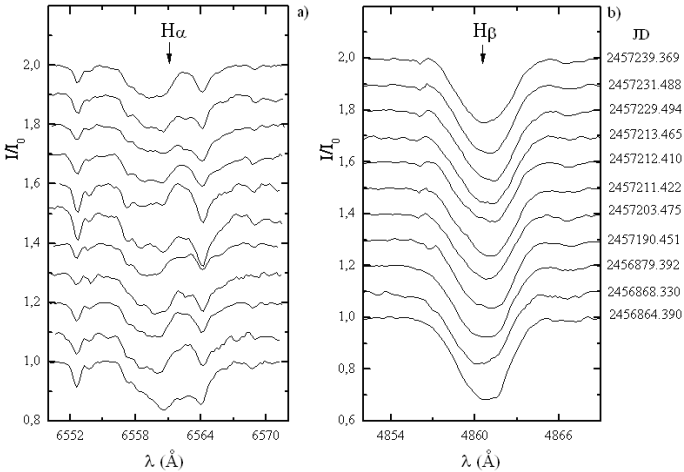


Рис. 1. Профили линий Нα и Нβ в спектре звезды 19 Сер для 11 дат. У каждого профиля показаны соответствующие юлианские даты

Все эти перечисленные наблюдательные факты свидетельствуют о том, что в слоях атмосферы звезды, где эффективно формируются эти линии, происходит переменность физических условий.

Перспективи проведення астродосліджень на горі Піп Іван

Марусяк В.Б.
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
м. Івано-Франківськ

Астрономічна і метеорологічна обсерваторія Білий Слон (2028 м над рівнем моря) — колишня обсерваторія на горі Піп-Іван — найвище розташована споруда в Україні, в якій постійно жили й працювали люди. Працювала вона в 1938–1941 рр. Завдяки розташуванню високо в горах і віддаленості від великих міст обсерваторія має великий потенціал для проведення спостережень зоряного неба [2, 3].

За цей час роботи обсерваторії 1938–1941 рр. було здійснено фотографування планетоїдів, комет, дані були опубліковані у журналі Варшавської обсерваторії у 1938–1939 рр. У квітні 1939 р. магістром Стефаном Щирбаком здійснено близько 70 візуальних оцінок яскравості змінних зір, виконано серію малюнків з обертання Марса, визначено 6 позицій комети Брукса. В 1944 р. було прийнято рішення про остаточне припинення роботи обсерваторії [4].

На горі Піп Іван близько 30 ночей для спостереження зоряного неба, що є дуже малою кількістю для спостереження об'єктів з високою точністю. Але на обсерваторії можна проводити спільні спостереження в колаборації з іншими обсерваторіями (спостереження за кометами, малими небесними тілами, супутниками, космічним сміттям, змінними і подвійними зорями).

Планується встановлення в обсерваторії автоматичного телескопа і кліма-

тичної станції, який при наявності хороших астрономічних умов буде автоматично запускатися і виконувати спостереження за певною ділянкою неба. На базі обсерваторії Білий Слон можливо буде проведення наукових конференцій, а також наукових практик для студентів з України, Польщі, Словаччини

За даними на станом на місяць лютий 2017, за 9 місяців гору піп Іван відвідало близько 11 тисяч туристів. Опираючись на такі дані перспективним є напрямок астротуризму. Популяризація та проведення екскурсій, читання лекцій з астрономії, показ нічного неба (планет, зір, небесних тіл Сонячної системи).

1. https://www.facebook.com/obserwatoriumpopiwan/
2. Władysław Midowicz: O Białym Słoniu na Czarnohorze. W: Płaj 2
3. Rymarowicz Leszek, Wielocha Andrzej: Tajemnica Pop Iwana, w: "Płaj. Almanach karpacki" nr 45, jesień 2012, s.15–36.
4. Rymarowicz Leszek, Kreiner Jerzy M.: Działalność naukowo-badawcza Obserwatorium na Pop Iwanie, w: "Płaj. Almanach karpacki" nr 45, jesień 2012, S.43–55.

Міжзоряні дифузні смуги поглинання. Квантово-механічні розрахунки енергетичних переходів $C_{11}H_8O_2$ та $C_{11}H_8O_2^+$

Марусяк В.Б.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Дифузні міжзоряні смуги (DIBs) — це особливості спектра поглинання, що спостерігаються в спектрах астрономічних об'єктах у Чумацькому шляху та інших галактиках. Вони обумовлені поглинанням світла міжзоряним середовищем. Близько 500 смуг в даний час були помічені в ультрафіолетових, видимих та інфрачервоних довжинах хвиль [1, 2].

Деякі смуги DIBs (661.4λ, 551.7λ) мають складну структуру, яка є схожою до структури молекулярних спектрів багатоатомних молекул, а саме Q-, P-, R-гілки. Вважається, що носіями Dibs є складні поліциклічні ароматичні сполуки (PAH), які мають від 10–60 атомів вуглецю [3].

Для розрахунку стартової геометрії молекули нафтален-2-карбоксилової кислоти $C_{11}H_8O_2$ та $C_{11}H_8O_2^+$ обраний метод молекулярної механіки (MM+), а подальша оптимізація геометричних параметрів з'єднань проведена методом HF / 6-311G* за допомогою програмного пакета GAMESS-US. Для візуалізації результатів використовували програму Gebedit. Попередній і оціночний розрахунок електронних спектрів молекул зроблений напівемпіричним методом ZINDO, адаптованим для розрахунку абсорбційних спектрів органічних і неорганічних речовин. Для уточненого розрахунку електронних спектрів структур, які підлягають синтезу, використаний неемпіричний метод HF з використанням трьохекспоненціального базисного набору 6-311G* [4].

Встановлено, що теоретично змодельована молекула антраценової кислоти поглинає на довжині хвилі 332,83 нм, 257,75 нм, 306,89 нм, а позитивно заряджений йон — 684,57 нм, 489,28 нм, 434,30 нм. Таким чином, молекула $C_{11}H_8O_2^+$ може бути носієм для лінії 661,4λ.

1. https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20160004200
2. *Marshall C.C.M., Krelowski J., Sarre P.J.* The λ6614 diffuse interstellar absorption band: Evidence for internal excitation of the carrier // Mon. Not. R. Astron. Soc. — 2015. — Vol. 453, No.4. — P.3912–3917.
3. *Oka T., Welty D.E., Johnson S., York D.G., Dahlstrom J., Hobbs L.M.* Anomalous diffuse interstellar bands in the spectrum of Herschel 36. II. analysis of radiatively excited CH^+, CH, and diffuse interstellar bands // Astrophys. J. — 2013. — Vol. 773, No. 1. — P.1–35.
4. *Foresman J.B., Frisch Æ.* Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, 3rd ed., Gaussian, Inc.: Wallingford, CT, 2015.

Системи глобального позиціонування та теорія відносності

Мусієнко В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

На сьогоднішній день навігатори — це буденність. Ними обладнані всі автомобілі, літаки, телефони і комунікатори. Одна з найвідоміших систем глобального позиціонування є GPS (англ. Global Positioning System) — сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері.

Коли мова йде про GPS, найчастіше мається на увазі система NAVSTAR (Navigation Satellite Time and Ranging), розроблена на замовлення військового відомства — Міністерства оборони США, але зараз існують інші системи глобального позиціонування (ГЛОНАСС, Galileo та інші) [1].

Станом на сьогодні основою системи NAVSTAR є 31 супутник (всього наявно 32), що працюють у єдиній мережі й обертаються на шести різних колових орбітах, розташованих під кутом 60° одна до одної. На кожній орбіті розміщено по 4 супутники, висота орбіт приблизно дорівнює 20 200 км з періодом обертання кожного супутника навколо Землі 12 годин. Таким чином, із будь-якої точки земної поверхні, зазвичай, одночасно видно від чотирьох до дванадцяти таких супутників [3].

Ми звикли, що за допомогою невеликого пристрою можемо дізнаватися своє місце розташування з точністю до десяти метрів. А якщо це хороший вузькоспеціалізований навігатор GPS, то точність може зрости і до одного-двох метрів. Мало хто замислюється, наскільки високотехнологічною системою він користується і чому під час його налаштувань застосовують спеціальну (СТВ) та загальну (ЗТВ) теорію відносності.

Для досягнення такої точності сигнали, що надходять із супутників GPS, повинні бути визначені з точністю 20–30 наносекунд. Однак через постійний руху супутників щодо спостерігача на Землі для досягнення бажаної похибки необхідно враховувати ефекти, що передбачаються СТВ і ЗТВ.

СТВ стверджує, що для об'єктів, що рухаються на різних швидкостях, час протікає по-різному (чим швидше рухається об'єкт, тим повільніше плине для нього час).

Так як спостерігач на Землі бачить супутники в русі, які обертаються навколо Землі зі швидкістю близько 4 кілометри в секунду, то згідно з СТВ їх годинники працюють повільніше, ніж на Землі. Щодоби вони запізнюються в порівнянні із земними приблизно на 7 мікросекунд в день.

В свою чергу ЗТВ стверджує, що чим більша сила гравітації, тим повільніше плине час. Супутники знаходяться на великій відстані від Землі, де кривизна простору-часу через масу Землі менша, ніж на земній поверхні. Тому згідно з ЗТВ хід годинника, розташованого ближче до масивного об'єкту, буде відбуватися повільніше, ніж того, що знаходиться далі від нього. Таким чином, спостерігачам із земної поверхні, годинники на супутниках здаються більш швидкими, ніж аналогічні годинники на Землі. Розрахунки, які опираються на ЗТВ, показують, що годинник на супутнику повинен поспішати відносно земного на 45 мікросекунд за добу [2].

Визначивши різницю в часі ($45-7=38$ мікросекунд) цих двох релятивістських ефектів, робимо висновок, що годинники на борту кожного супутника повинні йти швидше, ніж аналогічні годинники на Землі приблизно на 38 мікросекунд в день. Це звичайно невелика величина, але висока точність, необхідна в системі глобального позиціонування, вимагає наносекундних похибок.

Якби ці ефекти не були прийняті до уваги, то координати, обчислені на основі GPS-супутників, були б невірними вже через дві хвилини, а помилки в місцях розташування продовжували б накопичуватися зі швидкістю приблизно 10 кілометрів на день. Вся система була б абсолютно непридатною для навігації через дуже маленький проміжок часу.

Тому інженери включили ці релятивістські ефекти в свої розрахунки під час проектування і створення системи глобального позиціонування.

1. *Леонтьев Б.К.* GPS: Все, что Вы хотели знать, но боялись спросить. Неофициальное пособие по глобальной системе местоопределения. — М.: Бук-Пресс, 2006. — 352 с.
2. *Хокинг С., Млодинов Л.* Кратчайшая история времени. — СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2011. — 180 с.
3. *Яценко В.С.* Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. — М: Горячая линия–Телеком, 2005. — 272 с.

Вивчення й аналіз світлових характеристик різних джерел випромінювання за допомогою макету УФП на спеціальному стенді

Неводовський П.В.[1], *Відьмаченко А.П.*[1,2], *Гераїмчук М.Д.*[3], *Івахів О.В.*[4]
[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України
[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України
[3]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ
[4]Національний університет "Львівська політехніка"

У Головній астрономічній обсерваторії НАН України спільно з Національним технічним університетом України «КПІ» та Національним університетом «Львівська політехніка» створено макет бортового малогабаритного ультрафіолетового поляриметра (УФП) [1, 3–5, 7]. Для дослідження та тестування макету УФП було створено спеціальний стенд зі складним комплексом апаратури, яка дозволяє проводити вище наведені роботи. Умовно даний стенд можна розділити на блок випромінювання зі змінними джерелами випромінювання, блок приймача з апаратурою вимірювання та блок визначення поляризації. Також до стенду входять блок з набором джерел живлення різних номіналів, блок змінюваної високої напруги, комплекс апаратури для вимірювання світлового потоку, необхідне для обробки результатів програмне забезпечення та інше [1, 5, 6].

На цьому стенді було проведено цикл дослідницьких робіт з визначення робочих параметрів і діапазону світлових характеристик різних приймачів світла. Були отримані набори світлових і темнових характеристик приладу, які є необхідними при визначенні робочої напруги живлення використовуваних фотоприймачів та робочих спектральних діапазонів [1, 2]. Виконані роботи дали змогу знайти шляхи адаптації створеного нами макету до можливості його використання при проведенні наземних спостережень з допомогою телескопу АЗТ-2 в ГАО НАН України. Також отримані дані щодо дослідження приладу на спеціальному стенді в лабораторних умовах, які стали базовими для їх використання при порівнянні з результатами, отриманими нами при спостереженнях на телескопі АЗТ-2.

1. *Nevodovskiy P.V., et al.* (2016) 16UCS SpR. 22–27 August 2016. Odessa, 119.
2. *Sorochynskyi R.R., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.82–83.
3. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th IC IDAACS-2015, 24–26 September 2015, Warsaw, 1, 28–32.
4. *Nevodovsksiy P.V., Morozhenko A.V.* (2009) Acta Astron. 69(1), 54–58.
5. *Nevodovskij P.V.* (2001) KFNTS, 1, 283–285.
6. *Vid'machenko A.P., Nevodovsky P.V.* (2000) KFNTS, 3, 283–285.
7. *Nevodovsky P., et al.* (2013) ISARD-2013, 24–27 June 2013, SPP, 21.

Випробування макету поляриметра УФП на телескопі АЗТ-2

Неводовський П.В.[1], *Відьмаченко А.П.*[1,2], *Мороженко О.В.*[1]
[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України
[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України

У Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) НАН України було створено макет бортового малогабаритного ультрафіолетового поляриметра (УФП) [2–7]. На його основі було підготовлено наземний варіант макету УФП, який для проведення спеціальних випробувань встановлено на телескопі АЗТ-2 в ГАО НАН України (м. Київ). З його допомогою досліджувалась можливість визначення ступеня поляризації сутінкового світіння земної атмосфери, відпрацьовувалася необхідна методика спостережень та основні принципи впровадження цієї методики при наступній розробці можливого космічного експерименту щодо дослідження стратосферного аерозолю Землі з космосу. З цією метою було розроблено спеціальний комплекс допоміжної апаратури, який дозволив адаптувати макет УФП до телескопу АЗТ-2 та провести вищевказані спостережні роботи. Попередньо УФП було детально досліджено і перевірено на спеціально розробленому нами стенді. Натурні дослідження УФП на телескопі АЗТ-2 показали працездатність приладу і принципову можливість його використання для поляриметричних спостережень безхмарного неба. Детальніше інформація стосовно такої роботи та застосованої методики дослідження викладена у роботі [1].

Дана робота є складовою частиною виконання задачі з постановки космічного експерименту щодо дослідження стратосферного аерозолю Землі. Її виконання дасть змогу прояснити проблеми, пов'язані зі змінами стратосферного аерозолю в озоновому шарі Землі. Це напряму пов'язано з тематикою збереження та поліпшення стану навколишнього середовища.

1. *Morozhenko A.V.* (2010) КРСВ, 26(1), 36–38.
2. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th IC IDAACS-2015, 24–26 September 2015, Warsaw, 1, 28–32.
3. *Nevodovsksiy P.V., Morozhenko A.V.* (2009) Acta Astron. 69(1), 54–58.
4. *Nevodovskij P.V.* (2001) KFNTS, 1, 283–285.
5. *Vid'machenko A.P., Nevodovsky P.V.* (2000) KFNTS, 3, 283–285.
6. *Morozhenko A.V., et al.* (2014) КРСВ, 30(1), 11–21.
7. *Morozhenko A. V., et al.* (2013) КРСВ, 29(5), 243–246.

Щодо можливості спостережень за вторгненням космічних об'єктів в атмосферу Землі за допомогою багатофункціонального поляриметру

Неводовський П.В.[1], *Стєклов О.Ф.*[1,2], *Відьмаченко А.П.*[1,3]
[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України
[2]Міжрегіональна академія управління персоналом
[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Дистанційні поляризаційні дослідження є дуже потужним методом розв'язання астрономічних задач з вивчення фізичних властивостей космічних об'єктів при їх вторгненні в атмосферу Землі [1]. В залежності від своїх фізичних характеристик такі об'єкти можуть спричиняти різні наслідки, часом досить катастрофічні. Тому актуальність задач, пов'язаних зі спостереженням за вторгненням космічних об'єктів в атмосферу Землі, з кожним роком зростає [1–3]. Головна астрономічна обсерваторія НАН України разом з Національним технічним університетом України «КПІ» та Національним університетом «Львівська політехніка» на протязі багатьох років активно працюють над розробкою астрономічних поляриметрів [4–7]. Одним з таких приладів є багатофункціональний панорамний фільтровий поляриметр [8]. Він дозволяє проводити дослідження вищевказаних об'єктів як in situ, так in vitro та має багато інших переваг.

Зараз нами запропоновано варіант бортового панорамного фільтрового поляриметра, який враховує недоліки минулих розробок [7]. Також була розроблена принципова схема, зроблено відповідні розрахунки окремих елементів приладу. Роботи продовжуються. Впровадження таких досліджень дозволить суттєво збільшити інформативний потік спостережних даних та отримати якісно нову поляриметричну інформацію про об'єкти, які влітають в атмосферу Землі з оточуючого космічного простору.

1. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* (2013) A SR, 9(2), 146–148.
2. *Steklov E.A., et al.* (2017) 48th LPSCo, Texas, no. 1964, id.1327.
3. *Dashkiev G.N., et al.* (2018) 49th LPSCo, no. 2083, id.1107.
4. *Nevodovskyi P.V., et al.* (2016) 5th ICo, GEO-Ukraine. October 10–14 2016. Kyiv, 72–74.
5. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th ICo IDAACS-2015, 24–26 September 2015, Warsaw, 1, 28–32.
6. *Nevodovsksiy P.V., Morozhenko A.V.* (2009) Acta Astron., 69(1), 54–58.
7. *Sorochynskyi R.R., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.82–83.
8. *Петухов В.М. та ін.* (2010) 10th UCo SpR, Yevpatoria, Crimea, Ukraine, August 30 — September 3 2010, 71.

Спостереження галактики NGC2341 за допомогою космічного рентгенівського телескопа XMM-Newton

Пономаренко О.О., Тугай А.В.
[1]Київський природничо-науковий ліцей № 145
[2]Кафедра астрономії та фізики космосу фізичного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

NGC2341 — не класифікована і мало досліджена галактика, яка спостерігалася орбітальною обсерваторією XMM-Newton. Ми опрацювали XMM спостереження галактики за допомогою пакету SAS і виявили точкове рентгенівське джерело в центрі галактики. Спектр джерела степеневий з дуже слабким поглинанням міжзоряним воднем. Джерелом рентгенівського випромінювання має бути блазароподібне активне ядро галактики. Ми порівняли ядро NGC2341 з подібними ядрами галактик, що випромінюють в рентгенівському діапазоні.

Динамічна і вікова стійкість фігури Хаумеа

Радченко К.О., Радченко К.В., Ясенєв С.О.
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Карликова планета — небесне тіло, що обертається безпосередньо навколо барицентру планетної системи і не є супутником іншої планети. Співвідношення маси і міцності матеріалу, з якого вона утворена, є більшою за критичну межу [1], тому її фігура наближається до гідростатично-рівноважної форми (рис. 1). Проте карликова планета не звільнила околиці своєї орбіти від інших подібних тіл і не є домінантою на своїй орбіті. Визначення було ухвалено Міжнародним астрономічним союзом 24 серпня 2006 року для розв'язання проблеми визначення терміну "планета" [2].

Рис. 1. Порівняльна галерея зображень відомих карликових планет та їх супутників

Карликова планета Церера обертається в головному поясі астероїдів. Макемаке, Плутон, Ерида і Хаумеа належать до поясу Койпера — області Сонячної системи поза орбітою Нептуна, що тягнеться до її зовнішньої межі (близько 55 а.о.) [3].

Хаумеа була відкрита в 2005 р. і названа на честь гавайської богині родючості. Вона має найбільшу власну швидкість обертання з усіх вивчених об'єктів Сонячної системи, що мають діаметр понад 100 км.

Хаумеа має сильно витягнуту форму. Зоряна величина Хаумеа $17{,}3^m$, температура < 50 К, а спостережуваний спектр показує, що її поверхня, як і, наприклад, поверхня Харона, вкрита переважно водяним льодом (помітні смуги водяного льоду і метану). Оскільки висловлюються думки про те, що Хаумеа могла утворитися в результаті зіткнення двох небесних тіл, то велика частина летких компонентів (серед яких метан і водяний лід) після удару повинна була частково випаруватися, а частково викинутися у навколишній простір. Саме з цієї викинутої речовини, ймовірно, згодом і утворилися два її нововідкриті супутники. Ця гіпотеза побічно підтверджується ще й тим, що на схожих орбітах обертається ще як мінімум три транснептунові об'єкти трохи меншого розміру з аналогічним до неї спектром. Згідно іншої гіпотези, Хаумеа майже повністю кам'яна, хоча й має льодяний поверхневий шар. Велика частина її початкової крижаної мантії могла бути втрачена під час зіткнення. Саме це надало їй теперішню високу швидкість обертання, а відірваний матеріал сформував маленькі об'єкти сімейства Хаумеа. Навколо планетоїда цілком вірогідна наявність великої кількості малих супутників, які поки що не виявлені [3].

Проте найцікавішим параметром для нас є її власна швидкість обертання. Вона є дуже високою і повний оберт займає близько 3,9155 годин, тому під дією відцентрової сили її фігура деформована (збільшується велика піввісь при обертальній деформації; обертання відбувається навколо осі z) [4] і близька до сплюснутого еліпсоїда обертання, відомого як еліпсоїд Якобі [5–7]. Звернемо увагу на те, що віссю обертання у еліпсоїда Якобі є найменша його вісь, як і у Хаумеа.

Припускаючи, що фігура Хаумеа є еліпсоїдальною, має достатню масу для гравітаційної диференціації і відповідно еліпсоїдальний розподіл густини [10], а також $a > b > c > 0$ — фіксовані числа і θ — змінний параметр, тоді отримаємо наступне рівняння поверхні:

$$\frac{x^2}{a^2+\theta}+\frac{y^2}{b^2+\theta}+\frac{z^2}{c^2+\theta}=1, \tag{1}$$

де x, y, z — прямокутні декартові координати, що представляють конфокальне сімейство поверхонь другого порядку; $\theta \in [a^2; 0]$.

Поверхня другого порядку, яку ми можемо задати рівнянням (1), буде:

- еліпсоїдом, якщо $-c^2 < \theta$;
- однопорожнинним гіперболоїдом, якщо $-b^2 < \theta < -c^2$;
- двопорожнинним гіперболоїдом, якщо $-a^2 < \theta < -b^2$;
- уявною поверхнею другого порядку, якщо $\theta < -a^2$.

При $\theta = -a^2, -b^2, -c^2$ отримуємо вироджені поверхні.

Перевіримо чи має фігура Хаумеа (з параметрами, які відомі зі спостережень [2]) достатню стійкість. Для цього запишемо рівняння яке показує

взаємозв'язок між осями еліпсоїда [8]:

$$(a^2-b^2)\int\limits_0^\infty\left(\frac{a^2b^2}{(a^2+\theta)(b^2+\theta)}-\frac{c^2}{c^2+\theta}\right)\frac{d\theta}{\Delta}=0, \tag{2}$$

де $\Delta^2=(a^2+\theta)(b^2+\theta)(c^2+\theta)$.

Очевидно, що дане рівняння може мати два рішення: при $a=b$ (сфероїди Маклорена) і при $a\neq b$ (еліпсоїди Якобі). Так як в нашому випадку $a\neq b$, то треба перетворити на нуль інтегральний множник.

Перепишемо інтегральний множник як

$$\int\limits_0^\infty\left(a^2b^2-(a^2+b^2+\theta)c^2\right)\frac{\theta\,d\theta}{\Delta^3}=0. \tag{3}$$

Таким чином бачимо, що дане рівняння визначається лише співвідношенням півосей.

Кутову швидкість можемо виразити в наступному вигляді:

$$\frac{\omega^2}{2\pi G\rho}=abc\int\limits_0^\infty\frac{\theta}{(a^2+\theta)(b^2+\theta)}\frac{d\theta}{\Delta}. \tag{4}$$

З цього зрозуміло, що безрозмірна величина $\frac{\omega^2}{2\pi G\rho}$ залежить від співвідношенням півосей і не залежить від їх лінійних розмірів.

Для еліпсоїда Якобі, яким ми можемо умовно вважати фігуру Хаумеа, стійкість була доведена Ріманом і Ляпуновим для конфігурацій з максимальним співвідношенням: $a:b:c:\sqrt[3]{abc}=1{,}8858:0{,}8150:0{,}6507:1$, яке для Хаумеа становить $\sim 1{,}3646:1{,}0568:0{,}6934:1$.

Тобто це означає, що якби її найбільша піввісь a була б більшою за 1,8858, а півосі b і c відповідно меншими за 1,0568 і 0,6934, то її фігура була б нестійкою. Таким чином ми можемо зробити висновок, що фігура Хаумеа цілком стійка і володіє як віковою, так і динамічною стійкістю.

Фігура Хаумеа з $a=1{,}3646$, $b=1{,}0568$, $c=0{,}6934$ і $\frac{\omega^2}{2\pi G\rho}=0{,}1769$ наближається до визначеного Дарвіном [8] табличного значення (табл. 1), де H — кутовий момент, V — потенціальна енергія, T — кінетична енергія, $abc=1$.

Табл. 1. Еліпсоїди Якобі

a	b	c	$\frac{\omega^2}{2\pi G\rho}$	H	V	T
1,279	1,123	0,696	0,186	0,306	−0,584	0,0809
1,383	1,045	0,692	0,181	0,313	−0,581	0,0817
1,601	0,924	0,677	0,166	0,341	−0,561	0,0850

Як бачимо з рис. 2, із множини фігур можливими реалізаціями є перехід від кулі до сфероїду Маклорена і перехід сфероїду Маклорена до еліпсоїду Якобі. Тому цілком ймовірно, що фігура Хаумеа пішла по такому шляху еволюційного розвитку.

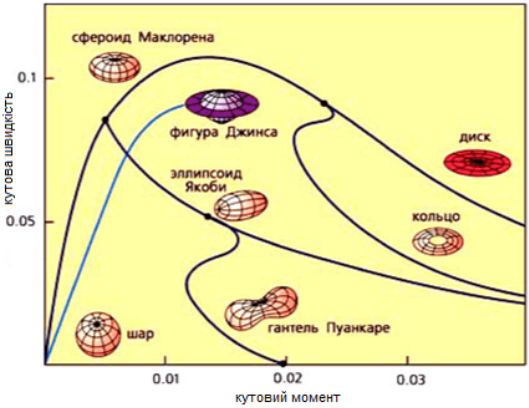


Рис. 2. Фігури рівноваги небесних тіл за Ляпуновим [9]

Висновки:

1. Розглянуто карликові планети як фізичні аналоги самогравітуючих небесних тіл.
2. Доведено динамічну і вікову стійкість фігури Хаумеа і зроблено обгрунтування її можливого шляху еволюційного розвитку, який необхідно перевірити шляхом моделювання.

1. *Yasenev S.O.* Analysis of self-gravitating planetary satellites in the solar system // Odessa Astronomical Publications. — 2015. — V.28. — P.88–100.
2. Сайт Міжнародного астрономічного союзу [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://www.iau.org.
3. *Відьмаченко А.П., Мороженко О.В.* Порівняльна планетологія. Навчальний посібник. — Київ: ТОВ ДІА, 2013. — 552 с.
4. *Murray C.D., Dermott S.F.* Solar system dynamics. — Cambridge University press, 1999. — 592 p.
5. *Холшевников К.В.* О теории Ляпунова фигур равновесия небесных тел // Вестник СПбГУ. — 2007. — Вып. 2 (1). — С.39–48.
6. *Аппель П.* Фигуры равновесия вращающейся однородной жидкости. — Л.-М.: ОНТИ, 1936. — 372 с.
7. *Ламб Г.* Гидродинамика. — М.-Л.: ОГИЗ, 1947. — 929 с.
8. *Литтлтон Р.А.* Устойчивость вращающихся масс жидкости. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. — 240 с.
9. *Холшевников К.В.* О фигурах равновесия небесных тел (к 150-летию А.М. Ляпунова) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://window.edu.ru/resource/346/67346/files/2008_2_39-44.pdf.
10. *Мещеряков Г.А., Дейнека Ю.П.* Об эллипсоидальном распределении плотности земных недр // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. МИИГАиК. — 1975. — Вып. 21. — С.46–53.

Червоний зсув спектральних ліній атомів водню, обумовлений їх електричною поляризацією

Северин В.С.

Національний авіаційний університет, Київ

Проста, але успішна класична модель спектральної лінії дається осцилятором Лоренца, використовується для інтерпретації спектральних ліній речовини [1, 2].

Частота осцилятора під впливом електричної поляризації системи осциляторів, в якій він знаходиться, зменшується (має червоний зсув) під час зростання концентрації осциляторів. Цей теоретичний результат співпадає з експериментальними результатами з оптичних спектрів решітки кристала [1].

Врахування електричної поляризації атомів водню призводить до червоного зсуву спектральної лінії цих атомів та виникнення провалу в їх оптичному спектрі. Цей провал зміщений у синій бік відносно спектрального положення вже зсунутої лінії. Величина червоного зсуву спектральної лінії та ширина провалу в спектрі сильно залежать від концентрації атомів водню, які створюють цей спектр, та від спектрального положення ще не зсунутої лінії [2].

Водень є основною складовою частиною міжзоряного газу, зірок та квазарів. Пилові хмари відіграють значну роль у фізичних процесах, що відбуваються в квазарах.

Через низьку температуру міжзоряного простору водень намерзає на поверхню порошин. Особливістю атомів водню є їх здатність проникати в тверду речовину у великих концентраціях, порівнянних з концентрацією атомів твердого тіла, та перебувати під час цього в атомарному стані. Розмір космічної порошини може змінюватися від дуже малого, відповідного кластеру з кількох десятків атомів, до часток мікрона. Залежно від умов, в яких перебуває порошина, концентрація атомів водню в порошині може змінюватися від досить малої величини до величини, властивої твердому тілу.

Величина вказаного ефекту найбільш помітна в оптичній області спектра для атомів водню міжзоряного пилу. Це обумовлено можливою великою концентрацією атомів водню в речовині порошини.

Квазари, для яких суттєве значення мають пилові хмари, дають експериментальні спектри, які мають такі особливості. Це має місце для α ліній серії Лаймана атома водню [2].

1. *Severin V.S.* // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. — 2009. — Vol. 12, No. 4. — P.366–369. — http://journal-spqeo.org.ua/n4_2009/v12n4-2009-p366-369.pdf
2. *Severin V.S.* // http://arxiv.org/abs/1707.06518

Алгоритм визначення сегментів зоряного неба з використанням машинного навчання

Семенів О.В.

Інститут космічних досліджень НАН України та ДКА України

Новітні системи навігації та управління широко використовують прилади астроорієнтації. Розроблення перспективних датчиків астроорієнтації та високонадійного програмно-алгоритмічного забезпечення вимагає проведення віртуального моделювання та тестування їх роботи. Для цього необхідно провести розроблення програмно-алгоритмічного засобу імітації зоряного неба, що спостерігається датчиком в складі рухомого апарату, розроблення алгоритмів попередньої калібровки датчика, алгоритмів обробки та відтворення зображень, алгоритмів ідентифікації сегментів зоряного неба, математично-алгоритмічного забезпечення моделювання руху космічного апарату. При цьому високу увагу необхідно приділити точності та швидкодії алгоритмів, що в перспективі використовуватимуться для реалізації практичного програмного забезпечення зоряного датчика. Оскільки на точність визначення орієнтації та ідентифікації сегментів зоряного неба впливає велика кількість факторів, оцінка їх індивідуального вкладу в інтегральну похибку в більшості випадках не реальна. Зазвичай доводиться обмежуватися використанням сумарної похибки, оцінювання якої проводиться за результатами дослідження дискретних рядів певних параметрів орієнтації, отриманих в ході імітування умов космічного польоту. На основі застосування даної моделі похибки апроксимації можна прив'язати до похибок ідентифікації координат центрів сегментів зоряного неба. Підвищення точності ідентифікації сегментів зоряного та зменшення часу обрахунків вимагають проведення ряду чисельних процедур для зменшення об'єму вхідної інформації, перевірку її достовірності та виділення інформативних параметрів. Після проведення обчислень, пов'язаних із попередньою обробкою вхідної інформації, формується набір даних для ідентифікації сегментів зоряного неба. Система розпізнавання зірок на основі машинного навчання дозволяє проводити паралельно в реальному часі розв'язання задачі грубої ідентифікації. Задача класифікації сегментів зоряного неба можна привести до задачі оцінювання околу центру координат сегменту зоряного неба із каталогу інваріантних сегментів. Проблема класифікацій зводиться до максимізації смуги розділення сусідніх двох класів (сусідніх двох інваріантних зображень) із урахуванням ряду обмежень. Такий підхід дозволяє спростити процес визначення орієнтації зоряного датчику при незначних швидкостях обертання та руху космічного апарату, виявляти раптові рухові збурення та підвищує точність ідентифікації.

Від хвильового впорядкування Сонячної системи до діаграми «середня густина — глобальний період» для основних небесних тіл

Скульський М.Ю.
Національний університет «Львівська політехніка»

Історично в першій доповіді з цієї теми на цій же Астрономічній школі та в її публікації нами було запропоновано [1], що просторову структуру Сонячної планетної системи можна описати у двох взаємопов'язаних алгоритмах єдиного хвильового механізму. Подальші дослідження з високою достовірністю підтвердили [2, 3], що, починаючи від Юпітера, зовнішні планети, карликові планети та сімейства комет розташовані на відстанях від Сонця узгоджено з певною довжиною стоячої хвилі. Алгоритм внутрішніх планет впорядковує довжини їх орбіт пропорційно до тієї ж довжини стоячої хвилі або її гармонік. Теж встановлено, що таке впорядкування Сонячної системи узгоджене з глобальними періодами коливань планет та Сонця як зорі в цілому. Хвильові та гравітаційні чинники в їх взаємозв'язках формують явище, що відображене водночас у хвильових структурно-просторових особливостях будови Сонячної системи та у гравітаційній взаємодії її об'єктів.

Виявлений феномен та когерентність глобальних коливань Сонця і планет вимагали розширеного дослідження з врахуванням наймасивніших супутників планет і карликових планет. В результаті всі основні об'єкти Сонячної системи сформували емпіричну й статистично забезпечену функціональну залежність між їх середніми густинами та періодами їх глобальних коливань. Графічно вона є чіткою кривою "середня густина — глобальний період", в якій гравітаційна взаємодія всіх досліджуваних об'єктів не залежить явно від радіальної структури їх густини. Позиції глобальних періодів планет на цій діаграмі знаходяться у певному взаємозв'язку з орбітальним упорядкуванням планет у Сонячній системі згідно феномену стоячих хвиль. Ці чинники когерентне узгоджені, що свідчить про самоорганізацію небесних тіл в процесі їх еволюції. Про вплив припливних сил як еволюційний чинник свідчить теж розташування окремих об'єктів, зокрема, масивних супутників планет. Отже, діаграма може прислужитися і в сенсі пізнання тенденцій у процесі тривалої еволюції Сонячної планетної системи.

1. *Скульський М.Ю.* Від пульсацій Сонця до хвильової природи структуризації планетної системи // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7, № 1. — С.28–33.
2. *Скульский М.Ю.* Магнитное Солнце, пульсации и феномен стоячих волн в структуре Солнечной системы // Известия Крымской Астрофиз. Обсерв. — 2013. — Т.109, № 4. — С.169–178.
3. *Skulsky M.Yu.* On the wave structure in the spatial organization of the Solar planetary system // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. — 2015. — III(5), Issue 41. — P.63–67.

Виявлення гравітаційних хвиль

Солтусенко Г.Г.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

У Всесвіті постійно відбуваються процеси, які просто навіть важко уявити за якої маси і енергії та їх вплив на середовище вони здатні проявити. Деякі з них можуть навіть викривляти сам простір-час, утворюючи певні періодичні коливання, які називаються гравітаційними хвилями.

Спроби реєстрації гравітаційних хвиль починалися ще з 60-х років минулого століття, але вони постійно обвінчувалися провалом. Але використовуючи два лазерних детектори, один у штаті Луїзіана та його близнюка у штаті Вашингтон, вчені створили умови для визначної події в історії людства. Коливання простору-часу були викликані зіткненням двох чорних дір і зафіксовані у вигляді відхилення фотонів на Землі. Отже, це підтвердило одну з головних проблем теорії відносності Ейнштейна.

Джерелом брижі у космосі стали дві чорні діри GW150914, розташовані у південній півкулі неба. Саме такі об'єкти здатні генерувати величезну кількість енергії у малий проміжок часу: на мить потужність зіткнення перевищила потік енергії усіх зірок у видимому Всесвіті. Серед іншого, пари чорних дір є найчистішим джерелом гравітаційних хвиль, яке легше інтерпретувати науковцям.

Гравітаційні коливання від зустрічі двох чорних дір, перетворені у акустичний сигнал.

У результаті виникає одна сферична чорна діра, але цьому передує утворення гравітаційних хвиль з особливим візерунком коливань.

Принаймні, вчені очікують побачити ідеально сферичні об'єкти, зроблені з чистого та викривленого простору-часу, як це було передбачено Загальною теорією відносності. З іншої сторони, вчені зможуть визначити, чи протікає злиття чорних дір саме так, як вони гадали.

Виявлення гравітаційних хвиль наводить на масу важливих для розуміння того, як побудований світ, відкриттів.

Одне з них те, що гравітація поширюється за допомогою гравітонів — квантових часток, які є гравітаційним аналогом фотонів. Якщо гравітони не мають маси так само, як фотони, тоді вони можуть мандрувати просторомчасом зі швидкістю світла, що відповідає умовам загальної теорії відносності.

Існує також ймовірність, що гравітони все ж мають деяку масу. У такому випадку вони будуть розповсюджуватись зі швидкістю, меншою за швидкість світла. Якщо помітять, що гравітаційні хвилі доходять до реєстраторів з певною затримкою у порівнянні з гамма-спалахом від того ж джерела, тоді фундаментальна фізика буде одразу ж переглянута.

Також може виявитися, що джерелом гравітаційних хвиль насправді є космічні струни, які можуть бути пов'язані з «Теорією струн».

Космічні струни — це гіпотетичні утворення, дефекти структури простору-часу. Вони можуть бути неосяжно тонкими, але простягатися на космічні

відстані через розширення космосу. Вчені припускають, що космічні струни, якщо вони існують, можуть утворювати локальні перегини. У таких місцях вони можуть розриватися, вивільняючи енергію та спричиняючи гравітаційні хвилі.

Одним із джерел гравітаційних хвиль є нейтронні зірки. Вони утворюються з залишків великих зірок, які свого часу колапсували під дією власної ваги. Їх речовина складається з електронів та протонів, які від тиску синтезувались у нейтрони. Фізика цих космічних об'єктів досі лежить у полі теоретичних досліджень, однак гравітаційні хвилі могли б змінити цю ситуацію.

У теорії величезна гравітація нейтронних зірок формує у них ідеальну гладку сферичну поверхню. Але деякі дослідники вважають, що на поверхні нейтронних зірок може існувати щось на кшталт схилів, висотою лише у 10 мм. У цьому сенсі нейтронні зірки з діаметром приблизно 10 км є дещо асиметричними і на їх поверхні буде викликатися збудження простору часу що продукуватиме гравітаційні хвилі з формою, схожою на синусоїду. Пара нейтронних зірок також буде викликати гравітаційні брижі, так само, як і у випадку чорних дір. Вони також з часом об'єднаються.

Аналіз картини гравітаційних хвиль від справжніх наднових допоможе пролити світло на суть механізму вибухи наднових найпоширенішого типу II. Якщо проаналізувати форму гравітаційних хвиль SN 1006, що спалахнула 8000 років тому у сузір'ї Вовка, їх рівень та частоту, і порівняти це з даними електромагнітних спостережень, отримані дані зможуть підтвердити або спростувати наявні моделі.

Всесвіт розширюється і розширення відбувається з прискоренням, тому об'єкти, що віддаляються від нашої галактики, виглядають червоними.

Для того, щоб порахувати інтенсивність розширення, науковці враховують червоне зміщення та реальну відстань до Землі. Однак ця відстань розраховується на основі яскравості наднових типу I-а, а сама техніка може мати значну похибку. Якщо декілька земних гравітаційних детекторів визначать "гучність" сигналу від об'єднання двох нейтронних зорь, тоді вчені зможуть досить точно встановити відстань до джерела та визначити напрямок: галактику, у якій це трапилось. Якщо порівняти червоне зміщення цієї галактики з розрахунками від амплітуди гравітаційних хвиль, вчені отримують, можливо, найбільш точні розрахунки прискорення розширення Всесвіту.

Народження чорних дірок у Всесвіті

Спащенко С.Р., Кондратенко П.О.
Національний авіаційний університет, Київ

Виходячи зі Стандартної моделі народження Всесвіту шляхом Великого Вибуху з точки, в якій речовина характеризується безмежно великою густиною і безмежно високою температурою, можна зрозуміти думку вчених про можливість утворення чорних дірок в перші моменти часу після народження Всесвіту. Проте, в цьому випадку доведеться визнати, що і весь новонародже-

ний Всесвіт відразу опиняється всередині чорної дірки, оскільки початковий радіус Всесвіту менший за гравітаційний радіус.

Дослідження космічного простору заперечують такий висновок.

У зв'язку з цим продовжуються пошуки нових моделей народження Всесвіту, в якому всі закони фізики повинні виконуватись.

Розглядаючи еволюцію Всесвіту з використанням нової моделі, яка характеризується мінімальною початковою ентропією [1], потрібно зазначити, що в початковий момент від народження Всесвіту всі космічні тіла характеризувалися малою масою, починаючи з нуля. В подальшому маса збільшувалася з постійною швидкістю. При цьому густина речовини швидкими темпами знижувалася від ядерної до тієї, яка характеризує космічні об'єкти в даний час. Постійне збільшення маси привело до створення зірок і планетної системи навколо них. Оскільки початкова густина була близькою до ядерної ($\sim 10^{17}$ кг/м^3), то у виключних випадках була можливість створення пари зв'язаних між собою майбутніх зірок, що зумовило зростання їхньої маси без зміни густини [2]. Проте колапс зірок в перші мільярди років до стану чорної дірки був неможливий внаслідок недостатньої величини маси. І лише в наступний період, особливо в центрі галактик, з'явилася можливість надлишкового збільшення маси однієї зірки за рахунок інших, що в результаті привело до можливості колапсу зірок і перетворення їх в чорні дірки. Беручи до уваги такий факт, потрібно переглянути можливі механізми утворення космічних об'єктів, які називають квазарами.

1. *Kondratenko P.O.* The Birth and Evolution of the Universe with Minimal Initial Entropy // International Journal of Physics and Astronomy. — 2015. — Vol. 3, No. 2. — P.1–21.
2. *Насимович Ю.А.* Звёзды [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.astronet.ru/db/msg/1222187/index.html

Эксперимент по отлову в космосе астроматериалов с целью поиска бактериоморфных структур

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3]

[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины

[2]Межрегиональная академия управления персоналом

[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Микроорганизмы объединяют археобактерии (или археи), бактерии и эукариоты. Первые двое характеризуются прокариотным строением клетки. В них отсутствует клеточное ядро и ДНК локализована непосредственно в цитоплазме в виде замкнутой в кольцо молекулы. В клетках эукариот есть ядро и другие органеллы, которые отделены от цитоплазмы мембранами. Это различие в строении клетки прокариот и эукариот является одной из главных характеристик при описании разнообразия всего органического мира. Прокариоты, возможно, были первыми жителями Земли и благодаря их жизнедеятельности, на Земле была создана биосфера, определившая развитие всех других

организмов. Именно архебактерии являются древнейшими представителями живых организмов, которые на ранних этапах развития Земли стали получать энергию за счет преобразования неорганических элементов. Но надо иметь в виду, что при поиске бактериоморфных структур в метеоритах исследуются псевдоморфозы, которые тесно связаны с породой, а не лежат на поверхности образца [3, 5–7]. Они образованы минералами, по составу не отличающимися от состава самого метеорита [1, 2, 4]. Практически одновременно с опубликованием материалов о нахождении в метеоритах органического вещества и бактериоморфных структур появились публикации, в которых отрицалось внеземное происхождение этих находок, и они трактовались как артефакты, или как загрязнение земными формами [8, 9]. Ведь попав на Землю, а затем и в музейные коллекции, метеориты осваивали микроорганизмы.

В современных условиях бактериальная жизнь существует на суше, в водной среде [17], глубоко подо льдом в Антарктиде и в высоких слоях атмосферы при температурах от -10 до $+120°C$ [10–15]. При температуре вне этих пределов бактерии могут переходить в спящее состояние. Причем, клетки сохраняют устойчивость к неблагоприятным температурным условиям, обезвоживанию и к повышенным дозам радиации, находясь в жизнеспособном состоянии в течение миллионов лет. По некоторым данным, окаменевшие микроорганизмы встречаются в архейских и протерозойских отложениях. Большая часть найденных микроорганизмов очень похожа на современные цианобактерии. Сохранение бактерий в ископаемом состоянии связано с их очень быстрой минерализацией, поскольку она должна произойти еще до начала деградации бактериальных тел. В 1990-х годах было известно ≈ 20 минералов, образующихся при активном участии бактерий. А сейчас описано уже более 100 минералов, образование которых может быть связано с деятельностью микроорганизмов. Некоторые минералы, например, магнетит, могут образовываться внутри клеток; фосфатные и другие минералы могут откладываться и снаружи клеток, и внутри. Результаты изучения ископаемых бактерий показывают, что образование минералов с участием бактерий — это процесс, который появился на Земле вместе с возникновением бактерий [9]. В последние годы в связи с освоением новой техники с высокими разрешительными возможностями вырос интерес к результатам биологических исследований астроматериалов [3–7]. Основным источником такой биологической информации являются метеориты, которые относятся к классу углистых хондритов. Все полученные данные об их возрасте находятся в интервале $4{,}4-4{,}59$ млрд. лет. Астероидам и кометным ядрам также $\approx 4{,}5$ млрд. лет, то есть такие находящиеся в космосе тела состоят из первичного вещества Солнечной системы. НАСА запланировало подготовить миссию с целью захватить астероид для всестороннего изучения. Астероидное тело после 2021 г. планируют беспилотным зондом поместить в специальный купол и доставить на орбиту Луны для дальнейших исследований. Туда планируют отправить космический челнок «Орион» с экипажем. Добравшись за несколько дней до цели, астронавты планируют собрать необходимые образцы астероида в особый контейнер и

отправить на Землю для проведения всестороннего анализа. Подсчитано, что диаметр изучаемого астероида не будет превышать 10 м с массой ≈ 500 тонн. Мы предлагаем не «ловить» целый астероид. Ведь нам нужен всего лишь маленький метеороид типа углистого хондрита, поскольку в нем может быть жизнь. В связи с этим, именно его мы должны поймать в открытом космосе, тщательно законсервировать и затем доставить для внимательного исследования в земных условиях с помощью современного оборудования. Следует разработать устройства для ловли мелких метеоритов в космическом пространстве. Такими метеоритными «сетями» необходимо оснастить спутники и челноки. Доставленные из космоса метеориты не будут оплавленными, т.е. не подвергнутся воздействию губительной для живого высокой температуры. При обеспечении полной стерильности метеориты, вероятно, дадут нам наиболее ценные сведения о внеземной жизни. Таким образом, межпланетное вещество представляет собой хороший материал для самых разнообразных астробиологических исследований. В том числе оно позволит получить ценные сведения о внеземной жизни [16, 18].

1. *Astafieva M.* (2012) EPSC2012, Spain. id. 2012-9.
2. *Astafieva M.M., et al.* (2010) Proceedings SPIE, 7819, id. 781907.
3. *Gillet Ph., et al.* (2000) EPSLet., 175(3–4), 161–167.
4. *Gorlenko V.M., et al.* (2000) OLEB, 30(6), 567–577.
5. *Hoover R.B., et al.* (2003) IMMA, 5Proc. SPIE, 4859, 15–31.
6. *Hoover R.B., Rozanov A.Y.* (2002) IMMA, 4Proc. SPIE 4495, 1–18.
7. *Hoover R.B., Rozanov A.Y.* (2003) IMMA 4Proc. SPIE, 4939, 10–27.
8. *Hoover R.B., et al.* (1998) IMMA, Proc. SPIE. 3441, 203–216.
9. *Rozanov A.Y.* (2003) IMMA, 4Proc. SPIE, 4939, 83–87.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
11. *Vidmachenko A.P.* (2016) 5ISC, Vinnytsia: FOP NP Kostiuk, 43–48.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.14–16.
14. *Vidmachenko A.P.* (2016) BPDMars, Hyatt, Tahoe, 2002.
15. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.21–23.
16. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.

17. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
18. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.12.

Европа как цель для колонизации

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

По оценкам, Европа имеет внешний слой воды толщиной более сотни километров. Часть ее заморожена в коре, а часть — в виде огромного жидкого океана подо льдом [2–5]. Данные с КА «Галилео» показали, что Европа имеет индуцированное магнитное поле вследствие взаимодействия с Юпитером, а это предполагает наличие подповерхностного проводящего слоя в соленом океане. Полагают, что активные геологические процессы в Европе стимулирует энергия приливов от Юпитера и радиоактивный распад. Кроме соленого подледного океана во льдах Европы могут существовать и озера с пресной водой, которые можно использовать при колонизации спутника. Европа как цель для колонизации человеком имеет несколько преимуществ по сравнению со многими другими телами внешней Солнечной системы. Хотя укажем и на несколько проблем. Так, Европа имеет жидкий океан воды под ледяным покровом, но доступ к этой воде является серьезным испытанием. При этом обилие воды в Европе является преимуществом при возможной колонизации. Ведь лед, пресные озера и сам океан может обеспечить потребности колонистов в воде. Также ее можно разделить на кислород и водород. Считается, что кислород может накапливаться в результате радиолиза льда на поверхности, и затем быть перенесенным в подповерхностный океан. Там его может оказаться достаточно для использования кислорода в океанической форме жизни [6, 7]. Одной из трудностей колонизации Европы является очень высокий уровень излучения радиации Юпитера, который примерно в 10 раз больше, чем радиационные пояса Земли. За сутки на Европе облучение человека радиацией получается примерно в 1800 раз больше, чем среднегодовая доза человека на Земле на уровне моря. Поэтому люди, подвергшиеся воздействию такого уровня радиации, в течение 30 суток будут иметь вероятность смертности в 50%. Следовательно, для выживания на поверхности Европы человеку потребуется значительная радиационная защита. В связи с этим колонисты на Европе должны будут сразу же спуститься под ее поверхность. Это позволит им использовать ледяной слой Европы для защиты от радиации. Другая проблема связана с очень низкой температурой на поверхности спутника, которая составляет около 110 K на экваторе и ≈ 50 K на полюсах. Но наличие жидкой воды ниже ледяной поверхности Европы и то, что колонисты прово-

дят большую часть своего времени под ледяным щитом с целью защитить себя от радиации, может несколько смягчить проблемы, связанные с низкими температурами. Низкая гравитация Европы также может представлять проблемы для усилий по колонизации. Полагают, что возможно существующие в Европе чужеродные жизненные формы могут вступать в конфликт с колонистами. Да и нестабильная поверхность может представлять потенциальную проблему. Ведь спутник является геологически активным, с корой, показывающей тектонику плит, напоминающую земную [1]. Отметим, что еще в 1997 г. был подготовлен план колонизации Европы — проект «Артемида». Согласно ему сначала предполагалось установить небольшую базу на поверхности, а затем проникать все глубже в ледяную кору Европы, возможно, даже войти в подледный океан. Для начала колонисты могут недалеко от пресных озер создать во льду пустоты необходимого им размера. А создав своеобразный климатический оазис, можно построить там «поселки» и «города», обеспечив их необходимой человеку энергией. Для этого в изолированном коконе, покрытым изнутри тефлоном, «превращая» его то в «голубое небо» с облаками, затем сменяя «звездным небом», следует построить жилища, заполнив низины водяными озерами и т.п. Это место было бы защищено от излучения слоем льда над головой и имело бы более подходящую для человека температуру, чем на поверхности.

1. *ShavlovskiyV.I., Vidmachenko A.P.* (2015) NEA2015, proceedings, Terskol: Yanus-K, 146–149.
2. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd Dia, 255.
3. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.117–132.
4. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.133–144.
5. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv, EPD NULESU, 412.
6. *Vidmachenko A.P.* (2017) 4IC EMars, Flagstaff, LPICo. 2014, id.3005.
7. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.21–23.
8. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
9. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.

Зоны комфортного проживания человека на Меркурии

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Форма Меркурия близка к шару с радиусом $R \approx 2440$ км. Его масса $M \approx 3{,}29 \cdot 10^{23}$ кг при средней плотности $\rho \approx 5{,}43$ г/см^3. Ускорение свободного падения вблизи поверхности составляет почти 0,38 от земного значения. Эта ближайшая к Солнцу планета вращается вокруг него по эллиптической орбите с эксцентриситетом $\approx 0{,}2$, что приводит к изменению расстояния до Солнца от 0,31 астрономических единиц (а.е.) в перигелии до 0,47 а.е. в афелии. Это приводит к температуре в подсолнечной точке Меркурия +410°C и +480°C, соответственно, в афелии и перигелии; перед восходом Солнца температура на экваторе падает до −183°C [3, 8]. Исходя из этого, Меркурий кажется одной из самых неудобных планет в Солнечной системе для колонизации человеком, поскольку температурные условия там очень не подходящие для известной нам белковой формы жизни. Кроме того, полет к Меркурию — довольно затратное мероприятие, ведь сначала следует разогнать космический аппарат (КА) до скорости более 47 км/с, а при возвращении на Землю необходимо не только уменьшить скорость движения до 30 км/с, но и преодолеть солнечную гравитацию. В постоянно затененных впадинах возле полюсов температура местами понижается еще на несколько градусов. При таких условиях необходимо создавать очень специфические скафандры для защиты от такой температуры и мощного потока солнечной радиации. В связи с этим становится ясным, что на Меркурии человек сможет жить на поверхности только в укрытиях с мощными стенами, или же — под поверхностью. К тому же КА для полета к Меркурию также нужно оборудовать мощной защитой от температуры и радиации. И хотя необходимые затраты для этого существенно увеличиваются, но все же задача доставить человека на Меркурий и вернуть его вполне разрешима. Можно предположить, что прибыв на поверхность планеты, человеку сразу же необходимо обезопасить себя от экстремальной температуры и радиации, например, спрятавшись под поверхность. Для этого либо следует разработать специальные технологии очень быстрого строительства подповерхностных жилых бункеров, либо же предварительно на Меркурий необходимо послать специальных роботов-строителей. В их распоряжении будет огромное количество солнечной энергии и достаточные запасы материалов в коре планеты. Роботы могут работать на поверхности утром и вечером, а днем и ночью зарываться в грунт. Также можно установить специальные защищающие от перегрева зеркальные системы, и тогда такие роботизированные строительные базы смогут работать и днем.

Несмотря на очень экстремальные условия, в последнее время сначала появились предположения, а затем и некоторые подтверждения того, что даже на поверхности Меркурия может существовать водяной лед. Так, радарные

исследования приполярных областей планеты показали наличие там участков деполяризации размерами от 50 до 150 км. Наиболее вероятным кандидатом отражающего радиоволны вещества может быть водяной лед [1]. Поступая на поверхность Меркурия при падении ядер комет, вода испаряется и путешествует по планете, пока не замерзнет в приполярных областях на дне глубоких кратеров. Поскольку туда никогда не заглядывает Солнце, то огромные запасы водяного льда могут сохраняться там неограниченно долго. Длительное время почти единодушным было мнение исследователей, что о жизни на Меркурии не может быть и речи, поскольку на нем очень высокая дневная температура и отсутствует вода [10, 11]. Однако, основываясь на доступной информации о Меркурии, которая поступила от двух американских КА («Маринер-10» в 1974–75 гг. и «Мессенджер», вышедший на орбиту Меркурия в марте 2011 г.) [4, 6–9], мы исследовали ответ на такой вопрос: могут ли, в принципе, на такой планете, как Меркурий, существовать области с комфортными для людей условиями? Под областями комфортного проживания мы имеем в виду, в первую очередь, наличие на планете температурного режима, в котором человек чувствует себя нормально, комфортно. Если таких зон не существует на самой поверхности планеты Меркурий, то, возможно, они есть под его поверхностью? И возможно ли строительство таких космических поселений? Где именно и какие требования мы при этом обязательно должны удовлетворить? При практически отсутствующей атмосфере [5] тепло может передаваться вглубь поверхности за счет теплопроводности. Известно, что рыхлая почва очень плохо пропускает тепло. Поэтому колебания температуры, наблюдающиеся, например, на поверхности Земли, распространяются в глубину почвы также очень медленно. И уже на глубине в 1 м амплитуда суточных колебаний температуры существенно уменьшается. На определенном расстоянии от поверхности колебания исчезают вовсе, и в течение веков в данном месте наблюдается одна и та же средняя годовая температура. Это явление более 228 лет тому назад открыл французский ученый Антуан Лоран Лавуазье. Он доказал круглогодичное постоянство температуры в $+11{,}7°C$ на глубине 28 м в шахте под поверхностью. Для этого на территории Парижской обсерватории был вырыт колодец указанной глубины. Например, для Киева такая постоянная температура всегда равна $+9°C$. В начале XX века прикладной математик, академик Стеклов В.А. решил задачу матфизики для теплопроводности полубесконечного стержня. Это решение смогло объяснить подобные планетологические феномены [2]. Решая аналогичную задачу для Меркурия, используя перепад температуры в экваториальной части его поверхности в пределах от $+430°C$ до $-180°C$, мы получили перепад температуры на поверхности на широте $|80°|$ в пределах от $+250°C$ до $-200°C$. Однако, на широтах $|70 \div 85°|$ температура под поверхностью на глубинах $3 \div 30$ м будет гарантированно постоянной. В зависимости от широты, диапазон изменения значений этой постоянной температуры будет в пределах $+5 \div 35°C$. При этом область комфортных для биологической формы жизни температур (в диапазоне $+15 \div 25°C$) для подповерхностных околополярных

площадей составляет более трех млн. км^2. А это 5 площадей Украины!

Таким образом, под поверхностью (эндо) Меркурия на глубинах $3 \div 30$ м можно поместить десятки эндопоселений: деревни и даже города. Земные примеры таких селений имеются, например, в пустынных, жарких районах Австралии. Остается только обеспечить их водой и специализированными скафандрами для долговременного проживания и добычи ресурсов Меркурия. Поэтому сейчас необходимо выполнить работу по созданию специальных симбиотехнических самозакапывающихся «коконов» для долговременных эндопланетных станций, а также развернуть для них замкнутые кольцевые околополярные сети солнечных электростанций. Приведенные выше исследования дают основания утверждать, что под поверхностью Меркурия в околополюсных зонах в пределах широт $|70 \div 80°|$ существуют области с вполне комфортными для проживания людей температурами на уровне от $+15$ до $+25°$C. Полагаем, что исследователям необходимо с особым вниманием отнестись к анализу приведенной выше информации [10–12]. Вполне возможно, столь категоричное на сегодняшний день мнение относительно невозможности проживания человечества на этой планете, может категорически измениться. Поэтому продолжение исследований в этом направлении будет очень интересным и перспективным.

1. *Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P.* (2002) 34th COSPAR, Texas, 54–55.
2. *Steklov A.F., et al.* (2017) 17Gamow: ACGCRAA, Odessa, 41–42.
3. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.23–27.
4. *Vidmachenko A.P.* (2007) AstAlm, 54, 185–207.
5. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.56–68.
6. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Кіровоград„ 29–31 травня 2014 р. Програма і тези доповідей. — С.12–13.
7. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
8. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU, Kyiv, PH Profi, 388.
9. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — Т. 10. — С.6–19.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.18.
11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.12.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.

Возможность обитания в спутнике Европа

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Температура поверхности Европы составляет около 110 К на экваторе и ≈ 50 К на полюсах. Ее поверхность изрезана сетью полос коричневого цвета [1, 5]. Эти длинные линейные трещины во льду тянутся иногда на сотни километров. В других местах наблюдается неровная и разбитая поверхность, возникшая, возможно, при взаимодействии массивных ледовых плит [6, 8]. Приливные силы вызываются гравитацией Юпитера. Такой раздробленный ландшафт Европы лучше объясняется наличием океана жидкой воды, на котором плавает ледяная оболочка [2, 3]. Вполне возможно, что Европа обладает еще и внутренними источниками энергии от радиоактивного распада. Считается, что толщина внешней коры из твердого льда составляет 10–30 км. Подповерхностный океан с жидкой водой может иметь глубину около 100 км. Такие значения приводит к объему океанов Европы в $3 \cdot 10^{18}$ м^3; это в несколько раз превышает объем земных океанов [4, 9, 15]. Полагают, что наличие под поверхностью жидкой воды делает спутник одной из наиболее вероятных потенциальных целей в Солнечной системе, пригодных для поиска там жизни [13]. Лед на поверхности спутника и вода под ним состоит преимущественно из водорода и кислорода. С учетом того, что на Европу постоянно воздействует радиация Юпитера и Солнца [7], во льду формируется свободный кислород и ряд других оксидантов, например пероксид водорода. Очевидно, что активные оксиданты есть и под поверхностью Европы. В старину именно активный кислород привел к появлению многоклеточной жизни на Земле. Поэтому и океаны Европы содержат гораздо больше кислорода, чем считалось ранее. А это увеличивает вероятность существования жизни в Европе. Ведь кислород это элемент, необходимый для существования большинства земных организмов. Содержания этого элемента в водах Европы достаточно для существования как одноклеточных, так и более крупных форм живого [10, 11]. Созданные на поверхности окислители будут полезными для микроорганизмов Европы, только если они проникнут в океан. Но существует процесс конвекции, который поднимает «теплый» лед вверх, приводя к разрушению поверхности. Вначале 2010-х было указано на возможность существования в ледяной оболочке Европы обширных линз с жидкой водой, отличающейся от океанического состава. Это обеспечивает механизм возможного переноса жизненно важных химикатов, созданных в освещаемых Солнцем областях на поверхности и около нее, в более глубокие слои [12]. То есть такие озера могут быть еще одним потенциальным местом обитания. На ледяной коре Европы обнаружили глинистые минералы. Их присутствие могло быть вызвано падением на поверхность Европы астероидов и кометных ядер [14]. То есть вполне возможно, что жизнь на спутники Юпитера попала в результате панспер-

мии. В среде, подобной глубоководным гидротермальным системам на Земле, в подледном океане Европы может поддерживать существование и развитие многоклеточных микроорганизмов. А взаимодействие океана с минеральным дном должно быть очень важным при определении возможности для Европы стать пригодным для жизни местом на дне океана или даже глубже, подобно так называемым эндолитам на Земле. Альтернативой могут быть некие водоросли и бактерии, по аналогии с таковыми в полярных океанах Земли. Они, например, могут существовать, оседая на нижнюю поверхность ледяного слоя Европы, или же могут плавать в океане. Считают, что океан Европы слишком соленый. Поэтому в такой среде смогут выживать только экстремальные галофилы. Возможно также, Европа может поддерживать аэробную макрофауну, используя кислород, созданный космическими лучами, воздействующими на ее поверхностный лед. Таким образом, подповерхностный океан Европы следует считать одним из лучших мест для существования некоторых форм жизни. Ведь там значительная геологическая активность, большие пространства для воды, достаточно тепла и своеобразной стабильности. Непосредственно выяснить это чрезвычайно сложно, поскольку сначала придется пробиться через очень толстый слой поверхностного льда. Но регистрация гейзеров на Европе, открывает новые перспективы в изучении спутника без необходимости бурить его толстую ледяную кору. И хотя вода является одной из важнейших предпосылок для жизни, но океан Европы может иметь еще и другие необходимые свидетельства, например, дополнительный источник химической энергии для микробов.

1. *Klyanchin A.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 15–17 травня 2013 р. Програма і тези доповідей. — С.29–30.
2. *Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P.* (2015) NEA2015, 9IC, Nalchik: KBSC RAS, 25–26.
3. *Shavlovskiy V.I., Vidmachenko A.P.* (2015) NEA2015, proceedings, Terskol: Yanus-K, 146–149.
4. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd Dia, 255.
5. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.117–132.
6. *Vidmachenko A., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2011. — Т. 7. — С.133–144.
7. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
8. *Vidmachenko A.P., et al.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 15–17 травня 2013 р. Програма і тези доповідей. — С.15–16.
9. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv, EPD NULESU, 412.
10. *Vidmachenko A.P.* (2017) 4ICEMars, LPICo 2014, id3005.
11. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.21–23.

12. *Vidmachenko A.P.* (2016) Biosignature Mars, Tahoe, Nevada, LPICo 1912, id.2002.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.17.
14. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.53.
15. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.

О возможной колонизации Цереры

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Церера — карликовая планета [10–14], которая находится в Главном поясе астероидов между Марсом и Юпитером. Это один из потенциально возможных объектов колонизации. Ее экваториальный диаметр 963 км; площадь около 3 млн. км^2 (почти 5 площадей Украины); период обращения вокруг Солнца — 4,6 лет; ускорение свободного падения на экваторе 0,028*g*; средняя температура ее поверхности 170 К, в перигелии может достигать 240 К (−33°С) [7]. После тщательного исследования с близкого расстояния космическим аппаратом (КА) «Рассвет» всерьез можно начать разговор о колонизации Цереры. Оценено, что она на 25% состоит из воды и обладает запасами, которые по своему объему превышают все запасы пресной воды на Земле. Вода Цереры, преимущественно в виде льда, находятся в ее мантии [5, 15, 20] в слое толщиной до 100 км. По подсчетам, там содержится до 200 млн. км^3 воды. Эти огромные запасы в будущем могут быть использованы для добычи кислорода с целью обеспечить колонию воздухом, и водорода — для ракетного топлива и обеспечения колоний энергией. Запасы вполне доступные для использования в будущем космическими поселениями или космическими аппаратами [16, 17]. Церера расположена между планетами земной группы (Меркурий, Венера, Земля с Луной и Марс) [1, 21], которые потенциально поддаются терраформированию, и планетами-гигантами Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун с их крупными спутниками; к последним отнесем галилеевы спутники, Титан, Тритон [6]. Эти объекты можно рассматривать как постоянные или перевалочные базы для освоения соответствующих планет-гигантов. Поэтому Цереру можно рассматривать в качестве промежуточной базы при межпланетных полетах. Из-за малой гравитации, транспортировка грузов с Цереры с энергетической точки зрения является очень эффективной. Пребывая в поясе астероидов, Церера также может стать базой для освоения других астероидов и добычи на них минерального сырья и рудных полезных ископаемых. Также не сложно обнаружить металлы для создания обитаемых

поселений в поясе астероидов [2]. Основными составляющими, необходимыми для обустройства постоянных колоний, являются такие химические элементы, как азот, кислород, углерод, водород. На Церере имеется высокое содержание азота, который очень важен для создания поселений [21]. Полагают, что перед обустройством поселений на Церере необходимо будет колонизировать Луну и/или Марс [6, 8, 9]. Как показывают расчеты [21], с точки зрения энергетических затрат более оптимальным будет запуск КА на Цереру с Луны или Марса [3, 4]. Но с колонизацией Цереры связывают и некоторые трудности. Например, ее нахождение в поясе астероидов увеличивает опасность [9] повреждения такой базы. Отсутствие магнитного поля на Церере [11] также отрицательно скажется на здоровье человека. Наличие малой гравитации привело к тому, что Церера не имеет плотной атмосферы, да и солнечного света там мало. На Церере найдены глины, карбонаты натрия и аммония. КА «Рассвет» обнаружил на поверхности еще и органические вещества, которые по составу напоминают битумы. Они образовались либо на самом астероиде, либо были привнесены извне метеоритной панспермией [18]. Тщательный анализ сценариев падения метеоритов на астероид показал, что распределение органических веществ по поверхности астероида получалось таковым, что найденная органика образовалась на самой карликовой планете в результате гидротермальной активности под поверхностью. Данные КА «Рассвет» позволяют предположить, что под замороженной поверхностью Цереры расположен океан. Ранее на карликовой планете также был обнаружен гигантский криовулкан изо льда, соли и грязи. Все это в совокупности указывает на реальность предположения о будущей успешной колонизации Цереры.

1. *Grinspoon D.H., et al.* (2009) Venus GPPNM, Houston, LPICo, 1470, 22–23.
2. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2013) КРСВ. 29(5), 237–242.
3. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) DA Mars IHE, LPI, Houston.
4. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.67–69.
5. *Thomas P.C., et al.* (2005) Nature 437(7056), 224–226.
6. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd Dia, 255.
7. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU, Kyiv, PH Profi, 388.
8. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv, EPD NUBiPU, 412.
9. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.
10. *Vidmachenko A.P.* (2005) AstAlm, 52, 201–212.
11. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
12. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm, 62, 228–249.
13. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.12–14.

14. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.10–12.
15. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.27–37.
16. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
17. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.17.
18. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.53.
19. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.12.
20. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.
21. *Zubrin R.M., et al.* (2012) CA Mars Expl, Houston, LPICo,1679, id.4101.

Элементы планетарной защиты от астероидно-кометной опасности

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3], *Дашкиев Г.Н.*[2], *Жиляев Б.Е.*[1]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Принципы защиты от астероидно-кометной опасности должны составлять основной приоритет современной протокосмической цивилизации на планете Земля. С каждым десятилетием и даже годом в мире все большее количество государств становятся «комическими». Отметим и на начало периода активности частных «космических» фирм и астрокосмических «бизнес-центров» со смешанным капиталом. Чурюмов К.И. в беседах с нами констатировал факт, что все современные космические державы, и даже их будущие объединения в особые протокосмические цивилизации на планете Земля, еще долгие годы будут слишком слабыми для того, чтобы надежно обеспечить планетарную защиту биологических ресурсов от астероидно-кометной опасности. Любой удар достаточно крупного астероида или кометного ядра с размером от 1 до 20 и более километров приведет к глобальной катастрофе [8, 10, 12] и, возможно, даже к гибели человечества. Сил, чтобы противостоять такому удару при крупных космических вторжениях [1–4, 7], у нас нет и, скорее всего, еще долго не будет. Именно поэтому было предложено сформулировать особый «инвариант Чурюмова» в деле планетарной защиты Земли. Суть его в том, что нам необходимо как можно быстрее создать технические средства и системы для

долговременного комфортного проживания больших колоний людей на Луне, Марсе, Венере и Меркурии [5, 6, 9–12], обустроив там сопутствующие элементы биосферы. В этих колониях люди должны не просто жить «ради самого процесса жизни», а их жизнедеятельность в инопланетных космических поселениях должна периодически и постоянно «обыгрывать» сценарии надежного и гарантированного повторного заселения планеты Земля людьми. Подобные периодические «учения» по реальному моделированию возвращения на «посткатастрофическую» Землю, должны обеспечить гарантии выживания человечества даже в самых худших версиях последствий возможных опасных космических вторжений. То есть мы всегда должны быть готовы к повторному заселению планеты Земля людьми и к воссозданию основных элементов сопутствующей человеку биосферы. Для этого человечество просто обязано обеспечить жизнедеятельность таких колоний на Луне, Марсе, Венере, Меркурии, Церере и даже в недрах крупных ледяных планетоидов типа спутника Европы, Ганимеда, Каллисто, Энцелада, Тритона и им подобных. При этом возникает необходимость признания всего объема сферы с радиусом орбиты Марса зоной жизненно важных интересов для безопасности человечества на Земле, с объявлением этих объемов зоной первоочередного противодействия возможным глобальным опасностям из-за астероидно-кометных вторжений. Зона перехвата опасных астероидов и комет должна начинаться именно с защитной сферы, построенной на орбите Марса. Дальше «проникать» со станциями ракетно-ядерного перехвата бессмысленно из-за наличия сотен тысяч астероидов в самом поясе астероидов. На орбитах по «поверхности» марсианской сферы перехвата должны автономно действовать долговременные орбитальные станции планетарной защиты. Их следует обеспечить термоядерными системами, а также надежными средствами их доставки к возможным «объектам» подрыва. Центры управления ракетно-ядерными перехватами, как на прямых, так и на возвратных ветвях орбит вторжения, должны находиться в специально оборудованных помещениях долговременных эндопланетных станций на самом Марсе и в лагранжевых точках его орбиты. Именно в этом и должна заключаться их главная функция: гарантировать планетарную защиту Земли уже начиная с орбиты Марса.

1. *Churyumov K.I., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.72–76.
2. *Churyumov K.I., et al.* (2016) IC. Meteoroids-2016,. ESTEC, Noordwijk, 63.
3. *Churyumov K.I., et al.* (2013) 8Conf. Meteoroids-2013. 26–30 Aug. 2013. Poznań, 77.
4. *Dashkiev G.N., et al.* (2018) 49th LPSC, Texas LPICo no. 2083, id.1107.
5. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) LPICo no. 1966, id.6010.
6. *Steklov A.F. Vidmachenko A.P.* (2018) Mercury, USRA, 7178, MD 21046, id. 6015.
7. *Steklov E.A., et al.* (2017) 48th LPSC, Texas. LPICo. no. 1964, id.1327.
8. *Vid'machenko A.P.* (1995) КРСВ. 11(4), 14–16.
9. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.131–137.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.27–30.

11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
12. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.

Где и как следует обустраиваться человеку для защиты от астероидно-кометной опасности

Стеклов А.Ф.[1,2], *Видьмаченко А.П.*[1,3], *Дашкиев Г.Н.*[2], *Жиляев Б.Е.*[1]
[1]Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
[2]Межрегиональная академия управления персоналом
[3]Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Основной принцип планетарной защиты планеты Земля — это наведение порядка на самой Земле. Сюда следует отнести решение проблем экологии, экономики, политики и т.п. Без их решения все остальные усилия будут малоэффективными. Это требует создания, развертывания и непрерывной модернизации «Единой сети Чурюмова», как многоуровневой системы непрерывного мониторинга [4, 7] объемов ближнего и дальнего космоса с целью обнаружения и изучения потенциально опасных объектов [10, 12], с регистрацией следов всех видов опасных вторжений в атмосфере Земли [1–4]. На решение многоплановых задач планетарной защиты во всем мире необходимо задействовать огромные силы и средства. Но перед тем, как, например, к Марсу [5, 9, 11, 13, 16] отправлять на постоянное поселение людей, по нашему мнению, там необходимо провести огромнейший пласт подготовительных работ с целью если не терраформировать эту планету, то хотя бы обустроить простейшие жилища для будущих поселенцев. Согласно определению, терраформирование — это такое изменение космического тела, которое позволит на нем привести атмосферу, температурные и экологические условия в пригодное для обитания земных животных, растений и человека состояние. Отметим, что сам термин “терраформирование” был предложен в 1942 г. американским писателем-фантастом Джеком Уильямсоном. В противоположной от Земли части Солнечной системы необходимо будет решать жизненно важные задачи по терраформированию таких планет земной группы, как Венера и Меркурий [6, 8, 15]. Так, на Венере можно будет создать комфортные поселения в «летающих» над облаками городах-поселениях из динамично соединенных флотилий своеобразных дирижаблей в надоблачных слоях атмосферы. Именно там ожидаемый перепад температур в зонах поселений будет от +40 до −30°С при давлениях от 1,0 до 0,1 бара. Такие комплексы «дирижаблей-городов» необходимо создавать на Венере с учетом необходимости развертывания систем раннего обнаружения и противодействия глобальным опасностям для Земли из-за астероидно-кометных вторжений. То есть ракетно-ядерные силы перехвата должны работать и на прямых, и на возвратных ветвях орбит вторжения опасных кометных ядер и астероидов. А на всей сфере Венеры должны быть долговременные орбитальные станции (ДОС), как и в случае с Марсом. Задачи по терраформированию подповерхностных объемов Меркурия можно

выполнить на широтах от 70° и до полюсов, с созданием там комфортных эндопоселений для постоянного проживания людей [14]. Здесь ракетно-ядерные комплексы долговременных эндопланетных станций (ДЭПС) также должны создаваться с учетом необходимости развертывания систем раннего обнаружения и противодействия глобальным опасностям из-за астероидно-кометных вторжений. ДЭПСы необходимо размещать как под поверхностью самой планеты Меркурий на глубинах 3–30 м в зоне комфортных и постоянных температур около +20°С, так и в сфере орбиты Меркурия на ДОСах. При этом ДОСы должны быть защищены от опасностей солнечного ветра. Научные работы Яковкина А.А. и Кислюка В.С. по исследованию Луны в ГАО НАН Украины создают надежный фундамент для начала проектирования и создания нескольких ДЭПСов на Луне. Такой тип терраформирования Луны вполне возможен с учетом необходимости развертывания систем раннего обнаружения и противодействия глобальным опасностям из-за астероидно-кометных вторжений.

1. *Churyumov K.I., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.72–76.
2. *Churyumov K.I., et al.* (2016) IC Meteoroids-2016, ESTEC, Noordwijk, 63.
3. *Dashkiev G.N., et al.* (2018) 49th LPSC, Texas, LPICo no. 2083, id.1107.
4. *Kruchynenko V.G., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.60–61.
5. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) Dust Mars, Texas, LPICo no. 1966, id.6010.
6. *Steklov A.F. Vidmachenko A.P.* (2018) Mercury, USRA, MD 21046, id.6015.
7. *Steklov E.A., et al.* (2017) 48th LPSC, Texas. LPICo no. 1964, id.1327.
8. *Vid'machenko A.P.* (1995) КРСВ, 11(4), 14–16.
9. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.131–137.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.27–30.
11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
12. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm, 53, 195–207.
13. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.90.
14. *Steklov A.F., Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.58.
15. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.18.

16. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.21.

Філаменти темної матерії

Тугай А.В.
Кафедра астрономії та фізики космосу фізичного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Міжгалактичні філаменти є важливою складовою великомасштабної структури Всесвіту, що визначає морфологію просторового розподілу матерії. З філаментів складаються надскупчення галактик і космічні стіни, натомість скупчення галактик займають малий об'єм, а войди містять малу частку речовини. Хоча філаменти добре генеруються у численних комп'ютерних моделюваннях, їх виявлення у реальному Всесвіті є складною і неоднозначною задачею. Навіть у найближчих надскупченнях на один філамент часто припадає порядку десяти галактик, тому для відтворення тривимірного розподілу "космічної павутини" використовуються непрямі методи.

Згідно сучасної космологічної моделі, кількість небаріонної холодної темної матерії значно перевищує масу, зосереджену у видимих галактиках. Саме з темної матерії переважно складаються гало скупчень галактик і міжгалактичні філаменти. Тому дослідження філаментів важливі для з'ясування природи і визначення властивостей темної матерії. Зокрема, розглядаються альтернативи до стандартної космології, у яких філаменти пов'язані з теплою темною матерією або екзотичними топологічними дефектами раннього Всесвіту — космічними струнами.

Розподіл густини темної матерії може бути відтворений на нехаблівськими потоками галактик, які можна розглядати як пробні частинки у зовнішньому гравітаційному полі. Інша перспективна можливість виявлення філаментів темної матерії — дослідження морфології і орієнтації скупчень галактик. Взаємодія близьких скупчень галактик добре виявляється на рентгенівських зображеннях, за якими можна також робити висновки про розподіл темної матерії в околицях скупчень.

Розробляються також математичні методи виявлення темних філаментів за неповною інформацією про видимі галактики. При цьому необхідно робити припущення про фізичні закономірності формування структури Всесвіту. Найкращим масивом спостережень галактик для дослідження великомасштабної структури Місцевого Всесвіту є Слоанівський цифровий огляд неба. За його даними вже побудовано кілька каталогів філаментів, які, на жаль, не узгоджуються між собою. Перспективним методом виявлення філаментів за видимим розподілом галактик є розгляд концентричних сферичних шарів навколо Молочного Шляху товщиною 50–100 Мпк, що відповідає масштабу філамента, войда або надскупчення галактик. У даному огляді аналізуються нові методи виявлення філаментів у сферичних шарах, серед яких метод мінімального

градієнту, моделювання гаусівських полів, наближення “графітового Всесвіту”, структурний параметр ізольованості та інші.

Долгопериодические изменения профиля линий дублета NaID и лучевой скорости в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 HER (F2 Ibe)

Халилов А.М., Гасанова А.Р.

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана

Наблюдательные данные. Звезда 89Her=HD163506 (спектральный класс F2Ibe, $m_v = 5{,}46^m$) является самым ярким примером звезд типа UU Herculis. Абсолютная звездная величина по оценкам разных авторов находится в интервале между $-6^m \div -9^m$. Звезда расположена на галактической широте $b = 21{,}9^\circ$ и на расстоянии $z = 2{,}6$ кпк от галактической плоскости. 89Her ведет себя как пульсирующая переменная звезда.

Наблюдения этой звезды были выполнены в 1975–2017 гг. на 2-м телескопе Шамахинской Астрофизической Обсерватории. Наблюдательный материал и его обработка, более подробно описаны в работах авторов [1, 2].

Результаты исследования. Имеющиеся у нас наблюдательные данные, полученные в течение длительного интервала времени (> 15 000 дней), предоставляют уникальную возможность для определения возможных долгопериодических изменений в атмосфере звезды 89Her. О возможности таких изменений говорит вид зависимостей, полученных в работах Ferro [3] и Percy [4], в которых на основе наблюдательных данных, полученных за меньший период времени, было показано, что лучевые скорости фотосферных линий звезды 89 Her изменяются с периодом 63.5, 285, и 65.2, 283 дня, соответственно. Однако, практически на всех зависимостях, представленных в этих работах, хорошо видно наличие тренда, возникающего, скорее всего, по причине изменений в атмосфере этой звезды с гораздо большим периодом.

В настоящей работе приводятся и обсуждаются профили линии дублета NaID звезды 89Her, полученные на 2-м телескопе ШАО. На основе анализа наблюдений радиальных скоростей, измеренным по линиям дублета NaID в спектре сверхгиганта 89Her, впервые сделан вывод подтверждающий двойную природу этой звезды.

Отметим, что абсорбционный профиль линии дублета NaID имеет сложную форму. В зависимости от фазы орбитального движения двойной системы он состоит либо из одного, из двух или трех компонентов. К сожалению, данных для второго и особенно для третьего компонента оказалось очень мало. Поэтому в настоящей работе в основном анализируется только значения параметров для первого компонента.

На рис. 1 показано изменение со временем значение лучевой скорости, полученных для первого компонента профиля линии дублета NaID2, λ5889.953Å в спектре 89Her. Из рис. 1 видно, что изменения происходят достаточно периодично.

Используя результаты всех измерений лучевой скорости V_r дублета NaID2

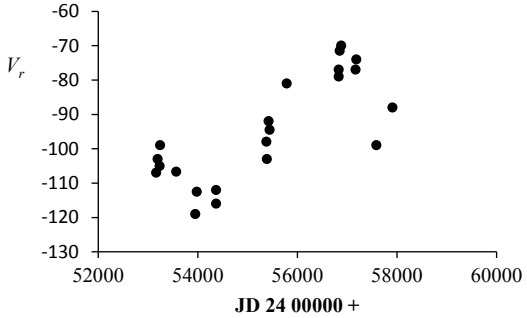


Рис. 1

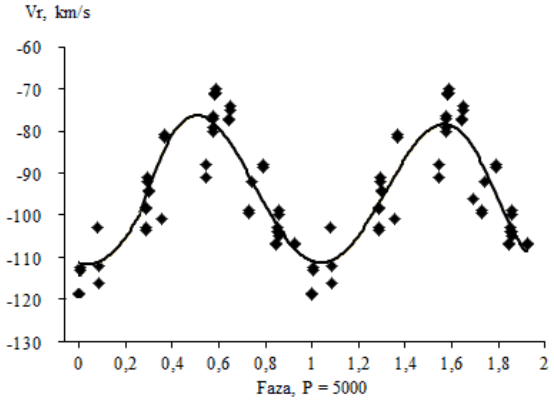


Рис. 2

(λ5889.953Å), был применен статистический спектральный фурье-анализ с использованием метода Scargle. По этому методу поиск периода приводит к орбитальному периоду 5000^d дня. Это интерпретируется как движение звезды 89Her вокруг невидимого компонента. На рис. 2 показаны периодические изменения лучевой скорости V_r первого компонента линии дублета NaID2, λ5889.953Å по фазам. Начальная эпоха выбрана JD 2453949.58, $V_r = -119$ км/с, $P = 5000^d$ дней. Средние кривые аппроксимированы полиномом 6-й степени.

1. *Халилов А.М.* Периодические изменение лучевой скорости и профилей линии Hα в спектре 89Her (F2 Ibe) // Вестник Бакинского Университета. — 2008. — №3. — С.174–182.
2. *Халилов А.М., Гасанова А.Р.* Переменность некоторых спектральных линий и профилей линий Hα в спектре 89 Her (F2 Ibe) // АЖ Азербайджана. — 2007. — т. 2, №3–4. — С.20–25.
3. *Ferro A.A.* Is 89 Herculis a binary star? // PASP. — 1984. — Vol. 96. — P.641–645.
4. *Percy J.R., Bakos Akos G., Henry W.* Long-term VRI photometry of 89 Herculis (V441) // PASP. — 2000. — Vol. 112. — P.840–845.

Історія астрономічних спостережень з телескопом АЗТ-2 та можливі сучасні астрономічні дослідження з його допомогою

Шавловський В.І.[1], *Мороженко О.В.*[1], *Відьмаченко А.П.*[1,2]
[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України
[2]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Будівництво павільйону та монтаж телескопа АЗТ-2 в Головній астрономічній обсерваторії НАН України завершились в 1959 р. Робота по освоєнню та дослідженню телескопа АЗТ-2 проводилась під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР Яковкіна О.О. До формування наукової тематики активно долучились Всехсвятський С.К. (кометна тематика), Барабашов М.П. (планетна тематика) та Цесевич В.П. (астрофізика зір). Вже перші поляриметричні спостереження Місяця і Марса вивели Обсерваторію на світовий рівень та дозволили заявити про себе як лідера в СРСР з досліджень цих об'єктів у видимій ділянці спектра. Зокрема, вже за даними перших спостережень Місяця й Марса були отримані вагомі результати, актуальність більшості з яких не втрачена й зараз. Згодом була проведена поляриметрія Марса, Юпітера і Сатурна, за якою були визначені значення дійсної частини показника заломлення та параметрів функції розподілу атмосферних частинок за розмірами. Пізніше завдяки автоматичному фотополяриметру АФП було розроблено ефективний метод визначення кількості поглинального газу в надхмаровому шарі Юпітера за даними спектрополяриметрії контуру смуги поглинання метану лише в центрі диску планети (Кучеров В.А., Міщенко М.І., Мороженко О.В.) та одночасно з французьким вченим Дольфюсом А. остаточно поставлено крапку в питанні еліптичної поляризації світла комети Галлея (Мороженко О.В., Гуральчук О.Л., Кисельов М.М.). На сьогодні астроклімат на території ГАО НАНУ в галузі сучасної поляриметрії не поступається іншим астропунктам. Справа в тому, в високоамплітудні та високочастотні зміни прозорості земної атмосфери, які зумовлені рухом дрібних хмаринок (так званих цирусів), на виміряну ступінь поляризації не впливають (в межах похибок в 0,05%, Мороженко О.В.).

Можна назвати щонайменше 6 актуальних астрофізичних проблем, які розв'язувалися раніше та доцільно розв'язувати й надалі за поляриметричними спостереженнями на АЗТ-2.

1. Картування вмісту піроксену на Місяці за даними спектрополяриметрії [9] його смуги в довжині хвилі 900 нм (спектральний діапазон довжин хвиль 800–1000 нм).

2. Визначення фізичних характеристик стратосферного аерозолю земної атмосфери [3–6] за фазовими залежностями ступеня поляризації сутінкового світіння.

3. Завдяки заломленню світлових променів в сферичній атмосфері при їх проходженні перед диском зорі (ефект Ломоносова) світло зорі в ці моменти мусить стати поляризованим, а максимальне значення ступеня поляризації має бути в періоди, коли планета проходить через центр диска зорі. Тому саме цей ефект може бути ефективним при дослідженні поляриметричних транзитів екзопланет та створення наближених уявлень про аерозольну складову їх атмосфер.

4. Вивчення структури магнітного поля міжзоряного середовища за даними моніторингу ступеня поляризації та положення її площини у зір, спостережна ступінь поляризації яких формується орієнтованими частинками цього середовища.

5. Моніторинг змін в атмосферах планет та екзопланет [1, 2, 7, 8] за даними спектрополяриметричних спостережень.

6. Спектрополяриметричні дослідження астероїдів і комет та супутників планет [7].

1. *Kostogryz N.M., et al.* (2011) MNRAS, 415(1), 695–700.
2. *Krushevska V., et al.* (2014) AO Skalnaté Pleso, 43(3), 458–458.
3. *Morozhenko A., Vid'machenko A.* (2004)
4. *Morozhenko A., Vid'machenko A.* (2005) PRS, NATO SS II: MatPhysChem, 161, 479–486.
5. *Morozhenko A.V., et al.* (2014) КРСВ, 30(1), 11–21.
6. *Morozhenko A.V., et al.* (2013) КРСВ, 29(5), 243–246.
7. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th IC IDAACS-2015, Warsaw, 1, 28–32.
8. *Vidmachenko A.P., et al.* (2015) K.: NASU MAO, 92.
9. *Vidmachenko A.P., et al.* (2012) 43rd LPSC, Texas. LPICo no. 1659, id.1280.
10. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2004) KNiT, 10(5/6), 21–27.

Пропозиції щодо реалізації варіанту автоматичного керування телескопом АЗТ-2

Шавловський В.І.[1], *Пуха С.П.*[2], *Відьмаченко А.П.*[1,3], *Воловик Д.В.*[2], *Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В.*

[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України

[2]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, КБ «Шторм»

[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Виходячи з досвіду астрономічних спостережень [1], конструктивних особливостей та результатів огляду технічного стану механізму наведення телескопа АЗТ-2 [2–4] в Головній астрономічній обсерваторії НАН України, у

2012 р. було вирішено провести роботи щодо його модернізації. З цією метою запропоновано, що система керування телескопом повинна складатися з датчиків кута по часовій осі «альфа» і по осі схилення «дельта», персонального комп'ютера (ПК), відповідного програмного забезпечення, силового вузла керування та системи обертання телескопа. Датчик кута повинен бути абсолютним, з дискретизацією краще 10 кутових хвилин. ПК повинен виконувати функції обробки даних з датчика кута та керування силовим вузлом. Розроблене програмне забезпечення дозволяє оператору наводити телескоп в автоматичному режимі і задавати необхідні параметри системи. За допомогою ПК вузол силового керування дозволятиме безпосередньо керувати двигунами системи обертання. Запропонована система обертання реалізує необхідне нам дискретне кутове переміщення і забезпечить максимально можливу точність наведення. Оскільки в мотор-редукторі телескопу конструктивно передбачено можливість приєднання двигуна та електромагнітного замка для автоматичного введення двигуна в зчеплення, то було запропоновано облаштувати це з'єднання через додатковий мотор-редуктор з електронним керуванням та автоматичним електромагнітним замком. За таких умов вдалося використовувати можливості, закладені розробниками в конструкцію механізму обертання телескопу. Це дозволило максимально економно й ефективно реалізувати автоматичне наведення в поєднанні з можливістю ручного керування. Таке технічне рішення не потребує модифікації існуючих вузлів і механізмів телескопу і системи його наведення. Тобто ми обмежились лише профілактикою і незначним ремонтом моторів-редукторів системи паралактичного монтування АМ-8. Підключення двигуна з електронним керуванням через додатковий мотор-редуктор обумовлено тим, що в системі наведення телескопу АЗТ-2 при розробці було передбачене лише грубе наведення телескопа за допомогою електродвигуна. Досягти кращої точності наведення можна за допомогою зменшення передатного числа системи «двигун — мотор-редуктор — вісь обертання». Такий підхід надав можливість збільшити точність системи автоматичного наведення, що заклало можливість зменшити власну похибку системи автоматичного наведення пропорційно дискретизації кутового переміщення. При виборі системи визначення кута нахилу телескопа були розглянуті кілька варіантів датчиків і методів їх встановлення. Але після ретельного аналізу ми запропонували встановити на осях обертання телескопу оптичні системи визначення кутів нахилу з використанням лімбів. Окрім того, запропонований варіант системи визначення кута не потребував значних модифікацій існуючої системи обертання телескопа.

1. *Vidmachenko A.P., et al.* (2015) K.: NASU MAO, 92 p.
2. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.72.
3. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.75.

4. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.76

Реалізація варіанту керування телескопом АЗТ-2

Шавловський В.І.[1], *Пуха С.П.*[2], *Відьмаченко А.П.*[1,3], *Воловик Д.В.*[2], *Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В.*
[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України
[2]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, КБ «Шторм»
[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для системи керування фокусом вторинного дзеркала телескопу АЗТ-2 [4, 5] нами було розроблено, виготовлено та встановлено на трубі телескопа спеціальний щит адресного мікроконтролера. Для керування його роботою за допомогою персонального комп'ютера (ПК) написано спеціальну керуючу програму. Натурні випробування цієї системи показали можливість керувати двигуном блоку фокусування як від штатного ручного пульта, так і від контролера, без будь-якого додаткового переобладнання системи управління телескопом. Цей мікроконтролер було під'єднано до двигуна системи переміщення вторинного дзеркала за допомогою спеціального комутатора. Комутатор потрібен для паралельного під'єднання до двигуна фокусування окрім мікроконтролера ще й ручного штатного пульта. Комутатор дав можливість реалізувати різні режими управління двигуном фокусування, а саме: штатний ручний пульт, напівручний безпосередньо від мікроконтролера, та керування від ПК. При цьому немає необхідності додаткового втручання в систему керування телескопом АЗТ-2.

Для підведення стабілізованої напруги 110 вольт до відповідних споживачів, для мережі подачі керуючих сигналів від персонального комп'ютера до виконавчих вузлів через порт RS485 на колоні та на трубі телескопа було установлено ряд розподільчих коробок. До мікроконтролера, комутатора і розподільчих коробок заведено та укріплено на трубі телескопа відповідні кабелі. Необхідні режими роботи та функціонування вказаних блоків були налаштовані та перевірена їх працездатність. Виявилось, що адресний контролер приймає команди як від штатних кнопок, так і від віддаленого комп'ютера на виконання переміщення вторинного дзеркала. Кількість вхідних каналів телеметрії — 4 шт., вихідних каналів керування двигунами — 2 шт. Максимальна довжина інтерфейсної лінії складає до 1200 м. Значення істинного положення вторинного дзеркала визначаються тільки кінцевими положеннями механізму його переміщення. Дана система була адаптована під існуючу систему виконавчих механізмів фокусування вторинного дзеркала телескопу. Розроблене програмне забезпечення також було адаптовано до алгоритму роботи існуючої штатної системи з ручним керуванням.

Реалізована нами система стабілізації та захисту від нестабільної напруги вихідної мережі живлення на 220 В та 110 В для електронної, астрономічної,

електричної апаратури та механізмів телескопу призначена ще й для захисту електромережі телескопу від перевантажень та уражень операторів під час роботи на телескопі АЗТ-2. До складу даної системи входять стабілізатор напруги типу СПН-600 RESANTA та силовий трансформатор на 110 В потужністю близько 1 кВт; цей трансформатор потрібний для живлення силових вузлів наведення, переведення, корекцій положення телескопу АЗТ-2. Система виконана на основі таких стандартних покупних електричних вузлів: однофазний стабілізатор змінного струму (1 шт.), контролер вхідної напруги 1 шт., контролер перевищення струму (4 шт.), диференційне реле захисту від враження струмом (1 шт.), трансформатор 220–110 В (1 шт.) і шафа для електроустаткування (1 шт.).

Вищевказана система керування телескопом АЗТ-2 була випробувана у липні–вересні 2017 р. при спостереженнях з макетом фільтрового поляриметра УФП [3, 6, 7]. З його допомогою досліджувалась можливість визначення ступеня поляризації сутінкового світіння земної атмосфери [1, 2].

1. *Morozhenko A.V., et al.* (2013) КРСВ, 29(5), 243–246.
2. *Morozhenko A.V., et al.* (2014) КРСВ, 30(1), 11–21.
3. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th IC IDAACS-2015, Warsaw, 1, 28–32.
4. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.72.
5. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.73.
6. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.76.
7. *Vidmachenko A.P., et al.* (2015) K.: NASU MAO, 92 p.

Висновки і пропозиції щодо завершення робіт по автоматизації та модернізації телескопу АЗТ-2

Шавловський В.І.[1], *Пуха С.П.*[2], *Відьмаченко А.П.*[1,3], *Воловик Д.В.*[2], *Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В.*

[1]Головна астрономічна обсерваторія НАН України

[2]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, КБ «Шторм»

[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України

Телескоп АЗТ-2 Головної астрономічної обсерваторії НАН України як раніше [9, 12], так і в останні роки широко використовувався для проведення фотометричних, спектральних і поляриметричних спостережень небесних об'єктів [1–4, 5, 6]. У результаті проведених у 2012–2017 рр. робіт по автоматизації управління роботою телескопу АЗТ-2 нами було створено керуючу програму для персонального комп'ютера (ПК), з допомогою якої зараз відбувається управління окремими вузлами телескопу АЗТ-2. У 2015–2017 рр. ми

провели натурні випробування роботи системи управління цим телескопом за допомогою ПК в таких режимах: «зажимання — віджимання» затискачів положення телескопу по осях прямого сходження «альфа» та схилення «дельта»; визначення положення телескопу по осях «альфа» та «дельта» за допомогою встановлених на прямих осях абсолютних датчиків типу ВТ-5; «тонка» та швидка корекція положення наведення телескопу по осі «альфа»; фокусування головного дзеркала телескопу за допомогою пересування його вторинного дзеркала; спостереження за допомогою телевізійних камер з інфрачервоною підсвіткою за ноніусами лімбів положення телескопу по осях «альфа» та «дельта», а також шкали положення вторинного дзеркала телескопу. Система керування створена так, що вказані режими управління окремими вузлами телескопу АЗТ-2 від ПК за допомогою створеної керуючої програми можуть бути дубльовані в напівавтоматичному режимі за допомогою кнопок управління адресних контролерів. Всі натурні випробування показали задовільну роботу системи управління телескопом АЗТ-2 за допомогою ПК у вищезгаданих режимах.

Також у 2017 р. проведена низка астрономічних спостережних робіт із спектрополяриметричної апаратурою [7, 8, 10] та з іншими астрономічними приладами. Отримані нами результати показали, що для повного завершення робіт по управлінню телескопом при астрономічних спостереженнях [11] в режимі віддаленого доступу за допомогою ПК необхідно ще доопрацювати вузли керування потужними серводвигунами редукторного приводу швидкого переведення телескопу АЗТ-2.

1. *Kostogryz N.M., et al.* (2011) MNRAS, 415(1), p. 695–700.
2. *Kostogryz N.M., et al.* (2011) APS FSDE. IAU Symp, 276, 480–481.
3. *Kostogryz N.M., et al.* (2012) IBinaries to Exoplanets: IAU Symp,. 282, 209–210.
4. *Krushevska V., et al.* (2014) AO Skalnaté Pleso, 43(3), 458.
5. *Morozhenko A., Vid'machenko A.* (2005) PRS, NATO SS II: MathPhysChem, 161, 479–486.
6. *Morozhenko A.V., et al.* (2013) Kinematics and Physics of Celestial Bodies, vol. 29, no. 5, p. 243–246.
7. *Morozhenko A.V., et al.* (2014) КРСВ, 30(1), 11–21.
8. *Nevodovskyi P., et al.* (2015) IEEE 8th IC IDAACS-2015. 24-26 September, Warsaw, 1, 28–32.
9. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.72.
10. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.73.
11. *Shavlovskyi V.I., et al.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.75.
12. *Vidmachenko A.P., et al.* (2015) K.: NASU MAO, 92.

Исследование электронно-оптического прибора R650, измеряющего коэффициент отражения поверхности покрытой металлическим слоем

Шукюров М.Е.[1], *Магерремов Я.М.*[1], *Максимов А.Ф.*[2]
[1]Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана
[2]Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН, Нижний Архыз, Россия

Поверхности зеркал телескопов, как правило, со временем подвергаются различным вредным воздействиям, в результате которых падающий на поверхность зеркала свет частично поглощается, рассеивается и ослабляется. Величина, характеризирующая это явление, называется коэффициентом отражения, а прибор, измеряющий этот коэффициент, называется рефлектометром.

Подобный рефлектометр в 2000-м году был применен в Специальной Астрофизической Обсерватории РАН. В настоящее время в этой обсерватории применяется изготовленный в Бельгии Рефлектометр С7, измеряющий отражательную способность зеркал в семи длинах волн.

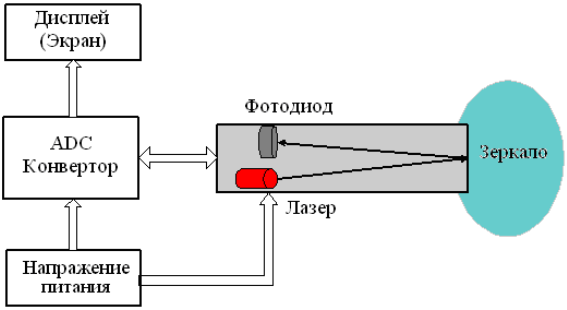


Рис. 1. Структурная схема Рефлектометра R650

В Шамахинской Астрофизической Обсерватории им. Туси НАН Азербайджана (ШАО) также создан электронно-оптический прибор для измерения отражательной способности оптических зеркал (рис. 1). Ошибка измерения данного прибора составляет 0,46%, и измерения проводятся на длине волны λ650 нм. Линейная апертура составляет 5 мм, температурный диапазон измерений 5 – 20°С, напряжение питания 9V. Отметим, что фотометрический блок состоит из излучателя и светоприемника. В качестве излучателя был использован лазер на длине волны λ650 нм и мощностью 5 мВт, с корректирующей оптикой и в качестве светоприемника фотодиод ФД-7К.

Принцип работы рефлектометра заключается в следующем: падающий на поверхность зеркала световой поток после отражения с помощью фотодиода преобразуется в электрический сигнал. С помощью цифрового преобразователя сигнал в цифровом виде передается на экран измерительного панела.

Рефлектометр был испытан в ШАО. Для определения точности измерений в течение 5 месяцев относительно эталонного зеркала были проведены многочисленные измерения 5 образцов зеркал. Ошибки измерений были вычислены

методом среднеквадратических ошибок и по разным зеркалом были получены ошибки 0,31%, 0,32%, 0,59%, 0,47% и 0,66%. Была измерена отражательная способность зеркал горизонтального солнечного телескопа (АЦУ-5) ШАО до промывания и после него. Было получено, что отражательная способность зеркала с 63% повысилось до 84%. Проведены измерения отражательной способности целостатного зеркала горизонтального солнечного телескопа. Коэффициент отражения оказался равным 92,6%.

Полученные результаты подтверждают, что прибор имеет достаточно высокую точность измерений. Считаем, что с помощью данного прибора можно будет систематически контролировать отражательную способность оптических зеркал.

Spectral Variability of the Ae Herbig type Star HD 179218

Adigezalzade A.N.
N. Tusi Shamakhy Astrophysical Observatory of
Azerbaijan National Academy of Sciences

The Herbig Ae/Be type stars (HAe/Be) are pre-main sequence (PMS) objects of intermediate mass $2-10M_{\odot}$ and are considered to be the progenitors of Vega type stars, which are surrounded with a residual protoplanetary disks. Spectral monitoring of individual objects has shown that in the spectra of these stars are observed variable emission and absorption lines (see, for example, Praderie et al. (1986), Pogodin (1994), Rodgers et al. (2002), Mora et al., (2004)). The same features are also characteristic of classical T Tauri stars (CTTS) (see, for example, Johns & Basri (1995), Schisano et al. (2009) and references therein). It is known that in young stars, emission lines, as well as some absorption lines, are formed in the circumstellar disks or in the envelopes of the stars. Such circumstellar matter can often participate in accretion, polar outflows, winds and other forms of disk interaction with the central star. Tracking the variation in the observed spectral lines makes it possible to perform diagnostics of the physical processes that are occurring in the stellar atmosphere and in the circumstellar environment. In young stars, in particularly, these processes can directly affect the formation of the planets and their evolution. Consequently, one of the important problems in the study of the early stage of evolution of stars is the study of the characteristics of the circumstellar structure and the processes of interaction of the central star with the surrounding matter.

HD 179218 (MWC 614, Sp B9-A2) is an isolated HAe/Be type star. Despite the fact that the star is relatively bright comparatively to other HAe stars, it has been studied less. Only when the star was included in the catalog of The et al. (1994), it became the subject of active research. The circumstellar surroundings of the star were studied by IR photometry and speckle interferometry by Millan-Gabet et al. (2001), Prizkal et al. (1997), which did not reveal closely spaced components. Spectral studies of the star were performed by Miroshnichenko et al. (1998) and in more detail, Kozlova (2004), Kozlova and Alexeev (2017).

According to the classification of Meeus et al. (2001), the spectral energy

distribution (SED) of the star belongs to group I, i.e. starting with the infrared band K and further there is an excess of radiation excited in the dust. On the Mendigutıa et al. (2012) the profile of the line Hα is consisting of a stable single-peak structure. Perhaps the star has a close companion, about 2.5 arcsec apart (Wheelwright et al., 2010). Fedele et al. (2008) showed that the star has two dust rings at distances of 1 AU and 20 AU, and the space between from 1 to 6 AU from the star filled with gas. The magnetic field of the star was measured by Hubrig et al. (2009) where on the data 2008 they have got about 51 ± 30 G.

The purpose of this paper is to carry out monitoring of the spectral variability of the star on spectral lines obtained in the visual range of spectrum.

Spectral observations of the star were performed at the Cassegrain focus of the 2 m Karl Zayss telescope of ShAO of Azerbaijan NAS by using an echelle spectrometer constructed on the base of the spectrograph UAGS (Ismailov et al., 2013). As a light detector we have used a CCD with 530×580 elements. Observations were performed in the range $\lambda 4700-6700$Å. The spectral resolution is $R = 14\,000$. The mean signal to noise level in the region of the line Hα is $S/N = 80-100$, and in the region of the line Hβ, is $S/N = 30-40$. Reduction and calibration of the spectrograms is performed in the DECH programs (Galazutdinov, 1992). The method of observations and material processing is described in more detail in the work of Ismailov et al. (2013).

Table 1 shows the log of observations, where in columns are respectively presented the names of the spectrum, the Gregorian and Julian dates, the signal accumulation time and the signal-to-noise ratio in the region of the line Hα. Observations were conducted for the season May–September 2015. In total, 28 pairs of spectrograms were obtained for 28 nights of observations. For to control of instrument stability and position measurements the spectra of standard stars HR 7300 and HR 7734 for each night were obtained. The equivalent widths EW, the bisector radial velocities $V_{\rm bis}$, the radial velocities at the peak of the line $V_{\rm p}$, the half-widths FWHM (full width at half maximum), the central depths R? (intensities) of lines Hα, Hβ, HeI λ5876Å, D1, D2 NaI, SiII ?6347, 6371Å, [OI] λ6300, 6363Å and diffuse interstellar bands DIB λ5780 and 5797Å were measured.

The average error in the intensity measurements as a function of the S/N level was $0.4-0.5\%$ in the region of the Hα line and up to 1% in the region of the Hβ line. Depending on the S/N level, errors in equivalent widths measurements, for example, were from 3% for Hα, up to 30% for [OI] λ6300, 6363Å lines. The average error in measuring the radial velocities for individual spectral lines in the spectra of standard stars does not exceed $\pm 1.5-2.0$ km/s.

The speed of rotation of HD 179218 in Bernacca & Perinotto (1970) is 60 km/s, and Guimaraes et al., (2006) gives the value $v \sin i = 72 \pm 5$ km/s. According to Dent et al. (2005), the angle of inclination to the axis of rotation of the star is about 40°. Then, if we consider the observable minimum characteristic time equal to 10 days, for the rotation speed of the star we obtain $v = 112 \pm 8$ km/s

Табл. 1. The log of observations of the star HD 179218

Spectre	Date	JD 2450000+	t (sec)	S/N
ks 6096-97	31.05.2015	7174.3138	1800	94
ks 6103-04	02.06.2015	7176.3444	1800	89
ks 6113-14	04.06.2015	7178.3034	1800	103
ks 6150-51	08.06.2015	7182.3042	2100	90
ks 6154-55	16.06.2015	7190.2681	2100	93
ks 6204-05	17.06.2015	7191.3021	2000	89
ks 6220-21	18.06.2015	7192.2757	1800	99
ks 6233-34	20.06.2015	7194.3174	1800	91
ks 6275-76	21.06.2015	7195.2604	1800	97
ks 6286-87	24.06.2015	7198.2736	1800	91
ks 6328-29	27.06.2015	7201.3125	1500	96
ks 6343-44	29.06.2015	7203.2667	1800	98
ks 6369-70	30.06.2015	7204.3042	1500	87
ks 6387-88	09.07.2015	7213.3222	1500	98
ks 6424-25	10.07.2015	7214.3278	1500	99
ks 6437-38	11.07.2015	7215.2778	1500	98
ks 6448	11.07.2015	7215.2958	1500	90
ks 6449	12.07.2015	7216.2938	1500	87
ks 6460	23.07.2015	7227.3139	1500	86
ks 6491	26.07.2015	7230.2590	600	97
ks 6528-29	29.07.2015	7233.2625	1500	94
ks 6585-86	30.07.2015	7234.2882	1500	98
ks 6602-03	31.07.2015	7235.2681	1500	101
ks 6614-15	01.08.2015	7236.3104	1500	100
ks 6635-36	03.08.2015	7238.3500	1500	102
ks 6716-17	09.08.2015	7244.2451	1800	99
ks 6815-16	16.08.2015	7251.2715	1500	109
ks 6831-32	18.08.2015	7253.2618	1800	108

and for the star radius — about $22R_\odot$, which is not reasonable and differs significantly from the data of Alecian et al., (2008) ($4.8R_\odot$). An even greater discrepancy is obtained for the radius if we take the angle $i = 20°$, as suggested by Leinert et al. (2004). This means that the observed cycle of about 10 days can not be a period of axial rotation of the star. Recall that the characteristic time of 10 days is obtained from the variation in the radial velocities of the peak of the dominant emission component and the intensity of the line. Therefore, it should be assumed that it arises in the outer parts of the disk. However, if the observed 10-day activity is related to the axial rotation of the disk, it can be assumed that such a variation could occur at the boundary between the accretion and outflow streams. Then one of the assumptions of the cause of the observed variations in the emission lines of the star may be the existence of a stellar magnetosphere. In favor of the possibility of the existence of magnetospheric accretion, the star is also proposed in the work of Mendigutıa et al. (2017). The dispersion of velocities found in our work along different lines indicates that lines with a higher ionization potential can form in the accretion zone. The main indicator of the existence

of the magnetosphere of a star is the magnitude of the magnetic field. In classical T Tauri stars, for which the presence of the magnetosphere is assumed, the magnitude of the magnetic field is several kilograms (see, for example, Bouvier et al., 2007). However, the result of measuring the magnetic field of star HD 179218 shows the existence of a weak magnetic field (Hubrig et al., 2009).

It is also possible that a star can be a spectral-double or multiple system. In fact, it is difficult to explain the observed wave-like variation of the radial velocities and other parameters of the Hα line. Kozlova & Alekseev (2017) showed that the dependence of the brightness V on the color index $V-I$ has two separate distributions. This fact is accepted by the authors in favor of the duality of a star. The time of our observations from May to September 2015 corresponds to the minimum of the 4000-day cycle of variability found in Kozlova & Alekseev (2017). Therefore, the observed features of the variation in the spectrum of a star in the Hα line can be related to the moment of the star's stay at the minimum of the 4000-day cycle. Then the results obtained by us, perhaps, are a kind of unique event and can be observed only in the minima of the 4000-day cycle. Our observations have shown that in order to elucidate these questions it is necessary to perform a more dense series of photometric and spectral observations of the star.

Based on the results obtained in this paper, we can draw the following conclusions:

1. There are two wave-like variations lasting about 40 days each, in the parameters of the emission component of the Hα line in the spectrum of the star HD 179218. The first wave is deeper, the second is relatively less significant, and possibly distorted by fluctuations.

2. An unusual variation in the profile of the Hα line near the minimum in the descending and ascending branches of the first wave of variations in the spectral parameters was observed. At the entrance to the minimum and during the passage of the minimum, the appearance and disappearance of additional emission components in the Hα line was detected. The displacement of each component corresponds to approximately ± 150 km/s. During the rest of the observation time, such profiles were no longer detected.

3. With the first wave of variations, the parameters of the Hβ line showed a synchronous variation in time with the line Hα. At the time of appearance of additional emission components near the Hα line, narrower and deeper components appear at the Hβ line.

4. Within each 40-wave of variations, a small amplitude fluctuation of the radial velocities of the peak of the emission component and the intensity of the Hαline with a characteristic time of about 10–20 days is observed. Also, the half-widths and intensities of the Hβ line more clearly demonstrate the existence of 10–20 day wave-like variations.

1. *Praderie F., Simon T., Catala C., Boesgaard A.M.* // Ap.J. — 1986. — Vol. 303. — P.311.

2. *Pogodin M.A.* // Astronomy and Astrophysics. — 1994. — Vol. 282. — P.141.
3. *Rodgers B., Wooden D.H., Grinin V., et al.* // Ap.J. — 2002. — Vol. 564. — P.405.
4. *Mora A., Eiroa C., Natta A., et al.* // Astronomy and Astrophysics. — 2004. — Vol. 419. — P.225.
5. *Johns C. M., Basri G.* // A.J. — 1995. — Vol. 109. — P.2800.
6. *Schisano E., Covino E., Alcalá J.M., et al.* // Astronomy and Astrophysics. — 2009. — Vol. 501. — P.1013
7. *The P.S., De Winter D., Perez M.R.* A&ASS. — 1994. — Vol. 104. — P.315.
8. *Millan-Gabet R., Schloerb F.P., Traub W.A.* // Ap.J. — 2001. — Vol. 546. — P.358.
9. *Pirzkal N., Spillar E.J., Dyck H.M.* // Ap.J. — 1997. — Vol. 481. — P.392.
10. *Kozlova O.V.* // Astrophysics. — 2004. — Vol. 47, No. 3. — P.287.
11. *Kozlova O.V., Alekseev I.Yu.* // ASP Conf. Ser. — 2017. — Vol. 510. — P.153.
12. *Meeus G., Waters L.B.F.M., Bouwman J., et al.* // Astronomy and Astrophysics . — 2001. — Vol. 365. — P.476.
13. *Mendigutıa I., Mora A., Montesinos B., et al.* // Astronomy and Astrophysics. — 2012. — Vol. 543. — P.A59.
14. *Wheelwright H.E., Oudmaijer R.D., Goodwin S.P.* // Monthly Notices Royal Astron. Soc. — 2010. — Vol. 401. — P.1199.
15. *Fedele D., van den Ancker M.E., Acke B., et al.* // Astronomy and Astrophysics. — 2008. — Vol. 491. — P.809.
16. *Hubrig S., Stelzer B., Schöller M., et al.* // Astronomy and Astrophysics. — 2009. — Vol. 502. — P.283.
17. *Ismailov N.Z., Bahaddinova G.R., Kalilov O.V., Mikailov Kh.M.* // Astrophys. Bull. — 2013. — Vol. 68, No.2. — P.196.
18. *Galazutdinov G.A.* // Preprint of the Special Astrophysical Observatory. — 1992. — No. 92.

Spectroscopic variables of the supergiant star HD187982

Baloghlanov A.Sh.

Shamakhy Astrophysical Observatory of Azerbaijan National Academy of Sciences

According to the latest information the star HD187982 (A2Ia; $m_v = 5.58^m$; $T_{\rm eff} = (9300 \pm 250)$ K; $v \sin i = (15 \sim 6)$ km/s) is a supergiant of the PCyg type, and belongs to the Vul OB4 associations and logg $= 1.60 \sim 0.15$, $M/M_\odot = 15$, $R/R_\odot = 78$. This star has been little studied spectrally.

Study of supergiant HD187982 is interesting and relevant from the point of view of studying the nature of the changes in the profiles of the Hα, Hβ, Hγ and other lines in the spectrum of this star.

The spectral observations of the star HD187982 have been performed in the period 2013-2015 in the Cassegrain focus of the 2 meter telescope of the Azerbaijan NAS ShAO with the use of an echelle spectrometer collected on the basis of the UAGS spectrograph.

The profile of the Hα line is observed in two following forms in the spectra of the star HD187982:

a) The profile of Hα line consists of a strong absorption and weak emission component, which is observed on the red wing of the Hα line.

b) The profile of the Hα line is observed in the absorption.

Our studies have showed that in the spectrum of the supergiant HD187982, the absorption of the Hα line profile as a function of the instability phase of the star atmosphere has a complex structure. On the other hand, we have established that a change in the radial velocity in the H? line shows an interesting similarity to the shape of the Hα profile.

In addition, we have estimated the radial velocity and the value of the residual intensities of strong and weak absorption lines (HeI, NeI, FeII, SiII, OI, CrII, SII, MgI, TiII, MnII, etc.) in the interval of 4700 – 6700Å, which are formed in deep effective layers of the atmosphere of the supergiant HD187982. The velocities are measured by the absorption peaks of the profiles. In this star, the mean value of the radial velocity of the absorption line has been found which is formed in the photosphere — $V_r' = -3.0$ km/s (Fig. 1). This radial velocity refers to the centre of mass of the star. This value is close to the value obtained by SIMBAD, the astronomical data of the base, which the authors found $V_r = -2.9$ km/s.

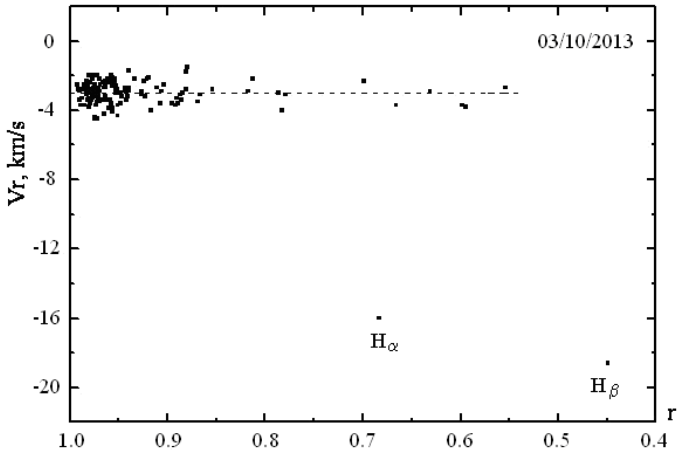


Рис. 1. The radial velocity and the value of the residual intensities of strong and weak absorption lines that are formed in the deep effective layers of the atmosphere of the supergiant HD187982

Summarizing the observational data obtained and the measurements made, the following conclusions can be drawn. It is known that the line Hα is formed in the upper layers of the atmosphere, with respect to other lines. The change in the radiation flux of the star and the outflow of matter (stellar wind) creates a corresponding change in the upper layers of the atmosphere and in the envelope. As a result, the profiles of the absorption and emission components of the Hα line change. Changes in the profiles of the Hα line in the spectrum of HD187982 can be the result of ejection of matter and excitation of the envelope.

Characterizing the infrasonic signal generated by the Chelyabinsk celestial body: global statistics

Chernogor L.F.[1], *Guo Qiang*[2], *Rozumenko V.T.*[1], *Shevelev M.B.*[1]
[1]V.N. Karazin Kharkiv National University
[2]Harbin Engineering University, China

The Chelyabinsk meteoroid invaded the Earth's atmosphere at 03:20:22 UT on February 15, 2013. The passage and explosion of the celestial body was accompanied by a myriad of physical processes. An important role among them was played by the generation and propagation of infrasonic signals [1–4]. The results of the infrasonic measurements were presented in several papers. In [1] the infrasonic effects of the Chelyabinsk meteoroid have been studied using data from nine infrasonic stations located in Eastern Europe, Siberia, and the Kamchatka Peninsula. In [2, 3] the system spectral analysis has been done of the infrasonic signal data acquired at the German station in Antarctica. In this study, the global-scale features of the infrasound signals have been studied using data acquired by 15 stations included in the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization's (CTBTO) International Monitoring System.

The purpose of this paper is to conduct a multiple regression analysis to fit the signal celerity and the distance, the signal celerity and the sine of the back-azimuth, the signal duration and the distance, the signal amplitude and the distance, and the period and the period estimated by two techniques; the obtained relations have been approximated by simple analytical functions. Here, the term distance means the distance between the infrasonic source and the corresponding infrasonic station.

The main results of this study are as follows (see also [4]).

The time delay of the infrasonic signal increases linearly with increasing distance between the infrasound source and a station. The celerity of the infrasonic signal averaged over all trajectories is equal to 291 m/s. The scatter diagram of the celerity versus distance is approximated by a constant $v \approx 286 \pm 21.5$ m/s, due to a wide point spread. The scatter diagram of the celerity versus the sine of the signal back-azimuth (calculated and that inferred from the measurements) is approximated by a linear regression fit. The averaged over all trajectories celerity varies from 287 m/s to 288 m/s, and tropospheric-stratospheric wind from 12 m/s to 14 m/s. The scatter diagram of infrasonic signal duration versus distance is approximated linearly. The signal duration near the source is about 10.7 min. The most prominent harmonics occur in $19-85$ s period range when they are estimated at maximum amplitude, T_{amp}, or in $17-82$ s period range when they are estimated at maximum power spectral density, T_{PSD}, in the infrasonic spectra obtained at different stations. The periods averaged over 15 and 13 stations are equal to approximately $\overline{T}_{\mathrm{amp}} = 36.73$ s and $\overline{T}_{\mathrm{amp}} = 37.05$ s, $\overline{T}_{\mathrm{PSD}} = 39.13$ s and $\overline{T}_{\mathrm{PSD}} = 35.12$ s, respectively. A scatter diagram of the infrasonic wave amplitude versus distance has been plotted and a regression fit has been found. A decrease in amplitude exhibits a decrease rate only insignificantly exceeding that on a

spherically spreading wave front.

1. *Chernogor L.F.* Chelyabinsk Meteoroid Acoustic Effects // Radio Phys. Radio Astron. — 2017. — Vol. 22, No. 1. — P.53–66.
2. *Lazorenko O.V., Chernogor L.F.* System Spectral Analysis of Infrasonic Signal Generated by Chelyabinsk Meteoroid // Radioelectron. Commun. Syst. — 2017. — Vol. 60, Is. 8. — P.331–338.
3. *Chernogor L.F., Shevelev M.B.* Parameters of the Infrasonic Effects that Generated by the Chelyabinsk meteoroid on February 15, 2013 // Visnyk Kharkivs'koho natsional'nogo universytetu imeni V.N. Karazina. Serija «Radiophysica ta electronica». — 2017. — Vol. 26. — P.80–83 (In Russian).
4. *Chernogor L.F., Shevelev M.B.* Characteristics of the infrasound signal generated by Chelyabinsk celestial body: global statistics // Radio Phys. Radio Astron. — 2018. — Vol. 23, No. 1. — P.24–35 (in Russian).

Development of concept for detecting of nanoveziculus and viruses in astromaterials and defining their biosecurity

Kozyorskaya N.O.[1], *Vidmachenko A.P.*[2,3]

[1]Institute of Molecular Biology and Genetics of NAS of Ukraine

[2]Main astronomical observatory of NAS of Ukraine

[3]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Microorganisms combine archaebacteria (or archaea), bacteria and eukaryote. The first two are characterized by prokaryotic cell structure. They lack a cell nucleus, and nuclear DNA has the form of a molecule enclosed in a ring, and is localized directly in the cytoplasm. In the cells of the eukaryote there is a nucleus and other organelles that are separated from the cytoplasm by membranes. This difference in the structure of prokaryotic and eukaryotic cells is one of the most important characteristics in describing the diversity of the entire organic world. Prokaryotes may have been the first inhabitants of the Earth and due to them life activities — a biosphere on the Earth was created, which determined the development of all other organisms. It is archaebacteria that is the oldest representatives of living organisms, which at the early stages of the Earth began to receive energy by converting inorganic elements [12]. The most striking classic example of the microbial community is the cyanobacterial mats. Cyanobacteria are oxygen-based, because they emit oxygen in photosynthesis. Purple and green bacteria, which do not emit oxygen during photosynthesis, are called anoxygenic phototropic bacteria. Nanostructures such as membrane vesicles and viruses are manifested in rocks of comets, asteroids, meteorites, and the like [1]. They are considered as non-cellular forms of life, which are deposited to the biosphere of the Earth from outer space. Such nanoscale structures can be used as markers of life or forms that are associated with life in the universe. There are many dangers they can cause to human (or animal) health, and biosphere in general. Many methods and tools are now known to recognize these dangers for terrestrial microorganisms. But very little attention is paid in this regard to microbial nanostructured vesicles, especially for the determination of biological safety in

relation to extraterrestrial nanotubes, which, for example, intrude from outer space into the earth's atmosphere with the meteoroid substance or with space debris. This type of biomarker can potentially be found on many bodies in the solar system [2–7]. We have developed and used during 2013–2017 special surveillance device systems for recording traces of space invasions into the sky above Kiev within the framework of the "Unified network of Churyumov". The purpose of this project is to observe and analyze the celestial objects of the solar system (terrestrial planets, planetary satellites, asteroids, cometary nuclei, meteorites, etc.) for the purpose of their research to find the potential possibility of existence of biosignals from possible simplest forms of life [8, 9, 11], for the study of extraterrestrial bionannostructures as markers of living in the extraterrestrial space, their safety when entering the earth's conditions, as well as the observation of space invasions within the framework of the "Unified network of Churyumov". The project envisages developing a concept for detecting possible nanovecicles in micrometeorites and other types of astromaterals that can be captured with special traps installed on the ISS on manned spacecraft, or in the atmosphere of the Earth — during powerful meteor streams — using specially made traps that can be installed on aircraft, and carry out surveillance of space invasions [10]. Together with the Institute of Molecular Biology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, it is planned to model the stability of prokaryotic and eukaryotic nanovesicles in the conditions of stressed conditions, and/or during their stay at the ISS. According to the results of the research, a concept for detecting nanovesicles and viruses in micrometeorites and the peculiarities of determining their biosecurity can be developed.

1. *Astafieva M.M., et al.* (2010) Proceedings SPIE, 7819, id. 781907.
2. *Gillet Ph., et al.* (2000) EPSLet, 175(3–4), 161–167.
3. *Gorlenko V.M., et al.* (2000) OLEB, 30(6), 567–577.
4. *Vidmachenko A.P.* (2016) 5ISC APr, Vinnytsia, FOP Kostiuk, 43–48.
5. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.16–17.
6. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.14–16.
7. *Vidmachenko A.P.* (2016) BPDMars AE, Hyatt, Tahoe, #2002.
8. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.
9. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.17.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.53.

11. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.12.
12. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція “Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики”, Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.91.

Cassini-Huygens space mission’s onboard scientific payload

Stankevich S.A.
Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth, NAS of Ukraine

The main objective of the Cassini mission was to study Saturn and its moon Titan, as well as delivery of Huygens descent probe to Titan’s surface.

The Cassini spacecraft dimensions are 6.7×4 m and a starting mass is 5.71 tons, including the Huygens probe (320 kg), scientific instruments (336 kg) and fuel (3.13 tons). The Cassini was launched on October 15, 1997 from the Cape Canaveral (Florida) by Titan IVB rocket with Centaur booster. The spacecraft was active in space for nearly 20 years, of which 13 years it conducted research of Saturn and its moons.

12 scientific instruments were mounted onboard the Cassini spacecraft, and additionally 6 — onboard the Huygens landing probe. These instruments are designed to collect data in various bands of electromagnetic spectrum, to investigate dust particles and plasma inside the Saturn’s magnetosphere, as well as to explore the Titan’s atmosphere and partially — its surface. The general view of the spacecraft Cassini is shown in Fig. 1.

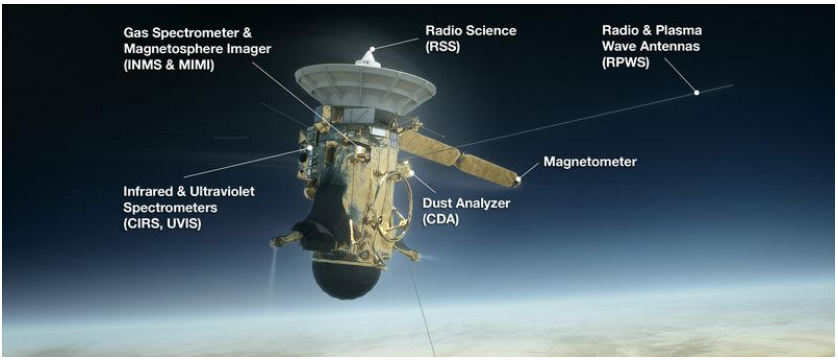


Рис. 1. Cassini-Huygens assembly

Composite Infrared Spectrometer (CIRS) measured the infrared thermal radiation in three ($7.16-9.09$ μm, $9.09-16.67$ μm, and 16.67 to 1000 μm) spectral bands. Also it functioned as a remote-sensing thermometer. The Imaging Science Subsystem (ISS) consisted of both wide-angle and narrow-angle digital cameras, which are sensitive in ultraviolet, visible, and near-infrared bands. Ultraviolet Imaging Spectrograph (UVIS) acquired images in far and extreme ultraviolet band (55.8 to 190 nm). The Visible and Infrared Mapping Spectrometer

(VIMS) collected a hyperspectral imagery of 352 separate narrow channels. VIMS was two cameras in a single instrument: first VIMS-V is for visible band ($0.35-1.07$ μm, 96 channels), the other VIMS-IR for infrared band ($0.85-5.1$ μm, 256 channels).

Radar instrument provided imaging of microwave reflectance and surface radiometry of targets in 13.78 GHz Ku-band. Radar includes the Synthetic Aperture Radar (SAR) imager ($0.35-1.7$ km spatial resolution), altimeter ($24-27$ km horizontal, $90-150$ m vertical resolution) and passive radiometer ($7-310$ km spatial resolution). The Radio Science Subsystem (RSS) provided a radio-communication between the spacecraft and Earth at three radio bands: S (approximately 14 cm wavelength), X (approximately 4 cm), and Ka (approximately 1 cm) simultaneously. Fields and particles measurements

Cassini's Plasma Spectrometer (CAPS) intended for detecting and analyzing plasma (ions and electrons) in the vicinity of the spacecraft. CAPS consists of three sensors: the electron sensor, the ion mass spectrometer, and the ion beam sensor. Cosmic Dust Analyzer (CDA) explores composition of Saturnian dust particles varies based on their origin and other factors. The CDA had two types of sensors: the high-rate detectors and the dust analyzer. The Ion and Neutral Mass Spectrometer (INMS) was capable of determining the chemical, elemental and isotopic composition of the gaseous and volatile components of the neutral particles and the low energy ions. Dual Technique Magnetometer (MAG) recorded the direction and strength of magnetic fields around the spacecraft. Magnetosphere Imaging Instrument (MIMI) had three sensors: the Low-Energy Magnetospheric Measurement System (LEMMS), the Charge-Energy-Mass Spectrometer (CHEMS), and the Ion and Neutral Camera (INCA) which are determined the charged particle populations of Saturn's magnetosphere, as well as how the magnetosphere interacts with the solar wind. Radio and Plasma Wave Science (RPWS) instrument detected radio and plasma waves using a suite of antennas and sensors.

The Huygens Probe was an advanced spacecraft intended for landing at surface of Saturn's moon Titan. The Huygens payloads are: Huygens Atmospheric Structure Instrument (HASI) instrument contained a suite of sensors that measured the physical and electrical properties of Titan's atmosphere. Doppler Wind Experiment (DWE) measured the wind speed during Huygens' descent through Titan's atmosphere. Descent Imager/Spectral Radiometer (DISR) made a range of imaging and spectral observations using several sensors and fields of view. Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GCMS) was a versatile gas chemical analyzer for Titan's atmosphere. Aerosol Collector and Pyrolyser (ACP) vaporized atmospheric aerosol particles and decompose the complex organic materials. Surface-Science Package (SSP) contained a number of sensors designed to determine the physical properties of Titan's surface at the point of impact.

On September 15, 2017, NASA reported the termination of the Cassini extended mission. The spacecraft was steered to the Saturn's atmosphere of and burnt out.

Similarity of Mars and Mercury for terraforming and settling of people

Steklov A.F.[1,2], *Vidmachenko A.P.*[1,3]
[1]Main astronomical observatory of NAS of Ukraine
[2]Interregional Academy of Personnel Management
[3]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

We compared the main characteristics of the planets Mars and Mercury in the form normalized on the parameters of the planet Earth [13]. Both planets turned out to be similar and close in terms of terraforming techniques, and conditions of comfortable human habitation in long term endo-planetary stations (LTEPS) under the surface of a particular planetoid. Mars and Mercury also turned out to be similar on the vital activity of some other representatives of the Earth's biosphere. Our detailed analysis of the temperature distribution both over the entire surface of these planets, and in the conditions of their diurnal and annual variations on different latitudes and on Mars and on Mercury — showed that each of these planets has its advantages for the first terraforming [8].

Therefore, we believe that the generally accepted opinion about the significant advantages of Mars for colonization [4] in the coming decades — still needs solid evidence. This should be checked by comparing in detail the future technologies of deployment for settlements under the surfaces, both on Mars and on Mercury. And the creation of the first settlements below the surface (endo-settlements) on the Moon should be considered as a "dress rehearsal" before terraforming both Mars and Mercury [9]. The weight of an astronaut in such endo-settlements on other planets and planetoids is the main parameter for ensuring his long-term vital activity. Comparison of the dimensions, mass, density and acceleration of gravity for the Earth, Mars, Mercury, other planets and planetoids are the main parameters that affect the life support of humans and other representatives of the biosphere, of which we need [1]. In this case, all possible evolutionary modifications of people (astronauts) for Mars and Mercury will be almost identical. And astronauts themselves will not be able to distinguish Mars from Mercury [2, 12] when they are in subsurface volumes of vital activity with similar artificially created conditions inside the LTEPS "cocoons" [11]. In the same place, all the representatives of the Earth's biosphere, selected by us, will be able to settle down, which will provide the astronauts with the "comfort of biological diversity" and the necessary biological resources. The difference is only in different possibilities quickly, technologically, easily, optimally and inexpensively build and put into operation as separate LTEPS "cocoons", and of sub-surface medium and large endo-settlements, connected in one whole village. Fortunately, these conditions, for the implementation of construction technologies on Mars, Mercury, and on the Moon — are similar, or even identical [3, 5–7]. Build on all three objects it is necessary in very low temperatures. To build on all three planets it is necessary in very low temperatures. Because the night on Mercury continues about 58 terrestrial days, it is during this time that we will need to complete this

construction. That is, it is necessary to build on Mercury from sunset to sunrise. On Mars will have to build at an average daily temperature of about −40°C. So the technology of the endo-settlements construction will be almost identical. On the moon it is also preferable to build at night. That is, it is the Moon should be the first testing polygon for construction of endo-settlements. Especially, that to fly there easier, cheaper and faster. Well, if they are similar, then where is it easier and more profitable for us to build our subsurface settlements — on Mars or on Mercury? To do this, we need to carefully compare all the technological details [14]. But Mercury from many points of view is clearly not worse than Mars. After all, on Mercury at night the builders will be protected from the heat, and from the deadly solar wind [10]. And for this (even with our modern building technologies) 58 days are enough. This is a very important argument for choosing Mercury. And for latitudes of 70–85 degrees, calculations indicate the existence on Mercury of a comfortable and constant temperature of about +20°C at depths of 3–20 meters. However, it is necessary to compare other technological details of construction and internal structure of settlements, both for Mars and for Mercury. And on the Moon it is necessary to work out in detail all future technologies [1] of space construction of subsurface settlements. We invite our colleagues to a constructive dialogue.

1. *Burlak O., et al.* (2010) 38th COSPAR SA, 11.
2. *Morozhenko A.V., et al.* (2015) HigAst, 16, 182–182.
3. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2004) JAIS, 36(11), 27–31.
4. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P.* (2017) Workshop, USRA, LPI #1966, id.6010.
5. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2004) KNiT, 10(5/6), 21–27.
6. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2006) SSRes, 40(6), 462–467.
7. *Vid'machenko A.P., Morozhenko A.V.* (2005) 36LPSC, abstract #1015.
8. *Vidmachenko A.P.* (2003) NEA2003, Terskol.
9. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2009. — Т. 6. — С.131–137.
10. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
11. *Vidmachenko A.P.* (2016) BPDMAE, abstract #2002.
12. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — Т. 10. — С.6–19.
13. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAONASU, NULESU, PH Profi, 388.
14. *Vidmachenko A.P., et al.* (2000) NEA SRworkshop, LPI, 50.

Water in Solar system

Vidmachenko A.P.

Main astronomical observatory of NAS of Ukraine

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Water consists of two most common chemical elements in the universe: hydrogen and oxygen. At the study of the solar and other planetary systems, water was found on planets, their satellites, in cometary nuclei, in asteroids,

dwarf planets such as Ceres and Pluto [1–3, 7–12, 16, 17]. Water also occurs in the giant molecular clouds at interstellar space, in the materials of protoplanetary disks, in the atmospheres of exoplanets. In addition, in liquid form, water can also be under the surface. Most of the satellites of the giant planets also contain a huge amount of water ice [13–15]. Some satellites of Saturn and Jupiter even give evidence of the presence of oceans under their surface. These include, for example, Enceladus, Titan and Dione in Saturn; Europe, Ganymede and Callisto near Jupiter; Here we will also include the satellite of Neptune — Triton.

Under the icy surfaces of Europe and Enceladus, there are oceans of liquid water that are in contact with the mineral bottom. Ganymede may have a salty ocean beneath the surface, and it lies between the layers of ice. The Cassini spacecraft showed that the Enceladus satellite has active ice geysers. And recently observations with the help of Hubble Space Telescope confirmed the presence of geysers and on Europe satellite. This indicates the possibility of hydrothermal activity at the bottom of the oceans of these satellites. In recent years, with the help of spacecraft, it has been possible to detect traces of water ice in the eternally shaded craters of Mercury and the Moon [14]. That is, it should be said with great certainty that the solar system in many of its parts is saturated with water. Although there are regions that at the early stages of their existence have lost a huge amount of water.

For example, for Mars, evidence has been obtained that at one time on its surface for a long period of time there was a lot of water. The performed evaluations made it possible to conclude that the planet could once have such a reserve of liquid water to form a huge ocean. Now part of the water is in the polar caps of Mars, the other part is under the surface of the planet.The space that is closer to the star is hotter and drier than space — far from the Sun. There it is very cold and therefore the water is mostly in the form of ice [4–6, 18]. In the early years of the formation of the solar system, the temperature of the outer planets was quite high for existence of water there, sometimes even in form of liquids. And since now there is a lot of water on Earth, and even on Mercury, it is follows that it could well be brought to Earth, for example, by cometary nuclei and asteroids.

For the existence of life, it is necessary to have three main components that we know today. It is liquid water, chemical elements important for biological processes and energy sources that can be used by living organisms. And most likely, it can be, for example, hydrothermal activity, creating a suitable environment for living microorganisms.

1. *Churyumov K.I., et al.* (2013) 8th Conf. Meteoroids 2013. 077.
2. *Churyumov K.I., et al.* // Вісник Астрономічної школи. — 2014. — Т. 10. — С.37–42.
3. *Churyumov K.I., et al.* (2016) IC Meteoroids 2016. 63.
4. *Vid'machenko A.P.* (1985) KFNT. 1(5), 91.
5. *Vid'machenko A.P.* (1985) KPCB. 1(5), 101–102.
6. *Vid'machenko A.P.* (1997) KPCB. 13(6), 21–25.

7. *Vidmachenko A.P.* (2005) AstAlm. 52, 201–212.
8. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2012. — Т. 8. — С.136–148.
9. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.12–14.
10. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.10–12.
11. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2016. — Т. 12. — С.14–26.
12. *Vidmachenko A.P.* // Вісник Астрономічної школи. — 2017. — Т. 13. — С.27–37.
13. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2012) MAO NASU, Kyiv, Ltd, Dia, 255.
14. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2014) MAO NASU, NULESU, Kyiv PH Profi. 388.
15. *Vidmachenko A.P., Morozhenko O.V.* (2017) Kyiv, EPD of NULESU. 412.
16. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* (2007) AstAlm. 53, 195–207.
17. *Vidmachenko A.P.* (2015) AstAlm. 62, 228–249.
18. *Vidmachenko A.P.* // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Умань, 23–24 травня 2018 р. Програма і тези доповідей. — С.61.

Periodicity in changes of Jupiter's hemispheres activity factor is continues to recover in 2018

Vidmachenko A.P.
Main astronomical observatory of NAS of Ukraine
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

In [5–7, 9, 13, 14] we noted that even with small variations in the inclination of the rotation axis of Jupiter to the plane of the orbit (about 3°), the difference in reflectivity of clouds in the southern and northern hemispheres varies with time [1, 3, 15, 19, 20]. The cause of this may be the magnetosphere of the planet [10]. The presence of significant eccentricity of the orbit leads to the fact that the revolution of Jupiter around the Sun causes a change in the influx of solar energy to different hemispheres of the planet by almost 21% [2, 4]. This is due to the fact that the northern hemisphere is tilted toward the Sun at a time close to the summer solstice when it is in the perihelion of the orbit. The results of observations show a delay in the reaction of the atmosphere for 5–6 years by 21% change in the irradiation of the hydrogen-helium atmosphere [2]. We also showed [19, 20] that the ratio of the brightness of the northern and southern tropical and temperate regions A_j is a clear factor in the photometric activity of atmospheric processes on Jupiter. The existence of a seasonal reorganization of the planet's atmosphere indicates the existence of a cyclic character of the changes in A_j with a period of about 11.86 years for the results of observations in 1962—2018. According to the procedure given in [13, 14], we digitized and processed about another hundred images of Jupiter for 2017 and 2018, which

are taken from the sites [22–25]. Our comparison of the character of the change in the visual magnitudes of Jupiter M_J with the variations in the Solar activity from the Wolff numbers W for one and a half centuries — showed [8, 16, 17, 21] that the variation of the brightness has minima for odd, and maxima for even cycles of solar activity (SA). Changes in the brightness of Jupiter with the values of the orbital period (11.88 years), the doubled value of the orbital period (23.9 years) and the period of solar activity (11.1 years) are also found. If SA has a global impact on the planet, that seasonal changes manifest themselves in alternating variations of the optical properties of the different hemispheres of the planet. And in the presence of several factors influencing the formation of cloudiness, which have different values of the periods, the synchronization of their effect on the character of the emerging cloudiness should be observed. The nature of the change in the activity factor of the Jupiter hemispheres $A_J(T)$, which we calculated by the method of least squares, showed the presence of good agreement with the sinusoid with the value of the period 11.87 ± 0.06 earth years. However, from 1995 to 2013, the periodicity in changing the A_J relations was violated. Note that it was from the mid-1990s to 2013 that there was a maximum mismatch between the time of Jupiter's passage through the orbit at perihelion and aphelion, and the moments of minima and maxima of Solar activity. Starting in 2013, the agreement between the time of Jupiter's passing through selected points of the orbit and Solar activity cycles again became close to coincidence. That is, in 1963–1995 the correlation between the changes in factor A_J, Solar activity and the moments of passage of perihelion and aphelion of the orbit — was high, and the nature of the changes was synchronized. After 1995, inconsistency in the supply of Solar energy to northern and southern hemispheres of Jupiter and its movement in orbit — has become significant. But after 2014, the periodicity in the change of photometric characteristics of the northern and southern hemispheres of Jupiter again becomes coordinated [14]. And the data for 2017 and 2018 confirm the improvement of the matching of the course of the $A_J(T)$ dependence, SA index and the irradiation regime of Jupiter by the Sun as it moves along the orbit.

1. *Klimenko V.M., et al.* (1980) Icarus. 1(42), 354–357.
2. *Kuroda T., et al.* (2014) Icarus. 242, 149–157.
3. *Steklov A.F., et al.* (1983) Sov. Ast. Let. 9, 135–136.
4. *Vid'machenko A.P.* (1991) AV, 25, 277–292.
5. *Vid'machenko A.P.* (1985) KFNT. 1(5), 91.
6. *Vid'machenko A.P.* (1997) KPCB. 13(6), 21–25.
7. *Vid'machenko A.P.* (1985) KPCB. 1(5), 101–102.
8. *Vidmachenko A.P.* (1994) KPCB. 10(5), 62–68.
9. *Vidmachenko A.P.* (2017) KPCB. 33(6), 291–294.
10. *Vidmachenko A.P.* (2015) KPCB. 31(3), 131–140.
11. *Vidmachenko A.P.* (1987) KPCB. 3(6), 9–12.
12. *Vid'machenko A.P.* (1999) KPCB. 15(5), 320–331.

13. *Vidmachenko A.P.* (2016) KPCB. 32(4), 189–195.
14. *Vidmachenko A.P.* (2016) KPCB. 32(4), 283–293.
15. *Vidmachenko A.P.* (1986) KPCB. 2(1), 54–56.
16. *Vidmachenko A.P.* (1997) KPCB. 13(6), 21–25.
17. *Vidmachenko A.P.* (1999) SS Res. 33, 464–469.
18. *Vidmachenko A.P.* (1994) KPCB. 10(5), 52–56.
19. *Vidmachenko A.P., et al.* (1984) Sov. Ast. Let. 10, Sept.-Oct., 289–290.
20. *Vidmachenko A.P., et al.* (1984) PAZh. 10, 691–695.
21. *Wagener R., Caldwell J.* (1988) Icarus. 74(1), 141–152.
22. http://kardasis.weebly.com/ — Manos Kardasis.
23. http://obs.nineplanets.org/obs/obslist.html — Amateur Astronomical Observatories.
24. http://www.acquerra.com.au/astro/gallery/jupiter/index.live — Anthony Wesley.
25. http://www.popastro.com/planetary/index.php

2. Науки про Землю

Анализ вычисленных по модели «Атмосфера» дополнений к деформациям поверхности земли РСДБ-станции «Симеиз»

Вольвач А.Е., Курбасова Г.С., Вольвач Л.Н

Крымская астрофизическая обсерватория, отдел геодинамики и радиоастрономии

Радиотелескоп РТ-22 (РСДБ-станция «Симеиз») активно участвует в Международных проектах по поддержке пространственно-временных справочных систем для мониторинга глобальных изменений и для точной навигации в космосе. Один из таких проектов разработан в отделе исследований DFG (Deutshe Forschungsgemeinschaft). Целью этого проекта является предоставление квазиинерциальной системы отсчета, реализованной согласованным положением квазара и земной системы отсчета на основе общего набора параметров и, в частности, на однородных геофизических моделях: «Океан», «Атмосфера», «Гидрология». В 2015 году в центре внимания комбинационного центра (CC — Combination Centre) в DGFI-TUM (Deutsches Geodťisches Forschungsinstitut) была реализация ITRS в виде DTRF2014. Для вычисления DTRF2014 были предоставлены временные ряды данных на основе четырех космических геодезических методов GNSS, VLBI, SLR и DORIS. Эта реализация основана на одних и тех же входных данных, а именно ITRF2014 и JTRF2014. В настоящее время доступны шесть дополнительных лет наблюдений по сравнению с DTRF2008. Приведены результаты выполненного нами анализа данных о дополнениях к деформациям Земли dUp, dN, dE в пункте Кацивели (станция «Симеиз»), вычисленных по модели «Атмосфера» в отделе исследований DFG на основе наблюдений в сети РСДБ с участием РТ-22. Квази-инерциальная система отсчёта DTRS, реализованная в отделе исследований DFG, включает поправки к деформациям Земли, вычисленные с помощью однородных геофизических моделей: «Океан», «Атмосфера», «Гидрология». Анализ трёх временных рядов поправок к деформациям Земли станции РСДБ «Симеиз», вычисленных по модели «Атмосфера» за период 1980–2014 гг., обнаружил существенное колебание с периодом 1 год в восточной и вертикальной составляющих. Параметры этого колебания для каждой составляющей поправок устойчивы к изменению порядка n синусоидальной модели. Кроме годовой волны, модель при $n=2$ и $n=3$ содержит колебания с периодами около 370, 353, 182 суток. В северной составляющей отсутствуют непрерывные периодические колебания в рассматриваемом интервале частот. В итоге можно предположить, что генерация периодических колебаний в рассматриваемом интервале частот связана с динамикой движения Луны и Земли вокруг Солнца.

Накопичення важких металів у ґрунті та Hypericum perforatum L. в залежності від умов проростання

Довгопола К.А., Гаркава К.Г.

Національний авіаційний університет, Київ

Дикорослі трав'янисті рослини являють собою цінний природний ресурс, який відіграє важливу роль у функціонуванні природних екосистем і є джерелом рослинної харчової і лікарської сировини. Вивчення забруднення природного середовища — важливий напрямок досліджень, оскільки нагромадження важких металів у ґрунті і рослинах — один із показників забруднення атмосфери.

Для встановлення вмісту важких металів були взяті зразки ґрунту та квітучі верхівки пагонів звіробою звичайного (Hypericum perforatum L.) Зразки відбирали на території, прилеглій до аеродрому "Жуляни" Київської області та Ніжинського аеродрому Чернігівської області.

Вміст важких металів (Cd, Zn, Pb, Cu) у ґрунті визначали з використанням 1н HCl, в рослині — HNO_3 (1 : 1) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 [1]. Для оцінки забрудненості ґрунтів було використано коефіцієнт техногенної концентрації Кс [2]. Для визначення інтенсивності міграції важких металів з ґрунту в рослини використано коефіцієнт біологічного поглинання Кбп [3].

Результати аналізу вмісту важких металів в зразках ґрунтів та звіробою звичайного, зібраних поблизу аеродрому "Жуляни" та Ніжинського аеродрому, наведені в табл. 1–2.

Табл. 1. Вмісту важких металів в зразках ґрунту

Місце відбору проб ґрунту	Cu		Zn		Pb		Cd	
	мг/кг	Кс	мг/кг	Кс	мг/кг	Кс	мг/кг	Кс
Київ "Жуляни"	5,37	0,26	12,8	0,26	12,68	1,27	0,34	0,68
Ніжин САЗ	2,4	0,12	19,46	0,4	12,7	1,3	0,17	0,34
Фоновий вміст	20	–	50	–	10	–	0,5	–
ГДК	55	–	100	–	32	–	3	–

Табл. 2. Вмісту важких металів в зразках звіробою звичайного

Місце відбору зразків	Cu (мг/кг)		Zn (мг/кг)		Pb (мг/кг)		Cd (мг/кг)	
	1х	Кбп	1х	Кбп	1х	Кбп	1х	Кбп
Київ "Жуляни"	9,41±0,9	1,75	37,31±2,5	2,9	1,34±0,2	0,1	2,6±1,8	7,6
Ніжин САЗ	7,65±0,6	3,18	35,45±2	1,82	0,65±0,03	0,05	0,34±0,02	2
ГДК	5,0	–	10,0	–	0,5	–	0,03	–

1х — вміст елемента у золі рослини

Проведені дослідження виявили, що вміст Zn, Pb та Cd в зразках ґрунту не перевищує норми. Внаслідок розрахунку Кс виявлено, що Cu, Zn і Cd вилуговуються із ґрунту. Лише для Pb Кс> 1, а отже, відбувається процес його накопичення. Результати досліджень показали, що вміст важких металів у рослинній сировині перевищує гранично-допустимі концентрації, це свідчить про високий рівень акумуляції іонів металів. Важкі метали за інтенсивністю

накопичення звіробоєм розташовуються в наступному порядку: Cd > Cu > Zn > Pb. Властивість рослин накопичувати важкі метали може бути використана як один із методів геомоніторингу та фітомоніторингу середовища.

1. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. — М., 1992. — 61 с.
2. *Петрук В.Г., Васильківський І.В., Іщенко В.А., Петрук Р.В., Турчик П.М.* Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник. — Вінниця: ВНТУ, 2013. — 253 с.
3. *Перельман А.И., Касимов Г.Н.* Геохимия ландшафтов. — М.: «Астрея», 1999. — 768 с.

Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рекреаційного потенціалу Вінницької області

Запорожець Л., Пєтух В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Територіально-рекреаційний комплекс Вінницької області є структурним утворенням, функціонально-компонентна структура якого представлена матеріально-речовими компонентами, серед яких значно переважають оздоровчі заклади (бази відпочинку та дитячі оздоровчі табори). Їх розподіл по території області є нерівномірним, що ускладнює їх використання в рекреаційній діяльності. Важливе значення має і розвиток лікувальної та пізнавальної рекреації, чому сприяє наявність лікувальних закладів та великої кількості туристичних маршрутів з використанням історико-культурних та природних пам'яток. Таким чином, на території Вінницької області формується оздоровчо-пізнавальний територіально-рекреаційний комплекс з великою питомою вагою лікувальних закладів.

У розміщенні лікувально-оздоровчих закладів Вінницької області можна виділити наступні особливості: орієнтація на природні рекреаційні ресурси — мінеральні води, лікувальні грязі, значні лісові масиви та мальовничість території. Розвитку пізнавальної рекреації у Вінницькій області сприяє наявність великої кількості пам'яток історії, архітектури, археології та мистецтва. Культурно-розважальний напрямок рекреаційної діяльності передбачає ознайомлення з історико-культурними пам'ятками області, відвідування музеїв, фестивалів та інших об'єктів культури. На сучасному етапі важливого значення набуває розвиток туристично-альтернативного напрямку рекреаційної діяльності. Даний напрямок є формою активного відпочинку з екологічно значимим наповненням. Серед напрямків екотуризму у межах Вінницької області, на нашу думку, доцільно розвивати: археологічний туризм, ландшафтно-екологічний, гідроекологічний, агроекологічний туризм та багато інших. Зважаючи на аграрну спеціалізацію Вінниччини важливим напрямком рекреаційної діяльності є сільський зелений туризм. На сучасному етапі сільський зелений туризм розвивається в багатьох районах області, серед

яких слід назвати Барський, Муровано-Куриловецький, Погребищенський, Могилів-Подільський.

У процесі досліджень встановлено, що у Вінницькій області є значні потенційні можливості для розвитку рекреаційного потенціалу. Але сучасний рівень розвитку туристичної і рекреаційної індустрії низький і не відповідає потребам населення та економіки. Для подолання існуючих диспропорцій у розвитку територіально-рекреаційного комплексу Вінницької області сформульовані основні напрямки його розвитку на найближчу перспективу, основними з яких є: використання вітчизняного та зарубіжного досвіду організації рекреаційної діяльності та її правового забезпечення; впровадження ринкових відносин в сфері рекреації; збільшення фінансування рекреаційної галузі; збереження та відновлення історико-культурних пам'яток та їх залученням в рекреаційний процес; розвиток перспективних напрямків туризму: культурно-екскурсійного, сільського зеленого, спортивно-оздоровчого, сакрального, екстремального тощо; підвищення рівня інфраструктурного забезпечення рекреаційного процесу з метою поліпшення рекреаційного обслуговування; проведення подальших наукових досліджень щодо виявлення та оцінки рекреаційних ресурсів області.

Отже, рекреаційна сфера області є однією з найперспективніших галузей сучасності та майбутнього. Її розвитку на території області сприятиме комплексна оцінка рекреаційно-ресурсного потенціалу, застосування нових методів господарювання і управління, створення оптимальної територіальної організації як усього територіально-рекреаційного комплексу, так і окремих його спеціалізованих ланок, максимальне освоєння рекреаційних ресурсів та їх охорона, що в умовах вільної конкуренції забезпечить насичення ринку високоякісними послугами і сприятиме комплексному соціально-економічному розвитку Вінницької області.

1. *Чернова Г.В.* Значення регіональної інфраструктури для розвитку територіально-рекреаційного комплексу Вінницької області // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Регіон-2006: стратегія оптимального розвитку" (15–16 травня 2006 р., м. Харків). — Харків: РВВ Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, 2006. — С.184–187.
2. *Чернова Г.В.* Аналіз рекреаційних потреб населення Вінницької області // Географія і сучасність. — К.: Вид-во Національного пед. ун-ту ім. М.П. Драгоманова, 2007. — С.220–223.
3. Туристичні ресурси Вінницької області [Електронний ресурс]: стаття. — 2012. — Режим доступу: https://mykrai.wordpress.com/2012/04/24/туристичні-ресурси-області/.

Дослідження зв'язку варіацій астрофізичних параметрів та сейсмонебезпечних процесів в Закарпатті

Ігнатишин А.В.[1,2], *Ігнатишин В.В.*[1]
Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту
геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
Кафедра географії та туризму Закарпатського
угорського інституту ім. Ференца Ракоці ІІ

Періоди виникнення землетрусів співпадають в часі із інтервалами швидких рухів верхніх шарів земної кори, викликаних різними причинами, в тому числі і дією Місяця та Сонця. Закарпаття в останній період характерне підвищеною сейсмічною активністю, зокрема в Закарпатському внутрішньому прогині. Безперервні геофізичні спостереження в регіоні дали можливість виявити особливості геодинамічного стану регіону, зокрема вплив гідрогеологічного стану на сейсмотектонічний стан. В Закарпатті Відділом сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України проводяться дослідження сучасних горизонтальних рухів кори в зоні Оашськогого глибинного розлому на Пункті Деформографічних спостережень "Королево" в смт. Королево Виноградівського району, де змонтовано горизонтальний кварцовий деформограф (напрямок "схід–захід"). Результати отримані під час деформометричних вимірювань важливі та необхідні для розуміння тих геологічних процесів, які проходять в Закарпатському внутрішньому прогині. За весь період геофізичних спостережень (1999–2017) отримано характеристики сучасних горизонтальних рухів — загальне розширення порід, яке перебуває в стадії знакозмінного процесу починаючи з 2012 року: реєструються почергово розширення порід, яке змінюється на стиснення порід. Сейсмічний стан регіону залежить від геодинаміки регіону. Відомо, що геомеханічні рухи приводять до зміни фізичних характеристик порід Землі, яке відображається у варіаціях характеристик геофізичних полів. Дослідження в регіоні відмітили факт впливу геофізичних полів на протікання геологічних процесів. Окремі фактори можуть сприяти розрядці напружено-деформованого стану порід. Поряд із гідрологічними та метеорологічними факторами впливу слід врахувати і астрофізичний аспект геомеханічних процесів в регіоні [4–8]. Попередні дослідження за 2013–2017 роки показали: сейсмічні явища пов'язані із астрономічними факторами. Відомо, що Місяць і Сонце своїм гравітаційним полем впливають на фігуру Землі, викликаючи в ній припливні деформації, які в свою чергу можуть впливати на розрядку напружено-деформованого стану порід [1–3]. Вказано на зв'язок варіацій параметрів руху Місяця на небосхилі із екологічно небезпечними процесами в надрах Землі на геологічних структурах Карпато-Балканського регіону.

1. *Мельхиор П.* Земные приливы / Под ред. Н.Н. Парийского. — М.: Мир, 1968.
2. *Бронштэн В.А.* Как движется Луна? — М.: Наука, 1990. — 208 с.
3. *Сытинский А.Д.* О связи землетрясений с солнечной активностью // Физика Земли. — 1989. — №2. — С.13–30.

4. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин В.В.(мол.)* Геодинамічний та сейсмічний стани Карпатського регіону // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.49–50.
5. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В.* Аналіз параметрів екогеофізичних полів та шляхи покращення екологічного стану Закарпатського внутрішнього прогину // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.51–52.
6. *Ігнатишин В.В. Ігнатишин М.Б.* Астрономічний аспект дослідження геодинамічного стану сейсмонебезпечних регіонів // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених". Україна, Біла Церква, 24–25 травня 2017 р. Програма і тези доповідей. — С.23.
7. space.vn.ua.
8. http://www.sidc.be/silso/ssngraphics.

Варіації параметрів геомагнітного поля та сейсмотектонічний стан Закарпатського внутрішнього прогину

Ігнатишин А.В.[1,2], *Ігнатишин В.В.*[1]
[1]Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
[2]Кафедра географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II

Активізація сейсмотектонічних процесів в Закарпатті ставить актуальними завдання виявлення їх причин, пошуків факторів-завад та зв'язку їх з варіаціями параметрів геофізичних полів, які ці процеси супроводжують. Дослідження геофізичних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині відмітило певні особливості геодинамічного та сейсмічного станів. Окремі геофізичні поля можуть бути індикаторами сейсмотектонічних процесів [1–7]. Зокрема, параметри магнітного поля Землі, яке в даному регіоні досліджується починаючи з 60-х років минулого століття. Мета дослідження: вивчення варіацій параметрів магнітного поля Землі, динаміки сучасних рухів та проявів сейсмічності в регіоні за 2011–2017 рр. Об'єкт дослідження — геофізичні процеси в навколишньому середовищі. Предмет дослідження — геофізичні поля та їх варіації, зв'язок їх з геофізичними явищами. Проведено аналіз спостережуваних геофізичних параметрів, порівняння їх кінематичних характеристик — швидкості зміни індукції магнітного поля Землі, прискорення сучасних горизонтальних рухів в зоні Оашського глибинного розлому та прояву сейсмічності в регіоні — Закарпатському внутрішньому прогині. Для дослідження використано результати спостережень геофізичних параметрів на Режимній геофізичній станції "Тросник" (Закарпатська обл., Виноградівський р-н, с. Тросник) та Пункті деформометричних спостережень "Королево" (Закарпатська обл., Виноградівський р-н, смт. Королево) Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України. Новизна досліджень полягає у визначенні кінематичних характеристик як магнітного поля Землі,

так горизонтальних рухів в Закарпатті в 2017 році та їх вплив на геофізичні поля та сейсмічний стан регіону. Отримані результати дослідження за період 2011–2017 рр. вказують на існування зв'язку між параметрами геофізичних полів та сучасними рухами кори, які супроводжуються місцевими землетрусами. Сейсмічність регіону зв'язана із інтервалами активізації тектонічних процесів.

Зміни параметрів магнітного поля, його швидкість можуть бути використані при оцінці сейсмотектонічного стану регіону, вивченні впливу магнітного поля на родючість грунтів на продуктивність біологічних видів та населення, при формуванні моделі сейсмотектонічних процесів та їх зв'язків із параметрами геофізичних полів. Актуально провести дослідження зв'язку геофізичних полів на інших геологічних структурах Закарпаття, північному заході та південному сході Закарпатського внутрішнього прогину.

1. *Варга П., Вербицкий Т., Латынина Л.А., Бримих Л., Ментеш Д., Сзадецки-Кардос Д., Еперне П.И., Гусева Т.В., Игнатишин В.В.* Горизонтальные деформации земной коры в Карпатском регионе // Наука и технологии в России. — 2002. — № 7(58); 2003. — № 1(59).
2. *Вербицкий Т., Игнатишин В., Латынина Л., Юркевич О.* Современные деформации земной коры береговской горстовой зоны // Геодинаміка. — 1998. — № 1.
3. *Латынина Л.А., Гусева Т.В., Игнатишин В.В.* Высокоточные измерения деформации земной коры на Карпатском прогностическом полигоне // XIV Міжнародний ювілейний науково-технічний моніторинг навколишнього середовища: GPS I GIS-технології, 13–18 вересня 2010 р., Алушта (Крим).
4. *Игнатишин В.В., Малицький Д.В.* Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — С.154–156.
5. *Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П.* Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — № 2(15). — С.157–159.
6. Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій: монографія / За заг. ред. К.Р. Третяка, В.Ю. Максимчука, Р.І. Кутаса. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. — 420 с.
7. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В. (мол.)* Варіації параметрів магнітного поля Землі та сейсмічність Закарпатського внутрішнього прогину // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.43.

Параметри радіоактивності середовища та екологічно небезпечні процеси в Закарпатті

Ігнатишин А.В.[1,2], *Ігнатишин В.В.*[1]
[1]Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України
[2]Кафедра географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці ІІ

Актуальність дослідження параметрів радіоактивного фону на території Закарпатського внутрішнього прогину є очевидною. Сейсмічність регіону підвищена, геофізичні спостереження в минулі періоди відмітили зв'язок геофізичних полів із сейсмотектонічними процесами в регіоні, зокрема, варіацій потужності експозиційної дози йонізуючого випромінювання перед часом проходження землетрусів. Цей зв'язок викликаний геомеханічними процесами в регіоні, зокрема сучасними горизонтальними рухами в зоні Оашського глибинного розлому, що приводять до деформацій гірських порід, а це в свою чергу змінює структуру порід, що відповідно впливає на параметри геофізичних полів [1–4]. Проведено дослідження варіацій потужності експозиційної дози йонізуючого випромінювання на предмет виявлення зв'язку параметрів геофізичних полів та сейсмотектонічних процесів в регіоні за період 2010–2016 рр. Проаналізовано сейсмічний стан в 2017 році: просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності, розподіл сейсмічності за часом доби. Продовжено дослідження варіацій радіоактивного фону на території Виноградівського району в 2017 році на Режимній геофізичній станції "Тросник" Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України. Проаналізовано зв'язок параметрів сучасних рухів в зоні Оашського глибинного розлому з варіаціями радіоактивного фону, виміряному на РГС "Тросник". Проведено комплексний аналіз сейсмічності регіону та моніторингу геофізичних полів. Етапи дослідження: вивчення варіацій радіоактивного фону; вивчення сейсмічного стану; вивчення параметрів геодинамічного стану; дослідження зв'язків сейсмічності та варіацій радіоактивного фону середовища. Метою роботи є вивчення впливу сейсмотектонічних процесів в регіоні на варіацію параметрів радіоактивного фону середовища. Об'єкт дослідження — це екологічний стан та сейсмотектонічні процеси в регіоні. Предмет дослідження — це геофізичні поля, які реагують на сейсмотектонічні процеси, впливають на результати геодинамічних досліджень та пов'язаних із ними параметрів геофізичних полів, сейсмотектонічних процесів, зокрема величини радіоактивного фону та електромагнітної емісії. Для досягнення поставленої в роботі мети використано результати режимних геофізичних спостережень, результати деформаційних та сейсмологічних досліджень в Закарпатті. При обробці даних були використані динамічні характеристики спостережуваних величин параметрів фізичних полів. Проведено комплексний аналіз результатів геофізичних спостереження за тривалий період 2010–2017 рр. Методика дослідження полягає в детальному помісячному аналізі варіацій параметрів

радіоактивного фону середовища та прояви сейсмічної активності. Проводиться вивчення зв'язку варіацій потужності експозиційної дози йонізуючого випромінювання та параметрів кінематики сучасних горизонтальних рухів в зоні Оашського глибинного розлому. Отримані висновки відмічають особливості варіацій досліджуваних геофізичних параметрів в періоди активізації сейсмотектонічних процесів: аномалії в змінах величин досліджуваних геофізичних полів передують сейсмічним процессам, геофізичні поля та динаміка змін їх параметрів залежать від динаміки сучасних горизонтальних рухів в Закарпатському внутрішньому прогині.

1. *Игнатишин В.В., Малицький Д.В.* Геофізичні спостереження в Закарпатті та їх результати // Геодинаміка. — 2013. — №2(15). — С.154–156.
2. *Ігнатишин В.В., Малицький Д.В., Коваль Ю.П.* Геодинамічна модель та сейсмічний стан Закарпаття за результатами деформаційних спостережень // Геодинаміка. — 2013. — №2(15). — С.157–159.
3. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин В.В.(мол.)* Геодинамічний та сейсмічний стани Карпатського регіону // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.49–50.
4. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В.* Аналіз параметрів екогеофізичних полів та шляхи покращення екологічного стану Закарпатського внутрішнього прогину // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.51–52.

Зв'язок параметрів геофізичних полів із сейсмічним та геодинамічним станами геологічних структур Закарпаття

Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В.

[1]Відділ сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

[2]Кафедра географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці ІІ

В Закарпатті проводиться моніторинг геофізичних процесів на режимних геофізичних станціях Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України починаючи з 60-х років XX ст. Системні наукові дослідження продовжилися після створення сітки геофізичних пунктів спостережень. В центральній частині Закарпатського внутрішнього прогину геофізичні спостереження виконуються на режимній геофізичній станції "Тросник" (Закарпатська область, Виноградівський район, с. Тросник). Сучасні горизонтальні рухи земної кори вивчаються на пункті деформометричних спостережень "Королево" (Виноградівський р-н, смт. Королево). Проведені спостереження за варіаціями геофізичних полів в регіоні відмітили зв'язок їх з періодами підготовки та протікання місцевих землетрусів [1]. Досліджуючи електромагнітну емісію та сейсмічність в Закарпатському внутрішньому прогині за попередні роки було виявлено, що сейсмічні події реєструються при мінімальних величинах електромагнітної емісії в

діапазоні 12,5 кГц. Землетруси реєструються після періодів підвищених величин електромагнітної емісії, викликаних рухами земної кори. Також після землетрусів реєструються підвищені величини електромагнітної емісії в діапазоні 12,5 кГц. Величини електромагнітної емісії викликані геомеханічними процесами в земній корі: вертикальними та горизонтальними рухами, зумовленими глобальними тектонічними процесами, розповсюдженими на геологічні структури менших масштабів. Проведені дослідження підтвердили зв'язок електромагнітної емісії з сейсмічністю в Закарпатському внутрішньому прогині [2]. Оскільки величина електромагнітної емісії як індикатор напружено-деформованого стану порід, актуально проводити дослідження цього взаємозв'язку для створення моделі геофізичних процесів в Закарпатському внутрішньому прогині. Проведено дослідження варіацій електромагнітної емісії на РГС "Тросник" в 2017 році та геодинамічного стану регіону. Розглянуто варіацію електромагнітної емісії за січень–квітень 2017 року та варіацію кінематичних параметрів сучасних горизонтальних рухів в зоні Оашського глибинного розлому. Відмічено зв'язок періодів аномальних змін рухів кори та періодів підвищених величин електромагнітної емісії на РГС "Тросник". Інтервали підвищеної сейсмічності в Закарпатському внутрішньому прогині корелюються в часі із швидкими рухами кори та аномаліями електромагнітної емісії.

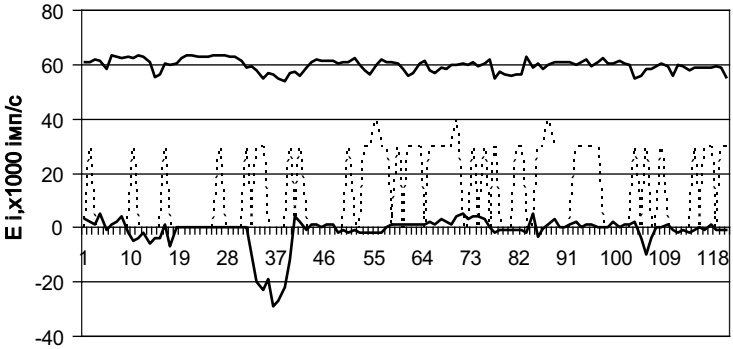


Рис. 1. Електромагнітна емісія, січень–квітень 2017 р., Закарпатський внутрішній прогин

1. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В.* Зв'язок гідрогеологічного та геодинамічного станів Закарпатського внутрішнього прогину // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія "Географічні науки". — 2017. — Випуск 7.
2. *Ігнатишин В.В., Ігнатишин М.Б., Ігнатишин А.В.* Варіації параметрів геофізичних полів в Закарпатському внутрішньому прогині та їх зв'язок із екологічним станом регіону // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції "Актуальні проблеми регіональних досліджень", 11–12 грудня 2017 р., м. Луцьк, Україна.

Ретроспективний моніторинг зміни площі земель і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Північного гірничо-збагачувального комбінату

Ковальчук М.С.[1], *Михайловський С.О.*[2]
[1]Інститут геологічних наук Національної академії наук України
[2]Національний авіаційний університет, Київ

Північний гірничо-збагачувальний комбінат — це найбільше гірничодобувне підприємство в Європі із закінченим циклом підготовки доменної сировини, яке розташоване в м. Кривий Ріг Дніпропетровської області. Розробляються два кар'єри залізистих кварцитів Криворізького залізорудного басейну — Першотравневий і Ганнівський. Використання різночасових космічних знімків дозволяє прослідкувати зміну площі порушених територій та встановити динаміку їх зростання. Авторами здійснено моніторинг зміни площі земельних ділянок і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Першотравневого і Ганнівського кар'єрів у часовому розрізі 33 роки (з 1984 по 2017 рік). Нами були використані різночасові космознімки Landsat, що знаходяться у вільному доступі в інтернет-мережі. Векторизація різночасових космознімків супроводжувалася створенням зображення з двома шейп-файлами: кар'єр та водний об'єкт. Результати досліджень представлені на рис. 1–3.

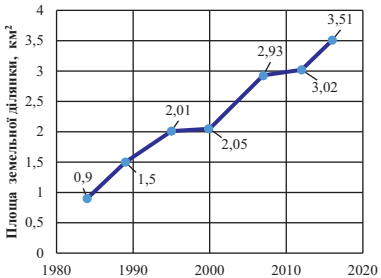


Рис. 1. Динаміка зміни площі земельної ділянки під Першотравневим кар'єром протягом 1984–2017 рр.

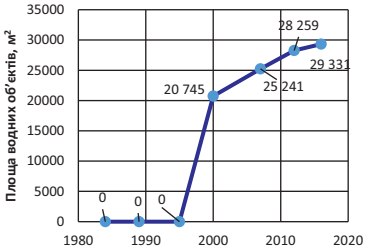


Рис. 2. Динаміка зміни площі земельних ділянок під технологічними водними об'єктами Першотравневого кар'єру протягом 1984–2017 рр.

Отже, протягом 33 років площа Першотравневого кар'єру зросла на 2,61 км^2, а Ганнівського кар'єру — на 2,41 км^2, площа технологічних водних об'єктів в межах цих кар'єрів відповідно зросла на 29 331 м^2 і 34 064 м^2.

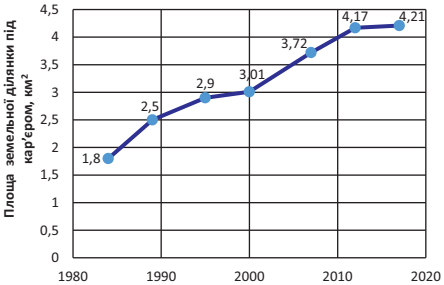


Рис. 3. Динаміка зміни площі земельної ділянки під Ганнівським кар'єром протягом 1984–2017 рр.

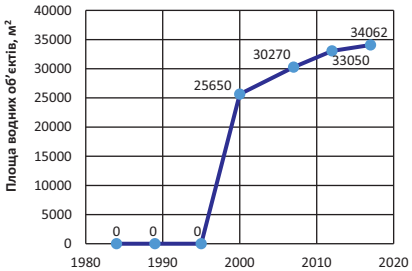


Рис. 4. Динаміка зміни площі земельних ділянок під технологічними водними об'єктами Ганнівського кар'єру протягом 1984–2017 рр.

Ретроспективний моніторинг зміни площі земельних ділянок і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Вільногірського гірничо-збагачувального комбінату

Ковальчук М.С.[1], *Сидоренко О.В.*[2]

[1]Інститут геологічних наук Національної академії наук України

[2]Міжнародна картографічна компанія 2GIS

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат — гірничо-збагачувальне і металургійне підприємство в Дніпропетровській області, яке працює на базі Малишівського (Самотканського) розсипного родовища ільменіт-рутил-цирконових пісків.

Застосування технології дистанційного зондування Землі та ГІС є невід'ємною частиною і важливим інструментом контролю й обліку використання природних корисних копалин, зокрема контролю за дотриманням умов землекористування та інвентаризації місць видобутку корисних копалин тощо. Нами здійснено моніторинг зміни площі земельних ділянок і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Вільногірського гірничо-металургійного комбінату в часовому розрізі 33 роки (з 1984 по 2017 рік). Для моніторингу були використані різночасові космознімки Landsat. Векторизація різночасових космознімків супроводжувалася створенням зображення з двома шейп-файлами: кар'єр та водний об'єкт. Ретроспективний моніторинг дозволив зробити висновок, що внаслідок видобування корисних копалин відкритим способом площа земельних ділянок під кар'єрами упродовж 1984–2017 рр. зросла на 10,7 км^2, а під технологічними водними об'єктами — на 1,79 км^2. Динаміка зміни площі земельних ділянок під кар'єрами і технологічними водними об'єктами в межах Вільногірського ГЗК протягом 1984–2017 рр. представлена на рис. 1.

У 1984–2003 роки площа техногенно порушених земельних ділянок під кар'єрами поступово зростала (виняток 1997 рік у якому площа зменшилася з 15,21 км^2 до 14,86 км^2); у 2005–2007 роках відбулося чергове зменшення площі земельних ділянок під кар'єрами до 14,2 км^2 і 14,35 км^2 відповідно; в подальші роки площа земельних ділянок під кар'єрами поступово збільшу-

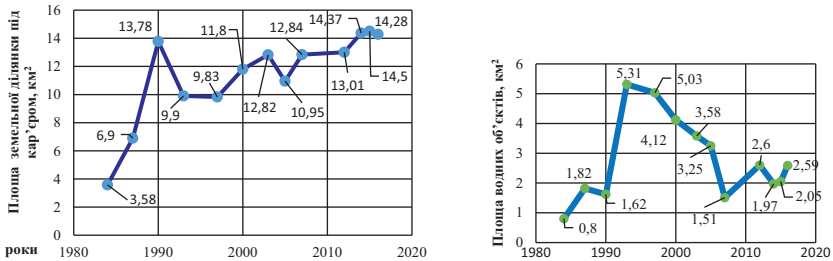


Рис. 1. Динаміка зміни площі земельних ділянок під кар'єрами і технологічними водними об'єктами в межах Вільногірського ГЗК протягом 1984–2017 рр.

валася і у 2017 році досягла 16,82 км^2, що на 12,49 км^2 більше ніж у 1984 році. Упродовж 1984–2017 років відбувалася також зміна площі земельних ділянок під технологічними водними об'єктами, зокрема з 1984 по 1993 роки їх площа зросла на 4,51 км^2; потім до 2007 року відбулося зменшення площі земельних ділянок під технологічними водними об'єктами на 3,8 км^2; з 2012 року площа земельних ділянок під технологічними водними об'єктами знову почала збільшуватися.

Проблеми використання мінерально-сировинних ресурсів

Кононенко А.О., Браславська О.В., Миколайко В.П.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Активний видобуток корисних копалин з надр Землі розпочався в XX столітті. У зв'язку з цим учені й промисловці серйозно стурбовані проблемою виснаження мінеральних ресурсів, оскільки від наявності або відсутності багатьох видів мінеральної сировини у тій або іншій мірі залежить доля кожного жителя нашої планети. Однак картина розподілу й споживання мінеральної сировини по країнах з різним рівнем економічного розвитку вкрай нерівномірна. У розвинутих країнах (США, Англія, Німеччина, Франція, Японія), на частку яких припадає 16% населення Землі, використовують більше половини корисних копалин, що добувають у світі [1]. Крім того, досвід розвинених країн показує, що всі вони, насамперед, максимально використовують власну мінерально-сировинну базу, а потім компенсують відсутню сировину за рахунок експорту.

До початку третього тисячоріччя роль мінеральних ресурсів у створенні оптимального рівня життя й стабільного миру на нашій планеті істотно зросла в порівнянні з попередніми історичними епохами. Навіть невеликі коливання в поставках на світовий ринок деяких видів мінеральної сировини створюють в економіці держав кризові ситуації. Деструктивний характер відносин, які нині є домінуючими в процесі використання природних ресурсів, потребує термінового вжиття заходів, спрямованих на зменшення антропогенного навантаження на них. Насамперед це стосується потреби проведення генеральної інвентаризації всього наявного природно-ресурсного потенціалу. Йдеться про обстеження сільськогосподарських і несільськогосподарських угідь, лісо-

господарських земель, усіх видів водних ресурсів, переоблік флориністики та фауністики, корисних копалин на предмет їх кількості, якості, екологічності, збереженості тощо [2].

Можна відзначити, що світова економіка в цілому досить забезпечена мінеральними ресурсами. Ця ситуація збережеться й на найближчі роки. Однак жити тільки за рахунок мінеральних ресурсів людство не може. Необхідно мати на увазі, що за окремими виключеннями мінерально-сировинний комплекс може забезпечити не більше 5–10% ВВП. Все інше створює творча діяльність людини — розвиток новітніх технологій у промисловості й сільському господарстві.

1. *Лаптев А.А., Приемов С.И., Родичкин И.Д., Шемшученко Ю.С.* Охрана и оптимизация окружающей среды / под ред. А.А. Лаптева. — К.: Лыбидь, 1990. — 256 с.
2. *Щурик М.* Зменшення антропогенного навантаження на природні ресурси як найважливіша передумова їх збереження та охорони // Аграрна економіка. — 2012. — Т. 5, № 1–2. — С.96–101.

Дослідження впливу електромагнітних опромінень радіочастотного діапазону хвиль на активність дріжджової культури Saccharomyces Cerevisiae

Косоголова Л.О.[1], *Яблонська К.М.*[1], *Романов М.С.*[2], *Романова З.М.*[2]
[1]Національний авіаційний університет, Київ
[2]Національний університет харчових технологій, Київ

Всі фундаментальні, теоретичні і прикладні наукові дослідження в напрямку розвитку біотехнології і продуктів бродіння повинні передбачати кінцеві результати, які характеризують високу якість нових продуктів і напоїв, низьку їх собівартість. До таких напрямків слід віднести прискорення біотехнологічного процесу ферментації сусла з метою покращення якісних показників.

Особливу актуальність в сучасних умовах набуває розробка технологій із застосуванням безконтактних способів взаємодії, так як вони є екологічно чистими у практичному застосуванні, а також при оптимально вибраних режимах можуть принести суттєвий економічний і соціальний ефект.

Так, наприклад, зовнішнє електромагнітне опромінення, яке діє на мікробіологічні об'єкти, може призвести до їх активації або до інактивації; при цьому доведено, що характер реакції визначається режимом опромінення.

Метою дослідження було вивчення впливу електромагнітних опромінень (КВЧ та НЧ) на дріжджі Saccharomyces cerevisiae, які використовуються для приготування ферментованих напоїв. Зразки піддавались дії електромагнітних опромінювань за допомогою антени для КВЧ опромінення та блока конденсаторів для НЧ опромінення.

В якості об'єкта дослідження використовували дріжджі Saccharomyces cerevisiae, що вирощували на твердому поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28° С протягом 24 годин. Змив клітин з сусло агару проводили стерильною дистильованою водою.

У результаті отримували суспензії клітин концентрацією 10^5 кл/мл. Клітини опромінювали у рідкому стерильному середовищі сусла. Обробку клітин КВЧ і НЧ проводили протягом 5, 10, 15, 20 хвилин. Контрольні зразки знаходилися за таких самих умов без опромінення.

У результаті опромінення виявлено, що існує спроможність регулювати біологічну активність клітинних структур для КВЧ при 15–20 хвилинах та для НЧ при 4–6 хвилинах. Доведено, що електромагнітні опромінення різних частотних діапазонів можуть бути використані для активації біотехнологічних процесів у процесі ферментації.

1. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. — М.: ИРЭ РАН, 1994. — 164 с.
2. *Нетрусов А.И., Котова И.Б.* Общая микробиология: учебник для студ. вузов. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — С.288.
3. *Плевко Е.А., Бакушинская О.А.* Микробиология и химико-технологический контроль дрожжевого производства. — М.: Пищевая промышленность, 2004. — С.255–269.

Аналіз варіацій магнітного поля Землі за 2017 рік у співставленні з активністю Сонця

Криськов Ц.А.[1], *Люба Т.С.*[1], *Рачковський О.М.*[1], *Смірнов О.Е.*[2], *Телецький О.М.*[2]

[1]Регіональний центр спеціального контролю Державного космічного агентства України

[2]Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

Основне джерело космічної погоди — сонячна активність: спалахи, коронарні викиди маси, швидкі потоки з коронарних дір, сонячні космічні промені тощо. Викинуті Сонцем частинки поширюються у сонячному вітрі — потоці плазми, що витікає з сонячної поверхні, переважно з поясу стримерів у сонячній екваторіальній площині. Цей потік простягається у всіх напрямах в площині екліптики далеко за межі орбіти Нептуна та переносить з собою міжпланетне магнітне поле. Завдяки взаємодії цього міжпланетного магнітного поля з власним магнітним полем інших тіл Сонячної системи, навколо них утворюється магнітосфера — порожнина в потоці сонячного вітру, процеси в якій контролюються планетарним магнітним полем.

Досліджені варіації індукції магнітного поля Землі за 2017 рік і співставлені з прогнозами активності Сонця. Зміна індукції магнітного поля Землі реєструвалась трьома координатними магнітометрами. Виріб апаратури К-403-М3 призначений для реєстрації варіацій магнітної індукції поля Землі в двох діапазонах частот в стаціонарних умовах. Має три канали реєстрації варіацій, кожен із яких містить магніточутливий елемент та електронний блок з виходом на аналого-цифровий перетворювач. Використовується для одночасної реєстрації варіацій трьох компонент магнітного поля Землі одночасно в двох діапазонах частот зі смугами пропускання на рівні 0,7 не вужче заданих меж: 0,005–0,1 Гц для частотного діапазону Ф1 і 0,1–5 Гц для частотного

діапазону Ф2. На даний час реєстрація здійснюється комплексом цифрової обробки магнітних сигналів.

Порівняння варіацій магнітного поля Землі з прогнозами активності Сонця показало часткове їх співпадання. Зокрема, повне співпадання по всіх компонентах індукції магнітного поля Землі припало на 16 червня, по окремих компонентах: по «північ–південь» — 8 жовтня, по «схід–захід» та «зеніт–надир» — 16 грудня. Максимальне збурення магнітного поля Землі 143,35 нТл зареєстровано по всіх компонентах 19 травня. Очевидно, що для кращого розуміння таких розбіжностей є потреба у накопиченні інформації за більш тривалий час.

Дослідження поляризаційної складової озонового шару Землі за допомогою ультрафіолетового поляриметру

Матющенко А.С.[1], *Левченко Т.А.*[1], *Сарибога Г.В.*[1], *Збруцький О.В.*[1], *Неводовський П.В.*[2], *Олійник О.О.*[1]

[1]Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ

[2]Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Загальною метою проекту є встановлення приладу на піко супутник, запуск на геоцентричну орбіту з ціллю отримання реальних вихідних даних, які будуть відображати значення змін поляризаційної складової ультрафіолетового випромінювання, відбитого від озонового шару Землі. Такі дані можна отримати за допомогою космічного ультрафіолетового поляриметру (УФП), який працює у діапазоні хвиль 230–350 нм. УФП на даний момент розробляється на базі Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського та Головної астрономічної обсерваторії.

Дослідження фізичних характеристик стратосферного аерозолю Землі за допомогою УФП на борту піко супутника в Україні ще не проводились.

За умовами технічного завдання необхідно спроектувати ультрафіолетовий поляриметр з габаритними розмірами не більше $100 \times 100 \times 100$ мм. Прилад буде складатися з чотирьох блоків: об'єктива, вузла призми, вузла фотоприймачів та електронного блоку. Блок електроніки разом з блоком фотоприймачів призначений для перетворення двох складових поляризованого світлового потоку від оптичного до електронного блоків.

Функція перетворення повинна мати лінійний вигляд. Діапазон вимірювання інтенсивності світла $I = 0 - 100$ Вт/м^2. Вихідний сигнал має бути у вигляді постійної напруги $U = \pm 20$ В. Вимірюваною величиною є інтенсивність світлового потоку випромінювання I [Вт/м^2], що є вихідною величиною оптичної частини проекту.

У результаті проведеної роботи була розроблена електрична частина ультрафіолетового поляриметра на основі ультрафіолетового фотодіоду. Були розроблені структурна та функціональна схеми приладу. Розрахунковим шляхом обґрунтовано працездатність конструкції.

1. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskiy P.V., Kostogryz N.M.* On the efficiency of polarization measurements while studying aerosols in the terrestrial atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 2014. — Vol. 30, No. 1. — P. 11–21.
2. *Morozhenko A.V., Vidmachenko A.P., Nevodovskyi P.V.* Aerosol in the Upper Layer of Earth's // Kinematika Fizika Nebesnykh Tel. — 2013. — Vol. 29, No. 5. — P.243–256.
3. *Kostogryz N., Morozhenko A., Vidmacenko A., Nevodovkii P.* Polarimetry and physics of atmospheric aerosol of the Earth // AGU Chapman Conference on crossing boundaries in planetary atmospheres: From Earth to exoplanets, Annapolies, Maryland, 24–28, June 2013, Abstracts. — P.22–23.
4. *Неводовський В.П., Збруцький О.В., Сарибога Г.В., Левченко Т.А., Відьмаченко А.П., Мороженко О.В., Івахів О.В.* Випробування макету поляриметра УФП на телескопі АЗТ-2 // Міжнародна наукова конференція "Астрономічна школа молодих вчених. Актуальні проблеми астрономії і космонавтики", Україна, Київ, 26–27 травня 2016 р. Програма і тези доповідей. — С.66–67.

Сейсмічний процес у Карпатському регіоні — диференційований вплив Сонця і Місяця

Назаревич Л.Є.[1], *Назаревич А.В.*[2]
[1]Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Відділ сейсмічності Карпатського регіону, Львів
[2]Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Львів

Один з фундаментальних зв'язків Землі з космосом наявний на рівні Сонячної системи. Сонце має грандіозний вплив прямо або опосередковано на все живе на Землі, є генератором погоди і клімату, морських течій, вітрів, дощів і гроз, крім того воно справляє на Землю загальний і диференціальний гравітаційний вплив (разом з Місяцем), який є причиною морських припливів. За рахунок реакцій термоядерного синтезу виділяється енергія у формі γ-квантів і частинок нейтрино, які поширюються назовні своєї активності. Сонячна активність призводить до збурень магнітосфери Землі, що викликає магнітні бурі, які впливають на живі організми а також через різні механізми на тектоносферу Землі. Серед основних гіпотез щодо фізичної природи тригерів сейсмічних подій в просторі і часі, які розглядають геофізики — це вплив припливних і температурних (в тому числі добових і сезонних) збурень від Сонця через енергію у формі γ-квантів і частинок нейтрино, які поширюються в космосі, на тектоніку літосферних плит.

Дослідженням зв'язку сейсмічності з варіаціями сонячної активності і місячним впливом займалися окрім авторів даної публікації [1] ряд вчених з країн ближнього і дальнього зарубіжжя, наприклад [2, 3]. Нами проведено дослідження зв'язку сейсмічності Закарпаття з фазами 11-річних циклів сонячної активності [1]. Це дослідження проведено за методикою Ю. Серафімової, в якому 11-річний цикл сонячної активності розбивався на 4 фази — росту, максимуму, спаду, мінімуму. Отримано значні кореляції для кількості сейсмічних подій як в загальному для регіону (для землетрусів різної магнітуди,

так і для конкретних сейсмоактивних зон з різним геодинамічним режимом — розтягом і стиском (ідея Хаїна В.). Порівняльний аналіз спектрів циклів сонячної і сейсмічної активності у Карпатському регіоні України (кількість землетрусів) показав амплітудну кореляцію для 11-річних, 5-річних і квазі 2-річних циклів сонячної активності, причому в різних геодинамічних зонах Закарпаття (зони стиску і розтягу) характер сейсмічного процесу є різний.

Був досліджений зв'язок місцевої сейсмічності (землетруси представницького класу — $K \geqslant 8$) з припливним добовим впливом Сонця. Результати показують, що спостерігається виразне тяжіння сейсмічних подій до певних годин доби. В першій половині доби максимуми енергії сейсмічних подій виразно тяжіють до 3-ї і 9-ї год. Порівняльний аналіз цих даних з графіком зміни припливоутворюючої сили показує, що в дані години відбувається найшвидша зміна припливних деформацій земної кори — з розтягу на стиск. В 17 год. на цьому графіку видно максимальну амплітудну аномалію, яка передує максимуму припливного стиску.

Досліджені особливості сейсмічної активності в Карпатському регіоні України можна використовувати як додатковий якісний показник для прогнозування сейсмічності як в окремих різних геодинамічних зонах, так і в цілому Карпатському регіоні.

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. *Khain V.E., Khalilov E.H.* Spatial and temporal patterns of seismic and volcanic activity // Bourgas, Bulgaria. — SWB. — 2008. — P.304.
3. *Simpson I.F.* // Earth and Planetary Science Letters. — 1968. — Vol. 3, No. 5. — P.417–425.

Щодо питання антропогенного впливу на природні ресурси

Рожі І.Г., Янчук С.В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

У первісному суспільстві потреби людини і її можливості освоєння природних багатств були досить скромними й обмежувалися полюванням на диких тварин, рибальством, збиранням ягід, грибів. Потім виникло землеробство й скотарство, відповідно, до складу природних ресурсів були включені ґрунтовий покрив і рослинність, яка служила кормовою базою для худоби. У лісах добувалася деревина для будівництва житла і для одержання дров, поступово почалося видобування корисних копалин (вугілля, руд, будівельних матеріалів), людина навчилась освоювати енергію вітру й падаючої води. З розвитком виробництва розширювався не тільки обсяг освоюваних природних ресурсів, але в господарський обіг залучалися нові площі незайманої природи.

Територіальне розширення сфери господарської діяльності людського суспільства й залучення в матеріальне виробництво нових видів природних ресурсів викликало в природі різноманітні зміни, свого роду відповідні реакції у

вигляді різних природно-антропогенних процесів. У ранніх суспільних формаціях ці процеси й зміни не носили повсюдного характеру й концентрувалися в окремих регіонах — вогнищах світової цивілізації (регіон Середземного моря, Месопотамія й Близький Схід, Південна й Південно-Східна Азія). І хоча за всіх часів освоєння природних ресурсів людиною носило споживчий, а часом і відверто хижацький характер, воно рідко приводило до серйозних широкомасштабних екологічних катастроф. Інтенсивність освоєння природних ресурсів і обсяг природних багатств стали різко зростати в епоху виникнення й розвитку технократичного суспільства.

Питання взаємовідносин суспільства і природи та використання природних ресурсів стають дедалі актуальнішими. Цілком очевидно, що з розвитком виробництва вилучаються все нові багатства природи, зростає вартість сировини, збільшується кількість відходів, що викидаються у навколишнє середовище [1, с.113].

Застосування машинної техніки супроводжувалося значним збільшенням обсягів сировини (деревини, корисних копалин, сільськогосподарської продукції). Одночасно йшло освоєння нових видів природних ресурсів. Природні ресурси в процесі освоєння піддаються глибокій і комплексній переробці (виробництво нафтопродуктів, синтетичних матеріалів).

У другій половині XX ст. ресурсокористування інтенсивно зростало, охопивши практично всю сушу. Науково-технічний прогрес безпосереднім чином відбився на практиці ресурсокористування. Розроблено технології освоєння таких видів природних багатств, які донедавна не включалися в поняття "природні ресурси" (наприклад, опріснення солоних морських вод у промисловому масштабі, освоєння сонячної або приливно-хвилевої енергії, видобуток нафти й газу на акваторіях). Виникло поняття про потенційні ресурси або ресурси майбутнього.

1. *Амонс С.Е.* Антропогенний вплив на земельні ресурси та практичні заходи його запобіганню // Збірник наукових праць ВНАУ. — 2011. — №8 (48). — С.112–118.

Глобальні зміни клімату та їх прояв на території Черкаської області

Ситник О.І., Демчук О.А.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Наука досягла високого рівня у сфері історії формування клімату Землі, але, як і раніше, викликають дискусію причини сучасних змін клімату. Актуальним є не тільки визначення причин зміни клімату, але і їх прогнозування на майбутнє. За минулі десятиріччя динамічні зміни клімату відбуваються і в Черкаській області. На території регіону прояви змін клімату в деяких місцевостях підсилюються місцевими чинниками.

За показниками метеорологічних станцій області середньорічна температура повітря в 1961–1990 рр. становила +7,7°С, у 1986–2005 рр. +8,2°С, тобто за два десятиліття зросла на 0,5°С. З 2006 р. середньорічна темпе-

ратура повітря перевищувала на 1–2°С кліматичну норму. Потепління чітко простежується з 1988 р. З 2000 р. спостерігається тенденція підвищення температури повітря в більшості років на 1°С, а в 2012 р. — на 3°С. Внаслідок таких кліматичних умов тривалість зимового періоду скоротилася на два тижні. Зими в Черкаській області за минулі 100 років потеплішали на 1,2°С. Найбільш динамічні підвищення температури повітря взимку спостерігалися на початку 80-х рр., а зими 90-х рр. XX ст. є найтеплішими за весь період метеорологічних спостережень.

За минулі роки в Черкаській області спостерігається аномальність сезонів, яка проявляється в їх зміщенні та тривалості, наприклад у 2002, 2012 та 2013, 2018 рр., а також в тому, що після холодного березня різко підвищується температура повітря, метеорологічне літо настає у третій декаді квітня.

Останніми роками на території Черкаської області спостерігається збільшення кількості стихійних та несприятливих метеорологічних явищ, які проявляються у вигляді сильних вітрів, шквалів, снігопадів, злив, граду, які є новими рисами кліматичних умов регіону.

Зокрема, в листопаді 2001 р. в західних районах Черкаської області спостерігалася сильна ожеледь, яка завдала значних збитків і найбільш постраждалі території були визнані державою як території стихійного лиха. Досить своєрідною виявилась весна 2002 р.: аномально-ранньою, затяжною, яка становила 107 днів за кліматичної норми 61. Влітку 2006, 2007 та 2008 рр. в області зафіксовані смерчі, що є досить рідкісним явищем. 26 червня 2008 р. смерч зруйнував будинки, лінії електропередач, знищив дерева та сільськогосподарські культури в 92 населених пунктах 10 районів області. Значна кількість несприятливих погодних умов зафіксовані в 2010 р. Цей рік характеризувався великою кількістю аномальних явищ, які повторюються 1 раз на 10–30 років, нестандартним перебігом погодних умов у різні сезони року, холодною і сніжною зимою, спекотним літом, локальними проявами таких стихійних гідрометеорологічних явищ, як смерч, град, зливи. В 2011 р. метеорологами області зафіксовано 50 метеорологічних рекордів, серед яких найнижча відносна вологість повітря за весь період інструментальних спостережень у квітні; максимальна температура повітря за другу декаду червня +36,6°С; найтриваліші зливи за період з 24 червня до 8 липня (рекордна кількість опадів — 134...215 мм, що становить 58...112% норми опадів за літо або 22...42% за рік); шквали; сильна спека; тривалі періоди надзвичайно високої пожежної небезпеки (5 клас); велика кількість днів з туманом тощо. Весна 2017 р. також піднесла неприємні сюрпризи у вигляді аномальних (утворення та утримання деякий час снігового покриву висотою до 3 см в 20-х числах квітня) та стихійних гідрометеорологічних явищ (жорсткі заморозки у квітні-травні). За останні 50 років спостережень, заморозки 10–11 травня за інтенсивністю, тривалістю та площею охоплення виявились одними із найсуворіших для цього періоду. Зросли абсолютні максимуми температури повітря, кількість днів із максимальною температурою повітря +30°С і вище часто перевищує середні багаторічні показники. Січень 2018 р. відзначився

потужними опадами, 17–19.01 випало 27...65 мм опадів, що складає 0,7–1,6 місячних норм. Висота снігового покриву на ранок 19.01 становила 25...59 см, при нормі на цей час 10 см.

Збільшення інтенсивності, повторюваності небезпечних, стихійних метеорологічних явищ і екстремальних кліматичних показників можна пояснити глобальними змінами клімату. Прогнози і моделі майбутнього розвитку клімату Землі розробляються на основі математичних розрахунків, з використанням сучасних комп'ютерних технологій. Існує понад 20 теорій, які пояснюються сучасні глобальні кліматичні зміни. Найголовнішою із них, звичайно, є антропогенний вплив. Цікаво, що навіть провідні вчені-кліматологи світу не можуть стовідсотково спрогнозувати клімат Землі на наступні 15–20 років. За прогнозом ВМО і у подальшому кількість екстремальних погодних явищ буде зростати.

Глобальні зміни клімату, які чітко проявляються на території Черкаської області, суттєво впливають на стан промисловості, сільського господарства, транспорту тощо. Вони розглядаються на регіональному та глобальному рівнях. Зокрема, у жовтні 2007 р. в м. Черкаси був проведений «круглий стіл», на засіданні якого обговорювалось значення клімату для господарства області, наслідки глобального потепління та заходи, які потрібно провести для зменшення негативного впливу людини на кліматичну систему. Окрім цього, були представлені проекти розвитку альтернативних джерел енергії і місце Черкащини в цьому процесі.

Гравітація Землі та імунна система

Українська А.О., Гаркава К.Г.
Національний авіаційний університет, Київ

Імунна система людини еволюційно формувалася в умовах постійної сили земного тяжіння. Тому вплив гравітації та її відсутності на імунітет людини перевіряється шляхом моделювання мікрогравітації у лабораторії чи під час космічних місій.

Встановлено, що зміна сили тяжіння призводить до порушення функцій імунної системи. Аналіз крові космонавтів, які перебували в космічній подорожі упродовж 5–10 діб показав зниження здатності моноцитів до фагоцитозу та до «кисневого вибуху» і зниження їх активності щодо поглинання бактерій [1–2].

У багатьох типах клітин спостерігаються зміни в цитоскелеті під впливом мікрогравітації. В умовах мікрогравітації білки, такі як мікротрубочки, зазнають змін, що призводить до порушення функцій клітин, в тому числі і імунних [3].

Дослідження показали, що кількість нейтрофільних гранулоцитів на 85% збільшується в крові космонавтів, які перебували в космічній місії упродовж 5–16 діб, знижується здатність до фагоцитозу та кисневого вибуху, однак змін в дегрануляції не виявлено [4]. У дендритних клітин в умовах гравітації спостерігалась знижена здатність до фагоцитозу та менша їх ефективність

в представленні антигенів, а також зниження синтезу інтерлейкіну-12 [5]. Виявлено, що відсутність сили тяжіння підвищує швидкість апоптозу. Встановлено, що Т-клітини, які зазнали впливу мікрогравітації, мають підвищену швидкість апоптозу [6].

Знання щодо впливу умов гравітації на імунну систему дозволять розробляти ефективні ліки, необхідні космонавтам під час довготривалих місій. Встановлено, що моноцити периферичної крові людини діють як плюрипотентні стовбурові клітини. Вони були індуковані для диференціації в макрофаги, Т-лімфоцити, епітеліальні клітини, ендотеліальні та нервові клітини, а також гепатоцити [7]. Їх легкодоступність і здатність замінювати пошкодженні імунні клітини робить ці клітини перспективним препаратом для використання в умовах космічних місій. Цінними та перспективними у лікуванні є також гематопоетичні клітини-попередники, які можуть утворювати всі типи клітин крові, включаючи Т-клітини, В-клітини, NK-клітини, дендритні клітини і мієлоїдні клітини та можуть бути виділені з кісткового мозку, периферичної крові або пуповинної крові [8]. Культивовані епідермічні простирадла після ліофілізації були використані для лікування шкірних ран [9], таких як опіки та виразки, які зазвичай погано загоюються у космічних умовах.

Тож перевірка впливу гравітації Землі та умов невагомості на імунітет людини має важливе значення в рамках розвитку космічної галузі та планування космічних подорожей. Розуміння того, як гравітація впливає на функціонування імунної системи, є запорукою збереження і підтримання нормального стану імунітету космонавтів.

1. *Kaur I., Simons E.R., Castro V.A., Ott C.M., Pierson D.L.* Changes in monocyte functions of astronauts // Brain Behav Immun. — 2005. — 19(6). — P.547–554.
2. *Choukér A., Ullrich O.* The Immune System in Space: Are we prepared? — Switzerland: Springer, 2016. — P.127.
3. *Susan J.* Effects of microgravity on cell cytoskeleton and embryogenesis // Int. J. Dev. Biol. — 2006. — 50. — P.183–191.
4. *Kaur I., Simons E.R., Castro V.A., Mark Ott C., Pierson D.L.* Changes in neutrophil functions in astronauts // Brain Behav Immun. — 2004. — 18(5). — P.443–450.
5. *Cherylyn A. Savary* Characteristics of human dendritic cells generated in a microgravity analog culture system // In Vitro Cellular & Developmental Biology — Animal. — 2001. — 37(4). — P.216-22.
6. *Battista N.* 5-Lipoxygenase-dependent apoptosis of human lymphocytes in the International Space Station: Data from the ROALD experiment // The FASEB Journal. — 2012. — 26(5). — P.1791–1798.
7. *Yong Zhao* A human peripheral blood monocyte-derived subset acts as pluripotent stem cells // Proc Natl Acad Sci USA. — 2003. — 100(5). — P.2426–2431.
8. *Kondo M., Wagers A.J., Manz M.G., Prohaska S.S., Scherer D.C., Beilhack G.F., Shizuru J.A., Weissman I.L.* Biology of hematopoietic stem cells and progenitors: implications for clinical application // Annu Rev Immunol. — 2003. — 21. — P.759–806.

9. *Jang H.* Wound-Healing Potential of Cultured Epidermal Sheets Is Unaltered after Lyophilization: A Preclinical Study in Comparison to Cryopreserved CES // BioMed Research International. — Volume 2013, Article ID 907209, 6 pages.

Расчет деформации земной коры на территории города Киева с использованием ГНСС-наблюдений

Шпак В.В.

Национальный авиационный университет, Киев

Геодинамика — это наука о глубинных силах и процессах, возникающих в результате эволюции Земли как планеты и определяющих движение масс вещества и энергии внутри Земли и в её внешних твёрдых оболочках. На современном этапе исследование геодинамических процессов проводятся как с использованием классических методов геофизики, так и с использованием космических систем, например, глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Деформации земной коры обусловлены не только тектоникой литосферных плит (глобальные деформации), но и локальными изменениями самих плитах (локальные деформации). Они могут быть вызваны как природными, так и техногенным факторами. К природным факторам, как наиболее значимым, могут быть отнесены: микроразломы, подводные течения, регулярные оползни. К техногенным факторам можно отнести создание искусственных водных бассейнов, чрезмерное добывание полезных ископаемых, выкачивание воды из недр Земли и т.д. [1].

В данной работе были проведены расчеты деформации земной коры на территории города Киева. Для этой задачи были использованы координаты и значения скоростей пяти ГНСС-станций: GLSV 12356M001, KVDA 15506M001, KVSV, KVOB и KIRS. Координаты этих ГНСС-станций были взяты в Центре анализа ГНСС наблюдения ГАО НАН Украины [2]. Скорости ГНСС-станций были оценены с помощью модели NUVEL-1A [3].

Алгоритм расчета деформации земной коры, разработанный в UNAVCO [4], а также точности определения координат и оценки скоростей ГНСС-станций, позволяют выявлять неоднородности в поле скорости деформаций. В частности, зоны локализации скоростей деформаций и границы между участками, обладающими разными скоростями деформации. Для расчета были сформированы треугольники, вершинами которых являются данные ГНСС-станции. Соответственно, для каждого из треугольников были определены: максимальное и минимальное горизонтальное растяжение, вращение и его направление, а также максимальная деформация смещения и площадь деформации. По результатам расчетов треугольник KVSV–KVOB–KIRS проявляет наибольшую активность и охватывает Святошинский, Оболонский и Соломенский районы города Киева. Треугольник KVDA–GLSV–KIRS проявляет наименьшую активность, охватывая Дарницкий, Голосеевский и Соломенский районы города Киева. По результатам

расчетов также было определено, что территория, которую охватывают данные треугольники, вся подвержена к сжатию.

1. *Ищенко М.В.* Определение деформации земной коры в северном регионе Украины по результатам анализа ГНСС-наблюдений // Кинематика и физика небесных тел. — 2017. — Т. 33, № 6/17. — С.69–78.
2. http://gnss.mao.kiev.ua/pub/gnss/products/lGb08/
3. http://fizmathim.com/opredelenie-i-analiz-koordinat-i-skorostey-stantsiy-po-nablyudeniyam-evropeyskoy-gps-seti
4. http://www.unavco.org

3. Геоінформаційні системи та аерокосмічні методи розвідки територій

Новий підхід до застосування основних мір близькості та методу Роккіо при вирішенні задач класифікування

Альперт С.І.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Київ

При розв'язанні задач класифікування ознаки, що відповідають певним класам, представляються у вигляді векторів, які належать векторному простору. В основі використання моделі векторного простору для вирішення задач класифікування лежить гіпотеза компактності, яка стверджує, що ознаки, які належать тому самому класу, утворюють компактну область, причому області, що відповідають різним класам, не перетинаються. Ознаки з різних класів утворюють неперервні області, між якими можна провести межі та класифікувати нові ознаки. У задачах векторної класифікації вектори ознак представляються у вигляді точок на площині. Вектори ознак є нормалізованими по довжині одиничними векторами, координати яких лежать на поверхні гіперсфери. Двовимірні площини розглядаються як проекції поверхні гіперсфери на площину. Відстані між точками на поверхні сфери та між точками на її проекції майже збігаються за умови, що області на поверхні малі, а проекція коректно обрана. При цьому при застосуванні векторних класифікаторів близькість двох ознак може бути виражена як через відстань, так і через міру подібності. Міри подібності можуть бути використані не тільки при вирішенні задач класифікації текстів, а й для класифікування супутникових зображень [1]. Наведемо, основні міри подібності:

1) $\mathrm{sim}_1(u,v) = \dfrac{\sum\limits_{k=1}^{t} u_k v_k}{\sqrt{\sum\limits_{k=1}^{t} u_k^2 \sum\limits_{k=1}^{t} v_k^2}}$ — косинусна міра подібності, де $u = (u_1, ..., u_t)$, $v = (v_1, ..., v_t)$ — вектори ознак об'єктів; $\sum\limits_{k=1}^{t} u_k v_k$ — скалярний добуток між цими векторами;

2) $\mathrm{sim}_2(u,v) = \dfrac{2\sum\limits_{k=1}^{t} u_k v_k}{\sum\limits_{k=1}^{t} u_k + \sum\limits_{k=1}^{t} v_k}$ — міра Дайса;

3) $\mathrm{sim}_3(u,v) = \dfrac{2\sum\limits_{k=1}^{t} u_k v_k}{\sum\limits_{k=1}^{t} u_k + \sum\limits_{k=1}^{t} v_k - \sum\limits_{k=1}^{t} u_k v_k}$ — коефіцієнт Жаккара.

Слід зазначити, що косинусна міра подібності та коефіцієнт Жаккара мають подібні характеристики. Вони приймають значення від 0 до 1 для не-

від'ємних векторів, нескладні для розрахунків, ефективні в пошукових задачах та задачах класифікування супутникових зображень. Найбільш відомим методом для векторної класифікації ознак є метод Роккіо. Даний метод спочатку визначає межі між класами за допомогою центроїдів. Центроїд класу обчислюється як усереднений вектор, чи центр мас членів класу: $\mu(c) = \frac{1}{|D_c|} \sum_{d \in D_c}^{v(d)}$, де D_c — множина ознак, що належать класу c; $v(d)$ —нормалізований вектор ознаки d. Межа між двома класами у методі Роккіо являє собою множину точок, рівновіддалених від двох центроїдів. Ця множина точок завжди утворює лінію. Узагальненням цієї лінії в багатовимірному просторі є гіперплощина. Правило класифікування в методі Роккіо полягає у визначенні області, у яку потрапляє точка. Тобто задача зводиться до пошуку центроїда $\mu(c)$, до якого точка лежить ближче, ніж до інших центроїдів, і приписуванню цієї точки до класу c. Слід зазначити, що класи в класифікації Роккіо повинні відповідати гіпотезі компактності та мати приблизну форму сфер із майже однаковими радіусами.

Отже, зазначені основні міри подібності та метод Роккіо можуть широко застосовуватися при вирішенні не тільки задач класифікації текстів, а й при вирішенні таких задач, як класифікування супутникових зображень, оскільки вони є досить простими та ефективними в реалізації [2, 3].

1. Альперт С.І. Новий удосконалений підхід до комбінування даних на основі теорії Демпстера–Шейфера // Збірник матеріалів VII Всеукраїнської молодіжної наукової конференції "Ідеї та новації в системі наук про Землю", Київ, 25–27 жовтня 2017 р. — Київ, 2017. — С.26–27.
2. *Претт У.* Цифровая обработка изображений. Кн. 1. — М.: Мир, 1982. — 382 с.
3. *Попов М.А., Альперт С.И., Подорван В.Н.* Метод классификации космических изображений с использованием подхода Демстера–Шейфера // Исследование Земли из космоса. — 2016. — № 5. — С.26–37.

Методи автоматичного пошуку однойменних точок на стереопарі знімків для автоматизованої побудови цифрової моделі рельєфу

Беленок В.Ю., Василецька Т.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) широко застосовуються фахівцями з геодезії, геоінформаційних систем і технологій, фотограмметрії для вирішення таких задач, як топографічне картографування, побудова ізоліній та профілів, визначення вододілів та ліній стоку, прокладання оптимальних трас доріг, каналів, нафтопроводів, обчислення кутів нахилу та кривини схилів, розрахунок зон видимості тощо. Дані для створення ЦМР отримують з фотограмметричних вимірювань, з наземного (геодезичного) знімання, скануванням горизонталей на картах, за матеріалами дистанційного зондування або з використанням лазерних та інших систем, які дають просторові координати точок

місцевості. Актуальною є задача автоматичного пошуку та вимірювання однойменних точок на стереопарі знімків, за поздовжніми паралаксами яких та їх різницею можна відтворити ЦМР у зоні перекриття знімків стереопари. Існують два методи для ідентифікації однойменних точок: ідентифікація окремих однойменних точок з їх подальшим об'єднанням у тріангуляційну мережу та формування карти диспарантності, що задає зміщення координат однойменних точок для всіх пікселів базового зображення за допомогою алгоритму оптимізаційного пошуку та зіставлення зображень. Тріангуляційний алгоритм характеризується високою швидкодією та простотою реалізації, проте грубо апроксимує рельєф. Побудова карти диспарантності дозволяє отримати максимум інформації про рельєф місцевості по стереопарі та більш точну тріангуляційну модель, проте є досить трудомісткою процедурою.

1. *Бурштинська Х., Василиха І., Коваль П.* Технологія побудови цифрової моделі рельєфу для створення плану дна ріки // Геодезія, картографія і аерофотознімання. — 2007. — Вип. 69. — С.135–144.
2. *Гомозов О.А., Кузнецов А.Е., Побаруев В.И., Пошехонов В.И., Сухов А.А.* Алгоритмы формирования цифровых моделей рельефа по данным от КА «Ресурс-ДК» // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. — 2009. — Том 6, № 1. — С.96–104.
3. *Тупицын И.В.* Реконструкция трехмерной модели объекта на основе стереопары при решении задач 3D-моделирования // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. Математика, механика, информатика. — 2011. — № 3 (36). — С.88–92.

Створення ортофотоматеріалів за знімками, отриманими з безпілотних літальних апаратів, в програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan

Беленок В.Ю., Василецька Т.О.

Національний авіаційний університет, Київ

Аерофотознімання на сьогодні залишається найбільш точним та продуктивним методом збирання просторової інформації для створення топографічних планів і карт, тривимірних моделей рельєфу і місцевості. Аэрофотознімання виконується як з пілотованих літальних апаратів, так і з безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що проявляється все частіше. Перевагами БПЛА перед пілотованими літальними засобами є: рентабельність, можливість виконання знімання з невеликих висот і поблизу об'єктів, одержання знімків високої розрізненності, оперативність отримання знімків, можливість застосування БПЛА в зонах надзвичайних ситуацій. Після виконання аерофотознімання з БПЛА отримують велику кількість кадрів, як правило, без точної геодезичної прив'язки. Тому важливим є питання подальшої обробки таких зображень, а отже, й вибору спеціалізованого програмного забезпечення. У даній роботі використано програмне забезпечення Agisoft PhotoScan компанії Agisoft LLC, м. Санкт-Петербург. У Agisoft PhotoScan інформація про кожен знімок записується в EXIF-файл (координати, висота центра, кути повороту

камери). Програма визначає спільні точки на декількох знімках. За даними EXIF-файлів для кожного пікселя визначається відповідний піксель на інших знімках. При знаходженні відповідних точок на трьох і більше знімках, обчислюються просторові координати точки. Розробники програмного забезпечення рекомендують використовувати поздовжнє перекриття знімків від 60 до 80%.

Agisoft PhotoScan дозволяє створювати цифрові ортофотоплани, моделі місцевості, рельєфу, 3D-моделі. Для створення цифрових тривимірних моделей об'єктів програма дозволяє використовувати знімки, отримані різними цифровими камерами з різних ракурсів (за умови, що кожен елемент об'єкту створюваної моделі було отримано, як найменше, з двох позицій знімання).

1. *Зинченко О.Н.* Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. — М.: Ракурс, 2011.
2. http://www.racurs.ru/www_download/articles/UAV_1.pdf.
3. *Иноземцев Д.П.* Автоматизированная аэрофотосъёмка с помощью программно-аппаратного комплекса «GeoScan-PhotoScan» // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 1(2). — С.46–51.
4. *Хлебникова Т.А.* Экспериментальные исследования современных программных продуктов для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. Дистанционное зондирование Земли, фотограмметрия. — 2017. — Том 22, № 1. — С.119–131.

Використання космічного знімання для виділення температурних аномалій ландшафтів

Железняк О.О. (мол.)

Національний авіаційний університет, Київ

Температурні аномалії ландшафтних структур міських агломерацій мають антропогенне та природне походження. Завдяки діяльності людини створені різні споруди, що здійснюють власне випромінювання в інфрачервоному діапазоні спектру за рахунок підвищення температури у порівнянні з оточуючим середовищем. Значна кількість виробленої теплової енергії втрачається в теплових міських мережах, теплових електростанціях, спорудах заводів та житлових будинках.

В зв'язку з цим виникає необхідність використання дистанційних аерокосмічних методів для оперативного виявлення теплових аномалій на території міських агломерацій. Космічне знімання територій в різних діапазонах спектру забезпечує достовірну інформацію, пов'язану з ефективністю використання теплових мереж, наявності проблемних аварійних ділянок, що виникають в процесі експлуатації побудованих споруд.

Космічний моніторинг ландшафтних структур дає об'єктивну достовірну оперативну інформацію, необхідну для прийняття раціональних управлінських рішень, що відносяться до ефективності використання теплової енергії міськими агломераціями. Поєднання наземних спостережень з космічним зніманням територій є основою для прогнозування і попередження аварійних

ситуацій в міських мережах та здійснення контролю за дотриманням норм міського будівництва та комфортного проживання населення.

Виявлення теплових аномалій з використанням космічного знімання потребує розробки методів визначення температури на основі аналізу контрастів яскравості зображень у різних діапазонах спектру вибраних ландшафтних структур.

Не дивлячись на те, що знімання супутниковими системами здійснюється в різних довжинах хвиль, знаходження теплових аномалій ландшафтів залишається актуальною і складною задачею, оскільки для визначення температури земної поверхні необхідно врахувати вплив земної атмосфери на процес нагрівання та охолодження об'єктів в момент проведення космічного знімання територій. У зв'язку з цим для достовірного визначення температурних аномалій дистанційними методами необхідно використовувати значення температур в вибраних ділянках, виміряних наземними методами.

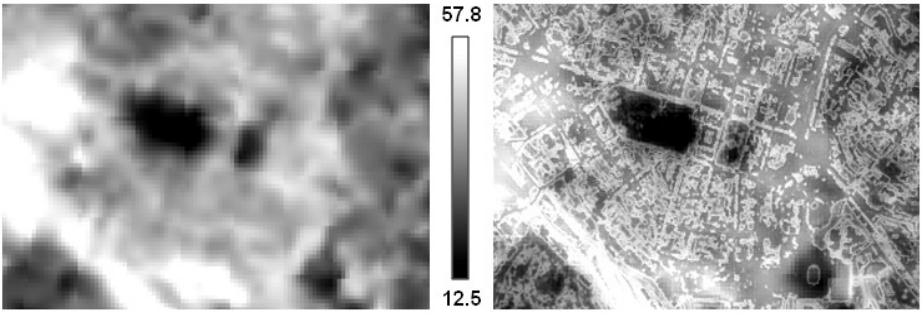
Картування теплових полів урбанізованого середовища за допомогою даних супутникового знімання

Лубський М.С.

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, Київ

За останні десятиліття спостерігається інтенсивне розширення урбанізованих ландшафтів за рахунок розширення промислового виробництва та міграції населення із сіл до великих міст, що спонукає розширення житлових кварталів. При цьому урболандшафти створюють специфічний мікроклімат, для якого характерна вища температура повітря за рахунок наявності значних площ, для яких характерно накопичення тепла, низька концентрація зелених насаджень та значна загазованість повітря, яка також сприяє затримці тепла. Таким чином, космічний моніторинг урбанізованого середовища у тепловому діапазоні електромагнітного спектру (довжина хвилі 8–14 мкм) є ефективним підходом до аналізу теплового навантаження урбанізованих територій на навколишнє середовище [1], який дозволяє виконувати часовий аналіз розвитку та створювати базу для рекомендацій щодо подальшого розвитку міст та формування сприятливого для здоров'я населення мікроклімату.

Характерною рисою урбанізованих ландшафтів є їх висока гетерогенність за рахунок наявності великої кількості різноманітних об'єктів та покривів із різними теплофізичними характеристиками. На сьогоднішній день єдиним супутником, який постачає дані теплового знімання із достатньою для дослідження урболандшафтів просторовою розрізненністю, є супутник Landsat-8, що надає дані у двох каналах (10,3–11,3 мкм та 11,5–12,5 мкм) та має просторову розрізненність 100 м, яка все одно є недостатньою для детального дослідження міського середовища. Однак існують підходи застосування даних видимого та ближнього інфрачервоного діапазону, які мають значно вищу просторову розрізненність у порівнянні із даними теплового знімання, для підвищення інформативності та точності визначення розподілу температури земних об'єктів та покривів. Основний із них — встановлення залежності між



а) б)

Рис. 1. Розподіли температури центральної частини міста Києва за даними сенсора TIRS: *а* — без додаткових даних; *б* — із використанням розподілу коефіцієнта теплового випромінювання за даними Sentinel-2

розподілом вегетаційного індексу NDVI, який отримується шляхом обробки даних у червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах та коефіцієнтом теплового випромінювання різних типів поверхонь. Оскільки NDVI використовується для рослинних покривів, необхідно виконати адаптацію індексу до інших поверхонь, що виконується за допомогою застосування спектрів випромінювання покривів, типових для даної урбанізованої території, отриманих, наприклад, із бібліотеки ASTER Spectral Library [2], при цьому спектральний діапазон обмежується межами діапазону, в якому отримані космічні дані теплового знімання. Наразі найбільш інформативними даними космічного знімання у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні, наявні у вільному доступі, є дані супутників Sentinel-2 із просторовою розрізненністю 10 м. Отриманий розподіл коефіцієнта теплового випромінювання вносяться у рівняння Планка для «сірого тіла», в якому значення спектральної густини енергетичної яскравості виражені атмосферно скоригованими даними теплового знімання Landsat-8.

Даний підхід дозволяє значно підвищити інформативність результуючих карт розподілу температури досліджуваних територій в умовах технічної обмеженості наявних засобів дистанційного зондування.

1. *Wang S., Ma Q., Ding H., Liang H.* Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images // Resources, Conservation and Recycling. — 2018. — No. 128. — P.526–534.
2. https://speclib.jpl.nasa.gov/library

Задачі геоінформаційних систем

Павленко Г.А.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Географічно-інформаційні системи (ГІС) — це програмно-технічний комплекс, що забезпечує автоматизований збір, обробку, зберігання, аналіз, відображення і розповсюдження просторово-координованої інформації. Ця суча-

сна комп'ютерна технологія забезпечує інтеграцію баз даних та операцій над ними, таких як запит і статистичний аналіз, з потужними засобами подання даних, результатів запитів, вибірок і аналітичних розрахунків у наглядній, легко доступній картографічній формі.

Для більшості типів просторових операцій кінцевим результатом є відображення даних у вигляді карти чи графіка. ГІС надає нові чудові інструменти, які розширюють і розвивають майстерність та наукові засади картографії. З їх допомогою візуалізація карт може бути легко доповнена звітними документами, тривимірними зображеннями, графіками і таблицями, фотографіями та іншими засобами, в тому числі мультимедійними.

В наш час ГІС знаходять застосування в самих різних сферах діяльності, де потрібно зберігати та обробляти інформацію, що характеризується просторовою складовою.

Найбільш поширені сьогодні ГІС в сферах:

- геодезія та картографія: ГІС використовуються для обробки матеріалів польового знімання, зберігання та оновлення картографічних матеріалів, підготовки до друку та видання карт;
- навігаційні системи та системи моніторингу транспорту: можливості ГІС по відображенню значних обсягів різнотипних картографічних даних дозволяють в реальному часі відстежувати місцезнаходження та рух транспортних засобів;
- муніципальні системи: на ГІС покладаються завдання зберігання різноманітної просторової інформації та пов'язаних з об'єктами документів (плани території, земельно-кадастрова інформація, інформація по об'єктах нерухомості, комунікації, пов'язані з об'єктами креслення, дозволи, рішення та інші документи);
- моніторинг навколишнього природного середовища: саме спеціалісти цієї сфери першими розпочали роботи по створенню ГІС для зберігання значних масивів просторової інформації та її аналізу, тому в цій сфері ГІС відіграють дуже важливу роль;
- військова справа: діяльність військових формувань завжди вимагали максимально точних та детальних відомостей про місцевість, на якій плануються або проводяться військові та спеціальні операції, тому геодезія та картографія завжди були на службі військовій справі — сьогодні, як для підготовки військово-топографічних карт, так і безпосередньо для прийняття рішень використовують ГІС.

Останнім часом геоінформаційні системи вдало впроваджуються також в сферах:

- сільського господарства: сільськогосподарське виробництво — одна з галузей, де просторова інформація (місце розташування ділянок, що оброблюються, їх площі, характерні умови місцевості, розташування доріг) має ключове значення, і тільки фінансові можливості підприємств цієї галузі стримують впровадження сучасних ГІС в процес управління;

– на підприємствах зв'язку та енергетики: для підприємств цієї галузі характерна наявність об'єктів управління, розосереджених на значних територіях і тому саме ці галузі вимагають систем, здатних оперувати просторовою інформацією;
– управління бізнесом: в останні роки бізнес стає все більш розгалуженим (філіали підприємств в різних містах та країнах, мережі магазинів та складів), що означає необхідність оперувати даними про певні іноді досить великі території, вирішувати складні транспортні задачі, аналізувати та порівнювати дані про власну діяльність та діяльність конкурентів в різних регіонах;
– в інформаційно-довідкових системах: глобалізований світ вимагає від людей мати уявлення не тільки про своє місто чи регіон, але і про інші, здійснювати робочі поїздки в різні регіони, звідси виникає потреба в інформації не тільки про факт існування певних об'єктів, але і про їх точне місце розташування, взаємне положення, шляхи, по яким до них можна дістатися.

Застосування ГІС є ефективним в різноманітних предметних областях, де важливі знання про взаємне розташування та форму об'єктів у просторі (екологія, сільське господарство, управління природними ресурсами, земельні та майнові кадастри, комунікації, містобудування та ландшафтне проектування).

1. Геоінформаційні системи [Електронний ресурс] // Картографія. — 2012. — Режим доступу: http://ukrmap.com.ua/e-maps/geoinformatsijni-sistemi/.
2. Геоінформаційні системи [Електронний ресурс] // GeoGuide. — 2011. — Режим доступу: http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=gis.

Моніторинг стану землекористувань засобами ДЗЗ

Романенко М.С.
Національний авіаційний університет, Київ

Основною задачу моніторингу стану землекористувань слід вирішувати з використанням матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Використання ДЗЗ активно відбувається останнім часом. З роками розвиток різних приладів дистанційного зондування розширює можливості спостереження стану землекористувань в Україні.

З кожним роком в Україні збільшуються площі еродованих земель, що складає в середньому близько 80 тис. га. Звідси відбуваються значні зміни в землекористуванні, що призводить до зменшення площ землі, виводяться з обігу, змінюється структура використання земель. У даний час моніторинг використання земель проводиться головним чином методом статистичного спостереження Державним комітетом статистики України, Державним управлінням охорони навколишнього природного середовища, Державним комітетом України із земельних ресурсів. Але, на жаль, інформація збирається тільки в загальному вигляді, що не дає достатнього контролю та достовірності даної інформації.

Застосування ДЗЗ в наш час дає особливий інтерес для аналізу стану землекористувань та систематики їх використання.

За допомогою даних супутникової зйомки в умовах необхідності забезпечення постійного моніторингу стану землекористувань є безальтернативним джерелом інформації. Супутникова зйомка налічує певні переваги, а саме: об'єктивність, оперативність та незалежність одержаної інформації.

Але в даний час використання супутникової зйомки для моніторингу дещо сповільнює розвиток практичних систем моніторингу, а саме: дещо обмежена доступність до даних сучасних супутникових систем, недостатній розвиток методів тематичної обробки супутникових зображень, відсутність необхідних програмно-технічних засобів. Супутникові системи, що з'явилися в останні роки, роблять ДЗЗ більш доступним для користувачів, проте ефективне використання ДЗЗ неможливе без відповідних алгоритмів попередньої і тематичної обробки. Використання ДЗЗ надає можливості у сфері суспільно-географічних досліджень, зокрема з питань вивчення певних особливостей землекористування.

На космічних знімках можна виявити певні особливості зміни характеру землекористування, що залежать від природних умов. Також можливо помітити міжзональні відмінності в сільськогосподарському освоєнні, які зумовлені грунтовими,кліматичними і гідрологічними факторами. Космічні знімки дають начебто розріз, що об'ємно зображує зміни в землекористуванні при переході від зони до зони. Цікаво також, що на космічних знімках можно побачити чітко окреслені межі землекористування великої протяжності. На картах ці межі часто не відображаються, а на місцевості вони взагалі не проглядаються. Дані межі можуть мати різне походження. Деякі з них зумовлені різноманітними природними факторами: різкі зміни в землекористуванні можуть бути пов'язані з водними або орографічними перешкодами, такими як долини рік, гірські хребти, змінами в ґрунтовому покриві, властивостях ґрунту тощо.

Використання ДЗЗ дає можливості у сфері моніторингу стану землекористувань, зокрема в питаннях певних особливостей земелекористування. Для того, щоб ефективно управляти землекористуваннями при швидкій мінливості, необхідна оперативна і достовірна інформація.

1. *Брюханов А.В. и др.* Аэрокосмические методы в географических исследованиях. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. — 231 с.
2. *Григорьев А.А.* Антропогенные воздействия на природную среду по наблюдениям из космоса. — Л.: Наука, 1985. — 239 с.
3. *Смирнов Л.Е.* Аэрокосмические методы географических исследований. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1975. — 304 с.

Comprehensive approach to crops classification with satellite imagery

Semeniv O.V., Pidgorodetska L.V.
Space Research Institute NASU-SSAU

Remote sensing is the important source for obtaining objective information of the agricultural production state. Such information is required by the governing bodies of all levels from regional to national to control and planning of the food production. Land cover state information has been identified as one of the crucial data components for many aspects of global change studies and environmental applications. Hyperspectral airborne and satellite systems have been employed for gathering such information in the fields of agriculture and food production, geology, oil and mineral exploration and urban to non-urban localities. The remote sensing provides an integrated data to solve the problems of agriculture, including: general monitoring of agricultural areas; snow cover monitoring and moisture estimation; assessment of temperature and humidity of the soil; determine the area of the fields under different crops; control of the vegetation state; detection of soil degradation areas; forecasting yield; monitoring of harvesting rates, etc.

In the report the problem of crops classification using satellite observations is discussed. For correct classification of farmland fields was implemented preprocessing satellite images algorithm [1]. One of the major approaches to deriving information from remotely sensed data is classification [2]. The main idea of the classification algorithm is to construct crops model based on statistical learning method. Support Vector Machine for crops classification into several classes depending on reflectance spectra is suggested [2, 3]. SVM employs optimization algorithms to locate the optimal boundaries between classes. For model validation and testing was used ground-based verification data, that permitted to provide computer simulation of model optimal parameters to ensure high accuracy and the summary statistics [3]. Preliminary results of the satellite images farmland classification demonstrated that the use of the method can significantly simplify the analysis of crops, quickly and reliably identify sown areas, increase the speed of image processing with high classification accuracy (over 80%) and high regularity coefficient. For increase the classification algorithm accuracy and performance was proposed filtration techniques that minimize the wrong classification in the bounds of one field.

1. *Semeniv O.V., Pidgorodetska L.V.* Biophysical parameters of water ecosystem estimation using satellite images and optimization techniques // Journal of automation and information sciences. — 2014. — 46(9). — P.68–77.
2. *Semeniv O.V.* Estimation biochemical components in vegetation based on statistical learning methods and remote sensing data // Astronomical School's report. — 2014. — Vol. 10. — P.70–74.
3. *Podgorodetskaya L.V., Prutsko Y.V., Semeniv O.V.* Farmland state estimation based on agrophytocenoses classification and remotes sensing satellite data // Journal of automation and information sciences. — 2016. — 48(5). — P.55–63.

4. Дидактика фізико-математичних та природничо-географічних наук

Роль краєзнавства в освітньому процесі

Браславська О.В., Дерейчук О.О.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Модернізація загальної середньої та вищої освіти висуває вимоги до вдосконалення професійної підготовки вчителя географії, обумовленої все більш зростаючими вимогами до його загальної культури, професійної компетентності, якостей особистості, які істотно впливають на проектування навчальних дисциплін, в яких знайшли відображення соціокультурні, географічні, історичні, економічні особливості свого рідного краю.

Краєзнавство у тій чи іншій формі завжди було органічним елементом освітньої роботи шкіл, позашкільних установ та закладів вищої освіти. Для України краєзнавство завжди було міцним фундаментом історичної пам'яті [5]. Поняття «краєзнавство» на думку багатьох науковців трактується по-різному. Л. Берг дає визначення даному терміну як географія рідного краю [2]. О. Барков акцентував увагу на тому, що краєзнавство є комплексом наукових дисциплін, різних за змістом і методами досліджень, які в своїй сукупності ведуть до наукового і всебічного пізнання краю [1]. С. Гончаренко зазначає, що краєзнавство — освітньо-виховна робота, яка полягає у всебічному вивченні на уроках і позакласній роботі частини країни (області, району, міста) переважно місцевим населенням [3]. В. Обозний стверджує, що краєзнавство — це унікальне суспільне явище, в основі якого знаходиться безперервний процес пізнання і передачі знань про рідну землю і життя на ній, що здійснюється від одного покоління до наступного [4]. Основним завданням краєзнавства є вивчення природи, населення, господарства, історії та культури рідного краю з пізнавальною, науковою, навчальною, виховною і практичною метою. Краєзнавство як регіональний компонент багатьох галузей знань, що зв'язує ряд галузей сучасної науки і економіки, несе в собі не тільки теоретичний, а й практичний потенціал як в рамках соціалізації особистості, так і в більш широких межах, що охоплюють час (історію), простір (ландшафт) і традиційний етнічний стереотип поведінки (світовідчуття) народу.

Отже, краєзнавство лише тоді може плідно розвиватися, коли воно буде спиратися на наукові знання і буде пов'язане із завданнями і потребами суспільства, що розвивається.

1. *Барков А.С.* Вопросы методики истории географии. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. — 264 с.
2. *Берг Л.С.* Предмет и задачи краеведения // Как изучать свой край. — Л.: 1975. — № 7. — С.89–94.
3. *Гончаренко С.У.* Український педагогічний словник. — Київ: Либідь, 1997. — 376 с.

4. *Обозний В.В.* Краєзнавча освіта в системі професійної підготовки вчителя: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. — НПУ ім. М.П.Драгоманова. — 2002. — С.20–29.
5. *Реєнт О., Дмитрук В.* Поступ українського краєзнавства // Краєзнавство. — 2015. — 1/2(90/91). — С.8–27.

Проведення псевдоспостережень на уроках астрономії за допомогою віртуального телескопу "WorldWide Telescope"

Волчанський О.В.
Центральноукраїнський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка

Астрономія вивчає наймасштабніші об'єкти оточуючого світу і тому має велике значення в розвитку наукового світогляду школярів. У кожному космічному явищі і процесі ми спостерігаємо прояви основних, фундаментальних законів природи, деякі з яких неможливо змоделювати у земних лабораторіях. Тому шкільний курс астрономії вивчається у випускному класі, завершуючи формування у школярів сучасної наукової картини світу [1].

Основний метод астрономії — спостереження і моделювання. На жаль, під час проведення більшості шкільних урочних та позаурочних занять (які припадають на світлу частину доби) практично єдиним доступним для спостережень небесним світилом виступає Сонце. Для вивчення більшості астрономічних явищ і процесів на уроках вчителю доводиться використовувати різноманітну наочність (фотографії, рисунки, схеми, карти), які лише відбивають результати досліджень. Це, безумовно, покращує сприйняття учнями інформації, але не дає достатнього зв'язку теорії з практикою.

Потужним інструментом вирішення даної проблеми є проведення псевдоспостережень з використанням комп'ютерних технологій. Нами проаналізована робота з віртуальним телескопом WorldWide Telescope. Знайти дану програму можна на офіційному сайті [2]. Тут можна скористатися як онлайн-версією, так і завантажити офлайн-клієнт на свій комп'ютер. Ресурс являє собою комп'ютерний планетарій і дозволяє розглядати детальну топографічну карту зоряного неба, також поверхні різних тіл Сонячної системи, здійснювати віртуальні подорожі по Землі і Всесвіту. Джерелами фотографій є космічний телескоп Хаббл і близько 10 наземних телескопів. Завдяки високій якості зоряної карти її можна проектувати на купол планетарію.

Програма WorldWide Telescope дозволяє спостерігати:

- зоряне небо в усіх деталях;
- 3D моделі планет і супутників;
- якісні панорамні зображення галактичних та позагалактичних об'єктів як окремо, так і в комплексі зі збереженням всіх пропорцій.

Нами були розроблені моделі уроків з використанням віртуального телескопу: «Зоряне небо», «Земля і Місяць», «Планети земної групи», «Планети-гіганти», «Супутники планет», «Малі тіла Сонячної системи», «Сонце — наша

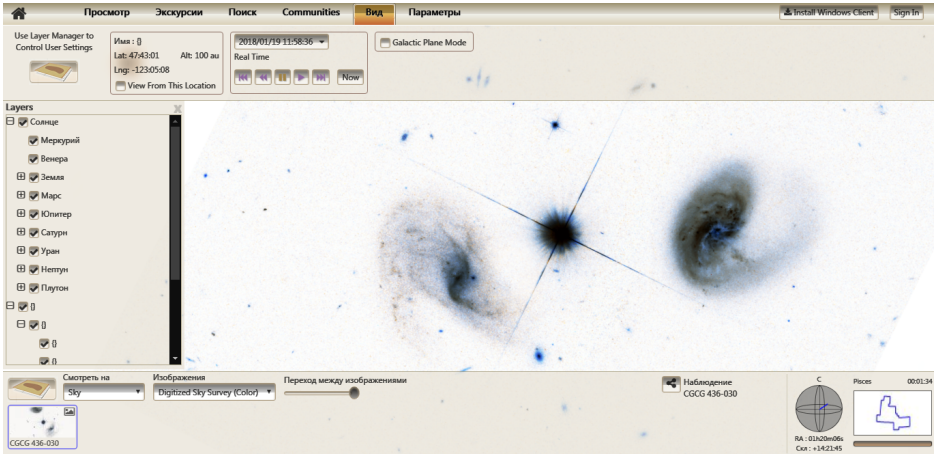


Рис. 1. Перегляд галактик в програмі WorldWide Telescope в режимі web-клієнта

зоря», «Наша галактика», «Позагалактична астрономія», «Методи астрономічних досліджень». Таким чином, використання WorldWide Telescope дає змогу вчителеві краще познайомити учнів з космічним простором, з астрономічними дослідженнями в цілому та особливостями проведення астрономічних спостережень зокрема. Програма значно полегшує підбір наочного матеріалу та дає змогу демонструвати його в динаміці, що суттєво покращує сприйняття учнями інформації про будову Всесвіту.

1. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Астрономія. 11 клас. Профільний рівень і рівень стандарт. — Режим доступу: http://old.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/educational_programs/1349869542/ (дата звернення 06.01.2018 р.)
2. Соціальний сервіс WorldWide Telescope [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.worldwidetelescope.org.

Принцип історизму у вивченні шкільної астрономії

Войт А.О.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Нові методи навчання повинні забезпечувати не лише достатній рівень теоретичної і практичної підготовки учнів в галузі природничих наук, а й методологічну переорієнтацію освіти на особистість, пріоритет соціально-мотиваційних чинників у процесі навчання, також створювати умови для досягнення кожним учнем заданого рівня знань, умінь і навичок.

Одним із засобів активізації вивчення шкільних предметів є принцип історизму. На думку сучасних методистів, використання “гуманітарного потенціалу” дає змогу сформування в учнів правильне уявлення про загальні закономірності розвитку навколишнього світу.

Навчання в середній школі допомагає створити в учнів правильне розуміння законів розвитку природи й суспільства. Наукове тлумачення різних

природних явищ й дає астрономія — одна з найдавніших наук, що зародилась із практичних потреб людини й бажання пізнати довкілля. Сучасна астрономія — наука про небесні світила, про закони їхнього руху, будови і розвитку, а також про будову і розвиток Всесвіту в цілому, є однією із важливих складових природознавства.

Значна роль у забезпеченні цієї мети належить правильному висвітленню питань астрономії в процесі вивчення гуманітарних дисциплін.

Пропедевтику астрономічних знань на уроках історії учні набувають, починаючи з V класу. Тема "Релігія в стародавньому Єгипті" знайомить учнів з уявленнями єгиптян про небесні явища. Сонце єгиптяни вважали живою істотою й поклонялися йому як богу. Коли Ра, бог Сонця, відкривав очі, то починався день, коли він закривав їх — наставала темрява. Так у стародавніх єгиптян формувалася уява про зміну дня й ночі.

При вивченні теми "Культура Єгипту" учні одержують додаткове уявлення про астрономію. Розгляд відповідних розділів цієї теми починається з визначення астрономії як науки, щоб дати учням можливість краще засвоїти нове для них поняття. Потім учні дізнаються, що зачатки астрономічної науки з'явилися в далекій давнині, приблизно п'ять тисяч років тому. Розповідаючи про це на прикладі Єгипту, потрібно підкреслити, що розвиток єгипетської астрономії був тісно пов'язаний з розливами Нілу, які мали для єгиптян життєво важливе значення: необхідність передбачувати періоди розлиття Нілу створила єгипетську астрономію. Розлив Нілу починався тоді, коли в певну пору року над обрієм на сході піднімалася зірка Сиріус. Наука звільнилася від багатьох закостенілих уявлень. Наукові ідеї почали перевіряти як експериментально, так і точними математичними розрахунками. Врешті-решт процеси, що розпочались в астрономії, відкрили дорогу для небаченого раніше прогресу природознавства.

Далі вчитель розповідає про те, яких успіхів домоглися єгипетські жерці у своїх астрономічних дослідженнях. Вони з'єднували окремі зірки в сузір'я, на той час було відомо п'ять найбільш яскравих планет. При поясненні терміну "планети" необхідно зробити акцент на подібність планет із Землею, вказавши умови спостереження на нічному небі.

Єгипетська зоряна карта викликає звичайно величезний інтерес із боку учнів. У зв'язку із цим доцільно ознайомити їх із сучасною картою зоряного неба, показавши зоряну карту, яка додається до підручника астрономії для XI класу.

Розгляд теми закінчується бесідою про єгипетський календар. Бесіда починається з питання про те, як чергувалися розливи Нілу. З попередніх уроків учні знають, що розливи Нілу відбуваються в ті самі терміни. Учитель підкреслює це й установлює, що періодичність ранкового сходу Сиріуса лягла в основу єгипетського календаря. Висвітлюючи питання "Астрономія й календар у країнах Межиріччя", звертається увага на те, що вавілоняни постійно займалися спостереженнями неба. За положенням зірок, небесних світил визначалося майбутнє людини. Ці спостереження велися зі східчастих

храмів-зіккуратів, дахи яких спеціально пристосовувалися для досліджень неба. Вавилонські астрономи розробляли також різні системи літочислення. Вони встановили семиденний тиждень (за числом головних богів), розділили добу на години та хвилини. У Вавилоні були вже відомі сонячний і водяний годинник. Дві з половиною тисячі років тому в Месопотамії і Єгипті астрономи, очевидно, могли "пророкувати" сонячні й місячні затемнення. Наприкінці розповіді про розвиток астрономічних знань у країнах Межиріччя учні одержують відомості про перший в історії підручник астрономії, знайдений археологами в бібліотеці Ашшурбаніпала.

Таким чином, застосування елементів астрономії в процесі вивчення гуманітарних дисциплін сприяє формуванню діалектико-матеріалістичного світогляду, наукового та творчого мислення учнів. Проблем, які постають перед астрономією, не зменшується, а навпаки збільшується. Межі своїх наукових можливостей астрономія ще не вичерпала і, напевно, ніколи не вичерпає.

1. *Бандровський О.Г.* Історія стародавнього світу: Підручник для 6 класу середньої школи. — К.: Генеза, 1996. — 252 с.

Можливості програми «Stellarium» для навчання астрономії

Гром Т.І.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Розглянемо можливості використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема програми «Stellarium» на уроках астрономії у загальноосвітній школі.

Stellarium — це віртуальний планетарій, доступний для платформ GNU/Linux, Mac OS X та Microsoft Windows. Щоб створювати реалістичне небо у реальному часі програма «Stellarium» використовує технології OpenGL та SDL. Stellarium створений французьким програмістом Фабіаном Шеро, який запустив проект влітку 2001 року. Серед розробників Роберт Сперман, Джохейнс Гадждозіка та Джохан Меєріс, який є відповідальним за художній дизайн.

Можливості програми надзвичайні: на сьогодні «Stellarium» може відобразити більш ніж 120 000 зірок з Каталогів Гіппарха та Tycho-2, окрім того можна використати додаткові каталоги з більш ніж 210 мільйонами зірок. Також крім зіркового неба із програми можна спостерігати планети нашої Сонячної системи та їх головні супутники, зображення туманностей, художні зображення сузір'їв, атмосферу та реалістичні сходи та заходи сонця та затемнення. Також існує можливість збільшення зображення, що дає змогу подивитись на кратери Місяця, плями на Сонці, детально розглядати поверхні планет. Візуалізація екваторіальної та азимутальної сітки надає можливість використати програму «Stellarium» при вивченні «Системи небесних координат» можна дати завдання: знайти небесний об'єкт за наданими координатами, або навпаки визначити небесні координати відомих об'єктів, використовуючи інструментарій даного програмного засобу.

Отже, використання програми «Stellarium» дасть змогу учням не лише ознайомитися з основними астрономічними поняттями, але й удосконалювати свої знання самостійно.

Реалізація краєзнавчого підходу в освіті

Денесюк О.В., Рожі І.Г.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Нові вимоги до підготовки майбутнього вчителя географії, які обумовлені змінами в змісті шкільної географічної освіти, пов'язані з його гуманізацією, екологізацією, зростанням ролі краєзнавства, культурологічного підходів у навчанні, орієнтацією шкільної географічної освіти на особистість школяра, його «життєвий світ» в реальному соціокультурному оточенні, який реалізований впровадженням краєзнавчого підходу в освітній процес.

У Законах України «Про освіту» [3], «Про вищу освіту» [4], «Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття»)» [1], «Державній програмі розвитку краєзнавства до 2025 року» [2] наголошено на потребі фундаменталізації, неперервності, доступності, відкритості, гуманістичної спрямованості сучасної освіти й дослідження особливостей території рідного краю зокрема.

Науковими основами реалізації краєзнавчого підходу в сучасних умовах послужили основні напрямки географічної науки, що відображають її ціннісні, гуманістичні, культурологічні аспекти, високий інтеграційний потенціал. Проблеми краєзнавства, краєзнавчої діяльності в загальноосвітній та вищий школі висвітлювали відомі радянські педагоги і географи (М.М. Баранський, О.С. Барков, Л.С. Берг, Т.П. Герасімова, А.В. Даринський, А.І. Дзенс-Литовський). В Україні питання національного краєзнавства, стрижневою частиною якого є географічне краєзнавство, розробляли М.Ю. Кострица, М.П. Крачило, В.П. Круль, В.В. Обозний, М.П. Откаленко, С.Л. Рудницький, В.С. Серебрій.

В останнє десятиріччя з'явилося чимало досліджень, в яких відображені різноманітні аспекти підготовки студентів (переважно географів) до краєзнавчої діяльності. За змістом досвід зазначених досліджень має широкий спектр напрямків: краєзнавча діяльність як засіб розвитку пізнавальних і творчих здібностей (І.І. Безкоровайний, І.І. Бондаренко, В.Г. Липанак, М.В. Соловей); модернізація краєзнавчої педагогічної освіти (С.В. Бабкова, А.В. Гудзевич, Н.В. Муніч, В.В. Обозний, О.В. Плахотнік, О.В. Тімець); методи та методичні прийоми географічного краєзнавства (В.В. Бенедюк, І.П. Ковальчук, В.П. Корнєєв, В.О. Редіна); роль краєзнавства у виховній роботі (Т.С. Вайда, В.В. Матіяш, Т.М. Міщенко, Л.Б. Паламарчук, І.Н. Пілат).

Отже, в працях видатних науковців вказано, що у підготовці майбутнього вчителя географії важливу роль виконує краєзнавчий підхід, який базується на оновлення змісту географічної підготовки, а саме конкретності, образності, особистісного соціального досвіду, дозволяє майбутньому вчителю географії долучатися до історії, культури, етнографії території, де він проживає, спону-

кає його пізнавати, здійснювати конкретні практичні справи, займати активну громадянську позицію.

1. Державна національна програма «Освіта (Україна XXI століття)». — Режим доступу: http://portal.prolisok.org/osvita_ukraine_xxi.html (дата звернення 02.03.2016).
2. Державна програма розвитку краєзнавства до 2025 року. — Режим доступу: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VSjc6CiNejMJ:s41bdb890edbee571.jimcontent.com/download/version/1455366622/module/12883509932/name25202025.pdf+&cd=1&hl=uk&ct=clnk&gl=ua&client=opera (дата звернення 22.01.2016).
3. Закон України «Про освіту» від 23.05.1991 р. № 1060-XII. — Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1060-12/page3 (дата звернення 01.02.2016); від 05.09.2017 р. № 2145-19. — Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 (дата звернення 21.10.2017).
4. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII. — Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/page (дата звернення 22.03.2016).

Застосування комп'ютерних технологій на уроках географії

Дзюба М.М., Рожі І.Г.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Враховуючи специфіку викладання географії та інтеграцію в освіту інформаційних технологій, важливо висвітлити можливість використання комп'ютерних технологій на уроках географії. Адже відповідно до Національної доктрини розвитку освіти України пріоритетом розвитку освіти є впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують подальше удосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві [1, с.19].

Уперше в педагогіці поняття «технологія» з'явилося на межі 40–50-х років XX століття і було пов'язане з використанням у навчальному процесі технічних засобів і програмного навчання. Останніми роками термін «технологія» все частіше використовують дослідники проблем організації процесу навчання як вивчення ролі й функцій учителя і учня та їх взаємодію з іншими елементами процесу навчання [2, с.6].

Комп'ютерні технології є одним із засобів навчання географії, що має унікальні можливості, тому їх використання в школі поступово переходить на всезагальний рівень. Вони дають змогу значно унаочнити програмний матеріал, краще зрозуміти й засвоїти абстрактні поняття, сформувати практичні вміння та навички. Застосування комп'ютерних технологій дає змогу замінити більшість карт, плакатів, таблиць, дидактичних моделей тощо. Мультиплікація, звук, яскраві кольори, моделювання глобальних процесів забезпечують інтерес учнів до предмету, розвивають їх творчі здібності, особливо якщо навчання супроводжується ігровими елементами.

Комп'ютерно-інформаційне навчання є ефективним під час вивчення всіх курсів шкільних дисциплін. Адже воно дає можливість «краще зрозуміти та

засвоїти абстрактні поняття, сформувати практичні вміння та навички» [1, с.19].

Враховуючи сучасний стан розвитку суспільства, від учителя вимагається втілення нових ідей, нових підходів до вивчення предмета, щоб зацікавити учня, особливо в умовах швидкої інформатизації суспільства, спонукати його до активної самоосвітньої діяльності, до вироблення вмінь використовувати освітні можливості для реалізації мети й завдань освітнього процесу.

Отже, методично обґрунтоване застосування комп'ютерних технологій на уроках географії не лише збагатить знання учнів, але й покращить рівень їхніх можливостей у сфері пізнання та дослідницької діяльності, так як комп'ютерні технології є інтегрованими, тобто поєднують традиційні та інноваційні методи навчання.

1. *Дєдова С.С.* Використання комп'ютерної підтримки на уроках географії // Географія — 2012. — №5. — С.19–23.
2. *Гречишкін В.* Інтерактивні технології навчання на уроках географії: мет. реком., 7-й клас // Краєзнавство. Географія. Туризм. — 2012. — №34–35). — С.6–16.

Особистісний підхід до інформаційної діяльності студента-географа

Макаревич І.М., Брель Л.С.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Інформаційна компетентність особистості засвідчує її індивідуальний рівень знань і вмінь у роботі з інформацією: систематизувати факти, осмислювати й формулювати висновки, узагальнювати спостереження, уміння добирати послідовність операцій у роботі з географічною інформацією, розробляти програму дій. Такі умови реально створити в освітньому середовищі ВНЗ, що можуть бути впроваджені для особистісного становлення студентів, зважаючи на те, що в правильному наборі інформації закладені потенційні ресурси для особистісного розвитку, саме в ньому майбутні вчителі можуть виявити свої здібності, спрямованість, професійну активність, професійне самовизначення [2, с.230].

Сформованість інформаційної компетентності забезпечується розвитком професійних якостей майбутнього вчителя географії: пам'яттю, логічним мисленням, рефлексією, організованістю, пунктуальністю, емоційною стійкістю, увагою, допитливістю, рішучістю, контактністю. Розвиток цих основних якостей у поєднанні зі стійкою системою професійних цінностей слугує основою формування компонентів, необхідних для вивчення географії.

В інформації географічного змісту закладений певний виховний потенціал, який за правильного відбору потрібно використовувати для навчання, формування й розвитку особистості студента.

Основою змісту інформації, яку відбирає викладач для занять, має бути особистісно орієнтований антропоцентризм, що визначає майбутнього вчителя географії центральною ланкою освітньої системи, створює реальні умови

для реалізації його здібностей. Ці особистісні якості впливають на чіткість у ставленні особистості до дійсності, її потреби, інтереси, установки.

Здібності до інформаційної діяльності визначають як індивідуальні психологічні якості, в основі яких — успішність її виконання, що залежить від рівня здобутих під час навчання знань, умінь, навичок, компетенцій та способів і прийомів професійної діяльності. Вони визначаються професійно розвинутою пам'яттю, увагою, уявою, вольовими якостями та здатністю до комунікації. На здібності до роботи з інформацією й інформаційну спрямованість студента на етапі професійної підготовки впливає зміст та особистісна значущість мотивів інформаційної діяльності.

Крім того, до провідних якостей і здібностей у структурі інформаційної компетентності належить розвинене логічне мислення, здатність аналізувати, систематизувати й узагальнювати географічні процеси і явища, об'єктивність, критичність, відповідальність, організаторські та прогностичні здібності, здатність до рефлексії в роботі з інформацією.

Потрібно акцентувати на тому, що особистісно-орієнтоване навчання спрямоване на вивчення внутрішнього світу й індивідуальних особливостей кожного студента, використання викладачами для розвитку його активності (діловитості, ініціативності) та психологічної налаштованості на педагогічну працю [1, с.87].

Зокрема, активність в інформаційній діяльності — це свідома й систематична навчальна, дослідницька, пізнавальна, виховна та самоосвітня діяльність, що зумовлена усвідомленням необхідності власної підготовки до професійної діяльності. Одна з основних характеристик сучасного вчителя — професійне самовизначення в інформаційній діяльності як усвідомлене розуміння своєї професійної позиції, чітко виражений стиль педагогічного спілкування та взаємодія з людьми в інформаційному середовищі закладу освіти, самооцінювання й рефлексія, відбір інформаційних контактів, критичність і вибірковість в обміні інформацією, сприйняття норм інформаційної поведінки, розуміння власного соціально-професійного статусу та своєї ролі як носія інформаційної культури.

Отже, зміст процесу формування інформаційної компетентності майбутнього вчителя географії детермінований вимогами професійної діяльності й передбачає: цілісність інформаційної картини географічних процесів і явищ, рівень інтелектуального, морального та естетичного розвитку, світогляд, продуктивне використання різних джерел інформації (друковані й електронні видання, книги, Інтернет, телебачення), критичне ставлення до відбору інформації, орієнтацію на соціальні цінності, творчість й евристичність мислення, професійне та особистісне ставлення до географічної інформації.

1. *Бех І.Д.* Особистісно-зорієнтоване виховання: наук.-метод. посіб. — К.: ІЗМН, 1998. — 204 с.
2. *Бондар В.І.* Дидактика: підруч. для студ. пед. ВНЗ. — К.: Либідь, 2005. — 264 с.

Роль ігрової діяльності у вивченні учнями географії

Надорожна О.А., Браславська О.В.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Формування в учнів самостійності, ініціативності, вдумливості може бути успішним, якщо вчитель ставитиме це основним завданням з першого проведеного уроку географії. Одним із найперспективніших шляхів виховання активних учнів, озброєння їх необхідними вміннями та навичками є впровадження активних форм і методів навчання, серед яких провідне місце займають навчальні та рольові ігри географічного змісту.

Гра є основним видом діяльності людини. За її допомогою особистість пізнає світ. В грі учні перевіряють свій рівень знань і умінь з географії, у них виникає бажання фантазувати, відкривати таємниці природи й прагнути до прекрасного. За вмілого проведення гра може стати незамінним помічником вчителя географії. Під час гри в учнів формуються чи закріплюються здібності, необхідні їм для виконання соціальних, професійних, творчих функцій у майбутньому.

Сучасна дидактика географії, звертаючись до ігрових форм навчання, вбачає в них можливості ефективної взаємодії педагога і учнів, продуктивної форми їх спілкування з властивими їм елементами змагання, непідробної цікавості до предмету. У процесі гри в учнів виробляється звичка зосереджуватися, самостійно думати, розвивати увагу. Захопившись грою географічного змісту, учні не помічають, що навчаються, причому до активної діяльності залучаються навіть найпасивніші учні. Навчальні ігри поділяють на чотири види [1, с.231]:

1) тренувальні, які закріплюють, контролюють, відпрацьовують наявні у дитини навички;
2) навчальні — це ігри, які здатні допомогти учневі набути нові знання, вміння і навички;
3) розвиваючі — ігри, які сприяють виявленню і розвитку різних здібностей і навичок в учнів;
4) комбіновані — ігри, в яких всі вище описані види переплітаються між собою.

Гра — одна з найважливіших сфер у життєдіяльності дитини, разом з працею, навчанням, мистецтвом, спортом вона забезпечує необхідні емоційні умови для всебічного, гармонійного розвитку особистості. Для вчителя географії вона стає не лише знаряддям для поглиблення знань, а й інструментом виховання, що дає змогу повніше враховувати вікові особливості дітей і підлітків, розвивати ініціативу, створювати атмосферу розкутості, самостійності, творчості та умови для саморозвитку. А.С. Макаренко писав: «Є ще один важливий метод — гра. Треба зазначити, що між грою і роботою немає такої великої різниці, як дехто думає. У кожній гарній грі є насамперед робоче зусилля та зусилля думки. Дехто гадає, що робота відрізняється від гри тим, що в роботі є відповідальність, а в грі її немає. Це неправильно: у грі є така ж

велика відповідальність, як і в роботі, — звичайно, у грі гарній, правильній» [2, с.368].

Отож, гра — незамінний важіль розумового розвитку дитини різного віку. Різноманітні навчальні та рольові ігри географічного змісту, за допомогою яких розв'язується те чи інше розумове завдання, підтримують і посилюють інтерес учнів до географії як навчального предмета.

1. *Коблевський А.В., Ховрич М.О.* Комп'ютерні ігри та програми як засіб навчально-виховного процесу у загальноосвітній школі // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. — 2016. — Вип. 137. — С.230–233.
2. *Макаренко А.С.* Гра // Макаренко А.С. Твори: в 7 т. — К., 1954. — Т. 4. — С.368.

Значення наукових відкриттів у розвитку астрономічної науки

Остапенко О.М.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Завдяки науковим успіхам Галілео Галілея та Йоганна Кеплера на початку XVII ст. змінилися цілі науки, засоби їх досягнення, весь арсенал ідеалів і норм наукової творчості, відношення до науки в суспільстві. Врешті-решт процеси, що розпочались в астрономії, відкрили дорогу для небаченого раніше прогресу природознавства.

Планети Сонячної системи та їх супутники, насамперед Місяць, завжди були постійними і важливими об'єктами наукового вивчення, хоча завдання і методи планетних досліджень у різні часи були різними. Їх новий етап розпочався у 60-ті роки, коли на службу науці прийшла ракетно-космічна техніка. Та успіхи перших космічних експериментів не виникли з нічого: вони опирались на результати, отримані планетарною астрономією у попередні часи. Вагомий внесок у ці досягнення зробила харківська школа планетознавців. Нині основні зусилля харківських астрономів-планетознавців зосереджені на розробці методів обробки коротко експозиційних зображень протяжних об'єктів. За допомогою цих методів отримано дані про розмір та форму малої планети Веста.

Накопичення інформації про поверхню Місяця та інших тіл Сонячної системи зумовили розвиток теоретичних уявлень про відбиття світла, які мають дуже складну структуру. Відповідні теоретичні дослідження набули додаткового імпульсу у 80-ті роки [1, с.35]. Вони супроводжувалися спеціальними спостереженнями Місяця та численними лабораторними вимірюваннями оптичних властивостей гірських порід та штучно виготовлених зразків.

У 1995 році астрономи Женевської обсерваторії Марсі і Квелоз відкрили першу екзопланету поблизу зорі, позначеної в зоряних каталогах як 51 Пегаса. Ця зоря схожа на наше Сонце і розташовується відносно не надто далеко від нашої планетної системи, маса цієї планети співрозмірна з масою нашого

Юпітера. Разом з цим відкрито вже понад 300 екзопланет, всі вони розташовані поряд з найближчими до Сонця зорями, але факт їхнього відкриття дозволяє з впевненістю говорити про те, що планети — поширене явище в Всесвіті [2, с.4].

Отже, астрономія на початку XXI ст. вийшла на новий, надзвичайно важливий і перспективний рубіж — рубіж відкриття у далекому космосі планет, подібних до нашої Землі.

Нові технології та досягнення комп'ютерної техніки відкрили нове дихання для наземних телескопів. Уже подолано рубіж телескопів з діаметром дзеркала 10 м. Нові телескопи за цією характеристикою будуть у 2–3 рази більшими. Так, новий майбутній телескоп ELT (Extremely Large Telescope) матиме діаметр дзеркала 35 м. Телескоп ELT зможе реєструвати небесні світила на порядок нижчої яскравості, ніж це можуть робити сучасні телескопи 10-метрового класу.

Паралельно з розробкою новітніх телескопів астрономи планують і розробляють нові космічні місії й експерименти. Тут можна назвати проекти з пошуку планет земного типу поблизу інших зір, відправлення міжпланетних космічних станцій до супутників планет-гігантів, подальше дослідження Марса і, безумовно, підготовку до нового етапу дослідження Місяця.

Блез Паскаль сказав: «Я не дивуюсь, що Всесвіт є нескінченний, я дивуюсь, що людина може розуміти цю нескінченність».

І, звичайно, завданням нашого часу є зрозуміти цей невідомий світ. Що таке темна енергія, яка заповнює Всесвіт, звідки вона з'явилася, яка її природа тощо. Поки що будь-яких більш-менш розумних пояснень цьому феномену немає. Питань, які постають перед астрономією, не зменшується, а навпаки збільшується. Межі своїх наукових можливостей астрономія ще не вичерпала і, напевно, ніколи не вичерпає.

Отже, астрономія є цікава й дивовижна, а здобуті за її допомогою знання — золотий запас нашої цивілізації.

1. *Румянцев А.Ю.* История дидактики астрономии в средних учебных заведениях России: Монография. — Магнитогорск, 1999. — 235 с.
2. *Яцків Я., Крячко І.* Астрономія — передовий рубіж природознавства // Фізика та астрономія в школі. — 2009. — № 1. — С.3–9.

Використання мобільних додатків у вивченні астрономії

Підгорний О.
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Однією з активних форм E-learning є мобільне навчання (M-learning), яке все більше набуває популярності серед сучасної молоді. M-learning поширюється завдяки розвитку технології мобільного зв'язку, що базується на застосуванні мережі Інтернет, і в майбутньому може стати новим потужним засобом підвищення успішності навчання на всіх етапах становлення особистості — від загальноосвітньої до вищої освіти [2].

Під мобільним навчанням (M-learning) розуміють використання мобільної технології в навчальному процесі. Мобільні технології — це широкий спектр цифрових і повністю портативних мобільних пристроїв (смартфонів, планшетних комп'ютерів, електронних книг тощо), що дозволяють здійснювати обробку та поширення інформації.

У порівнянні з традиційним навчанням M-Learning надає можливість моніторингу навчання в реальному часі та високу насиченість контенту, що дозволяє розглядати його не лише як засіб навчання, а й як інструмент спільної роботи, спрямованої на підвищення якості навчання [3].

Мобільне навчання реалізується за допомогою мобільних додатків. Мобільний додаток — це програма, яка встановлена на ту чи іншу платформу (Android, IOS, Windows Mobile), має певний функціонал, що дозволяє виконувати різні дії. Важливість мобільних додатків для освіти зростає завдяки їх можливостям: спільна робота учнів над завданнями, індивідуально-самостійна діяльність.

Використання мобільних додатків для освітніх установ дозволяє:

- реалізувати уніфікований контроль за рівнем знань учнів;
- прискорити обмін інформацією між усіма учасниками освітнього процесу, спростити процес взаємодії вчителів і учнів;
- забезпечити спільну діяльність учнів без прив'язки до місця розташування учасників освітнього процесу;
- використовувати мобільний пристрій в якості персональної медіатеки навчальних, методичних та довідкових матеріалів;
- підключати мобільний пристрій до приладів і інших пристроїв в мережі навчального закладу в освітніх і дослідницьких цілях.

Розглянемо деякі мобільні додатки, які варто використовувати під час вивчення астрономії як у загальноосвітній школі, так і у вищому навчальному закладі.

Star Walk 2 — додаток для аматорів астрономії, які хочуть дізнатися про різні об'єкти зоряного неба. При наведенні камери свого смартфону або планшету на сузір'я Star Walk 2 відтворює детальну інформацію про нього та про об'єкти, які знаходяться в цьому сузір'ї. Програма проектує саме ту ділянку неба, на яку направляється пристрій, а рух небесних тіл точно розраховується для заданого місця розташування і вказаного моменту часу.

МКС Детектор — додаток, який сповіщає користувача про появу Міжнародної космічної станції на видимій ділянці неба (за 5 хвилин до події). Якщо пощастить, МКС можна буде побачити озброєним або неозброєним оком.

Solar Walk — це тривимірна модель Сонячної системи. Вона надає можливість спостерігати за планетами і їх супутниками. Змінивши масштаб, можна побачити Чумацький Шлях. Крім того, з'являється додаткова можливість переглянути підбірку освітніх фільмів про будову нашої Сонячної системи.

Redshift — додаток, який пропонує більш інтерактивне проведення часу: ви станете пілотом космічного корабля. Наближаючись до планет і супутників, можна побачити їх поверхню і вивчити всю Сонячну систему. Ще Redshift

може працювати в якості машини часу і демонструвати те, як відбувалися або будуть відбуватися найбільші астрономічні події: падіння метеоритів, рух зоряних потоків і сонячні затемнення.

Planet's Position — додаток, призначений для розрахунку положення планет на нічному небі. Необхідно задати власні координати, і можна з великою точністю спостерігати положення планет.

SkEye Astronomy — додаток для справжніх астрономів. Його функція стане в нагоді тільки тим, у кого є телескоп. Синхронізуючи смартфон з телескопом, можна використовувати підказки, в який бік спрямувати трубу, щоб побачити бажаний об'єкт.

Star & Planet Finder — програма, яка дозволяє вибрати певний космічний об'єкт зі списку, і, використовуючи основну камеру пристрою, спостерігати його на екрані. Додаток підкаже, в який бік спрямувати об'єктив [1].

Проведений аналіз мобільних технологій навчання засвідчив, що з розширенням функціональності смартфонів і планшетів усе більше можливостей з'являється для їх широкого застосування в якості технічних засобів навчання, що, у свою чергу, розкриває перспективи електронного навчання як невід'ємного елемента навчально-виховного процесу в освітніх закладах України.

1. Веб-сайт «Google Play» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://play.google.com/store/apps/
2. Лубіна Є. Мобільне навчання у дидактиці вищої школи // Вісник Львівського ун-ту. Серія: Педагогіка. — 2009. — Вип. 25. — Ч.2. — С.61–66.
3. *Терещук С.І.* Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. — Випуск 138. — Чернігів: Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, 2016. — С.178–180.

Випереджальне навчання як невід'ємна складова уроків з географії

Шестопал Д.А., Браславська О.В.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Педагогічні спостереження засвідчили, що випереджальні завдання на засвоєння нового матеріалу, його закріплення, повторення здійснюються як цілісний, єдиний і неподільний процес індивідуального навчального пізнання. На уроках з географії, проведених у рамках випереджального навчання, організовується часте звернення учнів до вивчення навчального матеріалу раніше та передбачення нового на основі досліджуваного зараз, що забезпечує цілісне сприйняття навчального матеріалу в подальшому вивченні.

Випереджальне навчання не має єдиного визначення та принципових відмінностей. Нами встановлено, що окремі види випереджального навчання частково розглянуті дослідниками як особливий вид навчальних завдань. Це пояснюється тим, що ні в дидактиці, ні в методиці навчання географії немає

чіткого визначення сутності випереджального навчання як важливого елемента системи навчання.

Зважаючи на сутність та призначення освітнього процесу А.І. Субетто зазначає, що найважливішими регуляторами якості неперервного навчання є «принципи випередження» (первинного, подвійного, потрійного випередження), які, в свою чергу, визначаються законом випереджаючого розвитку — якості людини, якості громадського інтелекту, якості освітніх систем в суспільстві [1, с.31].

Разом з тим С.П. Яланська вказує на необхідність випереджальної навчальної діяльності, що однаковою мірою стосується викладання всіх навчальних предметів, її реалізація здатна справити величезний позитивний вплив на результати навчально-виховної діяльності всієї школи [2, с.276].

На основі ґрунтовних досліджень дидактів і методистів, у теорії і практиці навчання географії були сформовані такі основні вимоги до проведення випереджальних робіт учнів загальноосвітньої школи під час вивчення курсів географії:

- відповідність змісту навчальних програм; посильність змісту робіт для учнів;
- дотримання принципу свідомості при виконанні; організація випереджальних робіт у певній системі;
- чіткий, небагатослівний інструктаж учнів про мету і завдання роботи;
- безпосереднє спостереження учителя за ходом виконання учнями випереджальної роботи і надання їм відповідної допомоги під час виникнення певних труднощів;
- обов'язкова перевірка виконання учнями випереджальних робіт;
- вироблення навичок самоконтролю учнів під час опрацювання пізнавальних завдань;
- здійснення індивідуального підходу до учнів у процесі організації випереджальних робіт та їх проведення.

1. *Субетто А.И.* Методология стандартизации непрерывного образования: Проблемы и пути их разрешения. — М. : СПб., 1998. — 70 с.
2. *Яланська С.П., Лутфуллін В.С.* Випереджальний розвиток навчально-пізнавальних інтересів учнів як вирішальна умова успішного навчання // Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Серія: Психологічні науки. — 2014. — Вип. 2 (13). — С.274–279.

Зміст

Програма роботи конференції 3

1. Астрономія і астрофізика

Величко А.Б., Захожай В.А., Денищенко С.И. Диаграмма Герцшпрунга–Рассела объектов десятипарсекового окружения Солнца по результатам первых двух версий каталога GAIA 5

Видьмаченко А.П. Современная активность вулканизма на Луне 5

Видьмаченко А.П. Ограничения относительно обнаружения Супер-Земли в Солнечной системе 7

Видьмаченко А.П. Сравнительные особенности вулканов на телах Солнечной системы 9

Видьмаченко А.П. Где следует искать следы жизни на Венере? 12

Відьмаченко А.П. Нова мета «Нових горизонтів» у поясі Койпера 14

Видьмаченко А.П. О возможной жизни на спутнике Юпитера Ио 17

Видьмаченко А.П., Стеклов А.Ф. Пути колонизации Венеры 18

Видьмаченко А.П., Стеклов А.Ф. Роль «астероидных такси» при освоении Солнечной системы 21

Вольвач А.Е., Ларионов М.Г., Вольвач Л.Н. Продолжительное вспышечное явление в блазаре 3C454.3 24

Воронецький М.В. Релятивістське магнітне перез'єднання 25

Жанабаев З.Ж., Агишев А.Т., Жексебай Д.М. Гравитационно-волновая природа ускоренного расширения Вселенной 27

Железняк О.А. Загадки гравитации и скрытой массы 28

Захожай В.А. Современная астрономическая картина мира 28

Захожай В.А., Забуга С.И. Время горения гелия в недрах звезд населений I–III 29

Єсіков О.О., Кондратенко П.О. Еволюція орбіт планет Сонячної системи 30

Криводубський В.Н. Глибинні шари поблизу конвективного овершуту і тахокліну — найбільш сприятливе місце для генерації тороїдального магнітного поля Сонця 31

Лозицький В.Г. Сонце і життя на Землі 35

Магеррамов Я.М., Рустамов Д.Н. Спектральная переменность звезды 19 Сер 36

Марусяк В.Б. Перспективи проведення астродосліджень на горі Піп Іван 37

Марусяк В.Б. Міжзоряні дифузні смуги поглинання. Квантово-механічні розрахунки енергетичних переходів $C_{11}H_8O_2$ та $C_{11}H_8O_2^+$. 38

Мусієнко В. Системи глобального позиціонування та теорія відносності 39

Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Гераїмчук М.Д., Івахів О.В. Вивчення й аналіз світлових характеристик різних джерел випромінювання за допомогою макету УФП на спеціальному стенді 41

Неводовський П.В., Відьмаченко А.П., Мороженко О.В. Випробування макету поляриметра УФП на телескопі АЗТ-2 42

Неводовський П.В., Стєклов О.Ф., Відьмаченко А.П. Щодо можливості спостережень за вторгненням космічних об'єктів в атмосферу Землі за допомогою багатофункціонального поляриметру . . . 43

Пономаренко О.О., Тугай А.В. Спостереження галактики NGC2341 за допомогою космічного рентгенівського телескопа XMM-Newton 44

Радченко К.О., Радченко К.В., Ясенєв С.О. Динамічна і вікова стійкість фігури Хаумеа 44

Северин В.С. Червоний зсув спектральних ліній атомів водню, обумовлений їх електричною поляризацією 48

Семенів О.В. Алгоритм визначення сегментів зоряного неба з використанням машинного навчання 49

Скульський М.Ю. Від хвильового впорядкування Сонячної системи до діаграми «середня густина — глобальний період» для основних небесних тіл 50

Солтусенко Г.Г. Виявлення гравітаційних хвиль 51

Спащенко С.Р., Кондратенко П.О. Народження чорних дірок у Всесвіті 52

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П. Эксперимент по отлову в космосе астроматериалов с целью поиска бактериоморфных структур 53

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П. Европа как цель для колонизации . . 56

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П. Зоны комфортного проживания человека на Меркурии 58

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П. Возможность обитания в спутнике Европа 61

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П. О возможной колонизации Цереры . . 63

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Дашкиев Г.Н., Жиляев Б.Е. Элементы планетарной защиты от астероидно-кометной опасности 65

Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Дашкиев Г.Н., Жиляев Б.Е. Где и как следует обустраиваться человеку для защиты от астероидно-кометной опасности 67

Тугай А.В. Філаменти темної матерії 69

Халилов А.М., Гасанова А.Р. Долгопериодические изменения профиля линий дублета NaID и лучевой скорости в спектре высокоширотного сверхгиганта 89 HER (F2 Ibe) 70

Шавловський В.І., Мороженко О.В., Відьмаченко А.П. Історія астрономічних спостережень з телескопом АЗТ-2 та можливі сучасні астрономічні дослідження з його допомогою 72

Шавловський В.І., Пуха С.П., Відьмаченко А.П., Воловик Д.В., Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В. Пропозиції щодо реалізації варіанту автоматичного керування телескопом АЗТ-2 73

Шавловський В.І., Пуха С.П., Відьмаченко А.П., Воловик Д.В., Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В. Реалізація варіанту керування телескопом АЗТ-2 75

Шавловський В.І., Пуха С.П., Відьмаченко А.П., Воловик Д.В., Пуха Г.П., Оболонський В.О., Кратко О.О., Стефурак М.В. Висновки і пропозиції щодо завершення робіт по автоматизації та модернізації телескопу АЗТ-2 76

Шукюров М.Е., Магерремов Я.М., Максимов А.Ф. Исследование электронно-оптического прибора R650, измеряющего коэффициент отражения поверхности покрытой металлическим слоем 78

Adigezalzade A.N. Spectral Variability of the Ae Herbig type Star HD 179218 79

Baloghlanov A.Sh. Spectroscopic variables of the supergiant star HD187982 83

Chernogor L.F., Guo Qiang, Rozumenko V.T., Shevelev M.B. Characterizing the infrasonic signal generated by the Chelyabinsk celestial body: global statistics 85

Kozyorskaya N.O., Vidmachenko A.P. Development of concept for detecting of nanoveziculus and viruses in astromaterials and defining their biosecurity 86

Stankevich S.A. Cassini-Huygens space mission's onboard scientific payload 88

Steklov A.F., Vidmachenko A.P. Similarity of Mars and Mercury for terraforming and settling of people 90

Vidmachenko A.P. Water in Solar system 91

Vidmachenko A.P. Periodicity in changes of Jupiter's hemispheres activity factor is continues to recover in 2018 93

2. Науки про Землю

Вольвач А.Е., Курбасова Г.С., Вольвач Л.Н Анализ вычисленных по модели «Атмосфера» дополнений к деформациям поверхности земли РСДБ-станции «Симеиз» 96

Довгопола К.А., Гаркава К.Г. Накопичення важких металів у ґрунті та Hypericum perforatum L. в залежності від умов проростання ... 97

Запорожець Л., Пєтух В. Аналіз сучасного стану та перспективи розвитку рекреаційного потенціалу Вінницької області 98

Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В. Дослідження зв'язку варіацій астрофізичних параметрів та сейсмонебезпечних процесів в Закарпатті 100

Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В. Варіації параметрів геомагнітного поля та сейсмотектонічний стан Закарпатського внутрішнього прогину 101

Ігнатишин А.В., Ігнатишин В.В. Параметри радіоактивності середовища та екологічно небезпечні процеси в Закарпатті..... 103

Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В. Зв'язок параметрів геофізичних полів із сейсмічним та геодинамічним станами геологічних структур Закарпаття 104

Ковальчук М.С., Михайловський С.О. Ретроспективний моніторинг зміни площі земель і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Північного гірничо-збагачувального комбінату 106

Ковальчук М.С., Сидоренко О.В. Ретроспективний моніторинг зміни площі земельних ділянок і технологічних водних об'єктів під кар'єрами Вільногірського гірничо-збагачувального комбінату 107

Кононенко А.О., Браславська О.В., Миколайко В.П. Проблеми використання мінерально-сировинних ресурсів 108

Косоголова Л.О., Яблонська К.М., Романов М.С., Романова З.М. Дослідження впливу електромагнітних опромінень радіочастотного діапазону хвиль на активність дріжджової культури Saccharomyces Cerevisiae 109

Криськов Ц.А., Люба Т.С., Рачковський О.М., Смірнов О.Е., Телецький О.М. Аналіз варіацій магнітного поля Землі за 2017 рік у співставленні з активністю Сонця 110

Матющенко А.С., Левченко Т.А., Сарибога Г.В., Збруцький О.В., Неводовський П.В., Олійник О.О. Дослідження поляризаційної складової озонового шару Землі за допомогою ультрафіолетового поляриметру 111

Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Сейсмічний процес у Карпатському регіоні — диференційований вплив Сонця і Місяця 112

Рожі І.Г., Янчук С.В. Щодо питання антропогенного впливу на природні ресурси 113

Ситник О.І., Демчук О.А. Глобальні зміни клімату та їх прояв на території Черкаської області 114

Українська А.О., Гаркава К.Г. Гравітація Землі та імунна система 116

Шпак В.В. Расчет деформации земной коры на территории города Киева с использованием ГНСС-наблюдений 118

3. Геоінформаційні системи та аерокосмічні методи розвідки територій

Альперт С.І. Новий підхід до застосування основних мір близькості та методу Роккіо при вирішенні задач класифікування 120

Беленок В.Ю., Василецька Т.О. Методи автоматичного пошуку однойменних точок на стереопарі знімків для автоматизованої побудови цифрової моделі рельєфу 121

Беленок В.Ю., Василецька Т.О. Створення ортофотоматеріалів за знімками, отриманими з безпілотних літальних апаратів, в програмному забезпеченні Agisoft PhotoScan 122

Железняк О.О. (мол.) Використання космічного знімання для виділення температурних аномалій ландшафтів 123

Лубський М.С. Картування теплових полів урбанізованого середовища за допомогою даних супутникового знімання 124

Павленко Г.А. Задачі геоінформаційних систем 125

Романенко М.С. Моніторинг стану землекористувань засобами ДЗЗ ... 127

Semeniv O.V., Pidgorodetska L.V. Comprehensive approach to crops classification with satellite imagery 129

4. Дидактика фізико-математичних та природничо-географічних наук

Браславська О.В., Дерейчук О.О. Роль краєзнавства в освітньому процесі 130

Волчанський О.В. Проведення псевдоспостережень на уроках астрономії за допомогою віртуального телескопу “WorldWide Telescope” 131

Войт А.О. Принцип історизму у вивченні шкільної астрономії 132

Гром Т.І. Можливості програми «Stellarium» для навчання астрономії . 134

Денесюк О.В., Рожі І.Г. Реалізація краєзнавчого підходу в освіті 135

Дзюба М.М., Рожі І.Г. Застосування комп’ютерних технологій на уроках географії 136

Макаревич І.М., Брель Л.С. Особистісний підхід до інформаційної діяльності студента-географа 137

Надорожна О.А., Браславська О.В. Роль ігрової діяльності у вивченні учнями географії 139

Остапенко О.М. Значення наукових відкриттів у розвитку астрономічної науки 140

Підгорний О. Використання мобільних додатків у вивченні астрономії . 141

Шестопал Д.А., Браславська О.В. Випереджальне навчання як невід’ємна складова уроків з географії 143

Наукове видання

Під загальною редакцією

д.пед.н., проф. *Безлюдного О.І.*
(Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини)

д.ф.-м.н., проф. *Захожая В.А.*
(Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна)

д.ф.-м.н., проф. *Железняка О.О.*
(Національний авіаційний університет, Київ)

Технічний редактор *Терещенко А.О.*

Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини

Україна, 20300, Черкаська область, м. Умань, вул. Садова, 2

Видано 100 екз.