



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 12 • № 1 • 2016 С. 72 – 76

УДК 523.682.4

## «Единая сеть Чурюмова»: новые задачи астрономическим обсерваториям для защиты общества

К.И. Чурюмов<sup>1\*</sup>, А.Ф. Стеклов<sup>2,3</sup>, А.П. Видьмаченко<sup>2</sup>, Н.Г. Дашкиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Астрономическая обсерватория Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

<sup>2</sup>Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, г. Киев

<sup>3</sup>Межрегиональная Академия управления персоналом, г. Киев

*В результате наблюдений почти за четыре года авторы выделили класс сумеречных болидов. Следы сумеречных болидов наблюдаются от нескольких минут до двух часов. В работе рассмотрено синхронное наблюдение вечернего сумеречного болида в небе над Киевской областью 08.07.2016. Базовое расстояние между точками фотографирования составило 25,8 км. Тепловой взрыв, высвечивание и распад вторгшегося в атмосферу над Киевом тела началось на высоте 55–65 км. Оно медленно разгоралось и, двигаясь по наклонной траектории, перестало высвечиваться на высоте около 30–33 км.*

*«ЄДИНА МЕРЕЖА ЧУРЮМОВА»: НОВІ ЗАВДАННЯ АСТРОНОМІЧНИМ ОБСЕРВАТОРІЯМ ДЛЯ ЗАХИСТУ СУС-ПІЛЬСТВА, Чурюмов К.І., Стеклов А.Ф., Видьмаченко А.П., Дашкієв Г.Н. — В результаті спостережень майже за чотири роки автори виділили клас сутінкових болідів. Сліди сутінкових болідів спостерігаються від декількох хвилин до двох годин. У роботі розглянуто синхронне спостереження вечірнього сутінкового болида в небі над Київською областю 08.07.2016. Базова відстань між точками фотографування склала 25,8 км. Тепловий вибух, висвічування і розпад тіла, яке вторглося в атмосферу над Київською областю почалися на висоті 55–65 км. Воно повільно розгоралося і, рухаючись по похилій траєкторії, перестало висвітлюватися на висоті близько 30–33 км.*

*«CHURYUMOV UNIFIED NETWORK»: NEW TASKS FOR ASTRONOMICAL OBSERVATORIES TO PROTECT SOCIETY, by Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. — As a result of observations in nearly four years the authors have identified a class of twilight bolides. Traces of Twilight bolides are observed from a few minutes to two hours. The paper considers simultaneous observation of the evening twilight fireball in the sky over the Kiev region 08.07.2016. Base distance between the photographing points was 25.8 km. Thermal explosion, flashing and decay of the body invaded into the atmosphere over Kiev region began at altitude of 55–65 km. It flared up and slowly moving along the inclined path disappeared at the height of about 30–33 km.*

**Ключевые слова:** сумеречные болиды; кометные ядра; метеорные следы; Единая сеть Чурюмова.

**Key words:** twilight fireballs; cometary nucleus; meteor traces; Churyumov Unified Network.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Для астрономических обсерваторий основным являются регулярные наблюдения небесных объектов. И преимущественно это происходит в темное время суток после окончания вечерних астрономических сумерек [1, 2]. В результате почти четырехлетних наблюдений авторы выделили особый класс — сумеречных наблюдений метеоров, болидов и их следов на небе [10, 18–24, 26]. При этом также возможны и дневные наблюдения следов метеоров и болидов, но они менее эффективные. Кроме того, в отличие от ночных наблюдений ярких светящихся метеорных следов, которые можно наблюдать от нескольких долей до десятка секунд, наши сумеречные и дневные следы можно наблюдать от нескольких минут иногда до двух часов. Это позволяет осуществлять прямое зондирование этих следов с использованием астрономической авиации [1, 25, 27]. Напомним, что аналогичный зондирующий эксперимент с кометой Чурюмова–Герасименко стоил более 1,7 млрд. евро [39, 40].

### 2. ПРИМЕРЫ НАБЛЮДЕНИЙ СЛЕДОВ НА НЕБЕ

В [10, 18–20, 22, 28, 29] мы отметили синхронное наблюдение вечернего сумеречного болида в небе над Киевом 25.06.2014 г. с расстоянием между точками фотографирования около 8,4 км. Высвечивание и распад возможно кометного вещества началось на высоте более 25 км, а максимальный распад произошел на высотах от 18 до 8 км. Тело не долетело до поверхности Земли и распалось на мелкодисперсные фрагменты. Наши предварительные оценки начальной массы данного фрагмента до входа в атмосферу составили от 1 до 10 тонн.

По результатам наблюдений геостационарных спутников в атмосфере Земли неоднократно регистрировались вспышки ярче  $-17^m$ . Оценки показывают, что характерный начальный размер таких металло-

\*Чурюмов Клим Иванович; ✉ klimchur@ukr.net

каменных тел могут составлять 1–3 м. Если же эти метеороидные тела состоят из снега и льда (остатки кометных ядер), то их размер существенно увеличивается и иногда может составлять до десятков метров. Так, оценки показывают, что Тунгусский болид не оставил метеоритных тел на поверхности Земли, потому что это был кусок кометного ядра, состоящего из совокупности слабо связанных между собой замороженной водой, углекислотой и другими льдами мелких пылевых частиц с малой средней плотностью. Поэтому такие тела интенсивно разрушаются и измельчаются при полете через атмосферу [3, 12, 30, 38].

Начальная масса Тунгусского тела оценивается примерно в  $2 \cdot 10^6$  тонн, и при скорости входа в атмосферу  $\sim 31$  км/с на своем пути к взрыву оно прошло около 200 км и потеряло сотни тысяч тонн в виде мелкой пыли [8, 9, 30]. Известно, что высокое аэродинамическое давление активно разрушает поверхность движущегося в атмосфере космического тела. Измельченное в результате этого вещество подобно жидкости «растекается» и быстро тормозится [1]. При этом за малое время его кинетическая энергия передается небольшому объему воздуха перед телом, сжимая и нагревая его до нескольких десятков тысяч градусов. Следствием этого является тепловой взрыв, мощность которого определяется переданной кинетической энергией.

На основании анализа данных о таких феноменах, как Тунгусский, Сихотэ-Алинь, Стерлитамак и других [5–7, 26], были высказаны предположения [30, 33], что взрывы крупных метеороидов в атмосфере планеты и, как следствие, вспышки блеска, происходят на высотах их максимального торможения. Это удалось подтвердить при изучении разрушения фрагментов ядра кометы Шумейкера–Леви 9 в атмосфере Юпитера [11, 31, 32, 35]. Тепловые взрывы в атмосфере Земли кроме остатков кометных ядер [9, 12–17, 36, 37], создают и небольшие (с массой < 400 тонн) монолитные (каменные или металлические) тела, так как крупные космические тела проходят атмосферу практически без потери массы и скорости и взрываются уже на поверхности Земли [7, 34, 39–42]. Расчеты показывают, что если тепловой взрыв метеороида произойдет на высоте больше 15 км, то до поверхности Земли взрывная волна даже не дойдет [4].

На рис. 1 представлены изображения аэрокосмического следа, которые мы начали регистрировать в Киеве на левом берегу Днепра приблизительно через минуту после начала горения вошедшего в атмосферу тела. След наблюдался недалеко возле линии горизонта, постепенно приближаясь к нему. При падении это тело постепенно разгоралось. Его сгорание происходило с элементами клочковатого разбрызгивания желто-оранжевых элементов; сам полет-сгорание продолжался около десятка секунд. Такое длительное время полета тела в атмосфере говорит о пологом его вхождении в атмосферу.

Объект сгорел и оставил освещаемый Солнцем след. Приведенные на рис. 1 фотографии показывают динамику изменения формы следа, который первые минут двадцать освещался заходящим за горизонт Солнцем, а затем еще несколько десятков минут был виден как темное диффузное облако на фоне подсвечиваемого Луной вечернего неба. За это время было получено несколько десятков фотографий до полного рассеяния следа в земной атмосфере. Как видно, след постепенно утолщался и отклонялся от прямолинейной траектории. По скорости утолщения следа мы оценили возможную массу первичного объекта около десятка тонн.

Сразу после начала фотографирования в Киеве информация была передана Дашкиеву Г.Н., и через полторы минуты после начала фотографирования было получено около десятка изображений из другой точки с расстоянием от первой в 25,8 км (рис. 2).

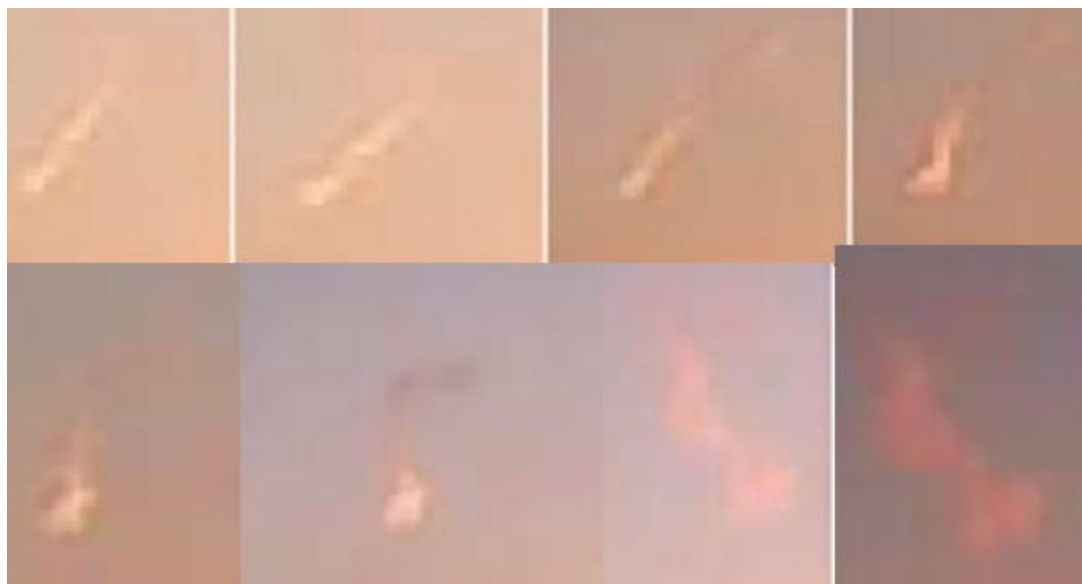
Вычисления показали, что верхняя часть следа от сгорания тела в атмосфере Земли находится на высоте около 55–65 км; нижняя часть следа, где горение завершилось, находится на высоте 30–33 км.

### **3. ОПЫТ РАБОТЫ ПЕРВОГО ВАРИАНТА «ЕДИНОЙ СЕТИ ЧУРЮМОВА»**

Коллектив авторов данного сообщения создал и обеспечил работу первого варианта «Единой сети Чурюмова» по непрерывной регистрации сумеречных и дневных следов аэротехнических и аэрокосмических вторжений в небо над Киевом и областью в 2013–2016 годах. Всего за это время нами получено более 36 000 авторских фотоснимков, проведена их классификация и создана соответствующая база данных. Мы зарегистрировали как типичные космические вторжения метеороидов, фрагментов ядер комет, так и следы аэротехнических вторжений, которые, как правило, начинаются и заканчиваются на более низких высотах, чем типичные космические вторжения [21].

Также нам удалось зафиксировать возникновение и развитие локальных, но мощных атмосферных вихрей. Ранее такое было не типично для Украины, но именно это подтверждает опасные тенденции в эволюции климата нашей страны. Зарегистрированы и очень большие, длинные шлейфы пылевых, аэрозольных выбросов предприятий Киева, что требует применения суровых штрафных санкций. Получены большие серии фотографий летних пожаров, взрывов на нефтебазах и даже следы особых действий авиации в периоды обострений гибридной войны. В созданной авторами базе данных есть также немалое количество «следов в небе» над Киевом, которые нам пока не удалось классифицировать и идентифицировать.

Успешный и плодотворный опыт работы авторского коллектива указывает на необходимость резкой активизации усилий астрономических обсерваторий Украины по развертыванию и усовершенствованию работы элементов «Единой сети Чурюмова» по непрерывной регистрации сумеречных и дневных следов аэрокосмических, аэротехнических и суборбитальных вторжений. Функционирование такой сети имеет первостепенное значение для Министерства чрезвычайных ситуаций, Службы безопасности Украины, Министерства обороны Украины и многих других ведомств и министерств, которые должны финансировать создание гибридных регистраторов для работы в сети. Они должны сочетать свойства современных широкоугольных кометоискателей и особенности передовых видеорегистраторов. Полномасштабное развертывание «Единой сети Чурюмова» требует создания надежных панорамных камер, систем видеонаблюдения с максимальным разрешением записи, с поддержанием форматов сжатия, с возможностями адекватной реальности цветной съемки в условиях плохой освещенности, при наличии как больших (длинных), так и малых (коротких) следов объектов. Такие системы должны иметь свой процессор, веб-сервер, возможность транслировать видео по беспроводной сети, поддерживать передачу нескольких видеопотоков в необходимых форматах сжатия. Наши сетевые камеры должны иметь не только возможности проводного и беспроводного подключения к сети одно- и многоканальных видеосерверов, но и опираться на работу полноприводных IP-камер с достаточным (18-кратным?) зумом, с возможностями сенсора прогрессивного сканирования, и при этом многоканальные декодеры должны позволять подключение большого количества камер с технологиями прогрессивной развертки для улучшения качества изображения. Очень желательна реализация режимов дневной, сумеречной и ночной съемки.



**Рис. 1.** Изменение формы болидного следа над Киевской областью 8 июля 2016 года. Изображения получены Стекловым А.Ф. в моменты времени UT 19:26:24, 19:26:26, 19:27:30, 19:29:30, 19:30:54, 19:32:56, 19:38:16, 19:42:38.



**Рис. 2.** Изменение формы болидного следа над Киевской областью 8 июля 2016 года. Изображения получены Дашкиевым Г.Н. в моменты времени UT 19:27:46, 19:27:57, 19:28:28, 19:29:23, 19:29:28, 19:31:59.

#### 4. ПЛАНЫ НА БУДУЩЕЕ

Задачи, которые в наше время встают перед астрономическими обсерваториями, очень сложные, но интересные. И, наконец-то, астрономы Украины, создавая системы и сети для непрерывной регистрации сумеречных и дневных следов от аэротехнических, аэрокосмических и суборбитальных вторжений, смогут взять на себя новую важную роль в деле защиты общества и государства в эпоху гибридных войн. Следует подчеркнуть, что рядом ведущих государств недавно успешно созданы и испытаны сверхлегкие беспилотники, которые используют функцию самоуничтожения после выполнения секретной миссии агрессивного тайного вторжения. Это позволяет государству-агрессору замаскировать свою воздушную агрессию как «естественные» вторжения фрагментов распавшихся ядер комет, метеорных тел и даже вторжения элементов космического мусора. И усовершенствованная «Единая сеть Чурюмова» будет одним из наших ответов на вызов времени.

В работе такой сети будут заинтересованы МЧС, СБУ, ВСУ и многие другие ведомства и министерства, которые и должны финансировать создание гибридных фоторегистраторов всей сети, объединяющих свойства современных широкоугольных кометоискателей и характеристики суперсовременных видеорегистраторов. При этом «Единую сеть Чурюмова» должны поддержать Национальная академия наук Украины, Национальная академия педагогических наук, Академия наук высшей школы, планетарии, академические, университетские, педагогические и иные (народные, частные, любительские) обсерватории.

1. Григорян С.С. О движении и разрушении метеоритов в атмосферах планет // Космические исследования. — 1979. — **17**, № 6. — С.875–893.
2. Дариус Дж. Недоступное глазу. — М.: Мир, 1986. — 249 с.
3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. — М.: Наука, 1966. — 688 с.
4. Компанеец А.С. Точечный взрыв в неоднородной атмосфере // ДАН СССР. — 1960. — **130**, № 5. — С.1001–1003.
5. Кручиненко В.Г. Анализ изменения физических характеристик метеорито-образующего тела Стерлитамак вдоль пути // Астрономический вестник. — 1993. — **27**, № 6. — С.87–94.
6. Кручиненко В.Г. Определение физических характеристик метеорито-образующего тела Стерлитамак // Астрономический вестник. — 1992. — **26**, № 4. — С.104–112.
7. Кручиненко В.Г. Приток космических тел на Землю в широком интервале масс // Кинематика и физика небесных тел. — 2002. — **18**, № 2. — С.114–127.
8. Фесенков В.Г. О воздушной волне, произведенной падением Тунгусского метеорита 1908 г. // Метеоритика. — 1959. — Вып. 17. — С.3–7.
9. Фесенков В.Г. О кометной природе Тунгусского метеорита // Астрономический журнал. — 1961. — **38**, № 4. — С.577–592.
10. Чурюмов К.И., Видьмаченко А.П., Стеклов А.Ф., Кручиненко В.Г., Стеклов Е.А. Явление трех ярких болидов над Киевом 29 марта 2013 года? // Azerbaijanian astronomical journal. — 2013. — **3**, № 3. — P.85–86.
11. Berezhnoi A.A., Shevchenko V.V., Klumov B.A., Fortov V.E. Collision of a comet with Jupiter: Determination of fragment penetration depths the molecular spectra // Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz. — 1996. — **63**, № 6. — P.387–391.
12. Brown P., Spalding R.E., ReVelle D.O., et al. The flux of small near-Earth objects colliding with the Earth // Nature. — 2002. — № 420. — P.314–316.
13. Churyumov K.I., Guliev A.S., Kruchynenko V.G., Churyumova T.K. Comet-Asteroid Hazard: reality and fiction. — Kiev-Baku: Azerbaijan Academy of Sciences, 2012. — P.175.
14. Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Churyumova T.K. Problem of comet-asteroid threat to humanity: reality and myths — 2 // Physics and astronomy in the modern school. — 2012. — № 2. — P.20–26.
15. Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Churyumova T.K. Problem of comet-asteroid threat to humanity: reality and myths — 3 // Physics and astronomy in the modern school. — 2012. — № 3. — P.17–25.
16. Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Churyumova T.K. Problem of comet-asteroid threat to humanity: reality and myths — 1 // Physics and astronomy in the modern school. — 2012. — № 1. — P.16–24.
17. Churyumov K.I., Kruchynenko V.G., Churyumova T.K. Problem of comet-asteroid threat to humanity: reality and myths — 4 // Physics and astronomy in the modern school. — 2012. — № 4. — P.15–23.
18. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A., Dashkiev G.N. The results of observations of the twilight fireballs over Kyiv and their classification // In: Book "Near-Earth Astronomy 2015". Abstracts of IX International conference Near-Earth Astronomy, Terskol, August 31 — September 5, 2015. — Nalchik: Publishing KBSC RAS, 2015. — P.22.
19. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. Several twilight bolides over Kiev in 2013–2015 — fragments of comets nuclei // International conference Meteoroids 2016. June 6–10, 2016. European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, Netherlands. Poster No. 63.
20. Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N. Observations of fragments of cometary nuclei in the atmosphere over Kiev in the summer of 2014 // 17 International scientific conference "Astronomical School of Young Scientists", May 20–22, 2015. The program and abstracts. Kyiv–Zhytomyr, Ukraine. — P.84–85.

21. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* Observations of twilight fireballs over Kiev in 2013–2015 // 5 Interregional Scientific Conference, Astronomy and present. April 12, 2016. Vinnytsia, Ukraine. Materials. — P.33–37.
22. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Dashkiev G.N.* // Astronomical School's Report. — 2015. — **11**, №2. — P.99–102.
23. *Churyumov K.I., Steklov A.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Some results of regular observations of the twilight bolides // In: Book of selected papers and abstracts of Memorial International Conference "Comets Asteroids Meteors Meteorites Astroblemes Craters (CAMMAC2014)", September 29 — October 2, 2014. Edited by corresponding member of NAS of Ukraine, Professor K.I. Churyumov. — Vinnytsia, Ukraine: FOP "Kostiyk N.P.", 2014. — P.98–108.
24. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Traces on sky: the classification and the results of regular observations of twilight fireballs // Astronomical School's Report. — 2014. — **10**, №1. — P.37–42.
25. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Activity of aviation at falling of bolides at 2014 // Materials of the International Scientific Conference "Astronomy and Space Physics at the Kyiv University", which was held as part of VIII Ukrainian Science Festival 27–30 May, 2014. Kyiv, Ukraine. — P.86–87.
26. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Traces in the sky: Classification and unexpected results of regular observations // 16 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May, 29–31, 2014. The program and abstracts. Kirovohrad, Ukraine. — P.75–76.
27. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Activity Aviation in the fall of fireballs in 2014 // 16 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, May, 29–31, 2014. The program and abstracts. Kirovohrad, Ukraine. — P.77.
28. *Churyumov K.I., Steklov O.F., Vidmachenko A.P., Steklov E.A.* Some of the results of regular observations of twilight bolides // Memorial International Conference dedicated to 100th anniversary of birth of Oleg Vasylyovych Dobrovolsky and 110th anniversary of death of Fedor Oleksandrovich Bredikhin — the famous explorers of comets and meteor matter of the Solar system. Programme. Vinnytsia. September 29 — October 2, 2014. — P.8.
29. *Churyumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A.* Three bright bolides in Kiev sky on 29 March 2013 // 8th Conference «Meteoroids 2013». Program and abstracts. Poznan, Poland. August 26–30, 2013. — P.77.
30. *Kruchynenko V.G., Churyumov K.I., Churyumova T.K.* An explosion of a comet nucleus fragment in the Earth's atmosphere // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 2011. — **27**, №3. — P.109–116.
31. *Kruchynenko V.G.* The collision of the comet Shoemaker-Levy 9 with Jupiter // Astron. and Astrophys. Transactions. — 1997. — **13**. — P.191–197.
32. *Kruchynenko V.G.* The Explosion in the Jupiter Atmosphere // Proc. of European SL/Jupiter Workshop / Eds.: by R.West and H.Bohnhard. — 1995. — P.287–292.
33. *Kruchynenko V.G.* Thermal explosions of meteoroids in Earth's atmosphere // Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel. — 2004. — **20**, №3. — P.269–282.
34. *Spurny P., Porubčan V.* The EN171101 — the deepest ever photographed fireball // Proc. of Asteroids, Comets, Meteors (ACM 2002). 29 July — 2 August 2002. Technical University Berlin. Germany (ESA-500). — P.269–272.
35. *Vid'machenko A.P.* Settling of dust in Jupiter's atmosphere after the impact of fragments of comet Shoemaker-Levy 9 // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 1995. — **11**, №4. — P.14–16.
36. *Vidmachenko A.P.* Dwarf planets (to the 10th anniversary of the introduction of the new class of planets) // Astronomical almanac 2016. — 2015. — **62**. — P.228–249.
37. *Vidmachenko A.P.* Sedna: the history of the discovery and its features // Astronomical almanac 2006. — 2005. — **52**. — P.201–212.
38. *Vidmachenko A.P., Kuchin V.D.* Tunguska event // Svitohlad. — 2008. — **6**. — P.59–67.
39. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* The study of cometary material on the surface of the Earth // Astronomical School's Report. — 2013. — **9**, №2. — P.146–148.
40. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* The study of cometary material on the surface of the Earth // 15 International scientific conference "Astronomical School of Young Scientists", May 15–17, 2013. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine. — P.9–10.
41. *Vidmachenko A.P., Vidmachenko H.A.* Is it dangerous asteroids? // Astronomical almanac 2007. — 2007. — **53**. — P.195–207.
42. *Vidmachenko, A.P.* Impact craters at falling of large asteroids in Ukraine // 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists, the program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine, May 26–27, 2016. — P.27–30.

Поступила в редакцию 1.08.2016  
 Принята к печати 15.09.2016