

A decorative banner with colorful triangles (yellow, green, blue, pink) hangs across the top. Below it, two ornate lanterns are suspended: a teal one on the left and a pink one on the right. The background features a large, soft-edged pink shape on the right and a light blue shape on the left, set against a white background.

Science and Practice: new Discoveries

**Proceedings of materials the international scientific conference
Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 October 2015**

Science and Practice: new Discoveries

Proceedings of materials the international scientific conference

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 October 2015

Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Kirov, 2015

UDC 001
BBK 72
N 76

Scientific editors:

Shvec Irina Mihajlovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Biophysics of the Nizhny Novgorod State University named N.I. Lobachevskij

Ismagilova Larisa Alekseevna, doctor of technical sciences, Professor, Head of the Department of Business Economics of the Ufa State Aviation Technical University

Gur'eva Valentina Andreevna, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology, Medical University of Altai

Telegina Elena Aleksandrovna, Doctor of Economics, professor, Dean of the department of International Energy Business, Russian State University of Oil and Gas named I.M. Gubkin

Sedenko Vasilij Igorevich, Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of the Department of Fundamental and Applied Mathematics, Rostov State University of Economics

N 76 Science and Practice: new Discoveries: Proceedings of materials the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary - Russia, Moscow, 24-25 October 2015 [Electronic resource] / Editors prof. I.M.Shvec, L.A.Ismagilova, V.A.Gur'eva, E.A.Telegina, V.I.Sedenko. – Electron. txt. d. (1 файл 13 MB). – Czech Republic, Karlovy Vary: Skleněný Můstek – Russia, Kirov: MCNIP, 2015. – ISBN 978-80-7534-046-7 + ISBN 978-5-00090-083-3.

Proceedings includes materials of the international scientific conference « Science and Practice: new Discoveries", held in Czech Republic, Karlovy Vary-Russia, Moscow, 24-25 October 2015. The main objective of the conference - the development community of scholars and practitioners in various fields of science. Conference was attended by scientists and experts from from Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Poland, Russia, Ukraine. International scientific conference was supported by the publishing house of the International Centre of research projects.

ISBN 978-80-7534-046-7 (Skleněný Můstek, Karlovy Vary, Czech Republic)
ISBN 978-5-00090-083-3 (MCNIP LLC, Kirov, Russian Federation)

Articles are published in author's edition. Editorial opinion may not coincide with the views of the authors

Reproduction of any materials collection is carried out to resolve the editorial board

© Skleněný Můstek, 2015
© MCNIP LLC, 2015

Table of Contents

Section 1. Physico-mathematical science13

Острик А.В., Казанцев А.М. Научно-методический аппарат для оценки перспектив космического эксперимента при ударе астероида АРОPHIS по поверхности Луны..... 14

Кошур В.Д. Эвристический мультиагентный метод глобальной оптимизации с повышенным роевым интеллектом 25

Моисеева Е.С., Бекетаева А.О. Математическое моделирование сверхзвукового течения при наличии поперечного вдува струи с применением $k-\omega$ модели турбулентности..... 35

Павлюченко К.Г., Седенко В.И. Теорема существования слабых решений полных моделей Мергера-Власова термоупругих колебаний пологих оболочек с шарнирным закреплением края оболочки..... 43

Кутняк А.О., Седенко В.И. Некоторые вопросы глобальной по времени разрешимости моделей Мергера-Власова термоупругих колебаний пологих оболочек с малой инерцией продольных перемещений с шарнирным закреплением края оболочки 49

Section 2. Chemical science55

Груба О.Н., Германюк Н.В., Рябухин А.Г. Расчеты стандартной энтальпии образования оксидов и сульфидов щелочноземельных металлов..... 56

Section 3. Biological Sciences62

Пруцкова Н.П., Селивёрстова Е.В. Влияние белковой нагрузки на реабсорбцию белка в почечных канальцах лягушки 63

Slavgorodski A. Collecting and drying herbarium samples between spunbond sheets..... 74

Section 4. Technical science	86
Демидчик Н.Н. Разработка приложений в среде Visual Studio.net.....	87
Калачук Т.Г. Изменение коэффициента пористости неводонасыщенных (лессовых) глинистых грунтов во времени при одномерном уплотнении	98
Лившиц А.В. Автоматизация научных исследований высокочастотной обработки полимеров.....	106
Масик И.П. Основы ситуационного подхода в управлении судном.....	115
Ошорова В.В., Чеботаев А.А., Ивахненко А.М., Ивахненко А.А. Исследование эффективности транспортной подвижности жителей мегаполисов при использовании различных видов транспорта на городских маршрутах.....	118
Пестряков И.И., Петров О.Н., Стрелкин Ю.В., Чернышев Д.А. Зависимость теплопроводности стекломгнезитовых листов от влажности.....	127
Абрамов В.В., Ракунов Ю.П. О механизме контактного взаимодействия сверхтвердого инструмента с металлами в процессе их финишной обработки	137
Yushkov B., Sergeev A. On the clay soil freezing and water migration in the pavement design.....	149
Смолко В.А., Антошкина Е.Г. Химический и термогравиметрический анализы бентонитовых глин различных месторождений.....	161
Фомин В.М., Самсонов С.А. Повышение эффективности использования энергии альтернативных топлив	169
Section 5. Historical Sciences and archaeology	181
Жданова С.Ю., Печеркина А.В., Полякова С.В. Репрезентация образа войны в фильмах о Великой Отечественной войне	182
Тяпкина Т.Ю. Исторические аспекты становления и развития системы социального обслуживания в России.....	190
Section 6. Economic science	200

Monika Hamerska, Paweł Lula The quantitative analysis of scientific development of research units in Poland. A case study of the Cracow University of Economics	201
Абдуматов К.А. Концепция развития финансового банковского контроля.....	212
Авксентьев Н.А. Экономические потери России от смертности населения.....	222
Астафьева О.А. Особенности рынка услуг гостеприимства и его конкурентоспособности	231
Бодункова А.Г., Черная И.П. Предпринимательская культура как фактор развития опорных региональных вузов	237
Брилка М.С. США как страна-лидер в инновационной сфере: экономико-правовой аспект.....	246
Васина М.Ю. Расстановка международных центров сил на мировой финансовой арене в условиях глобальных финансовых дисбалансов.	256
Видищева Е.В., Потапова И.И. Социально-экономические последствия безработицы в мире на современном этапе	263
Eliseeva T.P., Ezhova I.M. On the question of reducing anthropogenic influences in the natural environment.....	274
Зайцева Е.И. Участие и значение правительства в кластеризации	280
Исмагилова Л.А., Ситникова Л.В. Методологический подход к анализу экономических процессов в условиях санкционных возмущений	290
Истратий А.Ю., Козлова Е.Г. Особенности трудовой мотивации молодых специалистов: организационный аспект.....	295
Попова Е.М., Квеквескири С.Г. Суверенный рейтинг россии, динамика его изменения и факторы влияния	302
Комиссарова М.А., Пенюшин С.Н. Использование процессного подхода к управлению отечественными химическими предприятиями	312
Коршунова А.А. Классификация мошеннических действий в сфере строительства по методам обнаружения и центрам ответственности.	319

Краев В.Н. Сравнение моделей прогнозирования сезонных колебаний (на примере автомобильного транспорта)	327
Ларин Д.С., Попова Е.М. Особенности организации системы ПОД/ФТ США (American AML/CFT system key features).....	337
Лукичева А.О., Панов А.Н. Проблемы менеджмента в высшей школе России на примере управления профессорско-преподавательским составом вузов.....	346
Масленникова Л.В., Голубева А.В. Концепции маркетингового управления в условиях глобализации.....	355
Мильчакова Н.Н., Козлова А.В. Экономика знаний как качественно новый вектор развития общества	365
Миронова К.А. Применение теории длинных волн Кондратьева в лизинге.....	373
Михайлова А.Д. Тенденции развития российской и мировой нефтепереработки в среднесрочной перспективе.....	383
Пионткевич Н.С. Методика реализации процессов корпоративной системы управления рисками организации	393
Полаева Г.Б., Тыртышова Д.О., Иллерицкий Н.И. Инновационно-технологическое сотрудничество государств ЕАЭС в энергетической сфере.....	405
Поташова И.Ю., Селиверстова М.А. К вопросу о производительности труда в Российской Федерации.....	416
Савенков К.А. Особенности опыта малых стран Евросоюза при формировании модели национальной инновационной системы Латвии	424
Саулембекова А.К. Основные направления дальнейшего развития потенциала денежно-валютного рынка Республики Казахстан	435
Селиверстова М.А., Поташова И.И. Развитие рынка потребительского кредитования в современных условиях.....	447
Соколова А.В. Влияние секторальных санкций на политику импортозамещения в ТЭК России	458

Солопенко Е.В., Калайда С.А. Элементы маркетинговой стратегии страховой компании.....	468
Страдиня С.А. Формирование инновационного потенциала развития экономики Латвии	472
Телегина Е.А. Новая парадигма будущего развития мировой энергетики.....	483
Телегина Е.А., Халова Г.О., Студеникина Л.А. Энергетическая интеграция государств Евразийского экономического союза: задачи, цели и перспективы развития.....	492
Федорова В.А. Современное состояние и перспективы развития мирового рынка сжиженного природного газа.....	505
Федорова М.А., Радюкова Я.Ю., Суслин Н.А., Черкашнев Р.Ю. Стратегия развития платежной системы России как условие обеспечения экономической безопасности страны	517
Чекан А.А., Жураховская И.М., Матюнин Л.В., Шолотонова Е.С. Оценка эффективности рекрутинга персонала	522
Шапиро И.Е. Предэкспортное финансирование в российской практике, в условиях текущих экономических санкций.....	531
Samostroenko G.M., Shatokhina O.V. Marketing data system organization – industrial park effectiveness economic imperative.....	540
Section 7. Philology	545
Котюрова М.П., Млинарова Б. Перевод художественного текста в дискурсивном аспекте (на материале перевода рассказа А.П.Чехова «Толстый и тонкий» с русского языка на словацкий)	546
Лобковская Л.П. Ключевые понятия в современной музыкальной лексике.....	553
Шихалиева С.Х., Джелилова С.Р. Концепт паронимии и аспект моделирования	564
Section 8. Pedagogical science	571

Калачев Н.В., Орел О.Е., Постовалова Г.А. Методические особенности преподавания курса математического анализа студентам Финансового университета, обучающимся по программе второго диплома	572
Атяскина Т.В. Электронные ресурсы как средство ускорения формирования умений самообразования будущих техников-программистов	581
Багадаева О.Ю. Вопрос педагога как критерий оценки качества образовательной деятельности на занятиях с детьми дошкольного возраста	587
Евдокимова Н.В., Бирюков Н.Г. Конвергенция иноязычного дискурса с образовательной средой: функционально-коммуникативный аспект	595
Бурина Н.С. Особенности преподавания менеджмента: очная, заочная, вечерняя формы обучения	605
Виницкая А.В. Модификационные инновации в деятельности общественных объединений по формированию экологической культуры детей и подростков	609
Горшкова В.В., Лебедева С.С. Социокультурный контекст непрерывного андрагогического образования	615
Егоров П.Р., Егорова Г.Ф. Развитие образовательных ресурсов с применением адаптивных компьютерных технологий	624
Маланов И.А. Влияние образа жизни и кочевой культуры на особенности воспитания детей бурятского этноса.....	630
Фирсова М.М., Соснина Т.В. Социальное партнерство и сетевое взаимодействие при реализации программ профильного образования	641
Хроменков П.А. О полноте и целостности профессионально-педагогических знаний студентов вуза	652
Чечель И.Д. Концепция непрерывного профессионального развития педагогов и руководителей российской школы для XXI века.....	660
Швец И.М. Проблемы и перспективы реализации компетентностного подхода в профессиональном биологическом образовании	669

Section 9. Medical science 679

Беляева П.Ю., Карпов С.М., Шевченко П.П., Омельченко Е.И. Современные проблемы острых одонтогенных заболеваний	680
Бережанская С.Б., Беспалова А.И., Черных А.Г., Лукьянова Е.А. Современные представления о нейрохимических механизмах регуляции бодрствования и сна.....	689
Вдовенко-Мартынова Н.Н., Яковлева С.Г., Круглая А.А., Пшукова И.В. Фармакогностическое изучение некоторых представителей флоры Северного Кавказа	706
Владимиров Г.К., Созарукова М.М., Измайлов Д.Ю. Кинетическая хемилюминесценция как метод оценки общей антиоксидантной активности (ОАА) в лекарственном растительном сырье	717
Гурьева В.А., Нелюбова А.Б. Риск гипогалактии и мероприятия оптимизации грудного вскармливания.....	727
Ермолаев П.А., Храмых Т.П., Симонов А.С. Изменение сосудистого тонуса после предельно допустимой резекции печени у крыс.....	740
Elbekyan K.S., Muravyeva A.B., Pazhitneva E.V., Markarova E.V. Melatonin and saliva diagnostics	750
Omelchenko E.I., Karpov S.M., Shevchenko P.P., Belyaeva P.Y. The vertebral artery syndrome: anatomy, clinical presentation & the principles of treatment	754
Сарычева И.Н., Янушевич О.О., Минаков Д.А., Шульгин В.А. Диагностика клиновидных дефектов твердых тканей зубов методом лазерно–индуцированной флуоресценции.....	760
Созарукова М.М., Владимиров Г.К., Измайлов Д.Ю. Мембранно-связанный гемоглобин эритроцитов как возможный источник свободных радикалов	771
Угорелова Е.А., Коркин А.Л. Оценка спектра чувствительности бактерий жёлчи к антибактериальным препаратам у пациентов с заболеваниями жёлчных путей на фоне описторхоза	781

Юрьев В.К., Панунцева К.К. Об организации рентгенологического обследования детей в условиях стационара	790
Section 10. Psychological science	801
Кузнецова В.И., Любченко Д.Б. Управление жизненным циклом сотрудника в организации	802
Арсентьева Е.В. Психологические особенности восприятия красоты у современных финно-угорских народов (на примере мордвы)	812
Артемьева О.В., Музыченко Е.В., Подошвин В.Е. Онлайн консультирование и психологическое время психолога-консультанта	817
Болдинова Т.Н. Особенности копинг-стратегий студентов-психологов	826
Мартынов А.А., Бростыло Е.В. Психологические аспекты формирования лидерского поведения современных руководителей	837
Острик А.А. Диагностика и сопровождение одаренных детей средствами когнитивных технологий	844
Павленко Т.А. Особенности взаимодействия педагога-психолога образовательной организации с семьями обучающихся	853
Полозова Ю.В., Литвинова Н.С. Психологическая диагностика профессиональных компетенций специалиста в сфере социально-культурного сервиса	863
Section 11. Social science	871
Сизикова В.В., Анисеева О.А., Шимановская Я.В., Копнина О.О. Интеграция стандартов социального образования и стандартов профессиональной деятельности в социальной сфере	872
Гришина Е.А. Положение заключенных в современной России: взгляд «изнутри» и экспертные оценки	881
Никольская Е.Ю., Скворцова А.Е. Механизмы использования актуальных методов продвижения гостиничных услуг на современном рынке	892
Турдубаева Э.К. Университеты третьего возраста в Кыргызстане как социальная инновация	902
Section 12. Earth Sciences	909

Викторов С.В. Об эффективности европейских программ обнаружения нефтяных загрязнений Балтийского моря методами дистанционного зондирования	910
Заболотских В.В., Гомоницкая. А.С., Кутмина С.В., Пиянзина А.Ф. Анализ и пути решения проблемы переработки органических отходов на ОАО «ЗПБО» г.о. Тольятти	920

SECTION 1.

PHYSICO-MATHEMATICAL

SCIENCE

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ УДАРЕ АСТЕРОИДА APORHIS ПО ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

ОСТРИК А.В.¹, КАЗАНЦЕВ А.М.²

¹Россия, ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РАН

²Украина, АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ КИЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. ТАРАСА ШЕВЧЕНКО

Аннотация. Ставится задача принципиального изменения орбиты астероида 99942 (Апофис) с прекращением его движения в Солнечной системе. Вместо пассивной тактики спасения от астероидной угрозы предлагается вариант использования астероида для постановки крупномасштабного космического эксперимента по ударному взаимодействию астероида с Луной. Рассматривается научно-методический аппарата для расчетного исследования возможности реализации, поиска и обоснования направлений научного использования этого космического эксперимента.

Ключевые слова: многомерное математическое моделирование, космодинамика астероидов, уравнения состояния грунтов, высокоскоростной удар, механическое действие излучений и частиц, сейсмические волны, строение и состав Луны.

Abstract. The problem of fundamental change of asteroid 99952 (Apophis) orbit aiming the termination of its movement in Solar system is formulated. The variant of use of an asteroid for realization of large-scale space experiment representing impact of asteroid and the Moon is offered instead of passive tactics of salvation from asteroid hazard. The scientific and methodical technology for research of possibility of realization and search and justification of the directions of scientific use of this space experiment is considered.

Keywords: multidimensional mathematical modeling, space dynamics of asteroids, equations of a condition of soil, high-speed blow, mechanical action of radiations and particles, seismic waves, structure and structure of the Moon.

Введение. Астероид 99942 (Апофис) имеет неправильную вытянутую форму 150м×420м и массу около 50млн. т. По нашим оценкам, энергия взрыва при входе Апофиса в атмосферу нашей планеты составит 800Мт ТНТ, а в случае удара по Луне – 250Мт ТНТ. Согласно астрономическим наблюдениям и расчетным исследованиям астероид Апофис пролетит в 2029г. на расстоянии примерно 40000км от центра Земли. Однако имеется определенный риск столкновения этого астероида с нашей планетой в 2036г. Как правило, целью коррекции орбиты астероида ставится лишь предотвращение этого столкновения. При этом спрогнозировать последствия такой коррекции на длительный период времени после 2036г. не представляется возможным. В результате окончательное решение проблемы астероида Апофис посредством его отклонения от траектории столкновения с Землей достигнуто не будет.

В [1,2] в качестве цели ставится задача качественного изменения орбиты астероида с прекращением его движения в Солнечной системе. Вместо пассивной тактики спасения рассматривается вариант использования астероида Апофис для постановки крупномасштабного космического эксперимента по ударному воздействию астероидом по Луне. Организация столкновения космического масштаба позволит решить ряд физических вопросов, касающихся Луны [2]. Отметим, что высокоскоростной удар по поверхности Луны уже использовался для проведения физических экспериментов [3].

Целью настоящей статьи является рассмотрение имеющегося научно-методического аппарата для расчетного исследования возможности реализации, поиска и обоснования направлений научного использования крупномасштабного космического эксперимента по высокоскоростному удару астероидом Апофис по поверхности Луны. Такой аппарат должен представлять комплекс программ ЭВМ, позволяющих проводить математическое моделирование следующих физических процессов:

- возмущенное воздействиями искусственного происхождения (ВИП) движение астероида к поверхности Луны (для формулировки требований к устройствам, способным обеспечить выход на орбиту встречи астероида с Луной);
- механическое действие при высокоскоростном ударе и в случае обычного или ядерного взрывов вблизи или внутри астероида, а также потоков излучений и частиц различной физической природы (для обоснования параметров устройств генерации ВИП);
- механическое действие удара астероида по поверхности Луны (для прогнозирования параметров этого действия в ближней зоне удара и для расчета характеристик облака выброса грунта);
- сейсмическое действие.

В конечном итоге расчетные исследования с помощью рассматриваемого научно-методического аппарата позволят обосновать принципиальную возможность проведения предлагаемого космического эксперимента и сформулировать требования к космическим системам сбора и анализа выбросов грунта, а также к точности измерений сейсмических характеристик, числу и местам расположения сейсмических станций на поверхности Луны.

1. Космодинамика астероида (моделирование возмущенной ВИП орбиты). Численное интегрирование орбит выполняется по методу и ЭВМ-программе, описанными в [4]. Метод позволяет интегрировать только возмущения, а влияние Солнца вычислять по формулам невозмущенного движения, и является особенно эффективным при интегрировании орбит с малыми перигелийными расстояниями. При расчете учитываются возмущения от всех восьми планет, Плутона и трех крупнейших астероидов. Принимаются во внимание также релятивистские эффекты в смещении перигелиев тел. Возмущения от Земли и Луны рассматриваются отдельно. Шаг интегрирования изменяется в зависимости от близости астероида к возмущающим телам. При этом координаты Луны определяются независимо по программе DE 406/LE406 и вводятся в основную программу в виде полиномов.

Минимальное геоцентрическое расстояние Апофиса в 2029г. согласно расчетам по методу [4] составляет $R_{min}=37790$ км. Это немного отличается от данных работы [5], но вполне вписывается в интервал допустимых разбросов этой характеристики (ИПМ РАН – $R_{min} = 37716$ км [6]; Томский университет – 36900км [7]). Вычисленный нами разброс значений ($\Delta_m \approx 690$ км) за счет возможных ошибок в исходных элементах орбиты астероида полностью совпадает с результатами [5]. Следовательно, точность наших расчетов вполне достаточна для решения рассматриваемой задачи.

Будем предполагать, что искусственную коррекцию (ИК) орбиты Апофиса в результате ВИП планируется осуществить одноразовым взрывом или ударом. Это приведет к изменению компонент его гелиоцентрической скорости. При этом можно принять, что поскольку взрыв или удар происходят очень быстро, то гелиоцентрические координаты астероида за это время ВИП не изменяются (импульсное воздействие, характеризуемое вектором приращения скорости $\Delta \vec{v}$).

Поиск рациональных параметров ВИП для ИК орбиты Апофиса предполагает выбор четырех независимых параметров: момента коррекции t_k и трех компонент вектора приращения гелиоцентрической скорости $\Delta \vec{v}$. В наших расчетах мы искали модуль вектора приращения скорости ΔV и два угла, определяющие направление этого вектора φ_1 и φ_2 (φ_1 – угол между вектором приращения скорости и плоскостью эклиптики, φ_2 – угол между проекцией вектора приращения скорости на плоскость эклиптики и осью ОХ, лежащей в плоскости эклиптики и направленной в точку весеннего равноденствия). Задание различных значений t_k , ΔV , φ_1 и φ_2 , приводит к соответствующим возмущениям параметров орбиты астероида. Понятно, что после ИК орбита астероида будет изменяться под влиянием различных факторов, в первую очередь, гравитационного воздействия планет.

До 2029 г. минимальное геоцентрическое расстояние Апофиса будет значительно больше радиуса орбиты Луны. Следовательно, в том же году он будет проходить и на минимальном селеноцентрическом расстоянии

r_{min} . В апреле 2029 г. минимальное значение r_{min} достигается уже после тесного сближения с Землей. Для невозмущенной орбиты Апофиса это значение r_{min} должно составить около 104 тыс. км. Понятно, что ИК орбиты Апофиса для перенаправления его на Луну следует выполнить ранее момента достижения минимального расстояния r_{min} при движении по невозмущенной орбите. Искомые значения параметров ИК t_k , ΔV , φ_1 , φ_2 должны быть такими, при которых в апреле 2029 г. значение r_{min} станет меньше радиуса Луны R_M и при этом величина ΔV окажется минимально возможной.

Поиск требуемых значений t_k , ΔV , φ_1 , φ_2 выполняется методом перебора. Вначале выбирается произвольный момент t_k , для которого уже задаются разные наборы величин ΔV , φ_1 , φ_2 , а в конце интегрирования получаем значение r_{min} на 14 апреля 2029 г. Отметим, что решение поставленной задачи существует далеко не для каждого значения момента коррекции t_k . Это показали первые попытки «перенаправить» Апофис на Луну, которые не давали положительного результата (требовали заведомо практически не реализуемых значений ΔV). В поисках нужного варианта мы начали искать подходящие значения t_k , перебирая все моменты от января 2013 г. с интервалом в несколько дней. Первый подходящий момент коррекции пришелся на 2ч (UT) 22 ноября 2013 г. Для перенаправления Апофиса на Луну ему должно было быть сообщено приращение гелиоцентрическая скорость около 7.33м/с. При этом временной интервал моментов коррекции составлял около 17 часов. При коррекции лишь в пределах такого интервала астероид можно было перенаправить в одну из зон поверхности Луны (данные по ВИП, приводимые до 2016г., имеют в основном исторический интерес, как потерянные возможности, поэтому параметры у поверхности Луны в этих случаях не приводятся). Как показали дальнейшие исследования, положительные решения для значений t_k существуют в различные моменты от 2013 г. до 2028 г., но при этом средняя аномалия M астероида на орбите в момент ИК должна не сильно отличаться от 118° . В табл. 1 приведены моменты коррекции Апофиса в разные годы (UT – Всемирное время, Universal Time) с указанием значений: M , ΔV и ΔR (расстояния точки падения астероида на поверхность Луны от центра диска

Луны, видимого с астероида), V (скорость удара), ψ (угол падения, отсчитываемый от нормали к поверхности).

Таблица 1 – Моменты и параметры ИК орбиты Апофиса с целью его перенаправления в 2029г. на поверхность Луны

Дата	UT, ч	M , град.	ΔV , м/с	ΔR , км	V , км/с	Ψ , град.
22.11.2013	2	118.24	7.33	–	–	–
11.10.2014	2	117.76	7.33	–	–	–
30.08.2015	9	117.61	7.33	–	–	–
22.07.2016	16	121.76	7.33	900	3.4	31
11.06.2017	7	121.65	7.33	900	3.2	31
30.04.2018	21	121.57	7.33	900	3.2	31
20.03.2019	7	121.29	7.33	300	4.7	10
26.12.2020	12	121.20	7.30	200	4.9	7
15.11.2021	2	121.26	7.30	300	4.3	10
04.10.2022	16	121.12	7.30	700	3.4	24
24.08.2023	0	120.62	7.30	90	5.6	3
11.07.2024	4	118.95	7.30	300	4.5	10
29.05.2025	21	117.98	7.34	450	4.0	16
17.04.2026	2	116.47	7.34	750	3.2	26
04.03.2027	12	114.09	7.50	480	3.8	16
18.01.2028	0	109.57	7.72	450	3.9	15

Отметить, что формальным моментом коррекции может быть момент уже после тесного сближения астероида с Землей в апреле 2029г. (до момента минимального сближения с Луной). Однако величина модуля приращения скорости ΔV в данном случае составляет больше 2км/с. Очевидно, что такой вариант коррекции на практике неосуществим, вследствие большой массы астероида и соответственно непомерных импульсов и энергетических затрат на их создание (как показано далее, для астероидов с массой близкой к массе Апофиса представляют практический интерес приращения скорости ΔV не более нескольких десятков метров в секунду).

Результаты расчетных исследований показывают, что успешное перенаправление астероида Апофис на Луну реализуется в достаточно узких диапазонах всех четырех параметров коррекции (t_k , ΔV , φ_1 и φ_2). Это говорит о крайней сложности практического осуществления такой ИК. Однако задача коррекции упрощается, если допустить возможность

многоразовой ИК. Как видно из табл. 1, моменты успешной коррекции существуют каждый год вплоть до момента тесного сближения Апофиса с Землей в 2029 г. И в каждом случае значения средней аномалии астероида не сильно отличаются между собой. Это дает принципиальную возможность выполнять коррекцию в несколько этапов, в каждом из которых модуль приращения скорости уже может быть меньше 7м/с. Кроме того, на каждом последующем этапе коррекции можно будет учитывать и устранять неточности, допущенные на предыдущих этапах.

2. Механическое действие взрыва или высокоскоростного удара. Расчет механического действия [8] требуется, как в задачах обеспечения требуемых для ИК параметров ВИП [9], так и при прогнозировании параметров ближней зоны взаимодействия астероида (или иного тела) и Луны [10], а также при определении характеристик облака выброса грунта [11], формирующегося при этом взаимодействии. Расчеты параметров ближней зоны ударов и взрывов проводятся по многомерным ЭВМ-кодам [12-17], позволяющим численно моделировать большие деформации и формоизменения.

Отклонение астероида от траектории столкновения с Землей при малом запасе времени (позднем обнаружении и осознании угрозы) на современном уровне развития техники может быть реализовано только посредством механического действия ядерного взрыва вблизи поверхности. Как показывают расчеты [8, 9], величина сообщаемого астероиду импульса имеет максимум при расстоянии до астероида порядка 1/10 его радиуса. Для мощности взрыва $Q=10\text{Мт}$, размерах и массах близких к характеристикам Апофиса приращение скорости астероида составит $\Delta V=30\text{...}40\text{м/с}$, что существенно больше требуемых для его увода к поверхности Луны (см. таб. 1). Отметим, что это решение проблемы Апофиса вряд ли следует считать оптимальным, поскольку пока мы располагаем достаточным временем до 2029г. Механическое действие ядерного взрыва приведет не только к отклонению астероида, но и его разрушению и диспергированию на рой осколков с различными векторами скоростей. Поэтому часть этого роя может оказаться и в атмосфере Земли с трудно прогнозируемыми последствиями. Поэтому если уж реализовывать