

Практическая значимость полученных результатов заключается в:

1. Разработке концептуальной схемы алгоритма управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделений ГПС МЧС России.
2. Формулирование предложений по содержанию методики автоматизированного управления информационными рисками.
3. Формирование исходных данных для разработки математической модели процесса управления рисками типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России.

Направления дальнейших исследований:

1. Разработка математической модели процесса управления рисками в типовой информационно-вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России.
2. Анализ результатов моделирования для подготовки выводов и рекомендаций по решению проблемы.
3. Определение перечня предложений по совершенствованию политики безопасности информационно-вычислительных сетей подразделений ГПС МЧС России и разработка плана реализации предложенных решений.

Литература

1. Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками. М.: ДМК Пресс, 2010.
2. Росенко А.П. Метод определения вероятности несанкционированного доступа злоумышленника к конфиденциальной информации // Докл. Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. 2012. № 1 (25). Ч. 2.
3. Системный анализ и принятие решений: учеб. / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 378 с.
4. Антюхов В.И., Кравчук О.В. Моделирование процесса противодействия угрозам информационно – вычислительной сети подразделения ГПС МЧС России // Проблемы упр. рисками в техносфере. 2013. № 3.
5. ISO/IEC 27005:2008. Информационная технология. Методы защиты. Менеджмент рисков информационной безопасности // Практич. менеджмент качества он-лайн. URL: [http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_iec_27005-2008\(r\).pdf](http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_iec_27005-2008(r).pdf) (дата обращения: 14.10.2013).
6. Аветисов Р.С. К вопросу оценки ущерба в автоматизированных информационных системах: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. «Информационная безопасность». Ч. 1. Таганрог: Таганрог. гос. радиотехн. ун-т, 2008. С. 164–169.

ЗАДАЧИ И РОЛЬ МЧС РОССИИ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ КОСМИЧЕСКИХ УГРОЗ

Л.В. Медведева.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

К.В. Холшевников;

Л.Л. Соколов.

Санкт-Петербургский государственный университет

Проведён анализ последствий падения метеорита под г. Челябинском, сформулированы ключевые задачи в области обеспечения безопасности при чрезвычайной ситуации планетарного масштаба, изложены фундаментальные основы астероидно-кометной опасности для Земли.

Ключевые слова: метеорит, метеоритная угроза, астероид, комета, космические риски, опасные космические явления, астероидно-кометная безопасность

OBJECTIVES AND ROLE OF EMERGENCY SITUATIONS MINISTRY IN SOLVING URGENT PROBLEMS OF SAFETY POPULATION FROM SPACE THREATS

L.V. Medvedeva.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

K.V. Kholoshevnikov; L.L. Sokolov.

Saint-Petersburg state university

This article analyzes the impact of a meteorite near Chelyabinsk, formulated the key tasks in the field of security and disaster on a planetary scale, set out the fundamentals of asteroid and comet threat to Earth.

Keywords: meteorite, meteorite threat, asteroid, comet, space risks, dangerous cosmic phenomena, asteroid and comet security

Утром 15 февраля 2013 г. над Уральским регионом сгорел метеорит. Чрезвычайное происшествие затронуло жителей Тюменской, Челябинской, Курганской, Свердловской областей, а также северных территорий Казахстана.

По оценкам Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства – НАСА, США (NASA) мощность взрыва небесного тела оказалась в 30 раз больше мощности атомной бомбы, сброшенной на г. Хиросима. Высвободившаяся в результате взрыва энергия составила приблизительно 500 кт. Размер небесного тела на входе в атмосферу составлял 17 м (по прошлым оценкам – 15 м), масса – 10 тыс. т (ранее говорилось о 7 тыс. т). Всего с момента вхождения в атмосферу до падения метеорита прошло 32,5 с.

Основные повреждения зафиксированы в Челябинской области. В г. Челябинске взрывная волна повредила более 4 тыс. зданий. Число пострадавших составило 1,2 тыс. человек. Основные травмы – от порезов разбитым стеклом. Ущерб превысил 1 млрд руб.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что при падении метеорита все службы сработали оперативно и слаженно. «Были приняты абсолютно правильные решения: за исключением предприятий непрерывного цикла, работа остальных была остановлена, чтобы люди смогли забрать детей из школ и детских садов, проверить состояние своих жилищ. Профессионально отработали комиссии по чрезвычайным ситуациям и руководители на местах», – констатировал глава МЧС России.

Сразу после чрезвычайной ситуации (ЧС) заговорили о способах борьбы с метеоритной угрозой. Как выяснилось, военные предупредить о приближении к Земле подобного объекта не могут. «Военные просматривают Космос до удаления, на котором находятся спутники. Максимум, где спутники могут летать, – 40 тыс. км. А остальное относится к функциям астрономов, которые обязаны это делать. И в России, и в других странах много астрономических обсерваторий, они и должны сообщать», – рассказал в интервью газете «Взгляд» Виктор Есин, бывший начальник Главного штаба Ракетных войск стратегического назначения (РВСН).

Между тем начальник Научно-исследовательского центра ракетно-космической обороны Четвёртого Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации Олег Аксёнов заявил, что военное ведомство не располагало и в перспективе не будет располагать системами предупреждения падения астероидов и комет на Землю.

«Российская и американская системы контроля космического пространства предназначены для обнаружения и контроля за искусственными объектами, которые

обращаются на дальности до 50 тыс. км от Земли. Астероиды и кометы являются объектами иного типа, для слежения за которыми требуется иная техника. Министерство обороны соответствующими средствами не располагает и в перспективе не планирует делать соответствующий госзаказ», – отметил Аксёнов.

Вместе с тем он констатировал, что Министерство обороны совместно с Российской академией наук (РАН) и МЧС России будет вести анализ последствий падения метеорита под г. Челябинском.

12 марта 2013 г. в Совете Федераций под председательством заместителя Председателя Совета Федераций Ю.Л. Воробьёва состоялся «Круглый стол» на тему «О разработке мер по обеспечению планетарной защиты от космических рисков и угроз».

На заседании «Круглого стола» были сформулированы ключевые задачи в области обеспечения безопасности при ЧС планетарного масштаба:

1. Разработка космических технологий по предупреждению космических угроз.
2. Раннее предупреждение угроз из Космоса (обнаружение и постоянное слежение за потенциально-опасными небесными объектами).
3. Воздействие на опасные небесные объекты в случае угроз.
4. Информирование и обучение населения действиям при опасных космических явлениях.
5. Обучение органов управления оперативным действиям в условиях космических угроз.
6. Разработка правовых основ международного сотрудничества по вопросам обеспечения планетарной защиты от космических рисков и угроз.

На заседании «Круглого стола» выступил Министр МЧС России В.А. Пучков, который доложил о том, что в настоящее время под эгидой МЧС России ведётся разработка Программы по защите населения от космических угроз (завершение работы – 2013 г.). В разработке и реализации программы будут участвовать и федеральные структуры, и субъекты Федерации, указал Министр. «Финансирование предусмотрено в рамках бюджетирования МЧС России, средства уже выделены», – добавил В.А. Пучков, передаёт РИА «Новости».

Программа включает в себя способы решения задач:

1. Информирование и обучение населения действиям при опасных космических явлениях.
2. Обучение органов управления оперативным действиям в условиях космических угроз.

Таким образом, под эгидой МЧС России планируется создание функциональной подсистемы единой государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, призванной работать для защиты от космических угроз.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что необходимо создать международный космический сегмент с орбитальными спутниками и мощными телескопами для защиты людей от падения метеоритов и астероидов.

«Необходимо расширять международное сотрудничество в области раннего предупреждения метеоритной и астероидной опасностей. Целесообразно создать международный космический сегмент, включающий орбитальные спутники со специальным оборудованием», – подчеркнул Министр МЧС России.

Министр МЧС России В.А. Пучков отметил, что, только объединив международные возможности космических и наземных систем, можно прогнозировать столкновения астероидов с Землей, а также угрозы от крупных метеоритов.

По результатам заседания «Круглого стола» были выработаны следующие рекомендации:

1. Создание в России межведомственного информационно-аналитического центра предупреждения и противодействия угрозам, связанным с падением астероидов и комет.

2. Правительству предлагается сформировать межведомственную рабочую группу для разработки правовых основ международного сотрудничества по вопросам обеспечения планетарной защиты от космических рисков и угроз.

3. Разработка комплексной целевой программы по предупреждению и парированию рисков и угроз из Космоса.

4. Изучение возможности включения в госпрограмму «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» мероприятий по проведению исследований и разработке космических технологий по предупреждению космических угроз.

Следует отметить, что разработка комплексной программы по предупреждению и парированию рисков и угроз из Космоса основана на сотрудничестве с ведущими специалистами и учёными, которые проводят фундаментальные исследования в области изучения природы космических рисков. С этих позиций чрезвычайно актуальными являются системно-аналитические исследования, результаты которых на страницах научно-аналитического журнала «Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты)» представляют ведущие научные сотрудники кафедры небесной механики Санкт-Петербургского государственного университета – доктор физико-математических наук, профессор К.В. Холшевников в разделе «Роль астрономии в обеспечении астероидно-кометной безопасности» и доктор физико-математических наук, профессор Л.Л. Соколов в разделе «Возможные соударения астероидов с Землёй».

Роль астрономии в обеспечении астероидно-кометной безопасности

Какие сведения должна предоставить астрономия для предотвращения или хотя бы уменьшения опасности столкновений с небесными телами?

Солнечная система заселена малыми твёрдыми телами всевозможных размеров от микрометров до сотен километров. Нас интересуют тела более десяти метров в диаметре. Ограничиваясь порядковыми оценками, можно считать тело однородным шаром с плотностью от 1 до 3 г/см³.

Крупные тела

Достоверно выделить число открытых (и даже нумерованных) малых планет с диаметром, превышающим некоторое пороговое значение, не представляется возможным. За редким исключением размеры астероида оцениваются по его кривой блеска и предполагаемому альбедо. Однако в статистическом плане можно получить приемлемые оценки, заменяя диаметр D абсолютной величиной H [1].

Малых планет абсолютной величины $H < 8,5$ (диаметром около 100 км и более) обнаружено 240. Все столь крупные тела открыты и движутся по устойчивым орбитам в главном поясе астероидов. Астероиды, сближающиеся с Землёй (АСЗ), среди них отсутствуют. Столкновения с Землёй в ближайшую тысячу лет не произойдет. Но на десятки тысяч лет гарантию дать нельзя. Между тем падение такого тела на Землю повлечет гибель всех высших форм жизни. С другой стороны, разрушить астероид до мелких (менее 10 м) осколков современной техникой нереально. Если в будущем это станет технически возможным, то вместо одного тела 100-километрового размера мы получим 10^{12} тел декаметрового размера, что резко увеличит опасность катастроф, типа челябинской и даже тунгусской. Единственным спасением представляется увод тела с опасной траектории. Если поставить на 100-километровый астероид массы 10^{18} кг реактивный двигатель, обеспечивающий постоянную реактивную силу в 100 Н (например, двигатель можно поставить не на астероид, а на гравитационный тягач с тем же результатом; тяга в 100 Н, нереальная сегодня, будет обычной лет через сто), то за 10^4 лет мы сможем получить смещение большее радиуса Земли и избежать столкновения.

Малых тел абсолютной величины $H < 13,5$ (диаметром около 10 км и более) обнаружено уже 19 тыс. По общему мнению, все столь крупные тела уже открыты. Среди них пять АСЗ.

В ближайшие сто лет столкновений с Землёй не будет. Но для увода таких тел с опасной траектории потребуется лет триста, а разрушение таких объектов нежелательно [2]. Выводы из сказанного те же, только расчёт движения достаточно выполнить на тысячу лет вперёд.

За следующие пороговые величины возьмём $H=17$ и $H=18,5$, отвечающие километровому размеру. Объектов, имеющих $H<17$, известно 290 тыс., а имеющих $H<18,5$ – 320 тыс. Их открыто приблизительно 90 %. Среди них 330 АСЗ, удовлетворяющих первому условию, и 740 – второму. По-прежнему разрушение нежелательно. Для увода с опасной траектории потребуется порядка десяти лет. Поэтому достаточно их мониторинга на сто лет вперёд. Казалось бы, угрозу могут нести неоткрытые объекты этого класса. Но это не так. Вероятность падения такого тела в случайный промежуток времени продолжительностью в сто лет оценивается в 10^{-4} . Вероятность же того, что падение произойдёт «с первого раза», то есть менее чем через год после открытия, ещё на три-четыре порядка меньше. Практически достоверно, что крупное тело (километр и больше) будет открыто, по крайней мере, лет за сто до своего падения. Поэтому ещё не открытые объекты перейдут в семейство открытых задолго до критического времени, требуемого для их увода с опасных орбит.

Мелкие тела

Астероидов размером в сотни метров известно уже около 10^6 . Это лишь небольшая часть соответствующей популяции. Перед падением они многократно сближаются с Землёй [3]. Нельзя исключить возможность падения тел этого класса в обозримом будущем, поэтому снизим тягу двигателя до 1 Н. Требуемое для уклонения время составит десять лет, что нас вполне устраивает. По описанным выше причинам мы откроем опасный астероид за десятки лет до его падения. Есть и другой способ противодействия: разрушение объекта взрывом. Его применение наталкивается на существенные, но преодолимые трудности.

Наконец, перейдём к телам декаметрового размера, к которым можно отнести Челябинский метеорит. Тунгусский метеорит занимает промежуточное положение между телами 10- и 100-метрового размера; лишь ничтожная часть их открыта и вряд ли когда-нибудь будет открыта большая их часть. Даже для открытых метеоритов трудно получить высокоточную орбиту, поскольку наблюдать их можно лишь недалеко от Земли. Тела 10-метрового класса падают на Землю несколько раз в столетие и могут вызвать локальную и даже региональную катастрофу при падении на атомную станцию или химический завод [4].

Поскольку таких тел – миллиарды, если не триллионы, то вероятность неожиданного падения не является пренебрежимо малой. При благоприятных условиях тело может быть открыто за несколько месяцев или суток до падения. Упавший в Судане 6 октября 2008 г. метеорит был открыт за 20 ч до падения и даже успел получить как астероид обозначение 2008 TC3.

Таким образом, возможны четыре сценария:

1) Неожиданно появляется болид, превосходящий по яркости Солнце, и через несколько минут или взрывается на высоте в сотни или тысячи метров, или падает на Землю, как правило, в виде роя осколков. После взрыва также может последовать падение осколков. Но, например, после тунгусского явления ни одного хотя бы сантиметрового осколка найдено не было.

Единственный способ защиты населения – просвещение. Лучше всего – восстановление курса астрономии в средней школе с включением соответствующей главы. Хорошо бы также включить в школьный предмет «Безопасность жизнедеятельности» материала о том, как вести себя при падении небесных тел. Тысяча челябинцев пострадали только потому, что не знали об ударной волне, разбивающей стекла в осколки.

2) Опасное тело открывается за сутки до падения. Через несколько часов устанавливается место падения. По радио, телевидению, Интернету передаются чрезвычайные сообщения населению, как себя вести (не все помнят школьные уроки). Если падение ожидается через несколько суток и, тем более, месяцев, можно организовать эвакуацию.

3) Опасное тело открывается за полгода-год до падения. Если ущерб от падения ожидается неприемлемым, включаются меры активного противодействия, желательно международные. Посылается космический аппарат, удар которого меняет орбиту тела до неопасной или разрушает его до осколков метровых и менее размеров. В этом случае орбита тела должна быть известна с высочайшей точностью, что требует специально организованных в международном масштабе наблюдений как с наземных обсерваторий, так и с космических.

4) Открытый объект пролетает мимо Земли. Он становится опасным объектом, что требует организации его наблюдений в международном масштабе. Орбита должна быть определена, по крайней мере, с точностью, позволяющей вновь обнаружить тело после периода его невидимости (неблагоприятная конфигурация системы Солнце-Земля-астероид) и определить возможность его столкновения с Землёй в будущем.

Обозначим желательные действия в области астрономии, необходимые для обеспечения астероидно-кометной безопасности:

– Регулярные наблюдения крупных астероидов и построение теорий их движения средней точности на интервале времени 10^6 лет для 100-километровых, 10^3 лет для 10-километровых и 10^2 лет для километровых астероидов. Существующая наземная наблюдательная база достаточна для этих целей за одним исключением. Астероиды группы Атиры могут избежать открытия, если не ввести в строй специальные космические обсерватории, исследующие часть Солнечной системы, расположенную внутри орбиты Земли. Никакие вероятностные оценки для крупных тел неприменимы, поскольку сумма ущерба даже после умножения на вероятность порядка 10^{-9} остается чудовищной. Если построенная теория движения средней точности укажет на тесное сближение с Землёй, Марсом или Юпитером, надо организовать высокоточные наблюдения объекта и построить теорию его движения максимально высокой точности. Как было сказано, сначала астероид несколько раз пройдет рядом с Землёй. Каждое тесное сближение ведет к потере точности на два-четыре порядка. Поэтому никакие традиционные наблюдения не могут дать нужной для принятия решений информации о поведении астероида после двух-трёх сближений. Необходимо посадить на опасный астероид радиомаяк, желательно не один.

– Регулярные наблюдения известных и поиск новых астероидов гектометрового и меньшего размера и построение теорий их движения средней точности на интервале времени 20 лет.

– Наблюдения околоземного пространства (до расстояний в десятки радиусов орбиты Луны) с целью обнаружения декаметровых астероидов. Построение теории их движения с точностью, достаточной для их переоткрытия после конца периода невидимости [5].

– Потеря точности теории после первого же сближения приводит к невозможности достоверно предсказать падение или пролёт при следующем сближении. Но в ситуации с мелкими телами допустим вероятностный подход. В различных статьях оценки вероятности столкновения различаются на порядки [6]. Причина – в различии подходов. Задача теоретиков – построить алгоритм определения вероятности столкновения при минимальных упрощающих предположениях, что возможно в ближайшие два-три года.

Если обнаружен объект, сталкивающийся достоверно или с высокой вероятностью с Землёй, необходимо принять решение о мерах противодействия катастрофе. Но это уже не астрономическая задача.

Возможные соударения астероидов с Землёй

Обеспечение астероидно-кометной безопасности Земли – одна из сложных междисциплинарных проблем, актуальность которой сегодня общепризнана. Недавний

взрыв астероида в районе г. Челябинска ещё раз обратил внимание широкой общественности на эту проблему. Можно выделить три типа задач, которые нужно решать:

1. Астрономические задачи. Имеется в виду открытие астероидов и определение их орбит, выделение и исследование возможных соударений с Землёй, уточнение орбит опасных астероидов из наблюдений. Астрономы постоянно этим занимаются, речь идёт о резкой интенсификации и упорядочении работы.

2. Задачи МЧС. Речь идет о разработке и осуществлении мероприятий по минимизации ущерба в случае неизбежного соударения с не очень большим астероидом. Имеется в виду возможная эвакуация населения, соответствующие мероприятия с потенциально опасными производствами типа атомных электростанций и т.п.

3. Космические задачи. Имеется в виду предотвращение соударения или уменьшение ущерба путём изменения орбиты либо разрушения астероида. Разработка и осуществление таких мероприятий потребует огромных усилий, но если астероид большой, иного выхода нет.

Последствия столкновения Земли с астероидом определяются, прежде всего, размерами последнего. Если диаметр астероида порядка 10 км и больше, столкновение, скорее всего, приведёт к гибели или полной перестройке биосферы Земли и к эффектам, которые будут иметь место в ходе полномасштабной ядерной войны (ядерная зима, ядерная ночь). К счастью, этот сценарий нам практически не угрожает, все столь крупные астероиды, которые могли бы появиться в окрестности Земли, нам известны. Вероятностные оценки показывают, что в среднем такое событие может случиться раз во много миллионов лет. Единственное спасение – применение космических средств для увода или разрушения астероида, но пока ещё мы этого делать не умеем.

Столкновение с астероидом километрового размера приведёт к региональной катастрофе, размеры которой трудно предвидеть. Вряд ли можно будет с помощью «мероприятий МЧС России» свести ущерб до приемлемого уровня. К счастью, больших астероидов гораздо меньше, чем маленьких. Подавляющее большинство таких астероидов в окрестности орбиты Земли известны и они не представляют опасности в обозримой перспективе. Но всё же нам известны ещё не все такие объекты. Средняя частота их падения на Землю – раз в миллион лет. Для предотвращения таких событий необходимо разрабатывать «космический сегмент» системы астероидной безопасности.

Средняя частота столкновения Земли со стометровым астероидом – раз в несколько сот лет. Ущерб может быть значительным при неблагоприятном стечении обстоятельств (прежде всего речь идёт о месте падения). Скорее всего, астероид размером в несколько сот метров будет обнаружен за несколько лет до соударения, будет время подготовиться к нему и провести соответствующие мероприятия, как «космические», так и «по линии МЧС России». Подчеркнём, что планировать такие мероприятия необходимо заранее, с учётом различных возможных сценариев развития событий. Особенно это относится к «космическому сегменту», который в настоящее время находится ещё в стадии теоретических разработок (в лучшем случае).

Объекты размером в несколько десятков метров падают на Землю в среднем раз в несколько десятков лет. Угроза вполне реальна, но ущерб локальный и может быть во многих случаях минимизирован средствами МЧС России. Гарантировать заблаговременное обнаружение таких объектов астрономы пока не могут, хотя иногда это удаётся. Удачный пример – астероид 2008 TC₃, упавший в 2008 г. в Судане, в пустыне, не причинив никакого вреда. Размеры этого астероида 5 м. Он был открыт примерно за сутки до падения, и за это время международное сообщество астрономов сумело определить и уточнить орбиту, вычислить место падения. В этой работе активное участие принимали астрономы Пулковской обсерватории. Неудачный в этом смысле пример – Челябинский метеорит (размер 17 м), условия для наблюдения которого были неблагоприятными.

Гарантированное заблаговременное обнаружение всех опасных астероидов размером менее 10 м в настоящее время невозможно и в этом нет необходимости. Такие объекты почти полностью сгорают в атмосфере, не представляя серьёзной опасности для жителей Земли.

Подчеркнём, что падение на Землю астероида размером порядка 100 м в обозримой перспективе хотя и маловероятно, но не исключено. Напомним, что Тунгусский метеорит (размеры 60 м), упавший на Землю сто лет назад, привёл к разрушениям на площади 2 тыс. кв. км. Минимизация потерь потребует от МЧС России чёткой, слаженной и, возможно, очень быстрой работы. Скорее всего, опасный астероид таких размеров будет обнаружен заблаговременно, и заблаговременно будет определено место падения, но пока нет полной гарантии этого.

Предсказание возможных соударений с Землёй астероида Апофис

Рассмотрим, как происходило предсказание возможных соударений астероида Апофис с Землёй, и какие здесь возникают проблемы. По-настоящему проблема астероидно-кометной опасности была осознана наукой только в конце прошлого века, когда начали осуществляться программы поиска и исследования астероидов, сближающихся с Землёй [7]. Лидерами в этой области сейчас являются американские астрономы, работающие под эгидой НАСА. Сегодня каждый, кому доступен Интернет, может следить за их работой, зайдя на сайт: neo.jpl.nasa.gov/risk/ (сайт НАСА). На этом сайте указано сейчас более четырёхсот астероидов, имеющих ненулевую вероятность соударения с Землёй. Например, 15 апреля 2013 г. там был совсем недавно открытый астероид 2013 GJ35 размером 2,2 км, ближайшее возможное соударение в 2016 г. К счастью, было всего несколько дней – после уточнения орбиты вероятность соударения практически обратилась в нуль. Очередной очень опасный астероид пролетел мимо ...

Астероид Апофис был открыт 19 июня 2004 г. в обсерватории Kitt Peak (США, Аризона) и наблюдался в течение двух ночей, после чего был потерян и вновь обнаружен 18 декабря 2004 г. Предварительная орбита показала возможность соударения с Землёй 13 апреля 2029 г., и вероятность этого события росла в декабре 2004 г. по мере поступления новых наблюдений, достигнув своеобразного рекорда в 3 %. Размеры астероида на то время оценивались в 300–400 м, поэтому 3 % – очень много. Это какая-нибудь европейская страна ... Вообще, психологически трудно адекватно оценить событие с очень малой вероятностью и с очень серьёзными последствиями. Однако уже в начале 2005 г. вероятность столкновения Апофиса с Землёй в 2029 г. стала практически нулевой, особенно после того, как американские исследователи использовали радарные наблюдения этого астероида и существенно уточнили его орбиту. В 2029 г. будет иметь место не соударение, а тесное сближение Апофиса с Землёй на расстояние 35–40 тыс. км от её центра. Эта важная характеристика постоянно уточняется [8].

После сближения в 2029 г. возможны другие сближения и даже соударения с Землёй в результате рассеяния возможных траекторий при сближении или резкого расширения трубки возможных траекторий. Ситуация аналогична игре в бильярд: после соударения движение шара трудно прогнозировать. Также и движение астероида после двух тесных сближений с планетой становится практически недетерминированным. В этом смысле Апофис – интереснейший объект для небесной механики. В первую половину 2005 г. были возможны его соударения с Землёй в 2034–2037 гг., по мере уточнения орбиты из наблюдений осталась только опасность соударения в 2036 г. С 2007 г. по 2011 г. Апофис был ненаблюдаем с Земли, и точность знания его орбиты не увеличивалась. В это время были проанализированы последствия возможных сближений Апофиса с Землёй в 2036 г., и найдено множество соударений, связанных с рассеянием траекторий при этих сближениях. Специалистами НАСА было указано возможное тесное сближение в 2051 г., ведущее к будущим сближениям и соударениям. Наиболее опасное из них – соударение в 2068 г.

В конце 2012 г. наблюдения Апофиса возобновились, они ещё продолжаются, но важные результаты уже получены. Прежде всего, соударение в 2036 г. можно считать исключённым. Однако и в существенно более узкой трубке возможных траекторий остаётся богатое множество соударений во второй половине настоящего столетия, в том числе

возможное соударение в 2068 г. На сайте НАСА 8 мая 2013 г. было указано девять возможных соударений Апофиса с Землёй в текущем столетии, на самом деле их гораздо больше. Работа продолжается.

В настоящее время человечество созрело для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли. На очереди целенаправленные усилия для реализации множества мероприятий. Даже если соударения с крупным астероидом в ближайшее время не будет, эти усилия будут способствовать прогрессу человечества.

Литература

1. Каталог потенциально опасных астероидов и комет / Т.А. Виноградова [и др.] // Тр. ИПА РАН. 2003. Вып. 9. С. 7–218.
2. О существовании роя частиц в окрестности орбиты Фобоса / А.В. Кривов [и др.] // Астроном. вестн. 1991. Т. 25. № 3. С. 317–326.
3. Свойства траекторий соударения астероидов с землей / Л.Л. Соколов [и др.] // Астроном. вестн. 2013. Т. 47. № 4.
4. Астероидно-кометная опасность / под ред. А.Г. Сокольского. СПб: Из-во ИПА РАН, 1996. 244 с.
5. Эфемериды малых планет на 2013 г. / под ред. В.А. Шора. СПб: Из-во ИПА РАН, 2012.
6. Шустов Б.М. Астероидно-кометная опасность: о роли физических наук в решении проблемы // Успехи физических наук. 2011. Т. 181. № 10. С. 8–12.
7. Угроза с неба: рок или случайность? / под ред. А.А. Боярчука М.: Космоинформ, 1999. 218 с.
8. Соколов Л.Л., Башаков А.А., Питьев Н.П. Особенности движения астероида 99942 Apophis // Астроном. вестн. 2008. Т. 42. № 1. С. 20–29.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СПЕЦИАЛЬНОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНОЙ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ НА БАЗЕ МОДЕЛЕЙ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.П. Корольков, кандидат технических наук, профессор;

В.В. Попов;

А.А. Козлов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена возможность построения адаптивных систем поддержки принятия решений в случае отсутствия априорной информации о характере чрезвычайных ситуаций и известного сценария его ликвидации. Для решения данной задачи в рамках методов ситуационного управления предлагается рассмотреть механизм генетических алгоритмов, позволяющих эвристическим путём находить приемлемое решение.

Ключевые слова: ситуационное управление, сценарный подход, генетический алгоритм, ликвидация чрезвычайных ситуаций, система поддержки принятия решений