

РАЗВИТИЕ РАБОТ ПО СИСТЕМЕ ПРОТИВОАСТЕРОИДНОЙ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ

Р.В. Алимов, Е.В. Дмитриев

Государственный космический научно–производственный центр им. М.В. Хруничева.
Конструкторское бюро “Салют”, г. Москва, Россия

Системные исследования, проведенные в последние годы [3, 5, 17, 19, 20, 21], позволили сформулировать ряд ключевых концептуальных положений по системе противоастероидной защиты Земли. Сущность этих положений сводится к следующему.

Значительную опасность для Земли представляют астероиды (обломки комет и астероидов) диаметром от 30 м и более. При этом астероиды диаметром более 1 км представляют опасность для Земли в целом. Столкновение с такими астероидами может привести к глобальным катастрофическим последствиям вплоть до гибели цивилизации [19].

Показано, что такие астероиды являются опасными не только по максимальному ущербу, но и по среднегодовому [19].

Именно поэтому в настоящее время каталогизация таких астероидов, несмотря на их чрезвычайно малую частоту столкновений с Землей, признана одной из главных задач противоастероидной защиты Земли [12, 13, 14, 20].

Столкновение Земли с астероидами меньшего диаметра приводит, как правило, к локальным (региональным) катастрофам. Однако по своему уровню они могут многократно превосходить известные природные и техногенные катастрофы. Так, например, падение в океан астероида диаметром ~100 м, имевшего при подлете к Земле относительную скорость 20 км/с, приводит к возникновению у плоского побережья волны высотой 13 ... 26 м. Дальность выхода цунами на равнинные участки побережья составит 1,4–3,5 км.

Одним из ключевых вопросов построения системы ПА33 является вопрос каталогизации АСЗ.

В настоящее время основные усилия направлены на каталогизацию крупных АСЗ. Как утверждают специалисты, при соответствующей межгосударственной поддержке возможна каталогизация 90 ... 95% крупных АСЗ в течении 20 ... 30 лет. При этом будет каталогизирована и небольшая часть малых АСЗ. Их более или менее тотальная каталогизация при темпах близких к современным может растянуться на тысячи лет. Кроме того, в любом случае останутся некаталогизированными долгопериодические кометы.

В зависимости от времени можно представить следующие типовые уровни работ по ПА33.

Уровень 1.

Соответствует сегодняшнему состоянию. Каталогизирован относительно небольшой процент АСЗ. Отсутствуют специализированные средства обнаружения, идентификации опасных космических объектов (ОКО). Отсутствуют специализированные средства активного и пассивного противодействия ОКО. Ведется каталогизация в основном крупных АСЗ. Проводятся комплексные исследования отдельных АСЗ.

В процессе каталогизации могут быть обнаружены опасные крупные ОКО. Правда вероятность этого события ничтожна. Так, если средний период столкновения Земли с астероидом более 1 км составляет около 200 000 лет, то вероятность того, что это событие произойдет за 100 лет, — 1/2000. Тем не менее, если такой астероид будет обнаружен, то в зависимости от располагаемого до столкновения времени могут быть реализованы следующие сценарии противодействия.

Сценарий 1. Располагаемое время до столкновения более 20 лет. За этот период возможна довольно основательная подготовка к противодействию крупному ОКО. Можно полагать, что вследствие экстраординарной опасности крупного ОКО обеспечение сверхнадежного активного противодействия должно быть ключевой проблемой реализация этого сценария. Это требование будет распространяться на все операции и элементы, задействованные в нем.

В связи с этим разработка (доработка) средств должна идти параллельно с исследованием характеристик АСЗ и завершаться полнокровной летной отработкой космических средств противодействия.

Сценарий 2. Располагаемое время до столкновения 1 ... 5 лет. За этот период возможна только мобилизация существующих средств для пассивного и активного противодействия ОКО. Для этого могут быть использованы отдельные образцы автоматических станций, подготавливаемых для проведения исследований Солнечной системы.

Сценарий 3. Располагаемое время до столкновения 5 ... 20 лет. Промежуточный сценарий между сценариями 2 и 1.

Сценарий 4. Располагаемое время до столкновения с крупным ОКО менее 1 года. Возможно применение только пассивных средств противодействия.

Уровень 2.

Соответствует тотальной каталогизации крупных АСЗ (90 ... 99%). Достижение этого уровня, как отмечалось, возможно не ранее, чем через 20..30 лет. При этом остаются некаталогизированными долгопериодические кометы и подавляющая часть малых АСЗ. Они становятся основными "целями" СПАЗЗ.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Можно с достаточной уверенностью утверждать, что нельзя рассчитывать на тотальную каталогизацию малых АСЗ (диаметром от 30 до 500 м) в обозримом будущем.
2. Сколь-либо полная каталогизация долгопериодических комет не обеспечивается ни современными, ни прогнозируемыми к созданию в будущем средствами.
3. Каталогизация крупных АСЗ может быть произведена (до уровня 90–95%) не ранее, чем 20 лет.

Исходя из этого складываются следующие представления об облике СПАЗЗ. Обнаружение опасных космических объектов диаметром от 30 до 300 ... 500 м возможно только в непосредственной близости от Земли.

Обнаружение опасных долгопериодических комет и их осколков (в зависимости от диаметра) также возможно либо в непосредственной близости от Земли (осколки), либо за месяцы и единицы лет до столкновения (так как были обнаружены кометы Хиякутаки и Хейла–Боппа).

Крупные АСЗ диаметром 1 км будут каталогизированы. При этом наиболее вероятно, что в процессе каталогизации не будут обнаружены опасные космические объекты. В тоже время, если они будут обнаружены в процессе каталогизации, то эффективное активное противодействие им возможно, если располагаемое время до столкновения превышает 20 лет. При меньших располагаемых временах (поскольку трудно будет рассчитывать на создание в ближайшие 10–20 лет специализированных средств противодействия крупным ОКО) активное противодействие либо вообще невозможно, либо возможно с неполной отработкой или неполной информацией об объекте противодействия, либо возможно только путем судорожной мобилизации частично годных к использованию средств другого назначения.

Наконец, можно предположить, что если тотальная каталогизация крупных АСЗ будет проведена, то в дальнейшем появление опасных АСЗ среди известного множества каталогизированных АСЗ не будет происходить неожиданно. Их появление будет возможно определить задолго и, следовательно, подготовка к противодействию может быть организована заблаговременно на высоком научно-техническом уровне.

Конструктивный вывод из приведенного материала следующий. Два типа космических объектов требуют оперативных действий, так как не могут быть заблаговременно каталогизированы. Это малые АСЗ диаметром от 30 до 300...500 м и это долгопериодические кометы и их осколки. Обнаружение малых ОКО возможно на расстоянии порядка 0,1 а. е. от Земли. Основной вид противодействия — разрушение. В [1, 3, 4, 5, 17] был определен облик системы СПАЗЗ для противодействия малым ОКО. Это ракетный комплекс наземного базирования с ядерным боеприпасом. Это космические и (или) наземные средства обнаружения ОКО. Эта наземные средства уточнения кинетических и других физических характеристик обнаруженного ОКО. Наконец, это методы и средства пассивного противодействия ОКО, включающие средства оповещения населения и средства Гражданской защиты [2].

Принципиально отличается от системы противодействия малым ОКО система противодействия крупным каталогизированным АСЗ. Это экстраординарная задача, включающая, как было описано выше, ряд долговременных и очень сложных операций, реализуемых в течении десятков лет.

И, наконец, есть еще одна крайне сложная и малоисследованная задача — противодействия долгопериодическим кометам и их осколкам. Поскольку обнаружение таких комет возможно, видимо, только на расстояниях в несколько астрономических единиц, то противодействие должно быть организовано оперативно, что требует наличия находящихся в готовности средств противодействия. К сожалению, следует констатировать, что большинство предложенных способов противодействия ОКО предназначены в основном для увода (разрушения) достаточно прочных астероидов [6, 7, 8, 12, 13, 14, 18, 20, 21]. Поэтому весьма важным представляется разработка способов противодействия применительно непосредственно к кометам [10, 11, 15, 16].

Таким образом, противоастероидная защита Земли может быть реализована следующими тремя видами систем.

1. Система противодействия малым некаталогизированным АСЗ.
2. Система противодействия каталогизированным АСЗ (в основном крупным АСЗ диаметром более 1 км).
3. Система противодействия крупным некаталогизированным космическим объектам (долгопериодическим кометам, их осколкам и некаталогизированным крупным АСЗ).

Какие выводы можно сделать о практической реализации этих систем. 90-е годы характеризуются интенсификацией работ по проблеме ПАЗЗ.

В первую очередь, это научно-исследовательские работы. Далее комплексные исследования астероидов с использованием наземных и космических средств. И наконец, одно из важнейших направлений работ — каталогизация крупных астероидов. Следует подчеркнуть, что в 90-е годы проблема ПАЗЗ получила обширную и позитивную в целом прессу. Эта проблема получила право гражданства в НАСА, ЕКА, РКА и ядерных центрах ряда стран.

Тем не менее приходится констатировать, что по крайней мере в ближайшие годы нет оснований рассчитывать на существенное увеличение государственных ресурсов, выделяемых в интересах ПАЗЗ.

Следовательно, речь может идти не о создании системы в целом, а о решении отдельных задач. И вопрос состоит в том, какие из этих частных задач следует формировать.

Видимо, ни у кого нет сомнений в том, что перечисленные выше и ставшие уже традиционными направления работ по ПАЗЗ надо сохранять и укреплять. В то же время представляется целесообразным при организации работ по ПАЗЗ постоянно ощущать целевую направленность этих работ — снижение ущерба от возможных космических катастроф. Конкретно, это означает по крайней мере две вещи. Первое — планировать работы с учетом их важности (вклада) в повышение эффективности ПАЗЗ в целом. И второе. Вследствие того, что появление космического объекта, угрожающего Земле, возможное, хотя и маловероятное событие, международному сообществу необходимо постоянно иметь план действий, которое оно должно предпринять при обнаружении астероидной опасности.

Естественно, что этот план будет соответствовать текущим представлениям и текущим возможностям сообщества. На начальном этапе в качестве основных составляющих этого плана (мобилизационного плана) будет включать:

- систему исходных данных по АСЗ (характеристики типовых АСЗ);
- сценарии развития космических катастроф;
- план действий по Гражданской защите населения.

В некоторых случаях в нем может быть предусмотрено использование в качестве средств активного противодействия отдельных образцов ракетно-космической техники, находящихся в эксплуатации (или хранении) и планировавшихся для других целевых задач.

В дальнейшем, видимо, следует считать целесообразным ситуацию, когда при разработке новых функционально близких к требованиям ПАЗЗ образцов ракетно-космической техники учитывалось уже на этапе разработки этих средств возможность их использования для противоастероидной защиты Земли.

Далее следует обратить внимание на следующий достаточно серьезный аспект противоастероидной защиты Земли. Мы углубляем свои знания по проблеме, каталогизируем крупные АСЗ. Но достаточной базы для противодействия крупным ОКО не имеем. В то же время весь опыт нашей научно-технической деятельности показывает: только редкие проекты сложных технических систем реализуются без сбоев и в заданные сроки. При организации противодействия крупным АСЗ сбои и задержки недопустимы. Поэтому одной из важнейших задач следует считать экспериментальную отработку операций противодействия крупным АСЗ.

И, наконец, последнее. Через несколько десятков лет завершится, видимо, каталогизация крупных АСЗ. Вероятнее всего, опасных КО не будет обнаружено. Дальнейший процесс каталогизации более мелких АСЗ может растянуться, как уже упоминалось, на тысячелетия. Следовательно, речь может идти о создании системы ближнего перехвата ОКО. На первом этапе это может быть система предупреждения о появлении в околоземном пространстве опасных КО [9]. Одновременно она может быть использована для интенсивного изучения АСЗ, обнаруживаемых непосредственно а ОКП. В дальнейшем она может быть дооснащена активными средствами противодействия.

Литература

1. Алимов Р.В., Дмитриев Е.В. Противоастероидная защита Земли: пути решения проблемы // 22-я Метеоритная конференция. Тезисы докл. Пос. Черноголовка Московской обл. 6–8 дек. 1994. с. 7–9.
2. Алимов Р., Дмитриев Е., Яковлев В. Космические катастрофы: надеяться на лучшее, готовиться к худшему // Гражданская защита. 1995. № 5. с. 68–71.
3. Алимов Р.В., Дмитриев Е.В. Противоастероидная защита Земли // Природа, 1995, № 6. с. 93–100.
4. Алимов Р.В., Дмитриев Е.В. Противоастероидная защита Земли: ключевые элементы системы // Научно-технические проблемы космонавтики и ракетостроения. Тезисы докл. на межд. конф. г. Калининград Московской обл. 23–25 апреля 1996. с. 53–54.
5. Алимов Р.В., Дмитриев Е.В. Система ближнего перехвата опасных космических объектов // Астероидная опасность–96: Тез. докл. междунар. конф. “Астероидная опасность–96”, Санкт–Петербург, 15–19 июля 1996 г./РАН: Ин–т теор. астрон.; Под. ред. А.Г. Сокольского. СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1996. с. 23–24.
6. Анализ состояния проблемы притивоастероидной защиты Земли (ПАЗЗ). Сбор и обобщение материалов по основным характеристикам астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Заключительный отчет ИТА РАН, Санкт–Петербург, 1993 г. с. 158
7. Астероидная опасность–95: Тез. докл. всероссийск. конф. с междунар. участием “Астероидная опасность–95”, г. Санкт–Петербург, 23–25 мая 1995 г.: В 2 т. / Ин–т теор. астрон. РАН; Под ред. А.Г. Сокольского. СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1995. Т. 1. 72 с. Т. 2. 131 с..
8. Астероидная опасность–96: Тез. докл. междунар. конф. “Астероидная опасность–96”, Санкт–Петербург, 15–19 июля 1996 г./РАН: Ин–т теор. астрон.; Под. ред. А.Г. Сокольского. СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1996. 152 с.
9. Бодин Б.В., Емельянов В.А., Левицкий Ю.Г., Лукьященко В.И., Черяпкин И.А. Космическая система раннего предупреждения об астероидной опасности // Научно–технические проблемы космонавтики и ракетостроения. Тезисы докл. на межд. конф. г. Калининград Московской обл. 23–25 апреля 1996. с. 54–56
10. Дмитриев Е.В., Попцов В.Н., Сазонов В.С., Шкребенко М.П. Исследование сублимационного реактивного эффекта как средства увода с орбит “спящих” кометных ядер // Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными объектами. Тезисы докл. на межд. конф. г. Снежинск Челябинской обл. 26–30 сент. 1994а. 46 с..
11. Дмитриев Е.В., Попцов В.Н., Сазонов В.С. Использование эффекта сублимации вещества “спящих” кометных ядер с целью их увода с орбит // 22-я Метеоритная конференция. Тезисы докл. Пос. Черноголовка Московской обл. 6–8 дек. 1994б. С. 30–31
12. Программа, доклады и резолюция Всесоюзного совещания “Астероидная опасность” (ИТА АН СССР, 10–11 октября 1991 г.). Под ред. А.Г. Сокольского. С.–Петербург, 1992. 205 с..
13. Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными объектами (SPE–94). Тезисы докл. на межд. конф. г. Снежинск Челябинской обл. 26–30 сент. 1994 г. Часть I. 112 с. Часть II. 140 с..
14. Программа и тезисы докладов комплексной конференции с международным участием “Астероидная опасность–93” (результаты работы МИПАО в 1992–1993 гг.) ИТА РАН, 25–27 мая 1993 г. Под. ред. А.Г. Сокольского. Санкт–Петербург, 1993. 119 с..
15. Сазонов В.С., Дмитриев Е.В. Исследование сублимационного способа противокometной защиты Земли // Астероидная опасность–96: Тез. докл. междунар. конф. “Астероидная опасность–96”, Санкт–Петербург, 15–19 июля 1996 г./ РАН: Ин–т теор. астрон.; Под. ред. А.Г. Сокольского. СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1996. 109–110 с..
16. Сазонов В.С., Дмитриев Е.В. Определение реактивной сублимационной силы, возникающей на поверхности кометных ядер под действием солнечной радиации // Астероидная опасность–96: Тез. докл. междунар. конф. “Астероидная опасность–96”, Санкт–Петербург, 15–19 июля 1996 г. / РАН: Ин–т теор. астрон.; Под. ред. А.Г. Сокольского. – СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1996. 111–112 с..
17. Alimov R.V., Dmitriev E.V., Ivanov B.A., Nemtchinov I.V. // Defense against small asteroids: priority tasks // Planetary Defense Workshop, Lawrence Livermore, California, 1995.
18. Hazards Due to Comets and Asteroids. January 4–9. 1993. Tucson. Arizona. p. 94
19. Morrison D. Protecting the Earth from NEO Impacts // Астероидная опасность–96: Тез. докл. междунар. конф. “Астероидная опасность–96”, Санкт–Петербург, 15–19 июля 1996 г./РАН: Ин–т теор. астрон.; Под. ред. А.Г. Сокольского. – СПб.: Изд–во ИТА РАН, 1996. с. 95–96
20. Proceedings of the Near–Earth–Object Interception Workshop. (January 14–16, 1992, Los Alamos, NM). Eds. Gr.H.Canavan, J.C. Solem, J.D.G. Rather, JPL, Pasadena, 1992, p. 297
21. Wood L.L., Hyde R., Ishikawa M.Y., Ledebuhr A. Cosmic bombardment IV: Averting Catastrophe In The Here–And–Now // Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными объектами (SPE–

94). Тезисы докл. на межд. конф. г. Снежинск Челябинской обл. 26–30 сент. 1994 г. Часть II. с. 116–118