



корпорация

российский  
учебник

# Астероидная опасность



## Рассматриваемые астероиды:

Главный пояс

Околоземные

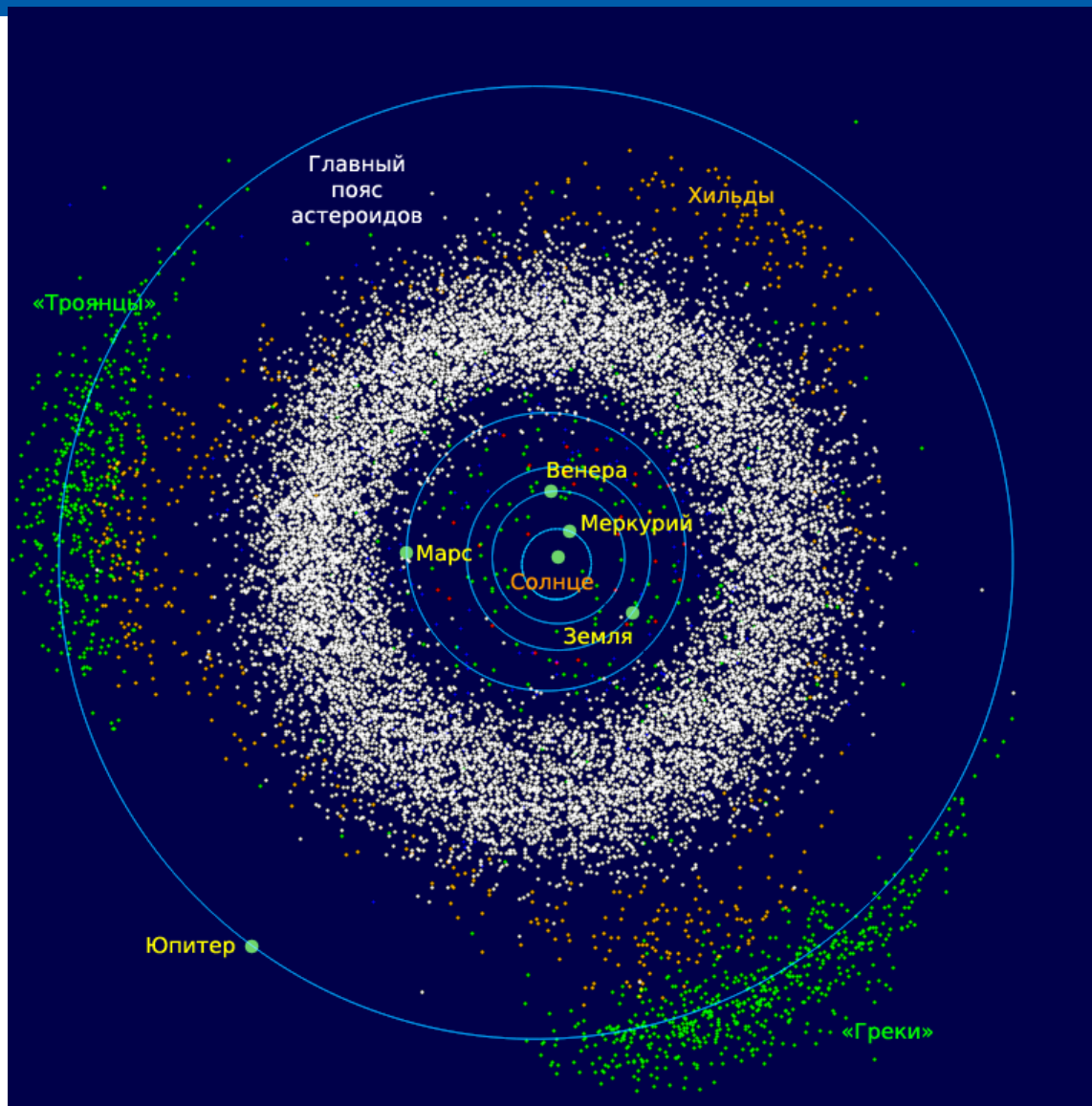
Потенциально опасные

Астероиды – небесные тела, движущиеся вокруг Солнца, имеющие неправильную форму и диаметр более 30 метров



# Астероиды главного пояса

# Большинство астероидов вращаются между орбитами Марса и Юпитера и образуют так называемый Главный пояс астероидов



Суммарная масса Главного пояса = 4% массы Луны (0,06% массы Земли). Половина приходится на 4 крупнейших объекта – Цереру, Весту, Палладу и Гигею. Причём на одну только Цереру – треть.



(4) Веста



(1) Церера



Луна



(21) Лютеция

(253) Матильда

(243) Ида

(433) Эрос

(951) Гаспра

(4) Веста

(2867) Штейн

## Астероиды Главного пояса

Диаметр астероида	Примерное количество
Более 100 км	200
Более 10 км	10.000
Более 1 км	750.000
Более 100 м	25.000.000

Астероиды главного пояса могут пересечь орбиту Земли либо после столкновений с соседями, либо в результате гравитационного влияния крупных объектов



# Околоземные астероиды

# Околоземные астероиды делятся на 4 группы

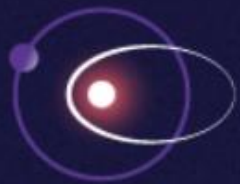
Атоны

Аполлоны

Амуры

Атиры

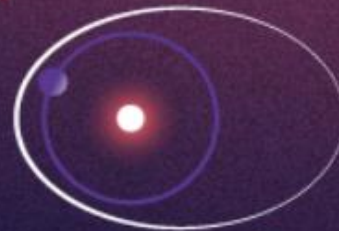
## ГРУППЫ ОКОЛОЗЕМНЫХ АСТЕРОИДОВ



Атоны




Аполлоны




Амуры



Атиры

 — Солнце

 — Земля

 — Орбиты астероидов





(1) Церера – крупнейший объект Главного пояса ( $D = 950$  км)

(4) Веста – крупнейший астероид ( $D = 525$  км)

(433) Эрос – третий по величине околоземный астероид  
и крупнейший, из пересекающих земную орбиту ( $D = 17$  км)

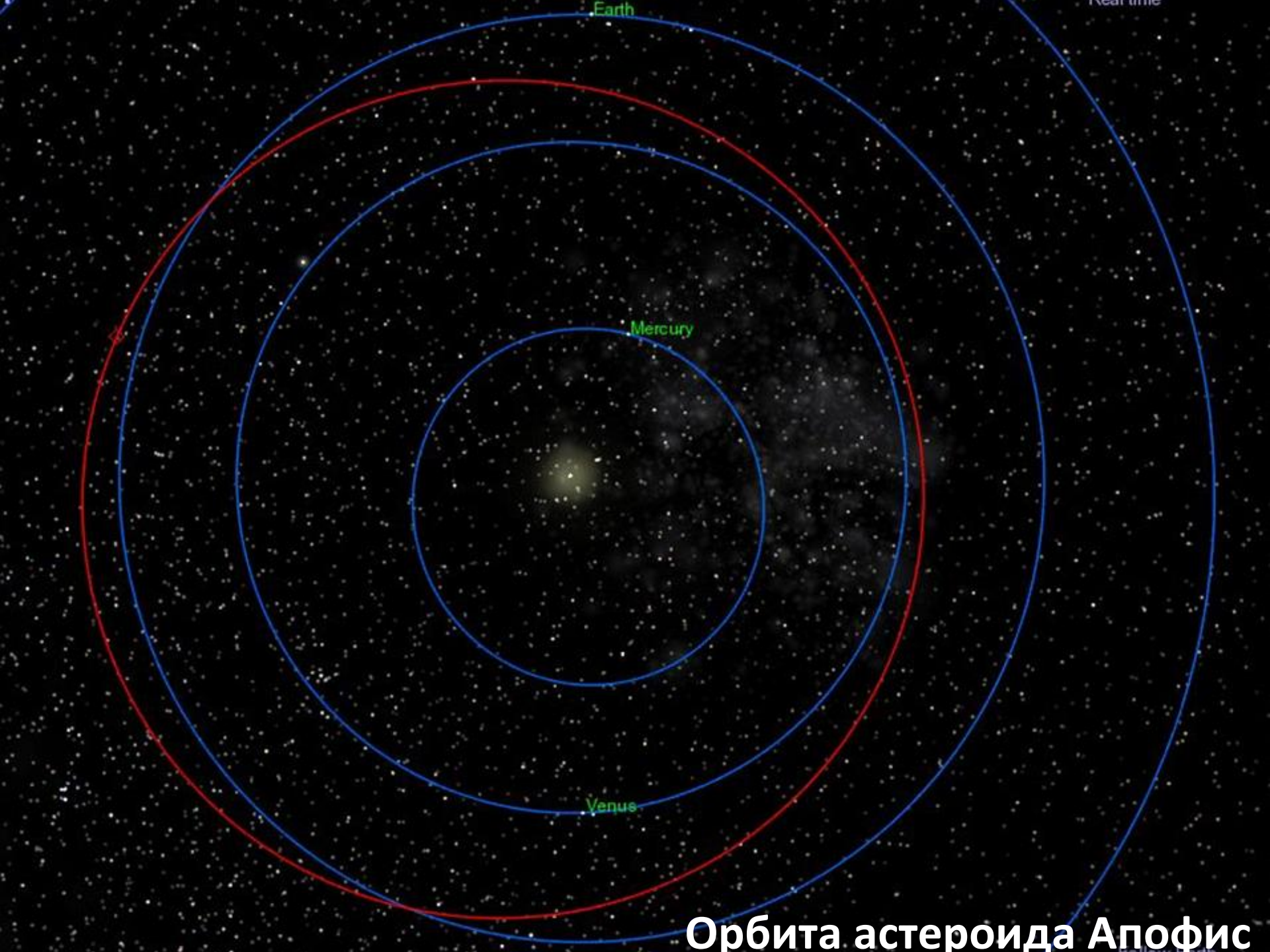
(433) Эрос – крупнейший астероид, пересекающий земную орбиту. Находится в орбитальном резонансе с Марсом, который изменяет его траекторию на более вероятную для соударения с Землёй. Аналогичен по величине астероиду который, как предполагается, вызвал вымирание динозавров.



# Астероиды, которые пролетают близко к Земле в XXI веке

Астероид	Дата сближения	Расстояние до Земли, км	Размер, м
2006 QV89	09.09.2019	71 000	30
(153814) 2001 WN5	26.06.2028	250 000	495
(99942) Апофис	13.04.2029	38 000	370
2012 UE34	08.04.2041	107 000	82
2010 VB1	07.01.2068	140 000	74
2014 RS17	31.01.2090	130 000	77
2007 YV56	02.01.2101	236 000	213





Earth

Mercury

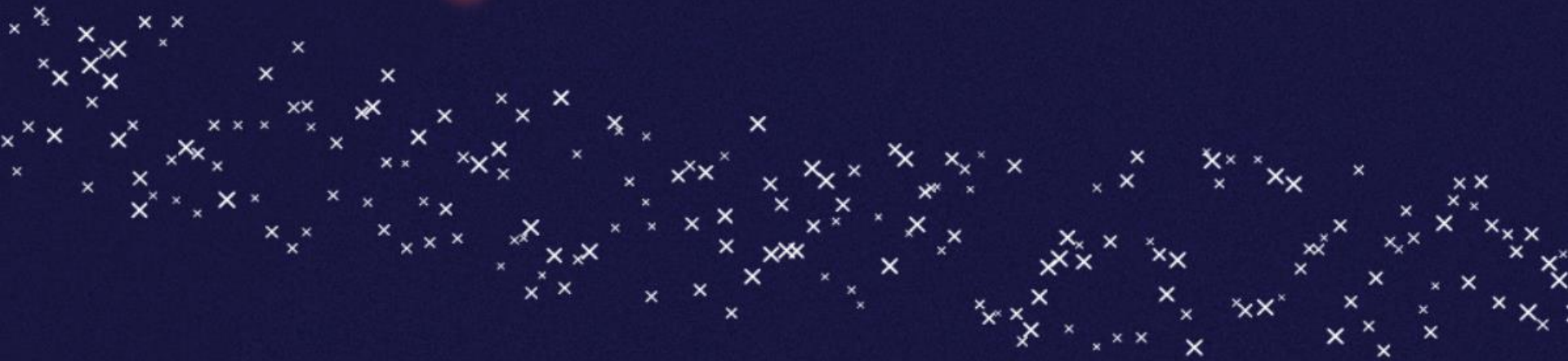
Venus

Орбита астероида Апофис

# Потенциально опасные астероиды



# Потенциально опасные астероиды



## УГРОЖАЮЩИЕ ЗЕМЛЕ АСТЕРОИДЫ

Потенциально опасными объектами считаются астероиды, которые могут приблизиться к Земле на расстояние менее 7,5 млн километров, что примерно составляет 19,5 расстояний от Земли до Луны



**19,5**  
расстояний  
до Луны



# Шкалы оценки опасности столкновений

Качественная  
оценка –  
Туринская  
шкала

Количественная  
оценка –  
Палермская  
шкала

Белая зона (нет риска): События, не имеющие последствий.

0. Вероятность столкновения нулевая, или настолько низкая, что может считаться нулевой. Это также относится к небольшим объектам таким, как, например, метеоры и тела, которые сгорают в атмосфере, и к редким метеоритам достигающим поверхности, но редко вызывающим ущерб.

Зелёная зона (нормальная): События, заслуживающие осторожной проверки.

1. Рядовое открытие космического объекта, движение которого не представляет никакой опасности для Земли. Вычисления показывают, что вероятность столкновения чрезвычайно низкая, и нет никаких причин для заострения общественного внимания и беспокойства. Новые наблюдения скорее всего приведут к переназначению этого события на уровень 0.

Жёлтая зона (пристальное внимание астрономов): События, заслуживающие беспокойства.

2. Открытие, которое может привести к созданию программы по расширенному поиску объекта, проходящего хотя и довольно близко от Земли, но не представляющего собой чего-то очень необычного. Пока заслуживает внимания астрономов, но нет причины для заострения общественного внимания и беспокойства, так как вероятность столкновения очень низкая. Новые телескопические наблюдения скорее всего приведут к переназначению данного события на уровень 0.

3. Тесное сближение, заслуживающее внимания астрономов. Вычисления дают 1 % и большую вероятность столкновения, способного вызвать локальные разрушения на поверхности Земли. Наиболее вероятно, что новые телескопические наблюдения переведут данное событие на уровень 0. Событие заслуживает внимания общественности и представителей власти, если сближение произойдёт в течение последующего десятилетия.

4. Тесное сближение, заслуживающее внимания астрономов. Вычисления дают 1 % и большую вероятность столкновения, способного вызвать опустошение значительной области поверхности Земли. Наиболее вероятно, что новые телескопические наблюдения переведут данное событие на уровень 0. Событие заслуживает внимания общественности и представителей власти, если сближение произойдёт в течение последующего десятилетия.

Оранжевая зона (угроза): Угрожающие события.

5. Тесное сближение, представляющее серьёзную, но всё ещё неопределённую угрозу местного опустошения. Критическое внимание астрономов — необходимо окончательно определить, произойдёт или нет столкновение. Если столкновение произойдёт в течение последующего десятилетия, должна быть гарантирована разработка правительственных планов устранения последствий чрезвычайных ситуаций.

6. Тесное сближение с крупным объектом, представляющее серьёзную, но всё ещё неопределённую угрозу глобальной катастрофы. Критическое внимание астрономов — необходимо окончательно определить, произойдёт или нет столкновение. Если столкновение произойдёт менее, чем через три десятилетия, должна быть гарантирована разработка правительственных планов устранения последствий чрезвычайных ситуаций.

7. Очень тесное сближение с крупным объектом, которое должно произойти в ближайшем столетии, представляющее беспрецедентную, но всё ещё неопределённую угрозу глобальной катастрофы. В случае возникновения угрозы в ближайшем столетии должна быть гарантирована разработка международными организациями планов на случай чрезвычайной ситуации, а также безотлагательного окончательного заключения: произойдёт столкновение или нет.

Красная зона: Неизбежные столкновения.

8. Неизбежное столкновение, способное вызвать местное ударное разрушение поверхности в случае падения на сушу или цунами, если падение объекта произойдёт недалеко от берега. Такие события происходят в среднем один раз в 50 — 1000 лет.

9. Неизбежное столкновение, способное вызвать беспрецедентное опустошение целого региона в случае падения объекта на сушу, или угроза обширного цунами в случае падения в океан. Такие события происходят в среднем один раз в 10000 — 100000 лет.

10. Неизбежное столкновение, способное вызвать глобальную климатическую катастрофу, которая может угрожать будущему цивилизации в её нынешнем виде, независимо от того, куда произойдёт падение — в океан или на поверхность суши. Такие события происходят в среднем один раз в 100000 лет или ещё реже.

# Туринская шкала

По состоянию на 31 марта 2018 года нет астероидов, достигших ненулевого значения

Астероид (99942) Апофис в 2004 году получил 4 по туринской шкале. Впоследствии риск был уменьшен сначала до 1 в 2005 году, и до 0 в 2006 году.

Астероид (144898) 2004 VD17 в 2006 году имел 2 балла по туринской шкале. В том же году риск был уменьшен до 0.

Большое число астероидов при открытии получают рейтинг 1, но после наблюдений риск уменьшается до 0 по Туринской шкале.

# Палермская шкала

$P = \lg R$  – оценка события по Палермской шкале

$R$  – нормализованный риск:

$$R = \frac{P_I}{0,03E^{-4/5} \Delta T}, \text{ где}$$

$P_I$  — вероятность столкновения

$E$  — энергия падающего тела в мегатоннах

$\Delta T$  — время до столкновения в годах

В настоящее время оценки всех известных астероидов по Палермской шкале  $< 0$ . Но тела с оценками от 0 до -2 требуют тщательного наблюдения.

Название	Годы опасного сближения	Суммарная вероятность столкновения	Средний диаметр, м	Суммарная оценка по Палермской шкале	Максимальная оценка по Палермской шкале
29075 (1950 DA)	2880	1.2e-4	1300	-1.42	-1.42
410777 (2009 FD)	2185-2198	1.6e-3	160	-1.78	-1.83
101955 Бенну (1999 RQ36)	2175-2199	3.7e-4	490	-1.71	-2.32
<a href="#">2017 RH16</a>	2026-2117	8.5e-4	26	-2.59	-2.59
99942 Апофис (2004 MN4)	2060-2105	8.9e-6	370	-2.83	-2.93
1979 XB	2056-2113	7.4e-7	662	-2.82	-3.12
2010 AU118	2020-2112	1.8e-8	1900	-2.72	-3.14
2007 FT3	2019-2116	1.5e-6	340	-2.82	-3.17
2000 SG344	2069-2113	2.6e-3	37	-2.86	-3.23
<a href="#">2009 JF1</a>	2022	2.6e-4	13	-3.28	-3.28
<a href="#">2010 RF12</a>	2095-2117	5.0e-2	7	-3.30	-3.32
2006 QV89	2019-2040	5.0e-5	30	-3.31	-3.32
<a href="#">2008 JL3</a>	2024-2116	9.8e-5	29	-3.61	-3.62
1994 GK	2051-2067	6.9e-5	48	-3.65	-3.66
2005 QK76	2030-2107	6.8e-5	31	-3.55	-3.70

## Астероидная опасность

На данный момент не известно ни одного астероида, который достоверно столкнётся с Землёй. Почему же идёт речь об астероидной опасности?

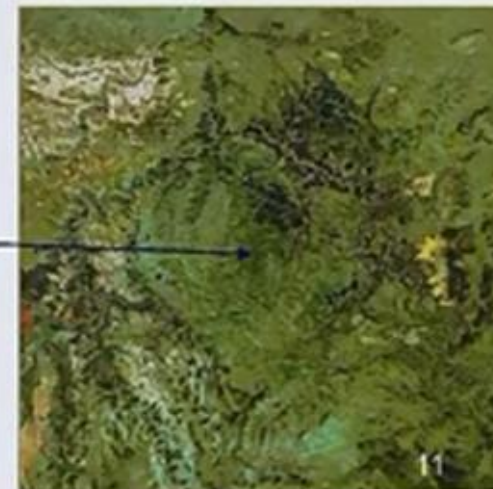
1. Столкновения астероидов с Землёй действительно регулярно происходят. Причём их частота не меняется уже более миллиарда лет

Размер астероида	Частота (раз в ... лет)
30 м	250
100 м	5 000
1 км	1 млн
10 км	100 млн

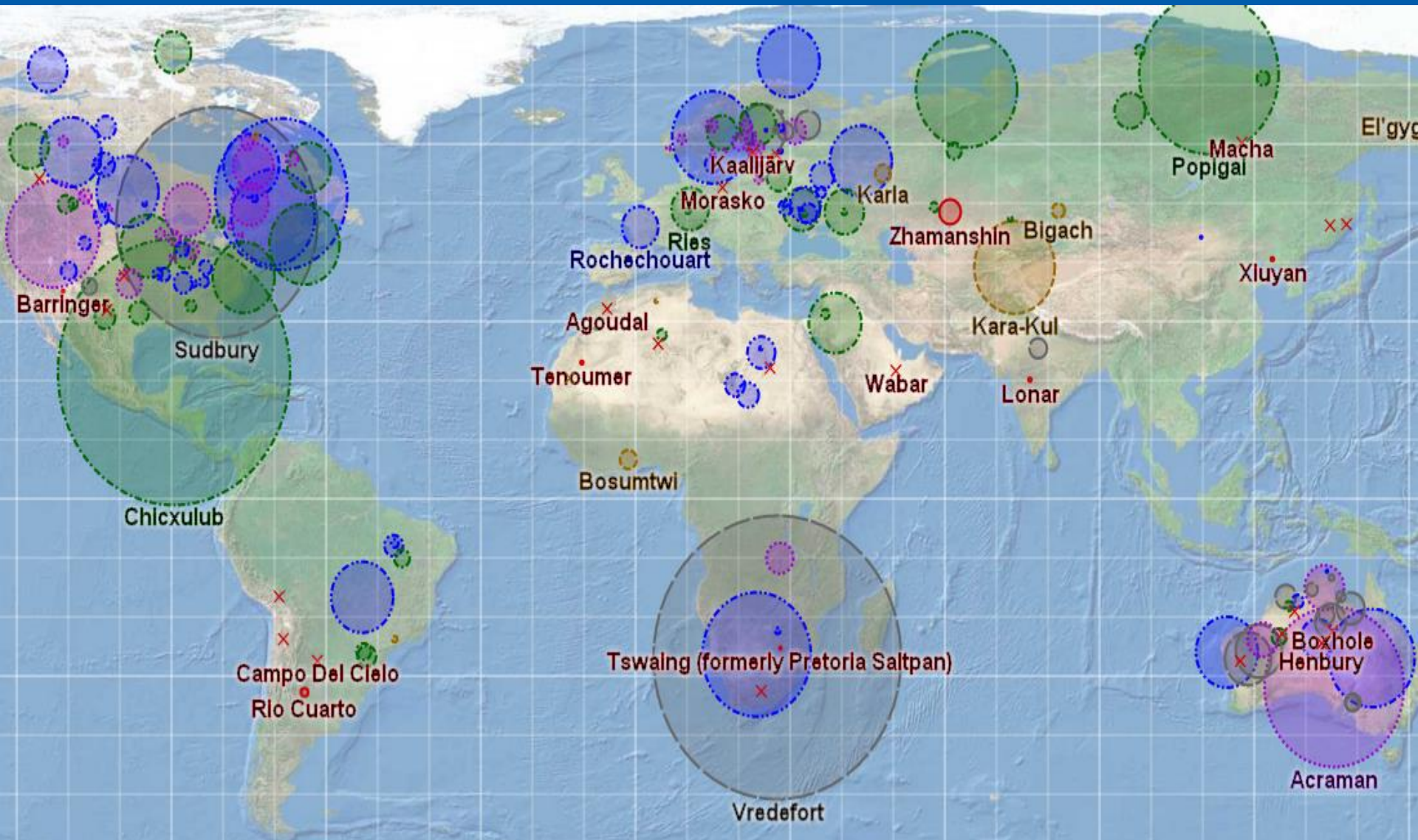


# Крупные метеоритные кратеры на территории России

Наименование кратера	Координаты		Диаметр, км	Возраст, млн. лет
	широта	долгота		
Попигай	71°38'	111°11'	100	35.7 ± 0.2
Кара	69°06'	64°09'	65 ?	70.3 ± 2.2
Пучеж- Катунский	56°58'	43°43'	80	167 ± 3
Каменский	48°21'	40°30'	25	49.15 ± 0.18
Логанча	65°31'	95°56'	20	40 ± 20
Эльгыгытгын	67°30'	172°05'	18	3.5 ± 0.5
Калужский	54°30'	36°12'	15	380
Янисъярви	61°58'	30°55'	14	700 ± 5
Карлинский	54°55'	48°02'	10	5 ± 1

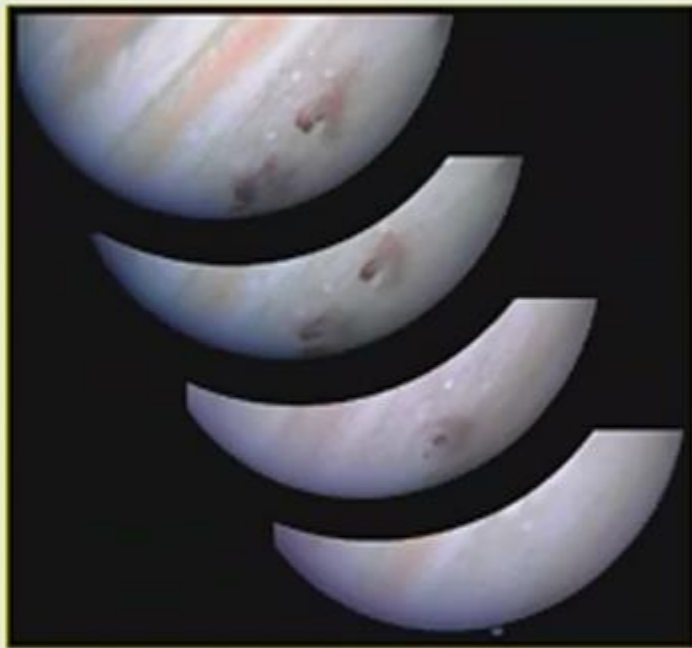


# Крупнейшие метеоритные кратеры Земли





Но это не только миллионы лет. Два крупнейших  
импактных события XX века:



Ⓢ **Астрономические:**

- Столкновение кометы Шумейкера-Леви 9 с Юпитером в 1994 г.

- Следы столкновения в 2009 г.

Ⓢ **Наземные:** Тунгусская катастрофа в 1908 г.

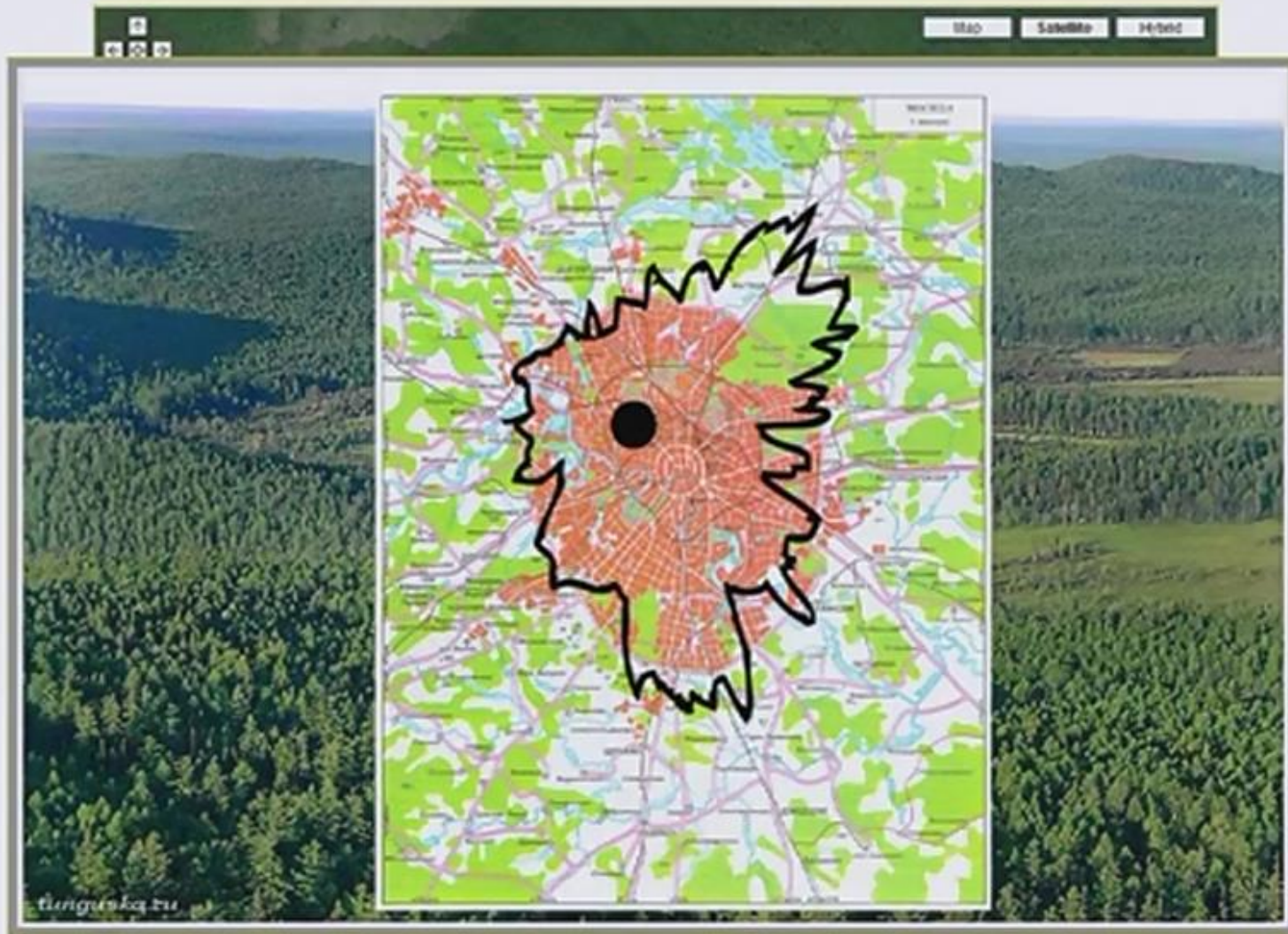
## 2. Большая часть астероидов ещё не открыта

Размер потенциально опасных астероидов	Оценочное количество	Доля пока не обнаруженных
> 1 км	Около 200	< 20 %
> 140 м	$10^3 - 10^4$	~ 75 %
> 50 м	$10^5$	~ 97 %

3. Большая часть уже открытых астероидов, включая потенциально опасные – «не номерные», т.е. известна только их номинальная орбита. И не известно влияние на неё других тел.

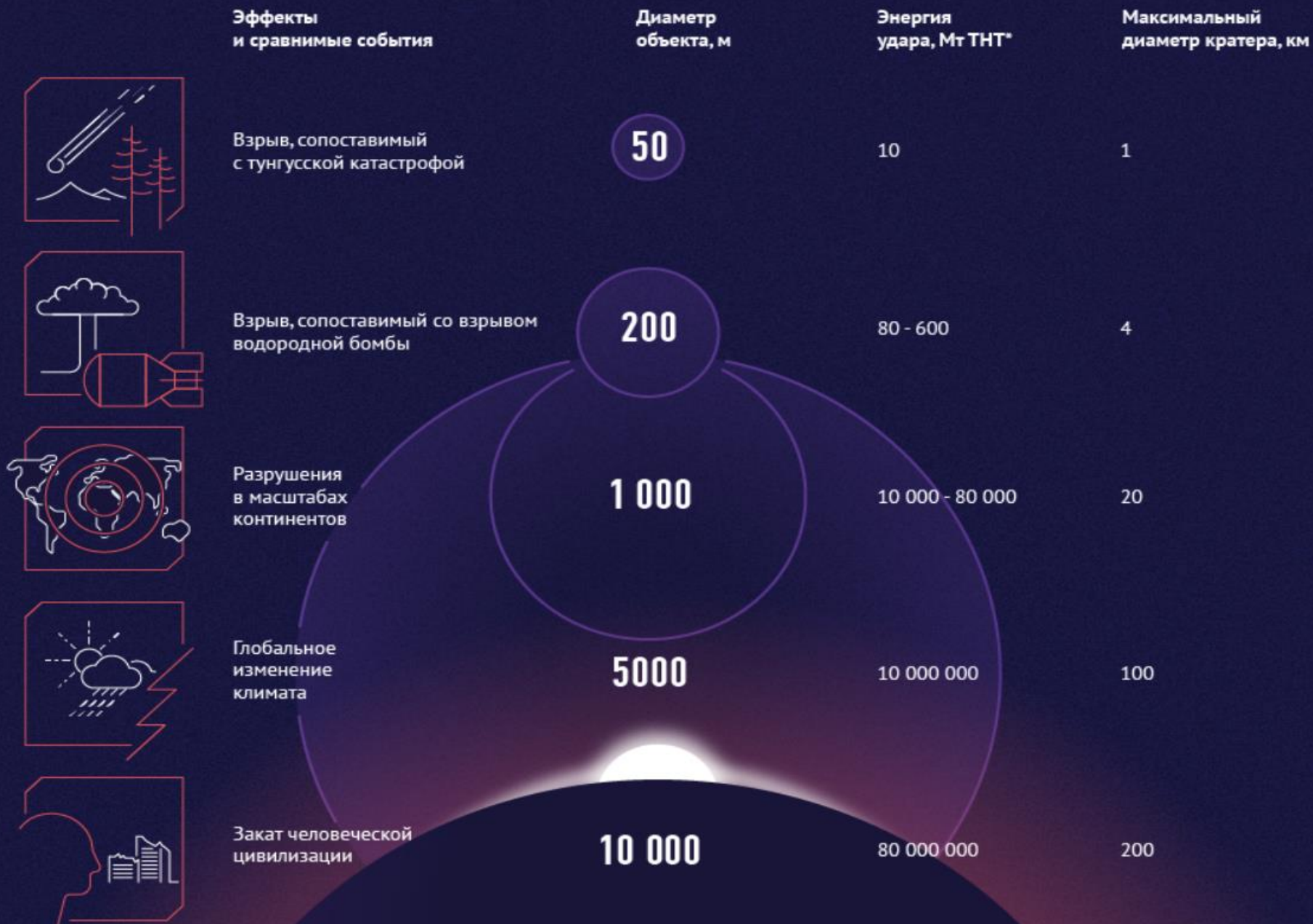
Название	Риск	Название	Риск	Название	Риск
29075 (1950 DA)	-1.42	2005 QK76	-3.55	2014 GN1	-4.17
410777 (2009 FD)	-1.78	2001 CA21	-3.43	2011 DU9	-4.21
101955 Бенну	-1.71	2018 ED4	-3.65	2000 SB45	-3.77
2017 RH16	-2.59	2005 ED224	-3.90	2007 DX40	-3.84
99942 Апофис	-2.83	2012 QD8	-3.81	2017 RZ17	-4.07
1979 XB	-2.82	2001 VB	-3.95	2010 CR5	-4.24
2010 AU118	-2.72	2010 WC9	-4.00	2008 UB7	-3.71
2007 FT3	-2.82	2006 JY26	-4.06	2009 BE	-4.03
2000 SG344	-2.86	2013 VW13	-3.92	2010 UK	-4.37
2009 JF1	-3.28	2016 WN55	-3.67	2015 YJ	-4.16
2010 RF12	-3.30	2017 US	-3.77	2016 RD34	-4.10
2006 QV89	-3.31	2015 ME131	-3.63	2013 TP4	-4.43
2008 JL3	-3.61	2011 BT59	-4.10	2016 NL56	-3.65
1994 GK	-3.65	2008 EX5	-3.88	2008 CC71	-4.14

4. Последствия столкновения могут быть как угодно велики.  
Тунгусское тело – достаточно небольшой объект (около 50 м).  
Наложение зоны поражения Тунгусского события (1908 г) на  
карту Москвы





# ЭФФЕКТ ОТ ПАДЕНИЯ АСТЕРОИДА



# Защита от астероидов

Ядерное взрывное устройство

Кинетический таран

Гравитационный буксир

Ракетные двигатели

Перекрашивание





корпорация

российский  
учебник

Тема «Астероидная опасность» – обязательна  
при изучении курса астрономии

Рассмотрим, какие элементы УМК «Астрономия»  
Б.А. Воронцова-Вельяминова могут помочь при  
изучении курса

# Состав УМК

## Астрономия 11 Базовый уровень

- ✓ Учебник
- ✓ Рабочая программа
- ✓ Методическое пособие
- ✓ Электронная форма учебника
- ✓ Проверочные и контрольные работы
- ✓ Атлас (выход – лето 2018 г)



# Рабочая программа к учебнику астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

- Бесплатно скачать на сайте:

<https://drofa-ventana.ru/upload/iblock/853/8537ed8c5037f4436de45dd2e5cd559f.pdf>



# Методическое пособие к учебнику астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

- Купить в интернет – магазине:

<https://book24.ru/product/astronomiy-a-11-klass-metodicheskoe-posobie-DRF00724876/>

- Купить в электронном виде:

<https://www.litres.ru/m-a-kunash/astronomiya-11-klass-metodicheskoe-posobie-k-uchebniku-b-a-voroncova-velyaminova-e-k-strauta-astronomiya-bazovyy-uroven-11-klass-24856450/>





# Электронная форма учебника астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

- Скачать на сайте:

<https://lecta.ru/>

Промокод для бесплатного  
доступа на 5 электронных  
учебников на 1 месяц:

5books



# pdf – формат учебника астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

- Купить на сайте:

[https://www.litres.ru/b-voroncov-velyaminov/astronomiya-bazovyy-uroven-11-klass-8339414/?block\\_main=24856450&track=from\\_main](https://www.litres.ru/b-voroncov-velyaminov/astronomiya-bazovyy-uroven-11-klass-8339414/?block_main=24856450&track=from_main)



# Наглядные и раздаточные материалы к учебнику астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

- Бесплатно скачать на сайте:

 <p><b>Гипотезы о возникновении Солнечной системы</b></p> <p>18 августа 2016</p>	 <p><b>Затмения</b></p> <p>13 августа 2016</p>	 <p><b>Строение атмосферы Земли</b></p> <p>13 августа 2016</p>	 <p><b>Солнечная система</b></p> <p>13 августа 2016</p>
 <p><b>Земля - планета Солнечной системы. Строение Солнца</b></p> <p>13 августа 2016</p>	 <p><b>Космический корабль «Восток»</b></p> <p>13 августа 2016</p>	 <p><b>Карта звездного неба</b></p> <p>13 августа 2016</p>	

[https://drofa-ventana.ru/metodicheskaja-pomosch/materialy/predmet-astronomiya\\_type-razdatochnye-materialy/](https://drofa-ventana.ru/metodicheskaja-pomosch/materialy/predmet-astronomiya_type-razdatochnye-materialy/)

# Проверочные и контрольные работы к учебнику астрономии Б.А. Воронцова-Вельяминова

*Новинка!*

- Дата выпуска: апрель 2018 г







корпорация

российский  
учебник

Методическая служба по физике :

Опаловский Владимир Александрович

Пешкова Анна Вячеславовна

[Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru](mailto:Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru)

[Peshkova.AV@rosuchebnik.ru](mailto:Peshkova.AV@rosuchebnik.ru)



корпорация

российский  
учебник

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1  
(495) 795-0535, 795-0545, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)  
[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru) | [росучебник.рф](http://росучебник.рф)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр 8-800-2000-550 (звонок бесплатный), [metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?







Официальный интернет-магазин  
учебной литературы  
[book24.ru](http://book24.ru)

Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)



Магазин  
электронных учебников  
[lecta.ru](http://lecta.ru)

## Хотите продолжить общение?

 [youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)  [vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)  
 [www.fb.com/rosuchebnik](https://www.fb.com/rosuchebnik)  [www.ok.ru/rosuchebnik](https://www.ok.ru/rosuchebnik)

## Остались вопросы?

Служба поддержки 8-800-700-64-83 (звонок бесплатный), [help@rosuchebnik.ru](mailto:help@rosuchebnik.ru)