

**Требования к проведению муниципального этапа Всероссийской  
олимпиады школьников в 2022 — 2023 учебном году  
по астрономии в Кемеровской области**

Утверждены на заседании региональной  
предметно-методической комиссии по астрономии  
30 сентября 2022 г.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. ВВЕДЕНИЕ .....	3
2. ХАРАКТЕРИСТИКА МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА .....	3
3. ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ .....	4
4. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА .....	5
5. ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕШЕНИЙ .....	7
6. ПОКАЗ РАБОТ И РАССМОТРЕНИЕ АПЕЛЛЯЦИЙ .....	8
7. ПРОЦЕДУРА ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ .....	8
8. ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ (СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ПОДЛЕЖАЩАЯ РАЗДАЧЕ ВМЕСТЕ С УСЛОВИЯМИ ЗАДАНИЙ) .....	9

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящие требования подготовлены региональной методической комиссией по астрономии Всероссийской олимпиады школьников и направлены для разъяснения соответствующим методическим комиссиям и жюри общих принципов проведения муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2022/2023 учебном году в Кемеровской области.

Муниципальный этап проводится в соответствии с Порядком проведения Всероссийской олимпиады школьников, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 678 от 27 ноября 2020 г. (далее – Порядок). С актуальной версией Порядка можно ознакомиться на веб-странице по адресу <http://astroolymp.ru/statute.php>.

По любым вопросам, связанным с проведением муниципального этапа по астрономии в 2022/2023 учебном году в Кемеровской области, можно обратиться по электронной почте [q4ai@ya.ru](mailto:q4ai@ya.ru).

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА

Муниципальный этап олимпиады проводится не позднее 25 декабря в один аудиторный тур. К участию в этапе допускаются обучающиеся, набравшие проходной балл, установленный организатором этапа, а также победители и призёры муниципального этапа всероссийской олимпиады по астрономии прошлого года.

Муниципальный этап проводится для школьников 7–11 классов. Участники школьного этапа текущего учебного года, прошедшие на муниципальный этап, выполняют его в той же возрастной параллели, в которой они выступали на школьном этапе. Победители и призёры муниципального этапа прошлого учебного года, не выступавшие на школьном этапе, вправе выполнять задания за более старший класс. Однако они должны быть предупреждены, что в случае квалификации на последующие этапы олимпиады (региональный, заключительный) они обязаны будут выступать в выбранной в текущем учебном году параллели.

На муниципальном этапе участникам предлагается комплект заданий, подготовленных отдельно для каждой из возрастных параллелей. Количество заданий в каждой возрастной параллели составляет 4 – 6, в зависимости от возрастной параллели и длительности этапа. Длительность этапа и число заданий приведены в таблице:

Возрастная параллель	7-8 кл.	9 кл.	10 кл.	11 кл.
Длительность этапа (час)	1,5	2	2	2
Количество заданий	4	6	6	6
Максимальное число баллов	32	48	48	48

Часть заданий может быть общей для нескольких возрастных параллелей, однако

конкурс и подведение итогов должны быть отдельными. Задания для муниципального этапа разрабатываются региональной предметно-методической комиссией по астрономии.

Решение заданий проверяется жюри, формируемым организатором олимпиады – органом местного самоуправления, осуществляющим управление в сфере образования. На основе протокола заседания жюри формируется список победителей и призеров муниципального этапа. Полный протокол олимпиады с указанием оценок *всех участников* (не только победителей и призеров!) передается в Департамент образования и науки Кемеровской области.

На основе протоколов муниципального этапа по всем муниципальным образованиям Департамент образования и науки Кемеровской области устанавливает проходной балл – минимальную оценку на муниципальном этапе, необходимую для участия в региональном этапе. Данный проходной балл устанавливается отдельно в каждой возрастной параллели и может быть разным для разных параллелей. На основе этих баллов формируется список участников регионального этапа Всероссийской олимпиады по астрономии 2022/2023 учебного года.

### **3. ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ**

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводится в один аудиторный тур и *не предусматривает* постановку каких-либо практических (в том числе внеурочных, выполняемых вне школы или в темное время суток) задач по астрономии, и проведение *не требует* специфического оборудования (телескопов и других астрономических приборов). Муниципальный этап олимпиады по астрономии проводится в аудиторном формате, и материальные требования для проведения не выходят за рамки организации стандартного аудиторного режима.

Для проведения муниципального этапа организатор должен предоставить аудитории в достаточном количестве – каждый участник олимпиады должен выполнять задание за отдельным столом (партой) с учетом действующих на момент проведения олимпиады санитарно-эпидемиологических требований.

Каждому участнику олимпиады должны быть предоставлены листы формата А4 для выполнения олимпиадных заданий, ручка, карандаш, линейка, резинка для стирания, а также листы со справочной информацией, разрешенной к использованию на олимпиаде. Полный перечень справочной информации приведен в разделе 11. В случае проведения этапа с использованием информационно-коммуникационных технологий участникам должен быть предоставлен доступ к онлайн-платформе, на которой проводится этап.

Участники могут использовать свои письменные принадлежности (включая циркуль,

транспортир, линейку и т. п.) и непрограммируемый инженерный калькулятор. При выполнении заданий муниципального этапа олимпиады допускается использование только справочных материалов, предоставленных организаторами, предусмотренных в заданиях и критериях оценивания. Использование любых средств связи (телефоны, смартфоны, планшетные ПК, часы с выходом в Интернет и т.п.) на олимпиаде категорически запрещается.

В каждой аудитории должны быть запасные канцелярские принадлежности (синие или черные ручки) и калькулятор.

Желательно, чтобы аудитории, в которых проходит тур олимпиады, были оборудованы часами, которые видны всем участникам.

#### **4. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА**

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводится в один тур. Участники олимпиады должны быть предупреждены о необходимости прибыть к месту проведения не менее, чем за 15 минут до его начала. Они приглашаются на предварительное собрание, на котором оглашаются правила проведения олимпиады, представляется состав оргкомитета и жюри. После этого участники олимпиады распределяются по аудиториям.

Для проведения этапа олимпиады Организационный комитет предоставляет аудитории в количестве, определяемом числом участников олимпиады. В течение всего тура олимпиады в каждой аудитории находится наблюдатель, назначаемый Организационным комитетом. Перед началом работы участники олимпиады пишут на титульном (первом) листе свою фамилию, имя и отчество, номер класса и школы, район и населенный пункт.

По окончании организационной части участникам выдаются листы с заданиями, соответствующими их возрастной параллели, и листы со справочной информацией, необходимой для решения заданий.

Отсчет времени, отведенного на выполнение олимпиадных заданий, начинается после выдачи условий заданий всем участникам в данной аудитории. При этом желательно выдавать листы лицевой стороной вниз — в таком случае участники будут иметь возможность начать ознакомление с текстом условий одновременно.

Наблюдатель отмечает время выдачи заданий на информационном стенде или классной доске. На решение заданий муниципального этапа олимпиады по астрономии школьникам отводится 1,5 часа для участников из 7-8 классов и 2 часа для участников 9-11 классов. После окончания времени выполнения заданий все листы бумаги, используемые участниками в качестве черновиков, должны быть помечены словом «черновик». Черновики сдаются организаторам, членами жюри не проверяются, а также не подлежат кодированию.

Наблюдатель оповещает участников за 30 минут и за 5 минут до окончания времени

выполнения заданий о соответствующем остатке времени.

*Во время работы над заданиями участник олимпиады имеет право:*

1. Пользоваться листами со справочной информацией, выдаваемой участникам вместе с условиями заданий.
2. Пользоваться любыми своими канцелярскими принадлежностями наряду с выданными оргкомитетом.
3. Пользоваться собственным непрограммируемым калькулятором, а также просить наблюдателя временно предоставить ему калькулятор.
4. Задавать вопросы по условиям заданий в очном или письменном виде, во втором случае передавая их присутствующим членам жюри или методической комиссии через дежурных в аудиториях.
5. Принимать продукты питания и безалкогольные напитки.
6. Временно покидать аудиторию, оставляя у наблюдателя свои листы с решениями.

*Во время работы над заданиями участнику запрещается:*

1. Пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции).
2. Пользоваться любой другой вычислительной техникой, кроме непрограммируемого калькулятора (карманным компьютером, планшетом и т.д.).
3. Пользоваться какими-либо источниками информации, за исключением листов со справочной информацией, раздаваемых Оргкомитетом перед туром.
4. Обращаться с вопросами к кому-либо, кроме наблюдателя, членов Оргкомитета и жюри.
5. Запрещается одновременный выход из аудитории двух и более участников.
6. Преднамеренно указывать в работе какие-либо идентификационные данные или отметки, прямо или косвенно указывающие на авторство работы.

Участник вправе завершить и сдать работу досрочно, после чего он незамедлительно покидает аудиторию, в которой проводится тур.

По окончании работы все участники покидают аудиторию, оставляя в ней листы с решениями.

Отдельное помещение для жюри должно быть предоставлено Оргкомитетом на весь день проведения олимпиады. Члены жюри должны прибыть на место проведения олимпиады за 1 час до окончания работы участников. Председатель жюри (или его заместитель) и 1 – 2 члена жюри должны прибыть к началу этапа и периодически обходить аудитории, отвечая на вопросы участников по условию задач.

## 5. ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕШЕНИЙ

Для проверки решений участников муниципального этапа формируется жюри, состоящее из учителей, работающих в области астрономии и физики. Перед началом этапа жюри проводит собрание, на котором выбирает председателя, знакомится с условиями и решениями заданий и распределяет задания для проверки между собой.

Для обеспечения объективности проверки решение каждого конкретного задания в той или иной возрастной параллели должно проверяться одним и тем же членом жюри. При достаточном составе жюри рекомендуется проводить независимую проверку решения каждого задания двумя (одними и теми же) членами жюри с усреднением оценки и проведением обсуждения, если оценки двух членов жюри существенно различаются (при необходимости с последующей коррекцией оценок).

Жюри не учитывает решения или части решений заданий, изложенные в черновике, даже при наличии ссылки на черновик в чистовом решении. Об этом необходимо отдельно предупредить участников перед началом олимпиады.

Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе в соответствии с рекомендациями, разработанными составителями для каждой отдельной задачи. Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере. Ниже представлена общая схема оценивания решений по 8-балльной системе:

- 0 баллов: решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;
- 1 балл: правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;
- 1–2 балла: попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;
- 2–3 балла: правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;
- 3–6 баллов: задание частично решено;
- 5–7 баллов: задание решено полностью с некоторыми недочетами;
- 8 баллов: задание решено полностью.
- Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за муниципальный этап составляет 32 балла (7-8 классы) и 48 баллов (9-11 классы).

## **6. ПОКАЗ РАБОТ И РАССМОТРЕНИЕ АПЕЛЛЯЦИЙ**

По завершении проверки работ предварительные результаты (оценки жюри, выставленные за каждое задание), условия и решения олимпиадных заданий, критерии их оценивания доводятся до сведения участников.

Процедура показа работ проводится в установленные сроки в очной или заочной форме. В ходе показа олимпиадной работы участнику предоставляется возможность ознакомиться с собственным решением, а также разъясняются выставленные за каждое задание оценки жюри. Участники имеют право убедиться в том, что их работы проверены в соответствии с критериями и методикой оценивания.

В случае несогласия участника олимпиады с результатами проверки он вправе подать в жюри апелляционное заявление в бумажном или электронном виде. Участник извещается о времени и месте рассмотрения заявления. Апелляция проводится членами жюри в присутствии участника, при этом участнику дается возможность представить свою позицию по спорным вопросам. неявка участника на заседание жюри, в котором рассматривается его апелляционное заявление, не является препятствием к его рассмотрению. Результатом рассмотрения апелляционного заявления может быть отклонение апелляции либо удовлетворение апелляции с изменением баллов. По завершении процедуры апелляции в протокол олимпиады вносятся соответствующие изменения.

Показ работ и рассмотрение апелляционных заявлений проводится в спокойной и доброжелательной обстановке. Апелляционная процедура призвана восстановить справедливость или убедиться в том, что она не нарушена.

## **7. ПРОЦЕДУРА ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ**

Жюри определяет победителей и призеров этапа олимпиады независимо в каждой параллели на основании итогового рейтинга участников и в соответствии с квотой, установленной организатором этапа (как правило, в процентах от общего фактического количества участников этапа) после завершения апелляционной процедуры.

Организатору этапа при определении квоты следует исходить из ожидаемого количества участников олимпиады. Рекомендуется установить квоту победителей и призеров муниципального этапа олимпиады согласно таблице:

Количество участников	Квота победителей	Квота победителей и призеров
менее 30	на усмотрение жюри	на усмотрение жюри (вплоть до 100 %)
от 30 до 100	на усмотрение жюри	50–70 %
более 100	15–25 %	40–50 %



Крайне нежелательно дополнительно устанавливать пороговый балл, лишь по преодолению которого участник может быть признан победителем или призером. При определении победителей и призеров жюри должно принимать во внимание особенности распределения результатов, показанных участниками. Для повышения объективности в рамках этой процедуры желательно рассматривать «слепой» протокол олимпиады (без указания персональных данных участников). **Недопустимо** присуждать разный статус участникам одной параллели, показавшим одинаковый результат.

**Нежелательно** присуждать разный статус участникам одной параллели, чей результат различается на 1-2 балла.

После подведения итогов олимпиады итоговый рейтинг участников с указанием показанных ими результатов и присужденных им дипломов публикуется на сайте организатора олимпиады, информация о результатах доводится до сведения участников.

Полные протоколы олимпиады с указанием результатов всех участников (не только победителей и призеров) передается организатору следующего этапа. На их основе независимо для каждой параллели им устанавливается единый проходной балл на следующий этап олимпиады и формируется список участников этого этапа, который включает в себя всех участников, набравших проходной балл, а не только победителей и призеров предыдущего этапа. Введение квот на количество участников следующего этапа от одного образовательного учреждения или муниципального образования, является нарушением Порядка проведения Всероссийской олимпиады школьников и категорически запрещается.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ (СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ПОДЛЕЖАЩАЯ РАЗДАЧЕ ВМЕСТЕ С УСЛОВИЯМИ ЗАДАНИЙ)**

Ниже приведен полный перечень справочных данных, которые считаются известными при решении заданий всех этапов Всероссийской олимпиады школьников по астрономии. На муниципальном этапе допускается сокращение перечня с приведением только тех сведений, которые необходимы для решения заданий данного этапа.

Для удобства тиражирования информация размещена с новой страницы.

## СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### §1. Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная  $G = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$

Скорость света в вакууме  $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Универсальная газовая постоянная  $R = 8.31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Масса протона  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона  $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Астрономическая единица  $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла  $H = 68 \text{ (км/с)/Мпк}$

### §2. Данные о Солнце

Радиус  $695\,000 \text{ км}$

Масса  $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$

Светимость  $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$

Спектральный класс G2

Видимая звездная величина  $-26.78^m$

Абсолютная болометрическая звездная величина  $+4.72^m$

Показатель цвета (B-V)  $+0.67^m$

Эффективная температура  $5800 \text{ К}$

Средний горизонтальный параллакс  $8.794''$

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$

### §3. Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты  $0.017$

Тропический год  $365.24219 \text{ суток}$

Средняя орбитальная скорость  $29.8 \text{ км/с}$

Период вращения  $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$

Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года:  $23^\circ 26' 21.45''$

Экваториальный радиус  $6378.14 \text{ км}$

Полярный радиус  $6356.77 \text{ км}$

Масса  $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$

Средняя плотность  $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Объемный состав атмосферы:  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%),  $\text{Ar}$  (~1%).

### §4. Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли  $384400 \text{ км}$

Минимальное расстояние от Земли  $356410 \text{ км}$

Максимальное расстояние от Земли  $406700 \text{ км}$

Эксцентриситет орбиты  $0.055$

Наклон плоскости орбиты к эклиптике  $5^\circ 09'$

Сидерический (звездный) период обращения  $27.321662 \text{ суток}$

Синодический период обращения  $29.530589 \text{ суток}$

Радиус  $1738 \text{ км}$

Масса  $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$  или  $1/81.3$  массы Земли

Средняя плотность  $3.34 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$

Визуальное геометрическое альbedo 0.12

Видимая звездная величина в полнолуние  $-12.7^m$

### §5. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты  градусы	Гео- метр. аль- bedo	Вид. звезд- ная вели- чина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	—	-26.8
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут**	177.36	0.65	-4.4
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	—
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	-2.0
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	-2.7
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	0.4
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час**	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

\* – для наибольшей элонгации внутренних планет и среднего противостояния внешних планет.

\*\* – обратное вращение.

### §6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн.км	а.е.				
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	градусы 7.004	87.97 сут	сут 115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	—
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5

## §7. Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см <sup>3</sup>	км	сут		m
<b>Земля</b>							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
<b>Марс</b>							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
<b>Юпитер</b>							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7
<b>Сатурн</b>							
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.2	~11.0
<b>Уран</b>							
Миранда	$6.33 \cdot 10^{19}$	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.27 \cdot 10^{21}$	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9
<b>Нептун</b>							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685**	0.7	13.5

\* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

\*\* – обратное направление вращения.

## §8. Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x;$$

$$\sin(\alpha + x) \approx \sin \alpha + x \cos \alpha;$$

$$\cos(\alpha + x) \approx \cos \alpha - x \sin \alpha;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha + x) \approx \operatorname{tg} \alpha + \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + nx;$$

( $x \ll 1$ , углы выражаются в радианах).