

Министерство образования и науки Курской области  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курский государственный университет»

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ  
ПО АСТРОНОМИИ  
В 2024-2025 УЧЕБНОМ ГОДУ**

**Курск – 2024**

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ

## 1. СПЕЦИФИКА И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводится в один день и состоит из одного теоретического тура. Этот этап не предусматривает постановку каких-либо практических (в том числе внеурочных, выполняемых вне школы или в темное время суток) задач по астрономии, и их проведение не требует специфического оборудования (телескопов и других астрономических приборов, атласов, звездных карт и т.д.). Данный этап олимпиады по астрономии проводится в аудиторном формате, и материальные требования для проведения олимпиады не выходят за рамки организации стандартного аудиторного режима.

Муниципальный этап олимпиады проводится по заданиям, разработанным для 7–11 классов. Участник выполняет олимпиадные задания, разработанные для класса (возрастной параллели), программу которого он осваивает, или для более старших классов. В случае прохождения участников, выполнивших задания, разработанные для более старших классов по отношению к тем, программы которых они осваивают, на следующий этап олимпиады, указанные участники и на следующих этапах олимпиады выполняют олимпиадные задания, разработанные для класса, который они выбрали на предыдущем этапе олимпиады, или более старших классов.

Для проведения муниципального этапа организатор должен предоставить аудитории в достаточном количестве – каждый участник олимпиады должен выполнять задание за отдельным столом (партой).

Каждому участнику олимпиады Оргкомитет должен предоставить ручку, карандаш, линейку, резинку для стирания и пустую тетрадь со штампом Организационного комитета, а также листы со справочной информацией, разрешенной к использованию на олимпиаде (пункт 6 настоящих требований). В каждой аудитории должны быть также запасные канцелярские принадлежности и калькуляторы в количестве не менее 20% от числа участников, временно выдаваемых по их требованию.

При наличии среди участников лиц с ОВЗ должны быть созданы все условия для качественной и равноправной работы, включая все необходимое оборудование, исходя из состояния здоровья участника.

## 2. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА

В соответствии с Порядком проведения Всероссийской олимпиады, к участию в муниципальном этапе автоматически допускаются победители и призеры муниципального (регионального) этапа олимпиады прошлого года.

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 20

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 данного 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 обложке проштампованной тетради свою фамилию, имя и отчество, номер класса и школы, район и населенный пункт.

По окончании организационной части участникам выдается полный комплект листов с заданиями, соответствующими их возрастной параллели, а также инструкцию и справочную информацию, необходимую для решения заданий, прилагаемые к заданиям. Прилагаемая к комплекту заданий справочная информация является разрешенной для использования и должна быть выдана участникам в полном объеме.

Вторая страница листов с заданиями содержит графики и диаграммы, на которых участники олимпиады могут выполнять построения и вычисления. Для объективности и полноты проверки они могут сдавать эти листы вместе с решениями, на них также проставляется шифр участника.

Конкурс проводится отдельно внутри каждой параллели. На муниципальном этапе олимпиады участникам предлагаются комплекты заданий, разработанные региональной предметно-методической комиссией. Оптимальное количество заданий для 7-8-х классов – 4, 9-11-х классов – 6. При тестовом формате заданий (эффективном при проведении этапа с использованием информационно-коммуникационных технологий) количество заданий может быть увеличено. Задания муниципального этапа основываются на тематической программе, составленной центральной предметно-методической комиссией всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Участникам из каждой параллели должен быть предложен свой комплект заданий, при этом некоторые задания могут входить в комплекты нескольких возрастных параллелей (как в идентичной, так и в отличающейся формулировке). Комплекты заданий должны обладать тематической полнотой, то есть соответствовать различным вопросам тематической программы олимпиады. Наблюдатель отмечает время выдачи заданий. На решение заданий муниципального этапа олимпиады по астрономии школьникам 7-8-х классов отводится 2 академических часа (90 минут), 9-11-х классов – 2-3 астрономических часа (120 – 180 минут) с момента выдачи заданий участникам. Участники начинают выполнять задания со второй страницы тетради, оставляя первую страницу чистой. По желанию участника он может использовать несколько последних страниц тетради под черновик, сделав на них соответствующую пометку. При нехватке места в тетради наблюдатель выдает участнику дополнительную тетрадь. По окончании работы вторая тетрадь вкладывается в первую.

#### **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. Обращаться с вопросами по поводу условий задач, приглашая к себе наблюдателя поднятием руки.

5. Принимать продукты питания.

6. Временно покидать аудиторию, оставляя у наблюдателя свою тетрадь.

#### **Во время работы над заданиями участнику запрещается:**

1. Пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции).

2. Пользоваться программируемым калькулятором или переносным компьютером.

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. Производить записи на собственную бумагу, не выданную оргкомитетом.

6. Запрещается одновременный выход из аудитории двух и более участников.

Лица, сопровождающие участников олимпиады, не имеют право подходить к аудиториям, где работают участники, до окончания этапа во всех аудиториях.

По окончании работы все участники покидают аудиторию, оставляя в ней тетради 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.

### **3. ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕШЕНИЙ**

Для обеспечения объективности проверки решение каждого конкретного задания в той или иной возрастной параллели должно проверяться одними и теми же членами 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 различаются более чем на 2 балла.

Решение каждого задания 1-5 оценивается по 8-балльной системе. Большая часть из этих 8 баллов (не менее 4-5) выставляется за правильное понимание участником олимпиады сути предоставленного вопроса и выбор пути решения. Оставшиеся баллы выставляются за правильность расчетов, аккуратную и полную подачу ответа. При выставлении оценки жюри учитывают рекомендации, разработанные составителями для каждой отдельной задачи. Премияльные баллы на муниципальном (региональном) этапе Всероссийской олимпиады школьников не допускаются.

Максимальная оценка за каждое задание одинакова и не зависит от темы, освещаемой в задании, и категории сложности. Таким образом, достигается максимальная независимость результатов муниципального этапа олимпиады от конкретных предпочтений каждого школьника по темам в курсе астрономии и смежных дисциплин.

При частичном выполнении задания оценка зависит от степени и правильности выполнения каждого этапа решения, при этом частичное выполнение этапа оценивается пропорциональной частью баллов за этот этап.

Ниже представлена примерная 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.

Задание 6 оценивается по 10-ти балльной системе.

Примерная схема оценивания задания 6 по 10-ти 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;

2–4 балла: правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;

4–7 баллов: задание частично решено;

7–9 баллов: задание решено полностью с некоторыми недочетами;

10 баллов: задание решено полностью.

Суммарная оценка за весь этап для участников олимпиады 5-8-х классов составляет 32 балла, для участников олимпиады 9-11-х классов – 50 баллов. Для уменьшения влияния случайных факторов на результаты олимпиады нельзя устанавливать это число, к примеру, равным 24 баллам при наличии участников в этой же возрастной группе, набравших 23 балла.

Решение о времени проведения (не ранее, чем через полчаса после окончания олимпиады) и форме проведения разбора заданий и критериев оценивания принимает организатор муниципального этапа олимпиады.

Выдавать решения участникам и сопровождающим, а также публиковать их в любых средствах массовой информации категорически запрещается до момента их опубликования на сайте Всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

После завершения процедуры проверки решений заданий участники олимпиады могут запросить провести показ собственной работы. Процедура проведения показа работ может быть произведена в очной или заочной форме. В ее ходе участнику олимпиады предоставляется копия его работы, а также делается анализ о выполнении каждого из этапов задания и оценки, выставленные за эти этапы и все задание в целом. Выдача оригинала решения задания участнику на руки не допускается. В случае несогласия участника олимпиады с выставленной оценкой он вправе подать апелляционное заявление.

При необходимости провести показ работы участника с ОВЗ необходимо привлечение соответствующего эксперта (экспертов).

#### 4. ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕРКИ ЖЮРИ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

Апелляция проводится в случаях несогласия участника Олимпиады с результатами оценивания его олимпиадной работы. Апелляции участников Олимпиады рассматриваются членами жюри (апелляционная комиссия).

Рассмотрение апелляции проводится в спокойной и доброжелательной обстановке.

Участнику Олимпиады, подавшему апелляцию, предоставляется возможность убедиться в том, что его работа проверена и оценена в соответствии с критериями и методикой, разработанными Центральной предметно-методической комиссией.

Апелляция участника Олимпиады должна быть рассмотрена не позднее чем через 3 часа с момента подачи соответствующего заявления. Для проведения апелляции участник Олимпиады подает письменное заявление на имя председателя Жюри.

При рассмотрении апелляции присутствует только участник Олимпиады, подавший заявление, имеющий при себе документ, удостоверяющий личность.

По результатам рассмотрения апелляции выносятся одно из следующих решений:

об отклонении апелляции и сохранении выставленных баллов;

об удовлетворении апелляции и корректировке баллов.

Критерии и методика оценивания олимпиадных заданий не могут быть предметом апелляции и пересмотру не подлежат.

Решения по апелляции принимаются простым большинством голосов. В случае равенства голосов председатель Жюри имеет право решающего голоса. Решения по апелляции являются окончательными и пересмотру не подлежат, за исключением случая их экспертизы ЦПМК. Рассмотрение апелляции оформляется протоколом, который подписывается членами Жюри.

При необходимости рассмотрения апелляции участника с ОВЗ необходимо привлечение соответствующего эксперта (экспертов).

Протоколы рассмотрения апелляции передаются председателю Жюри для внесения соответствующих изменений в протокол и отчетную документацию.

Документами по проведению апелляции являются: письменные заявления об апелляциях участников Олимпиады; журнал (листы) регистрации апелляций; протоколы проведения апелляции, которые вместе с аудио или видеозаписью работы апелляционной комиссии хранятся в оргкомитете в течение 3 лет.

Окончательные итоги Олимпиады утверждаются Жюри с учетом проведения апелляции.

#### 5. ПОРЯДОК ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОЛИМПИАДЫ

Окончательные итоги муниципального этапа олимпиады по астрономии подводятся на последнем заседании жюри после завершения процесса рассмотрения всех поданных участниками апелляций.

Победители и призеры муниципального этапа олимпиады определяются на основании рейтинга и в соответствии с квотой, установленной организатором муниципального этапа.

Документом, фиксирующим итоговые результаты муниципального этапа олимпиады, является протокол жюри муниципального этапа, подписанный его председателем, а также всеми членами жюри.

Окончательные результаты проверки решений всех участников фиксируются в итоговой таблице, представляющей собой ранжированный список участников, расположенных по мере убывания набранных ими баллов. Участники с одинаковыми баллами располагаются в алфавитном порядке. При принятии решения о присвоении дипломов жюри должно руководствоваться копией протокола без указания персональных данных участников, только на основе их суммарных оценок.

Обязательное требование о наборе 50% от максимального количества баллов для присуждения дипломов победителей и призеров относится только к заключительному этапу Всероссийской олимпиады. Критерии для присуждения дипломов победителей и призеров регионального этапа разрабатываются жюри исходя из фактического распределения участников по набранным баллам, отдельно для каждой возрастной параллели. Достижение уровня 50% от максимального числа баллов рекомендуется считать достаточным (но не обязательным) для присуждения диплома.

Председатель жюри передает итоговые протоколы и протоколы по определению победителей и призеров в оргкомитет для подготовки приказа об итогах муниципального этапа Олимпиады.

Протоколы муниципального этапа олимпиады публикуются на сайте органа местного самоуправления, осуществляющего управление в сфере образования.

По окончании муниципального этапа протоколы с результатами во всех муниципальных образованиях РФ сводятся в единую базу данных.

Ответственность за создание и хранение базы, а также неразглашение личных данных участников осуществляет орган управления образованием субъекта РФ. В базе данных указываются фамилия, имя и отчество участника, класс (возрастная параллель), в которой выступал участник, количество набранных баллов, а также наличие диплома победителя или призера следующего этапа олимпиады прошлого года. В базу включаются все участники, а не только победители и призеры данного этапа. На основе данной базы определяются участники регионального этапа.

## 6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Засов А. В., Сурдин В. Г. *Астрономия. 10—11 классы.* — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
2. Кононович Э. В., Мороз В. И. *Общий курс астрономии.* — М.: URSS, 2017.
3. Куликовский П. Г. *Справочник любителя астрономии.* — М.: Либроком, 2016.
4. *Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия.* — М.: Аванта+, 2011.
5. Сурдин В. Г. *Астрономические олимпиады. Задачи с решениями.* — М.: Ленанд, 2018.

6. Сурдин В. Г. *Астрономические задачи с решениями*. — М.: Либроком, 2014.
7. Иванов В. В., Кривов А. В., Денисенков П. А. *Парадоксальная Вселенная. 250 задач по астрономии*. — СПбГУ, 2010. Электронная версия:  
<http://school.astro.spbu.ru/staff/viva/Book/titL.html>
8. Угольников О. С. *Всероссийская олимпиада школьников по астрономии: содержание олимпиады и подготовка конкурсантов*. — М.: АПКИППРО, 2007.
9. Угольников О. С. *Астрономия. 10—11 классы: задачник*. — М.: Просвещение, 2018.

## 7. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЛИМПИАДЕ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

1. Портал Всероссийской олимпиады школьников – <http://www.rosolymp.ru>.
2. Сайт Всероссийской олимпиады школьников по астрономии – <http://www.astroolymp.ru>.

## 8. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ПОДЛЕЖАЩАЯ РАЗДАЧЕ ВМЕСТЕ С УСЛОВИЯМИ ЗАДАНИЙ

Ниже приведен перечень справочных данных, которые считаются известными при решении заданий всех этапов Всероссийской олимпиады школьников по астрономии. Эти справочные данные подлежат раздаче участникам олимпиады в полном объеме на региональном и заключительном этапах олимпиады. На муниципальном этапе справочные данные могут раздаваться в частичном объеме. В этом случае выделяется та информация и численные параметры, которые оказываются необходимыми для решения тех задач, которые входят в комплект текущего этапа олимпиады (во всех возрастных параллелях). Исключение справочных данных, входящих в приводимый список и имеющих отношение хотя бы к одной из задач, предлагаемых в комплекте, недопустимо.

### §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 а.е. =  $1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек 1 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 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<sup>m</sup>  
Эффективная температура 5800К  
Средний горизонтальный параллакс 8.794''  
Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м<sup>2</sup>  
Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м<sup>2</sup>

#### **Данные о Земле**

Эксцентриситет орбиты 0.017  
Тропический год 365.24219 суток  
Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с  
Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды  
Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года: 23°26'21.45''  
Экваториальный радиус 6378.14 км  
Полярный радиус 6356.77 км  
Масса  $5.974 \cdot 10^{24}$  кг  
Средняя плотность 5.52 г·см<sup>-3</sup>  
Объемный состав атмосферы: N<sub>2</sub> (78%), O<sub>2</sub> (21%), Ar (~1%).

#### **§3. Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли 384400 км  
Минимальное расстояние от Земли 356410 км  
Максимальное расстояние от Земли 406700 км  
Эксцентриситет орбиты 0.055  
Наклон плоскости орбиты к эклиптике 5°09'  
Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 суток  
Синодический период обращения 29.530589 суток  
Радиус 1738 км  
Масса  $7.348 \cdot 10^{22}$  кг или 1/81.3 массы Земли  
Средняя плотность 3.34 г·см<sup>-3</sup>  
Сферическое альbedo 0.07  
Видимая звездная величина в полнолуние –12.7<sup>m</sup>  
Видимая звездная величина в первой и последней четверти –10<sup>m</sup>

#### **§4. Физические характеристики Солнца и планет**

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометрическая альбедо	Вид. звездная величина*
	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.

### §5. 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	7.004	87.97 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

### §6. 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.

## §7. 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).