

2.2. Астрономия

Требования к организации и проведению регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2023/24 учебном году утверждены на заседании центральной предметно-методической комиссии по астрономии (Протокол № 1 от 10.10.2023 г.).

1. Общие положения

1.1. Настоящие требования к проведению регионального этапа всероссийской олимпиады школьников (далее – олимпиада) по астрономии составлены в соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников, утвержденным приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 ноября 2020 г. № 678 «Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников» (далее – Порядок), с изменениями, утвержденными приказами Министерства просвещения Российской Федерации от 16 августа 2021 г. (№ 565), от 13 марта 2022 г. (№ 73) и от 26 января 2023 г. (№ 55).

1.2. Консультации по вопросам организации и проведения регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии можно получить по электронной почте, обратившись по адресу **ougolnikov@gmail.com** в центральную предметно-методическую комиссию (далее – ЦПМК).

2. Порядок проведения соревновательного тура

2.1. Региональный этап олимпиады по астрономии проводится в сроки, установленные Министерством просвещения Российской Федерации в течение одного дня.

2.2. Время начала регионального этапа олимпиады по астрономии устанавливается в соответствии с расписанием регионального этапа, с учетом часовых поясов направляемым Министерством просвещения Российской Федерации.

2.3. Региональный этап олимпиады по астрономии состоит из одного теоретического тура.

2.4. Теоретический тур олимпиады включает выполнение участниками письменных заданий по различным тематикам учебного предмета «астрономия» и проводится отдельно для 9 класса, 10 класса и 11 класса. Одно задание (как правило, № 6) может иметь практический характер, но также выполняется в аудиторном режиме.

Примечание: В целях более раннего выявления одаренных детей, а также подготовки к всероссийской олимпиаде школьников по астрономии следующего года Тренерский штаб сборной России по астрономии и астрофизике готовит также задания и рекомендует

проведение в те же сроки регионального этапа олимпиады для учащихся 7-8 классов - Олимпиады имени В. Я. Струве (<https://struve.astroedu.ru>).

2.5. Длительность тура олимпиады составляет 3 часа 00 минут (180 минут) для каждого класса.

2.6. На соревновательном туре участникам предстоит выполнить задания разного уровня сложности, разработанные ЦПМК.

2.7. Участники выполняют решения заданий на специальных бланках, в котором указывается номер задания, номер страницы выполнения задания (если оно выполняется на нескольких страницах). Ответ на задание заносится в специальную графу на странице, и только в этом случае он оценивается. Пример такого бланка приведен в Приложении 1, сами бланки высылаются на место проведения тура перед его началом.

2.8. Участникам выдается по **одной** странице для выполнения заданий 1-5 и **две** страницы для выполнения задания 6. На случай, если решение участника требует дополнительной страницы, Оргкомитет готовит запасные бланки без указания номера задания и страницы, которые выдаются участнику по его требованию. При этом в него заносится номер задания и номер страницы, о чем делается отметка в специальной ведомости (Приложение 2) с подписью участника.

2.9. Задание 6 может включать себя график (диаграмму), на котором может выполняться работа. На него ставится шифр участника, и он прикладывается к решению.

2.10. Оргкомитет обеспечивает рассадку участников так, чтобы за соседними столами сидели учащиеся из различных школ. По возможности следует избегать близкой рассадки участников из одного населенного пункта. Если для проведения тура необходимо использовать несколько аудиторий, то рекомендуется рассаживать в аудиторию участников из одной возрастной параллели.

2.11. Перед началом тура дежурные по аудиториям напоминают участникам основные требования (о продолжительности тура, о форме, в которой разрешено задавать вопросы и т. д.). Участник может взять с собой в аудиторию письменные принадлежности (ручки синего или черного цвета), инженерный калькулятор, прохладительные напитки в прозрачной упаковке, шоколад, необходимые медикаменты.

2.12. Через 30 минут после начала тура участники олимпиады могут задавать вопросы по условиям задач (в письменной форме). Для этого у дежурных должны быть в наличии бланки для вопросов (Приложение 3). Ответы на содержательные вопросы озвучиваются членами жюри для всех участников данной параллели. На некорректные вопросы или вопросы, свидетельствующие о том, что участник невнимательно прочитал условие, следует

ответ «без комментариев». Жюри прекращает принимать вопросы за 30 минут до окончания тура.

2.13. В аудиторию категорически запрещается брать бумагу, средства сотовой связи; участники не вправе общаться друг с другом, свободно передвигаться по аудитории. Не допускается использование карт звёздного неба, собственных справочных данных и других посторонних материалов, за исключением официальных справочных данных, включённых ЦПМК в комплект заданий.

3. Процедура кодирования (обезличивания) и декодирования выполненных заданий

3.1. Кодирование выполненных заданий производится в ручном или автоматическом режиме.

3.2. В случае ручного кодирования персональный код участника рекомендуется ставить на работы чернилами трех разных цветов в зависимости от возрастной параллели. Это делается во избежание трудностей при работе жюри в случае большого количества участников.

3.3. Таблица с персональными кодами каждого участника хранится в оргкомитете, далее в нее вносятся оценки на основе обезличенной проверки жюри.

3.4. При автоматическом кодировании шифры печатаются на бланках для решения заданий. Рекомендуется заранее подготовить шаблон протокола олимпиады, в котором указываются как персональные данные, так и коды участников. Копия шаблона без столбца персональных данных передается в жюри для работы. После окончания работы жюри оценки копируются в общий протокол с персональными данными, тем самым производится декодирование работ.

3.5. В жюри для работы передаются закодированные копии (сканы) листов с решениями заданий (Приложение 1) без листа с персональными данными. Оригиналы работ, в том числе титульный лист с персональными данными участника, в жюри не передаются.

4. Критерии и методика оценивания олимпиадных заданий

4.1. Оценивание качества выполнения участниками заданий олимпиады осуществляет жюри регионального этапа олимпиады в соответствии с критериями и методикой оценивания выполненных олимпиадных заданий, разработанных ЦПМК по астрономии.

4.2. Оценка работы каждого участника по каждому заданию осуществляется не менее чем двумя членами жюри. В случае расхождения их оценок вопрос об окончательном

определении баллов, выставляемых за выполнение задания, определяется председателем жюри, либо по его решению работа проверяется третьим членом жюри.

4.3. Оценка за выполнение заданий 1-5 выставляется по 8-балльной системе (отсутствие решения или каких-либо разумных тезисов по нему оценивается в 0 баллов, полное и правильное решение – в 8 баллов).

4.4. Оценка за выполнение задания 6 выставляется по 10-балльной системе.

4.5. Максимальная оценка результатов участника определяется арифметической суммой всех оценок, полученных за выполнение каждого из олимпиадных заданий, и не превышает 50 баллов.

4.6. Дробные и премиальные баллы на региональном этапе всероссийской олимпиады школьников **не допускаются**.

4.7. Оценка выставляется в соответствии с критериями, приведенными вместе с самими решениями в инструкциях для жюри. Большинство решений заданий разделяются на несколько основных этапов, каждому из которых соответствует определенное количество баллов, указанное в описании системы оценивания для каждого задания. При проверке необходимо отмечать степень правильности выполнения каждого отдельного этапа и число баллов, выставленное за этот этап. Эта информация может оказаться полезной при анализе и возможной апелляции участника олимпиады по итоговой оценке.

4.8. Максимальная оценка (8 баллов за задания 1-5 и 10 баллов за задание 6) выставляется при корректном выполнении всех этапов задания и правильном ответе. При этом подход к решению, последовательность действий могут отличаться от аналогичных показателей авторского решения, которое выдается членам жюри. В отдельных заданиях (в частности, в практическом задании № 6) ответ может несколько отличаться от правильного вследствие погрешности измерений и приближений при расчете. Это может не влиять на оценку, если погрешность не превосходит допустимое значение, указанное в рекомендациях по оцениванию данного задания.

4.9. При частичном выполнении задания оценка зависит от степени и правильности выполнения каждого этапа. Система оценивания подробно описывается для каждого задания. Общие принципы оценивания заданий следующие:

4.9.1. Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.

4.9.2. При отсутствии правильного выполнения всех этапов, если в решении присутствуют только тезисы, относящиеся к решению, общая оценка не превышает 1 балл.

4.9.3. Если решение основывается на правильном понимании и учете какого-либо

базового факта, иногда не вполне очевидного, а в работе участника этого нет, даже при выполнении всего оставшегося решения общая оценка не превышает 2 баллов.

4.9.4. Во многих заданиях этапы решения можно выполнять в произвольном порядке. Это не влияет на оценку за выполнение каждого этапа и задания в целом.

4.9.5. Если тот или иной этап задания (в общем виде или численно) можно выполнить отдельно от остальных этапов, то он оценивается вне зависимости от правильности выполнения других этапов. Если ошибка, сделанная на предыдущих этапах, приводит к изменению численного ответа данного этапа, но не нарушает осмысленность его выполнения, то этот этап оценивается полностью.

4.9.6. Если на раннем этапе решения делается ошибка, нарушающая логичность исполнения следующих этапов, оценка уменьшается как за текущий этап, так и за последующие этапы.

4.9.7. Существенная математическая ошибка, сделанная на каком-либо этапе решения, понижает или обнуляет оценку за этот этап в соответствии с критериями для данного этапа. Последующие этапы решения оцениваются исходя из того, насколько адекватным может быть их выполнение после сделанной ошибки.

4.9.8. Незначительная математическая ошибка, не меняющая логику дальнейшего решения, приводит к уменьшению оценки на 1-2 балла (если явно не указано иное), не влияя на оценку за выполнение следующих этапов задания.

4.9.9. Наиболее сложной для проверки является ситуация, если метод решения задания, выполненного участником, существенно отличается от авторского решения. В этом случае члену жюри следует по возможности разделить решение участника на основные составляющие и провести аналогию каждого этапа с определенным этапом авторского решения. Для заданий уровня регионального этапа в большинстве случаев это возможно сделать. Это позволяет установить количество баллов, выставляемое за каждый этап решения участника, исходя из распределения баллов в авторском решении. Далее проверка производится с учетом правил, описанных выше. При невозможности провести аналогии с авторским решением система оценивания выстраивается самим членом жюри.

4.9. Жюри не проверяет и не анализирует записи на обороте бланков решений и в черновиках. Выкладки в черновиках не могут влиять на оценку участника олимпиады.

4.10. Методика перевода итогового результата участника в 100-балльную систему.

Итоговая оценка участника регионального этапа олимпиады по астрономии определяется как результат умножения суммы баллов, полученных за выполнение всех олимпиадных заданий, на 2, и не должна превышать **100 баллов**.

Например, общая оценка участника за выполнение заданий тура составляет 28 баллов. В этом случае, итоговая оценка участника регионального этапа олимпиады по астрономии составит $28 \times 2 = 56$ баллов.

4.11. Результаты выполнения участниками олимпиадных заданий вносятся в рейтинговую таблицу индивидуальных результатов участников регионального этапа всероссийской олимпиады школьников 2023/24 учебного года по астрономии по классам 9, 10 и 11, в соответствии с выполняемыми олимпиадными заданиями. В протокол заносится как суммарная оценка за 6 заданий (от 0 до 50), так и нормированная на 100-балльную систему оценка (от 0 до 100).

5. Описание процедур анализа олимпиадных заданий, их решений и показа работ

5.1. Каждый участник имеет право ознакомиться с результатами проверки своей работы до подведения официальных итогов олимпиады.

5.2. Порядок проведения показа работ и апелляций по оценке работ участников определяется совместно оргкомитетом и жюри регионального этапа. Показ работ может проводиться как в очной форме, так и с использованием информационно-коммуникационных технологий в дистанционной форме. Окончательное подведение итогов олимпиады возможно только после показа работ и проведения апелляций.

5.3. Проведение процедуры анализа олимпиадных заданий, их решений и показа работ осуществляется в установленное время в соответствии с программой олимпиады.

5.3.1. При проведении анализа олимпиадных заданий и их решений жюри обеспечивает участников информацией о правильных решениях олимпиадных заданий, критериях и методике оценивания выполненных олимпиадных работ, типичных ошибках, которые могут быть допущены или были допущены участниками при выполнении олимпиадных заданий.

При проведении анализа олимпиадных заданий и их решений могут присутствовать сопровождающие лица.

5.4. Процедура анализа олимпиадных заданий может включать в себя трансляцию видеозаписи. Участникам олимпиады предоставляется доступ к электронным копиям их работ, выдача оригинала решения задания участнику на руки **не допускается**.

5.5. После завершения регионального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии во всех субъектах Российской Федерации текст решений и критериев оценивания публикуется на сайте всероссийской олимпиады по астрономии (www.astroolymp.ru) и на сайтах органов управления образованием регионов Российской Федерации.

5.6. Выдавать на руки участникам и сопровождающим какую-либо информацию, касающуюся решений заданий до момента ее опубликования в официальных источниках, **не разрешается.**

5.7. При необходимости провести показ работы участника с ограниченными возможностями по здоровью (ОВЗ) привлекается соответствующий эксперт (эксперты).

6. Перечень справочных материалов, средств связи и электронно-вычислительной техники, разрешенных к использованию

6.1. Каждому участнику, наряду с условиями заданий и бланками для решений, выдаются три листа со справочными данными, приложенными к комплекту заданий (Приложение 4), вне зависимости от класса. Листы с заданиями, инструкциями и справочными данными должны печататься с сохранением размеров листа на бумаге формата А4. Уменьшение формата бумаги **не допускается.** При наличии среди участников лиц с ОВЗ по зрению возможно увеличение шрифтов и числа раздаточных листов для этих участников.

6.2. Участники олимпиады могут пользоваться собственными инженерными непрограммируемыми калькуляторами. При очной форме проведения олимпиады в каждой аудитории рекомендуется иметь запасные калькуляторы, которые временно выдаются участникам по их требованию. Использование компьютеров и мобильных телефонов в любой их функции на олимпиаде **не допускается.**

7. Перечень материально-технического обеспечения для проведения регионального этапа

7.1. Для проведения регионального этапа олимпиады организатор предоставляет аудитории в количестве, определяемом числом участников олимпиады. Аудитории должны соответствовать техническим и санитарным требованиям, в них должны быть обеспечены условия для нормальной работы участников олимпиады и наблюдателей в течение всей олимпиады. Если тур проводится в типовых школьных аудиториях, то в каждой из них должны находиться не более 15 участников, причем каждый участник должен сидеть за отдельной партой. При проведении тура в большой аудитории участники должны располагаться в ряду не ближе 2 метров друг от друга. В аудиториях должны быть установлены часы, доступные для обзора со всех рабочих мест. При наличии среди участников лиц с ОВЗ для них должны быть созданы все условия для качественной и равноправной работы, включая все необходимое оборудование, исходя из состояния здоровья участника.

7.2. При полной численности участников регионального этапа, выполняющих работу

в одном конкретном здании, большей 20, рекомендуется организовать работу участников олимпиады по каждой из возрастных групп (9, 10 и 11 классы) в разных аудиториях.

7.3. Каждому участнику олимпиады должны быть выданы листы с заданиями, соответствующими нужной возрастной параллели, листы со справочными данными, приложенными к комплекту заданий (Приложение 4). Рекомендуется предоставлять участникам ручку, карандаш и линейку.

7.4. В каждой аудитории должны быть также запасные канцелярские принадлежности, которые временно выдаются участникам по их требованию. Рекомендуется иметь запасные калькуляторы в количестве не менее одного на каждые 10 участников, которые также выдаются по требованию участников, а затем возвращаются. В течение всего тура олимпиады в каждой аудитории находится представитель оргкомитета, либо приглашенный им наблюдатель.

7.5. Для работы жюри в очном формате должна быть выделена аудитория, обеспеченная отдельными рабочими местами для каждого члена жюри.

Образец бланка для выполнения задания

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии – 2024

Региональный этап

Класс: 9

Шифр участника:

Задание: 1

Страница 1

Ответ:

Ведомость выдачи дополнительных листов для решений заданий

Указывается количество листов сверх выданных до начала тура. При повторной выдаче указывается новое количество через знак "+". При сдаче работ ставится подпись участника.

| ФИО участника | Зад. 1 | Зад. 2 | Зад. 3 | Зад. 4 | Зад. 5 | Зад. 6 | Подпись участника |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Бланк вопроса участника по условиям заданий

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Номер задания: | Аудитория: |
| Вопрос: | Шифр участника: |
| Ответ жюри: | |

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ВЫДАВАЕМАЯ УЧАСТНИКАМ ОЛИМПИАДЫ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \times \text{кг}^{-1} \times \text{с}^{-2}$

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

Постоянная Больцмана $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ м}^2 \times \text{кг} \times \text{с}^{-2} \times \text{К}^{-1}$

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

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

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

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

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

Парсек 1 пк = 206 265 а.е. = $3.086 \times 10^{16} \text{ м}$

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

Данные о Солнце

Радиус 695 500 км

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

Светимость $3.828 \times 10^{26} \text{ Вт}$

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 5800К

Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Скорость движения в Галактике 230 км/с

Интегральный поток энергии на расстоянии Земли 1360 Вт/м^2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017

Тропический год 365.2422 сут

Средняя орбитальная скорость 29.8 км/с

Период вращения 23 ч 56 мин 04 с

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

Годовая прецессия на эклиптике $50.3''$

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

Средний радиус (по объему) 6371.01 км

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

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

Объемный состав атмосферы: N₂ (78%), O₂ (21%), Ar (~1%).

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли 384 400 км

Минимальное расстояние от Земли 356 410 км

Максимальное расстояние от Земли 406 700 км

Эксцентриситет орбиты 0.055

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

Сидерический (звездный) период обращения 27.321662 сут
 Синодический период обращения 29.530589 сут
 Радиус 1738 км
 Масса 7.348×10^{22} кг или 1/81.3 массы Земли
 Средняя плотность $3.34 \text{ г} \times \text{см}^{-3}$
 Сферическое альbedo 0.07
 Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^m
 Видимая звездная величина в первой и последней четверти -10^m

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

| Планета | Масса | | Радиус | | Плотность $\text{г} \times \text{см}^{-3}$ | Период вращения вокруг оси | Наклон экватора к плоскости орбиты градусы | Гео-метр. альbedo | Вид. звездная величина* |
|----------|------------------------|-------------|---------|---------------|---|-------------------------------|---|-------------------|-------------------------|
| | кг | массы Земли | км | радиусы Земли | | | | | |
| Солнце | 1.989×10^{30} | 332 946 | 695 000 | 108.97 | 1.41 | 25.380 сут | 7.25 | – | –26.8 |
| Меркурий | 3.302×10^{23} | 0.05271 | 2439.7 | 0.3825 | 5.42 | 58.646 сут | 0.00 | 0.10 | –0.1 |
| Венера | 4.869×10^{24} | 0.81476 | 6051.8 | 0.9488 | 5.20 | 243.019 сут** | 177.36 | 0.65 | –4.4 |
| Земля | 5.974×10^{24} | 1.00000 | 6378.1 | 1.0000 | 5.52 | 23.934 ч | 23.45 | 0.37 | – |
| Марс | 6.419×10^{23} | 0.10745 | 3397.2 | 0.5326 | 3.93 | 24.623 ч | 25.19 | 0.15 | –2.0 |
| Юпитер | 1.899×10^{27} | 317.94 | 71 492 | 11.209 | 1.33 | 9.924 ч | 3.13 | 0.52 | –2.7 |
| Сатурн | 5.685×10^{26} | 95.181 | 60 268 | 9.4494 | 0.69 | 10.656 ч | 26.73 | 0.47 | 0.4 |
| Уран | 8.683×10^{25} | 14.535 | 25 559 | 4.0073 | 1.32 | 17.24 ч** | 97.86 | 0.51 | 5.7 |
| Нептун | 1.024×10^{26} | 17.135 | 24 746 | 3.8799 | 1.64 | 16.11 ч | 28.31 | 0.41 | 7.8 |

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

** – обратное вращение.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРБИТ ПЛАНЕТ

| Планета | Большая полуось | | Эксцентриситет | Наклон к плоскости эклиптики градусы | Период обращения | Синодический период сут |
|----------|-----------------|---------|----------------|---|------------------|----------------------------|
| | 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 | 365.2564 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 |

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

| Спутник | Масса | Радиус | Плотность | Радиус орбиты | Период обращения | Геометрич. альbedo | Видимая звездная величина* |
|---------------|-----------------------|--------|-------------------|---------------|------------------|--------------------|----------------------------|
| | кг | км | г/см ³ | км | сут | | m |
| Земля | | | | | | | |
| Луна | $7.348 \cdot 10^{22}$ | 1738 | 3.34 | 384400 | 27.32166 | 0.12 | -12.7 |
| Марс | | | | | | | |
| Фобос | $1.08 \cdot 10^{16}$ | ~10 | 2.0 | 9380 | 0.31910 | 0.06 | 11.3 |
| Деймос | $1.48 \cdot 10^{15}$ | ~6 | 1.7 | 23460 | 1.26244 | 0.07 | 12.4 |
| Юпитер | | | | | | | |
| Ио | $8.94 \cdot 10^{22}$ | 1815 | 3.55 | 421800 | 1.769138 | 0.61 | 5.0 |
| Европа | $4.80 \cdot 10^{22}$ | 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 |
| Сатурн | | | | | | | |
| 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 |
| Уран | | | | | | | |
| Миранда | $6.33 \cdot 10^{19}$ | 235.8 | 1.15 | 129900 | 1.413479 | 0.27 | 16.3 |
| Ариэль | $1.25 \cdot 10^{21}$ | 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 |
| Нептун | | | | | | | |
| Тритон | $2.14 \cdot 10^{22}$ | 1350 | 2.07 | 354800 | 5.87685** | 0.76 | 13.5 |

* Для полнолуния или среднего противостояния внешних планет.

** Обратное направление вращения.

ФОРМУЛЫ ПРИБЛИЖЕННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ

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

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

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

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

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

$$\ln(1 + x) \approx x$$

$$e^x \approx 1 + x$$

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