

РАЗРАБОТАНЫ
региональной предметно-
методической комиссией
всероссийской олимпиады
школьников по астрономии

Требования
к организации и проведению муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников по астрономии
2020/2021 учебного года

Ярославль, 2020

1.	Общие положения.....	3
2.	Функции Оргкомитета	6
3.	Функции Жюри.....	6
4.	Порядок проведения олимпиады.....	7
5.	Перечень материально-технического обеспечения для выполнения олимпиадных заданий.....	8
6.	Порядок разбора олимпиадных заданий и показа работ.....	8
7.	Порядок рассмотрения апелляций.....	9
8.	Порядок подведения итогов олимпиады.....	10
Приложение:		
1.	Справочная информация.....	12-16

1. Общие положения

- 1.1. Настоящие требования к проведению муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии составлены на основе Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 18 ноября 2013 г. № 1252, и изменений, внесенных в Порядок (приказы Минобрнауки России от 17 марта 2015 г. № 249, от 17 декабря 2015 г. № 1488, от 17 ноября 2016 г. № 1435, от 17 марта 2020 г. № 96), с учетом санитарно-эпидемиологических требований к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), утвержденных Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 № 16 «Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1/2.4.3598-20», и в соответствии с письмом департамента образования Ярославской области от 16.10.2020 № ИХ.24-7856/20 «Об особенностях проведения муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников в 2020/2021 учебном году».
- 1.2. Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников (далее – муниципальный этап олимпиады) по астрономии проводится по заданиям, разработанным региональной предметно-методической комиссией в соответствии с рекомендациями Центральной предметно-методической комиссии по астрономии.
- 1.3. В муниципальном этапе олимпиады по астрономии принимают участие:
 - участники школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии текущего учебного года, набравшие необходимое для участия в муниципальном этапе олимпиады количество баллов, установленное организатором муниципального этапа олимпиады;
 - победители и призеры муниципального этапа олимпиады по астрономии предыдущего учебного года, продолжающие обучение в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам основного общего и среднего общего образования.
- 1.4. Муниципальный этап олимпиады по астрономии проводится в один письменный тур.
- 1.5. Начало проведения муниципального этапа олимпиады по астрономии – 09.00 по московскому времени.
- 1.6. Муниципальный этап олимпиады по астрономии проводится в четырех возрастных параллелях: 7-8, 9, 10 и 11 классы.
- 1.7. Количество заданий в каждой возрастной параллели составляет:
7-8 классы – 4 задания,

- 9, 10, 11 классы – 6 заданий.
- 1.8. Время выполнения заданий участниками муниципального этапа олимпиады по астрономии (в астрономических часах):
7-8 классы – 2 часа,
9, 10, 11 классы – 3 часа.
- 1.9. Задания имеют теоретический характер, не требуют для решения каких-либо астрономических приборов и электронно-вычислительных средств (кроме непрограммируемого инженерного калькулятора).
- 1.10. Задания муниципального этапа олимпиады по астрономии основываются на тематической программе, составленной Центральной предметно-методической комиссией всероссийской олимпиады школьников по астрономии. Необходимо обратить внимание, что это обновленная программа, вводимая с 2020/2021 учебного года («Методические рекомендации по проведению школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по астрономии в 2020/21 учебном году», Приложение 1, стр. 15-31).
- 1.11. Комплекты заданий муниципального этапа олимпиады по астрономии содержат задания и ответы для каждой возрастной параллели. В комплекты входят задания различного уровня сложности.
- 1.12. Задания категории 1 – наиболее простые задания, доступные большинству участников муниципального этапа олимпиады по астрономии. Решение этих заданий предусматривает однократное применение какого-либо астрономического или физического закона с его возможным приложением к математическим вычислениям.
- 1.13. Задания категории 2 представляют собой несколько вопросов, нахождение последовательных ответов на которые приводит в конечном итоге к решению всего задания.
- 1.14. Соотношение количества заданий категории 1 и 2 изменяется в разных возрастных параллелях.

Критерии и методики оценивания выполненных олимпиадных заданий

- 1.15. При оценивании работ участников баллы ставятся за знания основных положений астрономии и умение эти знания применять при решении астрономических задач.
- 1.16. Правильные вычисления и полное решение каждой задачи оцениваются в 8 баллов. Максимальное количество баллов начисляется только при наличии объяснения полученного результата.
- 1.17. При численных расчетах должны соблюдаться правила действия с приближенными величинами.
- 1.18. При оценке работ участников муниципального этапа олимпиады обращается внимание на широту их кругозора, оригинальность подходов к решению задач, предлагаемые модели астрономических явлений.

- 1.19. Проверка олимпиадных работ участников муниципального этапа олимпиады по астрономии осуществляется исходя из следующих баллов:

Классы	№ задачи/балл						Максимальный балл
	1	2	3	4	5	6	
7-8	8	8	8	8	-	-	32
9	8	8	8	8	8	8	48
10	8	8	8	8	8	8	48
11	8	8	8	8	8	8	48

- 1.20. Общая схема оценивания решений:

- 0 баллов – решение отсутствует или абсолютно некорректно;
- 1 балл – правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования;
- 1-2 балла – сделана попытка решения, не давшая результата;
- 2-3 балла – правильно угадан сложный ответ, но его обоснование отсутствует или ошибочно;
- 4-6 баллов – частично решенная задача;
- 6-7 баллов – полностью решенная задача с более или менее значительными недочетами;
- 8 баллов – полностью решенная задача.

- 1.21. 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. При проверке решения необходимо отмечать степень выполнения его этапов и выставленные за каждый этап количества баллов.

- 1.22. Во многих заданиях этапы решения можно выполнять в произвольном порядке; это не влияет на оценку за выполнение каждого этапа и за задание в целом.

- 1.23. При оценивании олимпиадных работ жюри должно придерживаться принципа соразмерности: так, если в решении допущена грубая астрономическая или физическая ошибка с абсурдным выводом (например, скорость больше скорости света, масса звезды, существенно меньшая реальной массы Земли и т.д.), все решение оценивается в 0 баллов, тогда как незначительная математическая ошибка должна снижать итоговую оценку не более, чем на 2 балла.

- 1.24. Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на муниципальном этапе олимпиады по астрономии не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий.

2. Функции Оргкомитета

Оргкомитет муниципального этапа олимпиады по астрономии выполняет следующие функции:

- определяет организационно-технологическую модель проведения муниципального этапа олимпиады по астрономии;
- обеспечивает организацию и проведение муниципального этапа олимпиады по астрономии в соответствии с утвержденными организатором муниципального этапа требованиями к проведению муниципального этапа олимпиады по астрономии, Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников и действующими на момент проведения олимпиады санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам основного общего и среднего общего образования;
- осуществляет кодирование (обезличивание) олимпиадных работ участников муниципального этапа олимпиады по астрономии;
- несет ответственность за жизнь и здоровье участников олимпиады во время проведения муниципального этапа олимпиады по астрономии.

3. Функции Жюри

Жюри муниципального этапа олимпиады по астрономии выполняет следующие функции:

- принимает для оценивания закодированные (обезличенные) олимпиадные работы участников;
- оценивает выполненные олимпиадные задания в соответствии с утвержденными критериями и методиками оценивания выполненных олимпиадных заданий;
- проводит с участниками олимпиады анализ олимпиадных заданий и их решений;
- осуществляет по запросу участника олимпиады показ выполненных им олимпиадных заданий;
- представляет результаты олимпиады ее участникам;
- рассматривает апелляции участников олимпиады с использованием видеофиксации;
- определяет победителей и призеров олимпиады на основании рейтинга и в соответствии с квотой, установленной организатором муниципального этапа олимпиады по астрономии;
- представляет организатору результаты олимпиады (протоколы) для их утверждения;
- составляет и представляет организатору муниципального этапа олимпиады по астрономии аналитический отчет о результатах выполнения олимпиадных заданий.

4. Порядок проведения олимпиады

- 4.1. Муниципальный этап олимпиады школьников по астрономии проводится для обучающихся 7-11 классов.
- 4.2. Все участники олимпиады проходят в обязательном порядке процедуру регистрации.
- 4.3. Технология осуществления регистрации обучающихся для участия в олимпиаде определяется Оргкомитетом.
- 4.4. Материалы заданий, выдаваемые участникам олимпиады, качественно тиражируются на листах формата А4 (уменьшение оригинала не допускается) с использованием только одной стороны листа (оборот страницы не рекомендуется использовать), поскольку это существенно затрудняет выполнение заданий и требует от участников значительных дополнительных усилий.
- 4.5. Во время работы над заданиями участник олимпиады имеет право:
 - пользоваться листами со справочной информацией (Приложение 1), выдаваемой участникам вместе с условиями заданий;
 - пользоваться любыми своими канцелярскими принадлежностями наряду с выданными Оргкомитетом;
 - пользоваться собственным непрограммируемым инженерным калькулятором, а также просить дежурного в аудитории временно предоставить ему непрограммируемый инженерный калькулятор;
 - обращаться с вопросами по поводу условий задач, приглашая к себе дежурного в аудитории поднятием руки;
 - временно покидать аудиторию, оставляя у дежурного в аудитории свою работу.
- 4.6. Во время работы над заданиями участнику запрещается:
 - пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции), диктофонами, плеерами, планшетами и любыми техническими средствами;
 - пользоваться программируемым калькулятором, собственной бумагой, не выданной Оргкомитетом;
 - пользоваться какими-либо источниками информации (словарями, справочниками, учебниками и т.д.), за исключением листов со справочной информацией, раздаваемых Оргкомитетом перед туром вместе с условиями заданий;
 - обращаться с вопросами к кому-либо, кроме дежурного в аудитории, членов Оргкомитета и Жюри, свободно перемещаться по аудитории во время олимпиады;
 - запрещается одновременный выход из аудитории двух и более участников.
- 4.7. В случае нарушения правил проведения олимпиады по решению представителя организатора олимпиады участник может быть отстранен от участия. В этом случае составляется акт об удалении

- участника с олимпиады. Участники олимпиады, удаленные за нарушения правил, лишаются права дальнейшего участия в олимпиаде в текущем году, их результаты аннулируются.
- 4.8. На листах категорически запрещается указывать фамилии, делать рисунки или какие-либо отметки, в противном случае работа считается дешифрованной и не оценивается.
 - 4.9. Ответы записываются ручкой с синими или фиолетовыми чернилами.
 - 4.10. Запрещается использование для записи ответов ручек с красными, черными или зелеными чернилами.
 - 4.11. В каждой аудитории дежурный на доске записывает время начала и время окончания олимпиады.
 - 4.12. Во время олимпиады участник может выходить из аудитории только в сопровождении дежурного, при этом его работа остается в аудитории. На ее обложке присутствующим в аудитории дежурным в аудитории делается пометка о времени ухода и прихода участника олимпиады. Время, потраченное на выход из аудитории, не компенсируется.
 - 4.13. Для нормальной работы участников в помещениях необходимо обеспечивать комфортные условия: тишину, чистоту, свежий воздух, достаточную освещенность рабочих мест, минеральную воду.
 - 4.14. Дежурный в аудитории напоминает участникам о времени, оставшемся до окончания олимпиады за 1 час, 15 минут и 5 минут.
 - 4.15. Участник может сдать работу досрочно, после чего должен покинуть аудиторию. Участник не может выйти из аудитории с заданием.

5. Перечень материально-технического обеспечения для выполнения олимпиадных заданий

- 5.1. Для проведения олимпиады требуются специально подготовленные аудитории для рассадки участников.
- 5.2. Участники должны сидеть по одному за столом/партой и находиться на расстоянии 1,5 метров друг от друга.
- 5.3. В каждой аудитории должны быть запасные ручки, непрограммируемый инженерный калькулятор, запасные комплекты заданий, листы со справочной информацией для выполнения заданий и бумага для черновиков.

6. Порядок разбора олимпиадных заданий и показа работ

- 6.1. Основная цель процедуры разбора заданий – информировать участников олимпиады о правильных вариантах ответов на предложенные задания, объяснить допущенные ими ошибки и недочеты, убедительно показать, что выставленные им баллы соответствуют принятой системе оценивания.
- 6.2. Порядок, сроки и формат Оповещение участников о порядке и формате разбора заданий обеспечивает Оргкомитет.

- 6.3. В процессе разбора заданий участники олимпиады должны получить всю необходимую информацию по поводу объективности оценивания их работ.
- 6.4. Оповещение участников о порядке и формате разбора заданий обеспечивает Оргкомитет.
- 6.5. В ходе разбора заданий представители Жюри подробно объясняют критерии оценивания каждого из заданий и дают общую оценку по итогам выполнения всех заданий.
- 6.6. В ходе разбора заданий анализируются типичные ошибки, допущенные участниками олимпиады.
- 6.7. Порядок, сроки и формат проведения показа работ устанавливаются организатором.
- 6.8. Участники имеют право задать члену Жюри вопросы по оценке приведенного им ответа и по критериям оценивания. В случае если Жюри соглашается с аргументами участника по изменению оценки какого-либо задания в его работе, соответствующее изменение согласовывается с председателем Жюри и оформляется протоколом апелляции.
- 6.9. Работы участников хранятся Оргкомитетом олимпиады в течение одного года с момента ее окончания.

7. Порядок рассмотрения апелляций

- 7.1. Апелляция проводится в случаях несогласия участника олимпиады с результатами оценивания его олимпиадной работы.
- 7.2. Порядок, сроки и формат проведения апелляции устанавливаются организатором муниципального этапа олимпиады по астрономии.
- 7.3. Апелляции участников олимпиады рассматриваются членами Жюри (апелляционной комиссией).
- 7.4. Участнику олимпиады, подавшему апелляцию, предоставляется возможность убедиться в том, что его работа проверена и оценена в соответствии с критериями и методикой, разработанной региональной предметно-методической комиссией.
- 7.5. Для проведения апелляции участник олимпиады подает письменное заявление на имя председателя Жюри (апелляционной комиссии) в установленной форме.
- 7.6. При рассмотрении апелляции присутствует только участник олимпиады, подавший заявление.
- 7.7. По результатам рассмотрения апелляции выносятся одно из следующих решений:
 - об отклонении апелляции и сохранении выставленных баллов;
 - об удовлетворении апелляции и корректировке баллов.
- 7.8. Критерии и методика оценивания олимпиадных заданий не могут быть предметом апелляции и пересмотру не подлежат.

- 7.9. Решения по апелляции принимаются простым большинством голосов. В случае равенства голосов председатель Жюри (апелляционной комиссии) имеет право решающего голоса.
- 7.10. Решения по апелляции являются окончательными и пересмотру не подлежат.
- 7.11. Проведение апелляции оформляется протоколом, который подписывается членами Жюри (апелляционной комиссии).
- 7.12. Процедура апелляции проводится с использованием видеofиксации.
- 7.13. Протоколы и видеозапись проведения апелляции передаются председателю Жюри для внесения соответствующих изменений в протокол и отчетную документацию. Официальным объявлением итогов Олимпиады считается итоговая таблица результатов выполнения олимпиадных заданий, заверенная подписями председателя и членов Жюри.
- 7.14. Документами по проведению апелляции являются:
 - письменные заявления об апелляциях участников олимпиады;
 - журнал (листы) регистрации апелляций;
 - протоколы проведения апелляции.
- 7.15. Окончательные итоги олимпиады утверждаются Жюри с учетом проведения апелляции.

8. Порядок подведения итогов олимпиады

- 8.1. Победители и призеры муниципального этапа олимпиады по астрономии определяются отдельно по каждой параллели: 7, 8, 9, 10, 11 классы.
- 8.2. Победители и призеры определяются по результатам набранных баллов за выполнение всех заданий олимпиады. Итоговый результат каждого участника подсчитывается как сумма баллов за выполнение каждого задания олимпиады. Окончательные результаты 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. На основании итоговой таблицы и в соответствии с квотой, установленной организатором олимпиады, Жюри определяет победителей и призеров муниципального этапа олимпиады по астрономии.
- 8.3. Окончательные итоги олимпиады подводятся на заключительном заседании Жюри после завершения процесса рассмотрения всех поданных участниками апелляций. Документом, фиксирующим итоговые результаты муниципального этапа олимпиады по астрономии, является протокол Жюри муниципального этапа, подписанный председателем Жюри, а также всеми членами Жюри.

- 8.4. Порядок, сроки и формат ознакомления участников олимпиады с результатами устанавливается организатором муниципального этапа олимпиады по астрономии.

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 $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$

Универсальная газовая постоянная $\mathfrak{R} = 8,31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

Постоянная Планка $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

Элементарный заряд $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Астрономическая единица $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

Парсек $1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Постоянная Хаббла $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

§2. Данные о Солнце

Радиус 697000 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 5800К

Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

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

Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли 600 Вт/м^2

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0,0167

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 $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

Объемный состав атмосферы: N₂ (78%), O₂ (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

Средний 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

Период прецессии узлов орбиты 18,6 лет

Масса $7,348 \cdot 10^{22}$ 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 $-12,7^m$

Видимая звездная величина в первой/последней четверти $-10,5^m$

§4. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геомер. альбедо	Вид. звездная величина*
	<i>кг</i>	<i>массы Земли</i>	<i>км</i>	<i>радиусы Земли</i>					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	697000	109.3	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	26.73	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
	<i>млн.км</i>	<i>а.е.</i>				
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*
	<i>кг</i>	<i>км</i>	<i>г/см³</i>	<i>км</i>	<i>сут</i>		<i>m</i>
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	$1.8 \cdot 10^{15}$	~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	$4.8 \cdot 10^{22}$	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
Сатурн							
Тетфия	$7.55 \cdot 10^{20}$	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	$1.7 \cdot 10^{21}$	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
Нептун							
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

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

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

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

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

$$(1 + x)^n = 1 + nx$$

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