

**Утверждены на заседании
муниципальной (региональной)
предметно-методической комиссии
всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
(протокол № 1 от 11.09.2017)**

**Требования к организации и проведению школьного этапа всероссийской
олимпиады школьников по астрономии в 2017-2018 учебном году**

Настоящие Требования подготовлены муниципальной (региональной) предметно-методической комиссией по астрономии для руководителей общеобразовательных организаций, педагогических работников, членов жюри для проведения школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии в городе Севастополе в 2017–2018 учебном году.

Требования регламентируют порядок проведения олимпиады по астрономии, требования к структуре и содержанию олимпиадных заданий, рекомендуемые источники информации для подготовки заданий, а также рекомендации по оцениванию ответов участников олимпиады.

Требования к организации и проведению школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии составлены в соответствии с Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников, утвержденным приказом Минобрнауки России от 18 ноября 2013 г. № 1252, с изменениями в Порядок проведения, утверждёнными приказами Минобрнауки России от 17.03.2015 № 249, от 17.12.2015 № 1488, от 17.11.2016 № 1435, и Методическими рекомендациями, утверждёнными центральной предметно-методической комиссией по астрономии

Требования к организации и проведению школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии утверждены на заседании региональной предметно-методической комиссии от 11.09.2017 г. протокол № 1.

Школьный этап всероссийской олимпиады школьников проводится на базе общеобразовательных учреждений города Севастополя.

I. Цель и задачи проведения школьного этапа олимпиады

1.1. Целью проведения школьного этапа олимпиады по астрономии является повышение интереса школьников к занятиям астрономией.

1.2. Задачи:

- более раннее привлечение школьников, одарённых в области астрономии, к систематическим внешкольным занятиям;
- выявление на раннем этапе способных и талантливых учеников в целях более эффективной подготовки национальной сборной к международным олимпиадам;
- стимулирование всех форм работы с одаренными детьми и создание необходимых условий для поддержки одарённых детей;
- выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научно-исследовательской деятельности в области астрономии;
- популяризация и пропаганда научных знаний.

II. Функции Организатора школьного этапа всероссийской олимпиады школьников, Оргкомитета и Жюри

2.1. Организатором всероссийской олимпиады школьников в городе Севастополе является Департамент образования города Севастополя.

Департамент образования города Севастополя:

- формирует Оргкомитет школьного этапа олимпиады и утверждает его состав;

- определяет и утверждает квоты победителей и призеров школьного этапа олимпиады;
- обеспечивает хранение олимпиадных заданий для школьного этапа олимпиады, несет установленную законодательством Российской Федерации ответственность за их конфиденциальность;

2.2. Оргкомитет школьного этапа олимпиады.

В состав Оргкомитета школьного этапа всероссийской олимпиады школьников входят представители Департамента образования города Севастополя, ГБОУ ДПО «Севастопольский центр развития образования», руководители общеобразовательных организаций, на базе которых проводится школьный этап всероссийской олимпиады школьников.

Оргкомитет школьного этапа всероссийской олимпиады школьников определяет организационно-технологическую модель проведения школьного этапа олимпиады в городе Севастополе.

Руководители общеобразовательных организаций, на базе которых проводится школьный этап всероссийской олимпиады школьников:

- издают приказ о проведении школьного этапа олимпиады на базе общеобразовательного учреждения, назначив ответственных за организацию и проведение олимпиады;
 - формируют состав Жюри и апелляционной комиссии школьного этапа олимпиады и утверждают их составы;
 - обеспечивают организацию и проведение школьного этапа олимпиады в соответствии с Требованиями к проведению, 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;
 - заблаговременно информируют участников школьного этапа олимпиады и их родителей (законных представителей) о сроках проведения школьного этапа олимпиады, а также о Порядке проведения всероссийской олимпиады школьников;
 - несут ответственность за жизнь и здоровье участников олимпиады во время проведения школьного этапа олимпиады, проводят инструктажи по технике безопасности.
 - информируют участников о результатах олимпиады;
 - утверждают результаты школьного этапа олимпиады (рейтинг участников) и публикуют их на официальном сайте общеобразовательного учреждения в сети «Интернет» (в течение 7 календарных дней со дня окончания школьного этапа по соответствующему общеобразовательному предмету);
 - публикуют протоколы жюри школьного этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету;
 - награждают победителей и призеров школьного этапа олимпиады поощрительными грамотами.
- Ответственные за организацию и проведение школьного этапа всероссийской олимпиады школьников в общеобразовательном учреждении:
- обеспечивают приём и распечатку олимпиадных заданий, несут персональную ответственность за конфиденциальность информации;
 - осуществляют кодирование (обезличивание) олимпиадных работ участников школьного этапа олимпиады и передачу обезличенных работ участников Жюри школьного этапа;
 - проводят декодирование работ участников после проверки работ Жюри школьного этапа олимпиады и формирования рейтинга;
 - организуют проведение апелляции в течение двух рабочих дней с момента окончания проверки олимпиадных работ членами Жюри.

2.3. Жюри школьного этапа олимпиады:

- принимает для оценивания закодированные (обезличенные) работы участников олимпиады;
- оценивает выполненные олимпиадные задания в соответствии с утверждёнными критериями и методиками оценивания выполненных олимпиадных заданий;
- определяет победителей и призёров школьного этапа всероссийской олимпиады школьников на основании рейтинга и в соответствии с квотой, установленной Организатором школьного этапа олимпиады, и передаёт результаты ответственным за организацию и проведение школьного этапа всероссийской олимпиады школьников в общеобразовательном учреждении для декодирования и формирования рейтинга;
- проводит с участниками олимпиады анализ олимпиадных заданий и их решений; осуществляет показ олимпиадных работ по запросу участника;
- совместно с апелляционной комиссией рассматривает очно апелляции участников олимпиады (по письменному заявлению участника); по результатам рассмотрения апелляции о несогласии с выставленными баллами принимает решение об отклонении апелляции с сохранением выставленных баллов или об удовлетворении апелляции и корректировке баллов;
- представляет организатору олимпиады Протоколы и отчёт по результатам выполнения олимпиадных заданий по предметам.

III. Характеристика содержания школьного этапа всероссийской олимпиады школьников

Школьный этап всероссийской олимпиады школьников по астрономии проводится в один аудиторный тур в течение одного дня, общего для всех образовательных учреждений. К участию в этапе допускаются все желающие, проходящие обучение в данном образовательном учреждении в 5–11 классах. Любое ограничение списка участников по каким-либо критериям (успеваемость по различным предметам, результаты выступления на олимпиадах прошлого года и т.д.) является нарушением Порядка проведения всероссийской олимпиады.

Возрастная параллель	5–6 кл.	7 кл.	8 кл.	9 кл.	10 кл.	11 кл.
Длительность этапа (час)	1	1	1	2	2	2
Количество заданий	4	4	4	6	6	6

Часть заданий может быть общей для нескольких возрастных параллелей, однако конкурс и подведение итогов должны быть отдельными. Задания для школьного этапа разрабатываются муниципальной (региональной) предметно-методической комиссией, состав которой утверждён приказом Департамента образования города Севастополя, и являются общими для всех образовательных учреждений. Основные принципы формирования комплекта заданий описаны в части 4 настоящих Требований.

Решение заданий проверяется жюри, формируемым организатором школьного этапа всероссийской олимпиады школьников и утверждённым приказом по общеобразовательному учреждению. На основе протокола заседания жюри формируется список победителей и призеров школьного этапа. Полный протокол олимпиады с указанием оценок всех участников (не только победителей и призеров!) передается в ГБОУ ДПО «Севастопольский центр развития образования».

На основе протоколов школьного этапа по всем образовательным учреждениям орган местного самоуправления устанавливает проходной балл – минимальную оценку на школьном этапе, необходимую для участия в школьном этапе. Данный проходной балл устанавливается отдельно в возрастных параллелях 7, 8, 9, 10 и 11 классов и может быть разным для этих параллелей. На основе этих баллов, формируется список участников

муниципального этапа всероссийской олимпиады по астрономии 2017–2018 учебного года.

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

Для проведения школьного 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. Полный перечень справочной информации, которая на всех этапах олимпиады приведен в пункте VIII. Для школьного этапа допускается сокращение перечня, оставляя в нем те данные, которые необходимы для решения заданий конкретного этапа.

В каждой аудитории должны быть также запасные канцелярские принадлежности и калькулятор. На время работы над решениями школьного этапа участнику могут быть предоставлены продукты питания (сок, печенье).

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.

После тура перед ними может выступить член оргкомитета и жюри с кратким разбором заданий.

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.

Для проверки решений участников школьного этапа формируется жюри, состоящее из учителей, работающих в области астрономии и смежных дисциплин (физики, математики). 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 проведении обсуждения, если оценки двух членов жюри существенно различаются (при необходимости с последующей коррекцией оценок).

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.

0 баллов – решение отсутствует или абсолютно некорректно;

1 балл – правильно угаданный бинарный ответ (да/нет) без обоснования;

1–2 балл – 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.

Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на школьном этапе не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за весь школьный этап составляет 32 балла (до 8 класса включительно) и 48 баллов (9-11 классы).

На основе протоколов школьного этапа жюри присуждает дипломы победителей и призеров данного этапа. Минимальное число набранных баллов, необходимое для присуждения дипломов, может отличаться для разных возрастных параллелей. При определении этого числа жюри должно принимать во внимание особенности распределения участников по набранным баллам. Квоты победителей и призеров школьного этапа всероссийской олимпиады школьников: 30 процентов от общего числа участников в параллели при условии получения ими 50 процентов от максимально возможного количества баллов по итогам оценивания выполненных олимпиадных заданий, при этом число победителей школьного этапа олимпиады не должно превышать 8 процентов от общего числа участников в параллели при условии получения ими более 75 процентов от максимально возможного количества баллов.

Не рекомендуется присуждать разный статус (победитель/призер или призер/участник) участникам одной возрастной параллели с незначительной разницей в баллах. *Категорически запрещается* присуждать разный статус участникам одной возрастной параллели с одинаковым числом набранных баллов.

После подведения итогов информация о результатах тура доводится до сведения участников.

По окончании школьного этапа протоколы с результатами передаются в орган местного самоуправления, осуществляющий управление в сфере образования. На основе данных протоколов организатор следующего (школьного) этапа для каждой возрастной параллели определяет минимальное количество баллов, необходимое для участия в муниципальном этапе. *Категорически запрещается* допуск к участию в муниципальном этапе только победителей или только победителей и призеров школьного этапа. *Категорически запрещается* введение на муниципальном этапе квот, ограничивающих численность участников от одного образовательного учреждения.

IV. Общие принципы разработки олимпиадных заданий для школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии, рекомендации по оцениванию работ учащихся

Задания школьного этапа всероссийской олимпиады по астрономии составляются на основе методической программы всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Методическая программа олимпиады по астрономии, в частности, включает в себя основные понятия и вопросы из курсов физики и математики, необходимые для решения олимпиадных заданий по астрономии на данном этапе в данной возрастной параллели. Эти понятия также описаны в программе.

Для каждой из возрастных параллелей должен быть предложен свой комплект заданий, при этом некоторые задания могут входить в комплекты по нескольким возрастным параллелям (как в идентичной, так и в отличающейся формулировке). Допускается использование некоторых заданий для нескольких возрастных параллелей, при этом составление итоговой рейтинговой таблицы, и подведение итогов в этих параллелях проводится отдельно.

Исходя из целей и задач школьного этапа всероссийской олимпиады по астрономии, рекомендуется предлагать школьникам 6–8 классов по 4 задания, а школьникам 9–11 классов по 6 заданий. Каждое задание комплекта не должно быть связано с другими заданиями в этой же возрастной параллели.

Задания школьного этапа проходят экспертизу в муниципальной (региональной) предметно-методической комиссии. На втором этапе все задания, отобранные в предварительный комплект, проходят методическую проверку, в ходе которой каждому заданию присваивается пункт из Списка вопросов, соответствующий тематике задания, а также категория сложности (1 или 2). Категория 1 присваивается заданиям, имеющим односложную структуру решения, связанную с применением одного-двух астрономических фактов или физических законов. Задания категории 2 имеют многоэтапное решение, требующее последовательное применение нескольких фактов и законов и математического аппарата. Все задания школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников должны иметь категорию 1 и затрагивать вопросы Методической программы соответствующие школьному этапу для данной возрастной параллели и всем этапам предыдущих параллелей.

Задание	Возрастная параллель				
	7 кл.	8 кл.	9 кл.	10 кл.	11 кл.
Задание 1	1	1	1	1	1
Задание 2	1	1	1	1	1
Задание 3	1	1	1	1	1
Задание 4	1	2	1	2	2
Задание 5	-	-	2	2	2
Задание 6	-	-	2	2	2
Вопросы	§1,2*	§1-2, 3*	§1-3, 4*	§1-4, 5*	§1-5, 6*

Комплект заданий в каждой возрастной параллели должен также характеризоваться методической полнотой: все 4 либо 6 заданий должны соответствовать **разным** пунктам списка вопросов по астрономии. Система оценивания заданий должна быть идентичной (8-балльной) для всех заданий, независимо от их темы и уровня сложности.

Задания школьного этапа имеют теоретический характер, не требуют для своего решения каких-либо астрономических приборов и электронно-вычислительных средств (за исключением непрограммируемых калькуляторов). Задания должны выполняться в аудитории, без выхода на улицу.

Для каждого задания, разработанного для школьного этапа муниципальная (региональная) предметно-методическая комиссия разрабатывает подробное решение с учетом всех возможных способов, а также рекомендации по оцениванию решения участниками в том случае, если задание решено не полностью.

V. Правила поведения участников во время проведения школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии:

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.

Перед началом работы участники олимпиады пишут на обложке тетради свою фамилию, имя и отчество, номер класса и школы, название населенного пункта.

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

На решение заданий школьного этапа олимпиады по астрономии школьникам отводится 1 час для участников из 5–8 классов и 2 часа для участников 9–11 классов. 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:

- пользоваться листами со справочной информацией, выдаваемой участникам вместе с условиями заданий;
- пользоваться любыми своими канцелярскими принадлежностями наряду с выданными оргкомитетом;
- пользоваться собственным непрограммируемым калькулятором, а также просить наблюдателя временно предоставить ему калькулятор;
- обращаться с вопросами по поводу условий задач, приглашая к себе наблюдателя поднятием руки;
- временно покидать аудиторию, оставляя у наблюдателя свою тетрадь.

Во время работы над заданиями участнику запрещается:

- пользоваться мобильным телефоном (в любой его функции);
- пользоваться любой другой вычислительной техникой, кроме непрограммируемого калькулятора (карманным компьютером, планшетом и т.д.);
- пользоваться какими-либо источниками информации, за исключением листов со справочной информацией, раздаваемых Оргкомитетом перед туром;
- обращаться с вопросами к кому-либо, кроме наблюдателя, членов Оргкомитета и жюри.
- одновременный выход из аудитории двух и более участников.

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

VI. Формы отчётных документов

Протокол и рейтинговую таблицу необходимо отправить на электронную почту zakharchenko@sev-centr.ru старшему методисту Захарченко О.И. в ГБОУ ДПО СЦРО не позднее **16.10.2017** года согласно графику проведения олимпиады. Протокол направляется в электронном виде в форматах **.doc**, **.docx**, **.pdf**, рейтинговая таблица – в формате **.xlsx**.

VII. Список литературы и ресурсов в сети Интернет для использования при подготовке к школьному этапу всероссийской олимпиады школьников по астрономии

1. Э.В. Кононович, В.И. Мороз. Общий курс астрономии. Москва, URSS, 2017.
2. П.Г. Куликовский. Справочник любителя астрономии. Москва, Либроком, 2016.
3. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. Москва, «Аванта+», 2011.
4. В.Г. Сурдин. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. Москва, МГУ, 1995.
5. В.Г. Сурдин. Астрономические задачи с решениями. Москва, Либроком, 2014.
6. В.В. Иванов, А.В. Кривов, П.А. Денисенков. Парадоксальная Вселенная. 250 задач по астрономии. Санкт-Петербург, СПбГУ, 2010. Электронная версия: <http://www.astro.spbu.ru/staff/viva/Book/Book.html>
7. М.Г. Гаврилов. Звездный мир. Сборник задач по астрономии и космической астрономии. Черноголовка-Москва, 1998.
8. Задачи Московской астрономической олимпиады. 1997-2002. Под редакцией О.С. Угольниковой и В.В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2002.

9. Задачи Московской астрономической олимпиады. 2003-2005. Под редакцией О.С. Угольников и В.В. Чичмаря. Москва, МИОО, 2005.
10. Задачи Московской астрономической олимпиады. 2006-2015. Сборник под редакцией М.В. Кузнецова, Н.Ю. Подорванюка и О.С. Угольникова, 2015.
11. О.С. Угольников. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии в 2006 году.

Информация об олимпиаде в сети Интернет

1. Методический сайт Всероссийской олимпиады школьников – <http://olymp.apkpro.ru/>
2. Сайт Всероссийской олимпиады школьников по астрономии – <http://www.astroolymp.ru/>
3. Учебно-информационный портал астрономических олимпиад, проводимых в России и за рубежом – <https://vk.com/astroolympiads>

Справочная информация, разрешённая к использованию во время проведения олимпиады по астрономии и подлежащая раздаче вместе с условиями заданий

На школьном 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 $\delta = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$

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 $+4.72^{\text{m}}$

Показатель цвета (B–V) $+0.67^{\text{m}}$

Эффективная температура 5800 К

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 0.017

Тропический год 365.24219 суток

Средняя орбитальная скорость 29.8 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 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
 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 $3.34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$
 Визуальное геометрическое альbedo 0.12
 Видимая звездная величина в полнолуние -12.7^m

§4. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Гео-метр. альbedo	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли	г·см ⁻³		градусы		
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.		градусы		сут
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 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	$1.8 \cdot 10^{15}$	~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							
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	$1.7 \cdot 10^{21}$	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

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

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

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

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

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