

Утверждены на заседании региональной  
предметно-методической комиссии все-  
российской олимпиады школьников по  
астрономии

**ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ  
ШКОЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ  
2023/2024 УЧЕБНОГО ГОДА  
ПО АСТРОНОМИИ НА ТЕРРИТОРИИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящие требования подготовлены в соответствии:

- с актуальным Порядком проведения всероссийской олимпиады школьников, утверждённым приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 ноября 2020 г. № 678 «Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников»;
- с Методическими рекомендациями по проведению школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников в 2023/2024 учебном году, утвержденными 02.06.2023г. (Протокол 1) на заседании центральной предметно-методической комиссии всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Настоящие методические рекомендации предназначены для соответствующих методических комиссий и членов жюри, апелляционных комиссий, иных категорий специалистов, задействованных при подготовке и проведении школьного этапа всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Школьный этап всероссийской олимпиады школьников проводится в соответствии с действующими на момент проведения мероприятия санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в образовательных организациях.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ С УЧЁТОМ АКТУАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЮ И ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ

### 2.1. Состав участников

В школьном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии принимают участие учащиеся 5—11 классов.

### 2.2. Порядок регистрации участников.

Член оргкомитета школьного этапа олимпиады на площадке проведения олимпиады (ответственный за проведение олимпиады в ОО) передает через ФИС ОКО информацию о численности обучающихся 4-11 классов в своей образовательной организации и не позднее чем за 5 дней до даты проведения школьного этапа олимпиады по астрономии скачивает коды доступа для участников олимпиады со странице ФИС ОКО в виде zip-архива. Таблица состоит из следующих столбцов: логин школы в ФИС ОКО, класс, незаполненный столбец с ФИО участников, индивидуальные коды участников по предмету.

Ответственный за проведение олимпиады в ОО заполняет таблицу с кодами участников, фамилиями, именами и отчествами школьников, желающих принять участие в школьном этапе по предмету и раздает коды участников школьникам. Это можно сделать, распечатав таблицу с кодами участников и разрезав ее по строкам, или сформировать приглашения для каждого участника, воспользовавшись сервисом на сайте школьного этапа.

Участникам школьного этапа олимпиады по астрономии индивидуальные коды раздаются заблаговременно на основании заявления от родителей (законных представителей) об участии их ребенка в олимпиаде.

**Обратите внимание:** один код можно использовать только один раз. При первом использовании код соотносится с человеком. В случае, если два участника воспользовались одним и тем же кодом, необходимо каждому из участников выдать новый резервный код.

Регистрация участников школьного этапа Всероссийской олимпиады организуется с учетом возможностей образовательной организации. За сутки до начала регистрации, ответственный за проведение олимпиады в ОО формирует листы регистрации участников с указанием фамилии, имени, отчества участника, параллели обучения, аудитории проведения школьного этапа олимпиады. Доводит информацию о кабинетном фонде до классных руководителей ОО и

непосредственно участников. Списки кабинетов с фамилиями участников располагают на информационном стенде ОО.

Регистрация участников может осуществляться как к аудитории, так и в подготовленном помещении (холл и др.). Регистрация участников начинается не менее чем за 30 минут до начала школьного этапа олимпиады в ОО, согласно Графику проведения школьного этапа олимпиады. Регистраторы обязаны информировать участника порядковым номером аудитории под роспись, при необходимости сопроводить в аудиторию.

### **2.3. Продолжительность конкурсов школьного этапа**

**Школьный этап олимпиады** состоит из одного (теоретического) тура индивидуальных состязаний участников.

Общая продолжительность выполнения олимпиадных заданий по астрономии в каждой параллели составляет **50 минут**.

### **2.4. Процедура проведения школьного этапа олимпиады по астрономии**

Проведению олимпиады предшествует краткий инструктаж участников о правилах участия в олимпиаде.

До начала работы участники олимпиады под руководством организаторов в аудитории **заполняют** от руки разборчивым почерком буквами русского алфавита **титульный лист**. Время инструктажа и заполнения титульного листа не включается во время выполнения работы.

После заполнения титульных листов участникам выдаются черновики. После окончания времени выполнения заданий черновики сдаются организаторам, членами жюри не проверяются, а также не подлежат кодированию.

Участники выполняют олимпиадные задания в тестирующей системе <https://uts.sirius.online/> на технологической платформе «Сириус.Курсы» с использованием компьютера, ноутбука, планшета или мобильного телефона. Участники могут выполнять олимпиадные задания, находясь дома или на территории площадки проведения школьного этапа олимпиады, в зависимости от технических возможностей и решения оргкомитета.

Вход участника в тестирующую систему для выполнения олимпиадных заданий, а также для доступа к результатам после завершения школьного этапа олимпиады по соответствующему предмету осуществляется по индивидуальному коду (для каждого предмета отдельный код).

Инструкция о порядке доступа в тестирующую систему публикуется на официальном сайте Образовательного центра «Сириус» <https://sochisirius.ru>

Участник школьного этапа олимпиады может приступить к выполнению заданий в течение дня проведения школьного этапа олимпиады по астрономии в любое время, начиная с 8:00. После начала выполнения заданий время начинает отсчитываться автоматически. Отсчет времени не останавливается, даже если участник выйдет из системы! Выполненная работа должна быть сохранена участником в системе до окончания отведенного времени на выполнение, но не позже 22:00. В случае если работа не была сохранена участником до окончания отведенного времени на выполнение, несохраненная работа будет автоматически принята в систему и направлена на проверку.

Вне зависимости от места участия в школьном этапе олимпиады, задания выполняются индивидуально и самостоятельно. Запрещается коллективное выполнение олимпиадных заданий, использование посторонней помощи. Дисквалифицировать участника можно не только во время тура (в случае нарушения им Порядка), но и в случае выявления нарушений принципов академической честности (в частности, плагиата) по результатам проверки.

### **3. ПРОЦЕДУРА КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ЗАДАНИЙ**

Члены оргкомитета школьного этапа олимпиады на титульном листе записывают индивидуальный код участника, полученный от ответственного за проведение олимпиады в ОО.

Титульные листы упаковываются в отдельные файлы по классам и хранятся в сейфе до получения от Образовательного центра «Сириус» обезличенных итогов проверки выполненных заданий.

По окончании олимпиады, перед проведением показа работ и апелляций, работы участников декодируются членом оргкомитета школьного этапа олимпиады.

### **4. КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ**

Задания школьного этапа олимпиады проверяются автоматически посредством тестирующей системы. Оценивание происходит в соответствии с критериями оценивания, разработанными составителями заданий.

### **5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ АНАЛИЗА, ПОКАЗА И АПЕЛЛЯЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕРКИ ЗАДАНИЙ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ**

Проведение процедуры анализа олимпиадных заданий, показ и апелляций по результатам проверки заданий осуществляется в установленное время в соответствии с программой олимпиады.

**В течение 2 календарных дней** после завершения школьного олимпиады по астрономии на сайте олимпиады <https://siriusolymp.ru/> публикуются текстовые разборы, а также видеоразборы или проводятся онлайн-трансляции разборов заданий.

Участники школьного этапа олимпиады получают доступ к предварительным результатам по коду участника **через 7 календарных дней с даты проведения олимпиады** в соответствии с инструкцией, опубликованной на официальном сайте Образовательного центра «Сириус».

Участник олимпиады, не согласный с выставленными баллами, **в течение 3 календарных дней** со дня публикации предварительных результатов олимпиады может письменно обратиться к члену оргкомитета школьного этапа олимпиады на площадке проведения олимпиады с вопросом по оценке его работы.

Член оргкомитета школьного этапа олимпиады на площадке проведения олимпиады передает вопрос участника в жюри олимпиады. Если жюри определяет, что верный по смыслу ответ не засчитан, член оргкомитета школьного этапа олимпиады на площадке проведения олимпиады не позднее, чем **через 3 дня с даты опубликования** предварительных результатов направляет вопрос участника региональному координатору по электронной почте: Gracheva\_O\_V@mail.ru с пометкой «Апелляция».

Региональный координатор передает вопрос председателю региональной апелляционной комиссии по соответствующему предмету. **В течение 2 календарных дней** региональная апелляционная комиссия рассматривает вопрос и дает на него ответ.

При наличии достаточных оснований полагать, что верный по смыслу ответ не засчитан, председатель региональной апелляционной комиссии по соответствующему предмету передает вопрос в Образовательный Фонд «Талант и успех». Вопросы по содержанию и структуре олимпиадного задания, критериев и методике оценивания их выполнения не рассматриваются.

Образовательный Фонд «Талант и успех» направляет вопросы экспертам (составителям заданий). **В течение 2 календарных дней** эксперты рассматривают вопросы по существу и принимают решение. Если имеются основания для пересчета баллов, происходит перепроверка ответов всех участников. Если таких оснований нет, Образовательный Фонд «Талант и успех» уведомляет об этом регионального координатора, а региональный координатор в свою очередь

направляет ответ члену оргкомитета школьного этапа олимпиады на площадке проведения олимпиады.

Подробное описание проведения процедуры анализа олимпиадных заданий, показ и апелляций по результатам проверки заданий приведено в организационно-технологической модели проведения школьного этапа олимпиады.

## **6. ПОРЯДОК ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОЛИМПИАДЫ**

Итоговые результаты школьного этапа олимпиады по астрономии подводятся независимо для каждого класса и будут доступны в системе «Сириус.Курсы» по коду участника, а также направлены в систему ФИС ОКО по истечении 14 календарных дней со дня проведения Олимпиады.

Председатель жюри определяет победителей и призёров соответствующего этапа олимпиады по общеобразовательному предмету. Итоговые результаты Олимпиады оформляются как рейтинговая таблица результатов участников Олимпиады по общеобразовательному предмету в каждой параллели классов, представляющая собой ранжированный список участников, расположенных по мере убывания набранных ими баллов.

Участники с равным количеством баллов располагаются в алфавитном порядке. Статус участника школьного этапа Олимпиады «победитель», «призер», «участник» заносится в итоговую ведомость оценки олимпиадных работ. Итоговые результаты публикуются на официальных ресурсах организатора и площадок проведения школьного этапа.

## **7. ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ**

Для проведения тура необходимы аудитории, оборудованные устройствами с устойчивым выходом в интернет и в которых каждому участнику олимпиады должно быть предоставлено отдельное рабочее место. Все рабочие места участников олимпиады должны обеспечивать им равные условия, соответствовать действующим на момент проведения олимпиады санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам. Каждому участнику должен быть предоставлен доступ к онлайн-платформе, на которой проводится этап.

Каждому участнику олимпиады должны быть предоставлены черновые листы для выполнения заданий, лист со справочной информацией, разрешенной к использованию на олимпиаде (Приложение к настоящим требованиям). Желательно иметь в аудитории несколько запасных ручек синего или черного цвета.

Желательно, чтобы аудитории, в которых проходит тур олимпиады, были оборудованы часами, которые видны всем участникам. Если в аудитории есть проектор, возможно включить демонстрацию таймера с отсчетом времени до завершения тура.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СРЕДСТВ СВЯЗИ И ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РАЗРЕШЁННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ**

Участники могут использовать **свои письменные принадлежности (включая циркуль, транспортир, линейку и т. п.) и непрограммируемый калькулятор**. В частности, калькуляторы, сертифицированные для использования на ЕГЭ, разрешаются для использования на любых этапах олимпиады. Использование любых средств связи на олимпиаде категорически запрещается.

Во время проведения письменного тура запрещается пользоваться принесенными с собой справочными материалами, средствами связи и электронно-вычислительной техникой. Наличие в аудитории дополнительного материала (текстов художественной литературы, словарей разных видов, учебно-методической литературы, средств мобильной связи, компьютера – в случае, если он не

используется для демонстрации компонентов задания, – и т.д.) не допускается. В случае нарушения этих условий учащийся исключается из состава участников олимпиады.

Участники могут взять в аудиторию ручку (синего или чёрного цвета), прохладительные напитки в прозрачной упаковке, шоколад. Все остальное должно быть сложено в специально отведённом для вещей месте.

## **9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДЕ**

При подготовке участников к школьному этапу олимпиады целесообразно использовать следующие нижеприведенные источники.

1. А. В. Засов, В. Г. Сурдин. Астрономия. 10–11 классы. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.
2. Э. В. Кононович, В. И. Мороз. Общий курс астрономии. – Москва: URSS, 2017.
3. П. Г. Куликовский. Справочник любителя астрономии. – Москва: Либроком, 2016.
4. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. – Москва: «Аванта+», 2011.
5. В. Г. Сурдин. Астрономические олимпиады. Задачи с решениями. – Ленанд, 2018.
6. В. Г. Сурдин. Астрономические задачи с решениями. – Москва: Либроком, 2014.
7. В. В. Иванов, А. В. Кривов, П. А. Денисенков. Парадоксальная Вселенная. 250 задач по астрономии. – СПбГУ, 2010.
8. О. С. Угольников. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии: содержание олимпиады и подготовка конкурсантов. – Москва: АПКиППРО, 2007.
9. О. С. Угольников. Астрономия, 10–11 классы, задачник. – Москва: Просвещение, Центр «Сферы», 2018.
10. А. М. Татарников, О. С. Угольников, Е. Н. Фадеев. Сборник задач и упражнений. 10–11 классы. – Москва: Просвещение, 2018.
11. Сайт Всероссийской олимпиады по астрономии – <http://www.astroolymp.ru>.

Справочная информация, разрешенная к использованию на олимпиаде

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

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 а.е. = 1.496·10<sup>11</sup> м

Парсек 1 пк = 206265 а.е. = 3.086·10<sup>16</sup> м

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

*Данные о Солнце*

Радиус 697 000 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)  $+0.67^m$

Эффективная температура 5800К

Средний горизонтальный параллакс 8.794"

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

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

*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:  $23^\circ 26' 21.45''$

Экваториальный радиус 6378.14 км

Полярный радиус 6356.77 км

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

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

Объемный состав атмосферы: N<sub>2</sub> (78%), O<sub>2</sub> (21%), Ar (~1%)

*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  $5^{\circ}09'$

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  $-10.5^m$

*Физические характеристики солнца и планет*

Планета	Масса		Радиус		Плотность $\text{г} \cdot \text{см}^{-3}$	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометр. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
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



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

*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

**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).