

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д-р физ.-мат. наук, профессор

Д.В. Ливанов

«21» февраля 2025 г.



**Дополнительная общеобразовательная
программа
дополнительного образования**

«Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников»

Москва 2025

1. Общая характеристика программы

1.1. Нормативные и правовые основы разработки программы.

Дополнительная общеобразовательная программа «Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников» разработана в соответствии с требованиями Трудового кодекса Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с последующими изменениями и дополнениями), Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с последующими изменениями и дополнениями), Приказа Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», Санитарные правила СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28, действующие до 1 января 2027 года.

1.2. Целью реализации дополнительной общеобразовательной программы «Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников» является выявление и развитие талантливых учащихся, склонных к изучению астрономии, а также формирование у обучающихся целостного представления о мире, основанного на приобретённых знаниях, умениях, навыках, и развитие мотивации обучающихся к познанию и творчеству.

1.3. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана программа дополнительного образования (далее – программа): обучающиеся 10-11-ых классов.

1.3. Нормативный срок освоения программы – 52 академических часа.

1.4. Форма обучения – очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения.

Программа может быть реализована в сетевой форме.

1.5. Режим обучения: 9 недель (6 академических часов в неделю).

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения программы слушатель должен:

знать:

- основные термины и понятия (включая принципы их введения) соответствующих разделов курса астрономии;
- основные методы решения задач повышенной сложности, затрагивающих соответствующие содержанию настоящей программы темы и вопросы в рамках курса астрономии.

уметь:

- решать задачи повышенной сложности, затрагивающие соответствующие содержанию настоящей программы темы и вопросы в рамках курса астрономии;
- разрешать вопросы о применимости используемых моделей и методов.
- владеть навыками работы с источниками информации (справочная и учебная литература, интернет-ресурсы и т.п.).
- владеть основами техники астрономических наблюдений

3. Структура программы

Программа предусматривает изучение следующих тем (модулей):

- Поправки к положениям светил. Затмения
- Отдельные вопросы астрономии
- Основные теории излучения. Спектроскопия

Структура программы представлена в таблице 1.

Таблица 1

№	Тема (модуль)	Кол-во часов	В том числе	
			Лекции	Практич. работа
1	Поправки к положениям светил. Затмения	20	10	10
2	Отдельные вопросы астрономии	20	10	10
3	Основные теории излучения. Спектроскопия	12	8	8
Итого		52	26	26

Календарный учебный график

Календарный учебный план составляется при сформированной группе с учетом уровня их подготовки.

Календарный учебный график отражает периоды теоретических занятий, практик, процедур промежуточной и итоговой аттестаций и т.д.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Учебные недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Учебные занятия (Т)	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
Практические занятия (П)	П	П	П	П	П	П	П	П	П

4. Содержание программы

4.1. Учебно-тематический план программы

Таблица 2

Тема (модуль)	Тема урока	Кол-во часов	
		Аудит. занятия	Практ. работа
1. Поправки к положениям светил. Затмения	Прецессия земной оси	2	2
	Уравнение времени	2	2
	Поправки к видимым положениям светил	2	2

Тема (модуль)	Тема урока	Кол-во часов	
		Аудит. занятия	Практ. работа
	Система Солнце-Земля-Луна	2	2
	Практические навыки и умения	2	2
2. Отдельные вопросы астрономии	Сферическая астрономия III	2	2
	Небесная механика IV	2	2
	Фотометрия II	2	2
	Экстинкция	2	2
	Приемники получения	2	2
3. Основные теории излучения. Спектроскопия	Основы теории излучения	2	2
	Спектроскопия	2	2
	Внегалактическая астрономия	2	2

4.2. Учебная программа по модулям

Таблица 3

№ п/п	Наименование темы (модуля)	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий
1	Прецессия земной оси	Лекции Движение точек («предварение») равноденствий. Сидерический и тропический год. Полярные звёзды. Изменение эклиптических координат светил вследствие прецессии. Нутация (качественно). Практические занятия Решение задач по теме лекции
2	Уравнение времени	Лекции Истинное и среднее Солнце. Истинное и среднее солнечное время. Уравнение времени, его характерные значения на протяжении года. Аналема. Практические занятия Решение задач по теме лекции
3	Поправки к видимым положениям светил	Лекции Топоцентрические геоцентрические координаты. Суточный параллакс и его влияние на высоты светил. Аберрация света. Параллактический и аберрационный эллипсы Практические занятия Решение задач по теме лекции
4	Система Солнце-Земля-Луна	Лекции Форма и ориентация орбиты Луны. Эксцентриситет и наклонение орбиты Луны, линии апсид и узлов. Лунная прецессия: поворот орбиты (линии апсид) и её плоскости (линии узлов). Сидерический, аномалистический и драконический месяц. Условия наступления солнечных и

№ п/п	Наименование темы (модуля)	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий
		лунных затмений. Размеры земной и лунной тени. Сарос. Покрытия звёзд Луной, серии покрытий. Осевое вращение Луны. Либрации Луны. Фаза освещённого шара, равенство «линейной» и «площадной» фазы. Фаза затмения. Практические занятия Решение задач по теме лекции
5	Практические навыки и умения	Лекции Работа с графиками и таблицами. Линейная аппроксимация, определение коэффициентов линейной зависимости. Оценка погрешностей прямых и косвенных измерений. Понятие о среднеквадратическом отклонении. Практические занятия Решение задач по теме лекции
6	Сферическая астрономия III	Лекции Сферические треугольники. Теоремы сферической тригонометрии. Параллактический треугольник, вычисление моментов времени и азимутов восхода и захода светил. Уравнения кругов. Преобразования сферических координат. Практические занятия Решение задач по теме лекции
7	Небесная механика IV	Лекции Основные точки, элементы и пространственное положение эллиптической орбиты (в т. ч. наклонение орбиты, долгота восходящего узла, аргумент перицентра). Парабола и гипербола: геометрические свойства, эксцентриситет. Прицельный параметр. Уравнение коник в полярных координатах, истинная аномалия. Гравитационные манёвры. Точки Лагранжа. Приливные силы. Сфера Хилла, полость Роша. Движение тел с переменной массой. Уравнение Циолковского. Теорема о вириале. Гравитационные волны (качественно). Практические занятия Решение задач по теме лекции
8	Фотометрия II	Лекции Фотометрические системы. Система Джонсона - Моргана (UBVRI). Показатели цвета. Связь показателя цвета и температуры источника (качественно). Боллометрическая поправка. Практические занятия Решение задач по теме лекции
9	Экстинкция	Лекции Поглощение и рассеяние света в среде (экстинкция). Закон Бугера - Ламберта - Бера. Оптическая толщина. Представление о распределении газа и пыли в пространстве. Поглощение света в атмосфере Земли и в межзвёздной среде Галактики.

№ п/п	Наименование темы (модуля)	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий
		Теллурические спектральные линии. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны. Межзвёздное покраснение. Избыток цвета, его связь с величиной поглощения. Фотометрический метод определения расстояний до звёзд. Практические занятия Решение задач по теме лекции
10	Приемники получения	Лекции Приёмники излучения: фотоумножители, ПЗС-матрицы. Квантовый выход. Шумы приёмника. Отношение сигнал/шум. Аберрации оптики. Выдержка. Виньетирование, глубина резкости. Приём радиоволн. Янский. Практические занятия Решение задач по теме лекции
11	Основы теории излучения	Лекции Интенсивность, объёмная плотность энергии и мощность излучения единицы поверхности. Телесный угол. Формула Планка. Приближения Рэлея - Джинса и Вина, области их применения. Яркостная температура. Отражение излучения различными поверхностями, закон Ламберта. Закон излучения Кирхгофа. Абсолютно серое тело. Взаимодействие излучения с зарядами. Предел светимости Эддингтона. Практические занятия Решение задач по теме лекции
12	Спектроскопия	Лекции Понятие об интерференции и дифракции. Простейшие спектральные приборы (призма, дифракционная решётка). Спектры различных астрономических объектов. Уширение профиля спектральной линии вследствие эффекта Доплера. Угловое разрешение интерферометров. Практические занятия Решение задач по теме лекции
13	Внегалактическая астрономия	Лекции Кривые вращения галактических дисков, тёмная материя в галактиках. Сверхмассивные чёрные дыры. Фотометрические и спектральные свойства галактик разных типов. Функция светимости звезд. Начальная функция масс. Отношение масса/светимость. Методы определения расстояний до галактик (соотношения Талли- Фишера и Фабера - Джексона и др.). Практические занятия Решение задач по теме лекции

Примеры заданий для организации самостоятельной работы слушателей

Примеры задач:

1. В местную полночь на 16 сентября на экваторе Земли астроном отметил, что затменная переменная звезда Алголь достигла своего главного минимума. Сколько еще главных минимумов Алголя сможет наблюдать этот астроном невооруженным глазом в этом пункте в последующие три недели? В какие дни (по местному времени) они произойдут? Координаты Алголя равны $\alpha = 3^h 08^m$, $\delta = +41.0^\circ$, период - 2.867 суток. Считать, что Луна не мешает наблюдениям, а погода всегда безоблачная. Считать минимум звезды мгновенным событием.

2. Звезда - красный гигант обладает системой из очень большого количества планет, движущихся по орбитам с одинаковыми эксцентриситетами. В один момент звезда быстро сбрасывает оболочку, уносящую ровно половину массы гиганта. Тем не менее, 70% планет в итоге остались в системе звезды. Определите эксцентриситет орбит планет до сброса оболочки. Считать, что оболочка рассеивается очень быстро, ее взаимодействие с планетами с момента сброса, а также взаимодействие планет между собой не учитывать. Все планеты несравнимо меньше звезды по массе.

5.3. Шаровое звездное скопление состоит из 500 тысяч одинаковых звезд со светимостью втрое меньшей солнечной. В небе Земли оно имеет звездную величину 6.0^m и угловой диаметр $30'$. Через некоторое время шаровое скопление пролетит сквозь диск нашей Галактики под углом 20° к его плоскости. Оцените, сколько звезд солнечного типа в результате на какое-то время окажутся внутри скопления, если сейчас они расположены в диске однородно, а блеск соседней такой звезды (α Центавра) в нашем небе равен 0^m . Толщина диска составляет 300 пк, движением звезд диска, их гравитационным взаимодействием со скоплением и межзвездным поглощением света пренебречь.

4.3. Список рекомендуемой литературы

4.3.1. Список литературы

1. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. Изд. 7, стереотип. URSS. 2019. 544 с.; Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. Изд. стереотип. URSS. 2016. 704 с.;
2. Сурдин В. Г. Астрономические олимпиады: Задачи с решениями Изд. 2, испр. и доп. URSS. 2019. 304 с.
3. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. Изд. стереотип. URSS. 2016. 704 с.

4.3.2. Интернет-ресурсы

1. <https://os.mipt.ru/> [Официальный сайт сетевой олимпиадной школы «Физтех-регионам»];
2. <http://astroolymp.ru/> [Всероссийская олимпиада школьников по астрономии];
3. <http://astronet.ru/> [Российская Астрономическая Сеть].

5. Материально-технические условия реализации программы

Таблица 4

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория с доступом в Интернет/Система дистанционного обучения	Аудиторные занятия	Компьютер, Visual Studio, проектор, видеокамера, доступ в Интернет

6. Оценка качества освоения программ

Оценка качества освоения программы осуществляется в процессе промежуточной аттестации.

Формы и методы промежуточного контроля представлены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование модулей	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Поправки к положениям светил. Затмения	Установленное количество выполненных заданий	Устный опрос/решение заданий на семинарах/выполнение домашних заданий
Отдельные вопросы астрономии	Установленное количество выполненных заданий	Устный опрос/решение заданий на семинарах/выполнение домашних заданий
Основные теории излучения. Спектроскопия	Установленное количество выполненных заданий	Устный опрос/решение заданий на семинарах/выполнение домашних заданий

7. Составители программы и авторы модулей программы

Воронов Артём Анатольевич

проректор по учебной работе МФТИ, доцент кафедры общей физики, ведущий научный сотрудник учебно-методической лаборатории инноватики МФТИ, кандидат физико-математических наук, председатель Центральной предметно-методической комиссии по физике.

Игнатъев Вячеслав Борисович

Учитель астрономии автономного общеобразовательного учреждения муниципального образования г. Долгопрудного физико-математического лицея № 5

Кузнецов Михаил Владимирович

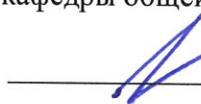
ведущий программист отдела изучения галактики и переменных звезд государственного астрономического института имени П.К. Штернберга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Согласовано
Эксперт ОСОП



Ж. И. Зубцова

Согласовано
Проректор по учебной работе, доцент
кафедры общей физики, к.ф.-м.н.



А.А. Воронов

КВАЛИФИКАЦИЯ И ОПЫТ ПРИВЛЕКАЕМОГО ПРЕПОДАВАТЕЛЬНОГО СОСТАВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

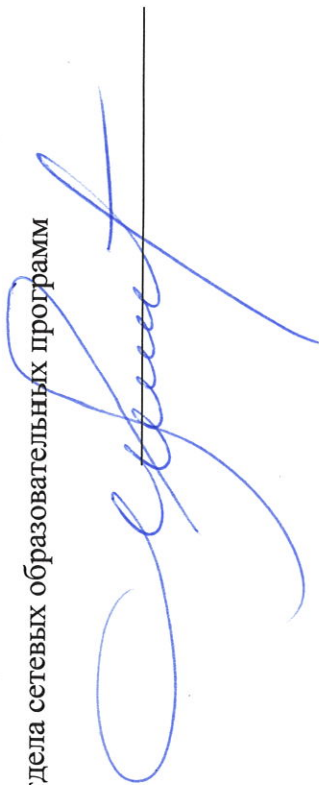
«Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников»

Ф.И.О. лектора, год рождения	Информация об образовании, полученном в соответствии с образовательными программами высшего профессионального образования, дополнительного профессионального образования (в т.ч. о наличии званий и ученых степеней) и т.д.	Место работы, занимаемая должность в настоящий момент, общий трудовой стаж	Опыт преподавания и консультирования по предмету, согласующемуся с направлением программы (перечислить), педагогический стаж	Наличие опыта практической работы в отечественных и зарубежных организациях в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания
Воронов Артём Анатольевич	проректор по учебной работе МФТИ, доцент кафедры общей физики, ведущий научный сотрудник учебно-методической лаборатории инноватики МФТИ, кандидат физико-математических наук, председатель Центральной предметно-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», проректор по учебной работе (по основному месту работы), доцент кафедры общей физики (по	доцент кафедры общей физики, председатель Центральной предметно-методической комиссии по физике. Педагогический стаж 21 год 5 месяцев	доцент кафедры общей физики, ведущий научный сотрудник учебно-методической лаборатории инноватики МФТИ, тьютор учебно-методической лаборатории по работе с одаренными детьми (по совместительству), председатель Центральной предметно-методической комиссии по физике.

	методической комиссии по физике.	совместительству), тьютор учебно-методической лаборатории по работе с одаренными детьми (по совместительству), общий трудовой стаж 21 год 9 месяцев		
Игнатьев Вячеслав Борисович, 1979	Высшее, специальность «Астроном», 2002 г	Учитель астрономии автономного общеобразовательного учреждения муниципального образования г. Долгопрудного физико-математического лицея № 5, городской округ Долгопрудный.	Председатель Центральной Предметно-Методической Комиссии Всероссийской Олимпиады школьников по Астрономии, учитель высшей категории, преподаватель и руководитель на программах повышения квалификации для учителей астрономии в Сириусе.	
Кузнецов Михаил Владимирович, 1980	Высшее, специальность «Астроном», 2003 г	ведущий программист отдела изучения галактики и переменных звезд государственного астрономического института имени П.К. Штернберга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего	член Центральной предметно-методической комиссии Всероссийской Олимпиады школьников по Астрономии, заместитель руководителя сборной Российской Федерации на олимпиадах школьников по астрономии и астрофизике, главный тренер сборной школьников Московской области по	член Центральной предметно-методической комиссии Всероссийской Олимпиады школьников по Астрономии, заместитель руководителя сборной Российской Федерации на олимпиадах школьников по астрономии и астрофизике, главный тренер сборной школьников Московской области по

		образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»	тренер сборной школьников Московской области по астрономии. Педагогический стаж -24 года	астрономии. Учитель астрономии МБОУ Гимназия №1 г.о. Жуковского, учитель высшей категории, преподаватель на программах повышения квалификации для учителей астрономии в Сириусе.
--	--	--	--	--

Руководитель подразделения: Старостенко Ольга Владимировна, начальник отдела сетевых образовательных программ (Управление по довузовской подготовке и международной деятельности),



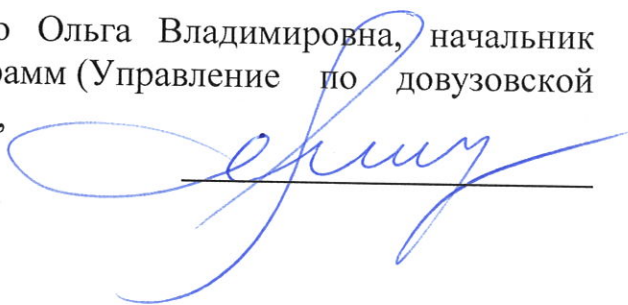
**Пояснительная записка
к разработке и реализации
дополнительной общеобразовательной программы**

«Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников»

№	Информация о программе и организаторе курса	Данные
1	Планируемое название дополнительной профессиональной или общеобразовательной программы (далее - программы)	«Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников»
2	Вид программы	ДО
3	Выдаваемый документ	—
4	Форма обучения	очно-заочно с применением дистанционных образовательных технологий
5	Режим обучения	асинхронные
6	Объем, в ак. ч.	52
7	Подразделение	Отдел сетевых образовательных программ (Управление по довузовской подготовке и международной деятельности)
8	Контактное лицо	Старостенко Ольга Владимировна, начальник, osop@mipt.ru , +7 (498) 713-91-73
9	Цель и задачи программы	Целью реализации программы является выявление и развитие талантливых учащихся, склонных к изучению астрономии, а также формирование у обучающихся целостного представления о мире, основанного на приобретённых знаниях, умениях, навыках, и развитие мотивации обучающихся к познанию и творчеству. В результате освоения программы слушатель должен: знать: - основные термины и понятия (включая принципы их введения) соответствующих разделов курса астрономии; - основные методы решения задач повышенной сложности, затрагивающих соответствующие содержанию настоящей программы темы и вопросы в рамках курса астрономии. уметь: - решать задачи повышенной сложности, затрагивающие соответствующие содержанию настоящей программы темы и вопросы в рамках курса астрономии; - разрешать вопросы о применимости используемых моделей и методов. - владеть навыками работы с источниками информации (справочная и учебная литература, интернет-ресурсы и т.п.).

		- владеть основами техники астрономических наблюдений
10	Краткое содержание программы	- Поправки к положениям светил. Затмения - Отдельные вопросы астрономии - Основные теории излучения. Спектроскопия
11	Целевая аудитория программы	Программа ориентирована на талантливых учащихся 10-11-х классов, желающих расширить и углубить знания по физике.
12	Продолжительность	9 недель
13	Сроки (период) обучения	—
14	Количество слушателей	—
15	Источник финансирования	—
16	Стоимость обучения, р.	—
17	Условие запуска курса	—
18	Оборудование	Персональные компьютеры/ноутбуки, доступ в Интернет, принтеры, проектор, программное обеспечение Microsoft Visual Studio 2010 или выше.
19	Состав преподавателей	Воронов Артём Анатольевич – проректор по учебной работе, доцент кафедры общей физики, ведущий научный сотрудник учебно-методической лаборатории инноватики МФТИ, кандидат физико-математических наук, председатель Центральной предметно-методической комиссии по физике. Игнатьев Вячеслав Борисович – учитель астрономии автономного общеобразовательного учреждения муниципального образования г. Долгопрудного физико-математического лицея № 5 Кузнецов Михаил Владимирович – ведущий программист отдела изучения галактики и переменных звезд государственного астрономического института имени П.К. Штернберга федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
20	Теги по программе	#астрономия, #10класс, #11класс, #наукаврегионы, #МФТИ

Руководитель подразделения: Старостенко Ольга Владимировна, начальник отдела сетевых образовательных программ (Управление по довузовской подготовке и международной деятельности),



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 6

заседания учебно-методического совета от 28 февраля 2025 года.

ПОВЕСТКА:

Рассмотрение дополнительных общеобразовательных и профессиональных программ.

Проректор по учебной работе А. А. Воронов

СЛУШАЛИ: заместителя директора (Центр дополнительного, дополнительного профессионального и онлайн-образования "Пуск") А. И. Рыбакову о представлении дополнительных общеобразовательных и профессиональных программ (Центр «Пуск», МФТИ).

ПОСТАНОВИЛИ:

Рекомендовать к утверждению в установленном порядке дополнительную общеобразовательную программу дополнительного образования «Олимпиадная астрономия. Продвинутый уровень для школьников».

Решение принято единогласно.

Форма проведения заседания: заочная.

Председатель УМС МФТИ

Ученый секретарь УМС МФТИ



А.А. Воронов

М.В. Березникова