

УДК 378

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ МФТИ

Аннотация. Аэрокосмическая олимпиада — мероприятие для школьников старших классов, которое проводится Физтех-школой аэрокосмических технологий МФТИ. Основной целью олимпиады является повышение интереса абитуриентов к задачам аэрокосмического профиля. Мероприятие ориентировано на развитие знаний учащихся в области физики, математики и наук о космосе. В настоящей работе представлены опыт организации и проведения олимпиады за 2020–2024 годы и анализ образовательного эффекта мероприятия. Показано, что олимпиада способствует подготовке школьников к исследованиям и работе в космической отрасли.

Ключевые слова: Аэрокосмическая олимпиада, аэрокосмическое образование, школьная олимпиада, дистанционная олимпиада

Введение

Космическая отрасль стремительно развивается, а спектр решаемых ею задач чрезвычайно широк, вследствие чего пристальное внимание уделяется подготовке научных кадров высокой квалификации. В течение многих десятилетий Московский физико-технический институт (МФТИ) готовит для космической сферы специалистов, имеющих высокий уровень компетенций в области инженерных и физико-математических



Иван Владимирович Хрипунов



Максим Алексеевич Веренин

Как цитировать статью: Хрипунов И. В., Веренин М. А., Ежова Е. А., Кузнецова А. С. Опыт организации и проведения Аэрокосмической олимпиады МФТИ // Образ действия. 2024. Вып. 4 «Инженерно-технологическое образование (лучшие практики)». С. 138–151.

наук. В лабораториях МФТИ выполняются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в интересах космической индустрии России, разрабатываются прикладные программные комплексы и проводятся фундаментальные исследования в области наук о Земле и космосе. Однако созданная П. Л. Капицей, Л. Д. Ландау и Н. Н. Семеновым «система Физтеха» [9] подразумевает не только раннее активное вовлечение студентов в работу научных организаций и интенсивный процесс обучения, но и тщательный отбор мотивированных и талантливых абитуриентов. Одним из наиболее эффективных способов такого отбора является проведение школьных олимпиад [3]. Олимпиадные мероприятия мотивируют участников расширять знания за рамки стандартной программы и знакомиться с актуальными научными проблемами.

Для привлечения внимания к современным задачам космической отрасли, популяризации аэрокосмических направлений подготовки в МФТИ и формирования сообщества абитуриентов с 2020 года на базе Физтех-школы аэрокосмических технологий (ФАКТ) МФТИ проводится Аэрокосмическая олимпиада (АО) [16]. Описание этапов олимпиады, особенности организации, а также статистика проведения АО изложены в следующих разделах.

Отборочный этап

Отборочный этап АО проводится в дистанционном формате. Такой формат позволяет значительно расширить аудиторию участников олимпиады на все регионы России и страны ближнего зарубежья. Олимпиадные задания размещаются на интернет-платформе Аэрокосмической олимпиады МФТИ Abitu.net [4–7]. Эта площадка



Елизавета Анатольевна Ежова



Анастасия Сергеевна Кузнецова

студенты,
Московский физико-технический
институт
(национальный исследовательский
университет),
г. Долгопрудный, Россия
E-mail: khripunov.iv@mipt.ru, verenin.
ma@phystech.edu, ezhova.ea@phystech.
edu, kuznetsova.as@phystech.edu

Опыт организации и проведения Аэрокосмической олимпиады МФТИ

позволяет участникам загружать и редактировать решения в любое время проведения отборочного этапа. Скриншоты интернет-страниц III и IV сезонов с платформы Abitu.net представлены на рисунке 1.

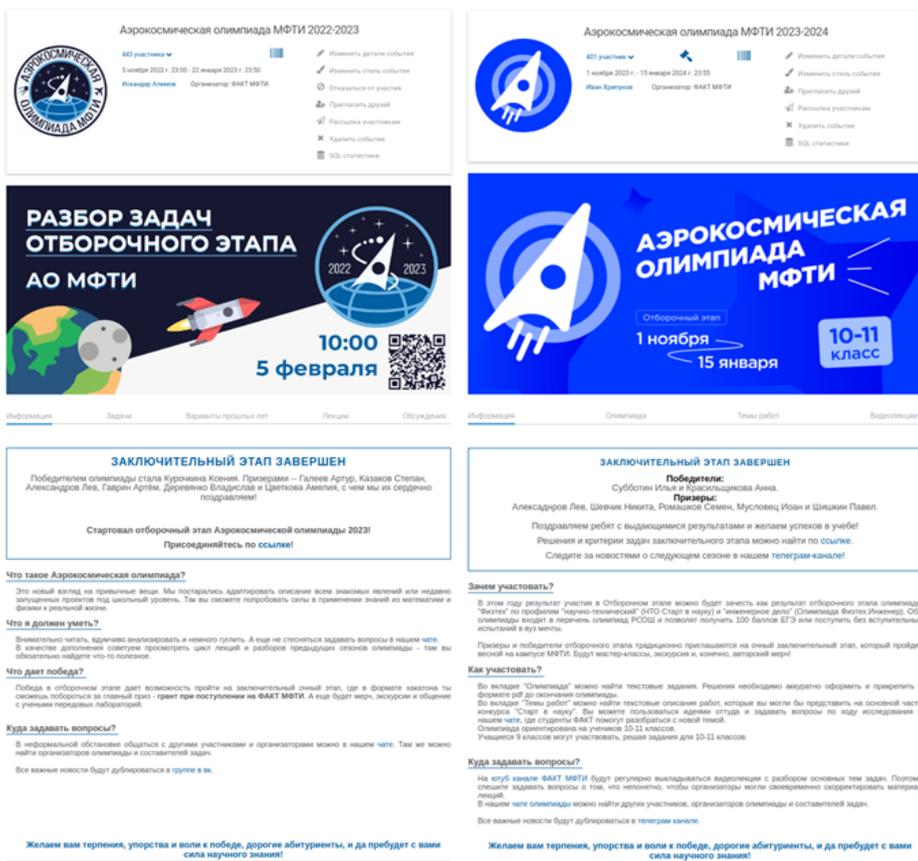


Рисунок 1. Главный раздел страниц АО на интернет-платформе Abitu.net: слева — III сезон [6], справа — IV сезон [7]

Функционал платформы Abitu.net позволяет организаторам разместить всю необходимую участникам информацию на одном ресурсе. На главной странице указываются сроки проведения отборочного этапа, описание олимпиады, преимущества, которые АО дает при поступлении, и ссылка на Telegram-канал АО [14]. В других вкладках на главной странице размещаются задания олимпиады и ссылки на полезные ресурсы: архив заданий прошлых лет и видеолекции [11–13]. Участники могут задать вопрос по заданиям во вкладке «Обсуждения» либо в чате Telegram-канала. Все новости

и объявления АО публикуются в Telegram-канале, самые важные из них (например, сроки апелляций, результаты отборочного этапа, списки призеров) дублируются на главной странице олимпиады. На протяжении первых двух сезонов для обратной связи использовалась платформа Google Form. Однако опыт применения чата в Telegram показал, что школьники с большей готовностью задают интересующие вопросы, если имеют возможность непосредственно общаться с персональными аккаунтами организаторов, а не анонимной формой, форумом или по электронной почте.

С учетом того, что некоторые теоретические и практические аспекты, необходимые для выполнения олимпиадных заданий, не рассматриваются в школьных курсах физики, математики и астрономии, авторы задач отборочного этапа записывают видеолекции и размещают их на интернет-ресурсах олимпиады (YouTube-канал «ФАКТ» [8], сообщества «ВКонтакте» [15] и Telegram [14]). Видеолекции планируются таким образом, чтобы от базовых законов и понятий расширить знания школьников до уровня, необходимого для решения конкретной задачи олимпиады. Таким образом, видеоматериалы также могут быть использованы участниками будущих сезонов АО, студентами младших курсов и всеми, кому интересны физика и астрономия.

Пример теоретического материала, не имеющего аналога в школьном курсе информатики, представлен в видеолекциях по численным методам решения задач (с применением языка программирования Python в средах Jupyter Notebook и Google Colab) [12]. В этой лекции разбираются основы работы с библиотеками numpy, pandas, matplotlib, владение которыми необходимо в научной работе. Практические аспекты рассматриваются в ходе анализа основных вычислительных задач (например, численного дифференцирования, интегрирования или интерполяции) и их решения с помощью указанных библиотек.

Отборочный этап АО завершается в середине января. Продолжительность в 2–3 месяца позволяет участникам творчески и с разных сторон подойти к решению заданий и полноценно освоить материал видеолекций. Каждая задача проверяется ее составителем, что обеспечивает качественную оценку предлагаемого участником решения, которое может отличаться от авторского. В случае значительного расхождения критерии оценивания корректируются для конкретного участника в соответствии с правильностью приведенных в решении рассуждений. По результатам проверки формируется рейтинг участников отборочного этапа. Участники, набравшие наибольшее количество баллов, становятся призерами отборочного этапа и приглашаются на заключительный этап олимпиады.

Заключительный этап

Заключительный этап Аэрокосмической олимпиады проходит очно в середине апреля в течение 3–5 дней. На время проведения олимпиады участники обеспечиваются проживанием в общежитии квартирного типа и трехразовым питанием. Финалистов встречают и сопровождают кураторы из числа организаторов-студентов. По приезду и заселении финалисты знакомятся между собой и с кампусом Физтеха. Этому способствуют упражнения на командообразование, организуемые кураторами. Каждый участник получает фирменную толстовку с символикой сезона и сувенирную продукцию ФАКТ.

Заключительный этап АО состоит из двух туров: теоретического и практического. В первых трех сезонах они проводились в один день, в четвертом сезоне — в разные. Перед теоретическим туром студенты и преподаватели МФТИ читают цикл лекций по подготовке к задачам заключительного этапа. Перед практическим туром организуются семинары по основам вычислительных методов (интерполяции, численному интегрированию, обработке изображений), подразумевающие работу с компьютерами в среде разработки Python. Благодаря подготовительным интенсивам участники АО знакомятся с вузовским подходом к обучению и погружаются в теоретические и вычислительные аспекты заданий, которые будут предложены в рамках заключительного этапа АО. Задания позволяют проверить не только исходные знания финалистов, но и способность быстро и глубоко разобраться в новой теме, применяя полученные знания на практике.

В культурную программу очного этапа входят экскурсии на предприятия космической отрасли. В 2020–2024 годах были организованы экскурсии в музей Центрального аэрогидродинамического института, музей Института космических исследований РАН, Музей космонавтики, Центр подготовки космонавтов. Финалистов олимпиады также знакомят с лабораториями МФТИ. Сотрудники лабораторий читают лекции о научных проектах по освоению космического пространства, реализуемых на базе ФАКТ. В случае если финал совпадает с днем открытых дверей МФТИ, участники получают возможность подробнее узнать об образовательных программах, посетить тематические лекции и конкурсы.

Заключительный этап Аэрокосмической олимпиады включает и иные мероприятия, направленные на адаптацию участников к среде Физтеха. Среди них необходимо отметить традиционное чаепитие, которое проводится после завершения олимпиады. Мероприятие способствует эмоциональной разгрузке и позволяет участникам олимпиады и студентам пообщаться в неформальной атмосфере.

Итоги АО подводятся в течение дня после теоретического и практического туров заключительного этапа. Количество победителей и призеров

определяется, исходя из количества финалистов и общих результатов. Награждение участников проходит в торжественной обстановке при участии руководства ФАКТ и команды организаторов. Подробная информация о наградах изложена в следующем разделе.

Льготы при поступлении и призы

Начиная с I сезона, основной наградой АО является грант на обучение на ФАКТ. Грантовая система позволяет поступить на ФАКТ абитуриентам с баллами рейтинга несколько ниже проходных значений. Абитуриенты, обладающие грантом, могут быть зачислены на обучение на платной основе, причем полную стоимость обучения оплачивает Физтех-школа. Таким образом, грант играет роль «страховки» на случай низких баллов ЕГЭ и невысокого положения в рейтинге поступающих. Необходимо отметить, что за все годы проведения победители и призеры АО не пользовались этой возможностью, поскольку поступали в МФТИ без вступительных испытаний либо имели высокие экзаменационные баллы.

Призеры и победители АО получают соответственно 3 и 5 баллов индивидуальных достижений (ИД) при поступлении на ФАКТ и ценные призы, такие как электронные гаджеты и тематические книги. Недостаток механизма ИД состоит в большом и быстро растущем количестве других мероприятий, дающих баллы ИД и, как следствие, обесценивании баллов, получаемых победителями и призерами АО (всего абитуриент может набрать не более 10 баллов ИД).

Предложенным организаторами решением стала кооперация АО и других перечневых олимпиад. Такое соглашение достигнуто с олимпиадой «Физтех.Инженер» и конференцией «Старт в науку», которые проводятся на базе МФТИ. Результаты отборочного этапа АО могут быть засчитаны для прохождения на заключительный этап указанных мероприятий. Увлеченные космосом школьники в случае успешного выступления на данной олимпиаде или конференции могли получить льготы при поступлении на Физтех и, в частности, на ФАКТ. Такой способ мотивации к участию особенно эффективен и полезен для участников отборочного этапа, которые не могут по различным причинам приехать на очный этап Аэрокосмической олимпиады.

Методические особенности разработки олимпиадных заданий

Авторами теоретических и практических заданий АО являются студенты бакалавриата и магистратуры ФАКТ. Задачи могут содержать адаптированные идеи из проектов базовых кафедр и лабораторных исследовательских центров МФТИ. Процесс разработки олимпиадных заданий разбивается на несколько этапов. На первом этапе еженедельно (или чаще) проводятся

собрания методистов, где совместными усилиями идеи доводятся до готовых заданий. Затем составленные задания предлагаются для решения первокурсникам ФАКТ, которые хорошо помнят содержание школьной программы и могут оценить, справятся ли с ними участники АО. Исходя из замечаний первокурсников, задания могут быть скорректированы. После этого задания направляются на оценку научным сотрудникам лабораторий и опытным преподавателям МФТИ, которые проверяют корректность условий и обоснованность авторских решений.

Набор заданий формируется таким образом, чтобы охватить все разделы физики и уделить космической тематике особое внимание. Так, в механике предпочтение отдается динамике космического полета [10], в оптике — фотометрии, наблюдательной астрономии и оптическим приборам. Кроме теоретических заданий, справиться с которыми можно только аналитически, предлагаются и практические задачи, требующие численного моделирования и обработки данных с помощью компьютера. Вес каждой задачи в баллах определяется ее сложностью.

Примеры теоретического и практического заданий отборочного этапа представлены ниже.

Теоретическое задание «Звезда А и звезда В» (отборочный этап IV сезона АО, 2023–2024)

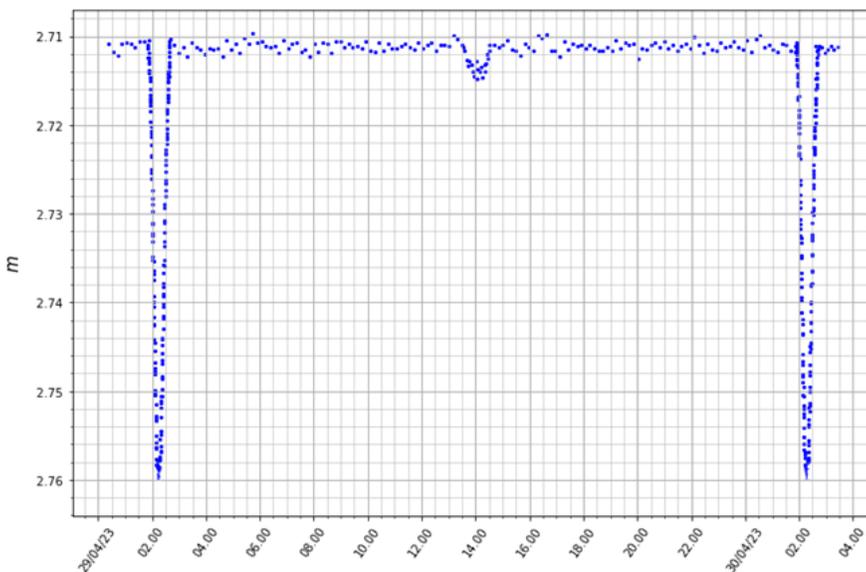


Рисунок 2. График к заданию «Звезда А и В»

На графике (рис. 2) представлена зависимость видимой звездной величины затменной двойной звезды от времени (по земному времени).

Массы компонент A и B этой звездной системы соответственно равны $M_A=1.5M_{\odot}$ и $M_B=0.6M_{\odot}$, радиусы равны $R_A=2R_{\odot}$ и $R_B=0.6R_{\odot}$, где \odot — параметры Солнца. Известно, что звезда A ярче звезды B в 175 раз.

Оцените угол наклона орбиты звезды B , обращающейся вокруг звезды A , к плоскости эклиптики. Считать, что звезда A лежит в плоскости эклиптики. Движение звезды A вокруг барицентра системы не учитывать.

Для выполнения теоретического задания «Звезда A и звезда B » [1] участнику необходимы знания из курса астрономии и понимание законов фотометрии.

Практическое задание «НЛО» (отборочный этап I сезона АО, 2020–2021)

19 августа 2020 года российский космонавт Иван Вагнер разместил в своем аккаунте интересное видео [2].

На 12-й секунде данного видео отчетливо видны неопознанные объекты. Что это? Арквеллианский линейный крейсер? Или тысячелетний сокол?

Известно, что объекты были засняты 14 августа 2020 года в 16:39:00 по Гринвичу с МКС. В приложенном файле представлены координаты и скорости космических тел в 16:00:00 по Гринвичу того же дня. Координаты представлены в метрах, а скорости в метрах в секунду. Все данные представлены в системе отсчета ECI. Координаты и скорость МКС представлены на 91-й строке (ISS (ZARYA)).

Необходимо определить:

1. Где располагалась МКС в 16:39:00 по Гринвичу? (в системе ECI)
2. В каком направлении был создан снимок? (определить направляющий вектор в системе ECI)
3. Какие космические объекты из перечисленных могли оказаться в кадре?

В практическом задании «НЛО» [1] участникам предложено ознакомиться с реальными данными измеряемых траекторных параметров космических объектов и провести численные расчеты орбитального движения в различных системах отсчета.

Работа с заданиями отборочного этапа способствует формированию у участников АО представления о научных задачах, решаемых в космической отрасли, и дает возможность освоить базовый инструментарий для моделирования движения космических аппаратов.

Далее рассмотрим примеры теоретического и практического заданий заключительного этапа АО.

**Теоретическое задание «Открылась бездна звезд полна»
(заключительный этап IV сезона АО, 2023–2024)**

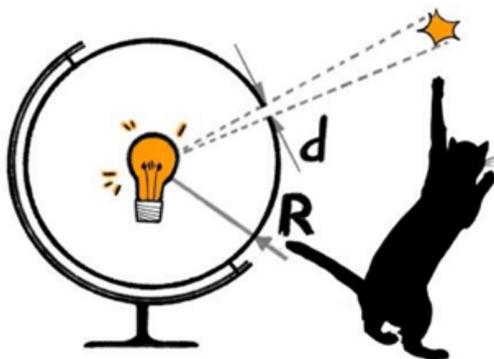


Рисунок 3. К задаче «Открылась бездна звезд полна»

Один астроном решил сделать собственный планетарий, просверлив отверстия нужного размера в глобусе радиуса $R=20$ см, в центре которого он установил точечный источник света (рис. 3). Оцените размер отверстий в глобусе, при котором размер проецируемой звезды перестанет сокращаться с уменьшением диаметра d отверстия.

Теоретическое задание «Открылась бездна звезд полна» [1] проверяет знания участников по оптике. При его разработке учитывалось, что финалистам IV сезона, в отличие от предыдущих годов, было запрещено пользоваться справочной литературой. Задача выполняла роль разминки и помогала участникам настроиться на успешное выполнение заданий заключительного этапа АО.

**Практическое задание «Атмосферная задача»
(заключительный этап IV сезона АО, 2023–2024)**

Космический аппарат (КА) совершает посадку на поверхность планеты, похожей по радиусу и массе на Землю. Завершив торможение двигателем в верхних слоях атмосферы, КА выключил его, раскрыл парашют и опускался строго вертикально.

Радиолокатор фиксирует данные о высоте аппарата над поверхностью. Пользуясь его данными, приведенными в файле SPACECRAFT.TXT, оцените температуру атмосферы планеты, считая ее однородной и полностью состоящей из азота N_2 .

Влиянием ветра пренебречь. Считать, что сила сопротивления пропорциональна квадрату скорости КА и плотности газа.

В «Атмосферной задаче» [1] финалисты АО пробуют свои силы в расчете спуска аппарата в низких слоях атмосферы. При выполнении задания проводится обработка массивов данных, применяется численный анализ уравнений движения и используются элементарные знания аэродинамики.

Вес практических заданий заключительного этапа в баллах больше, поскольку они являются более сложными и трудоемкими. Стать победителем или занять призовое место можно, как правило, верно решив и полностью оформив хотя бы одну практическую задачу. Таким образом, участники могут выбрать понравившееся задание и сфокусироваться на его выполнении.

Анализ результатов проведения Аэрокосмической олимпиады за 2020–2024 годы

В среднем ежегодно на дистанционный отборочный этап АО регистрируются около 400 участников, примерно 60 из них приступают к выполнению всех или части заданий (таблица 1).

Таблица 1

Участники Аэрокосмической олимпиады

Количество участников	Сезон			
	I 2020–2021	II 2021–2022	III 2022–2023	IV 2023–2024
Зарегистрированных на отборочный этап	305	425	443	401
Приступивших к выполнению заданий отборочного этапа	54	33	62	59
Финалистов отборочного этапа	15	5	16	19
Поступивших в МФТИ	5	3	6	6
Поступивших на ФАКТ	4	3	5	3

На очный заключительный этап за 4 года проведения АО приезжали участники из 30 регионов России, а также Белоруссии, Казахстана и Узбекистана.

Аэрокосмическая олимпиада менее популярна среди школьников, чем большинство перечневых олимпиад. Но направленность АО на увлеченных космической тематикой выпускников школ помогает заинтересовать будущих абитуриентов программами обучения ФАКТ МФТИ. Так, на бюджетные места ФАКТ поступили 15 финалистов АО, из них 7 стали организаторами в следующих сезонах.

На протяжении I–IV сезонов форматы отборочного и заключительного этапов изменялись. Это помогло улучшить организацию олимпиады: определить рациональное количество заданий (9–10 штук) и уровень их сложности. Также было установлено, что наличие видеолекций благоприятно сказывается на качестве выполнения заданий участниками. Размещение видеолекций и записей очных лекций, полезных, как отмечалось выше, широкому кругу лиц, на видеохостингах повышает узнаваемость бренда ФАКТ МФТИ среди школьников и педагогического состава общеобразовательных учреждений.

В таблице 2 показано распределение заданий и видеолекций Аэрокосмической олимпиады по сезонам.

Таблица 2

**Распределение заданий и видеолекций
Аэрокосмической олимпиады по сезонам**

Характеристика	Сезон			
	I 2020–2021	II 2021–2022	III 2022–2023	IV 2023–2024
Отборочный этап АО				
Количество заданий	6	4	9	10
Продолжительность этапа, дней	66	136	78	75
Количество видеолекций	10	14	–	6
Часы, отведенные на видеолекции	3,5	4,2	–	2,8
Заключительный этап АО				
Количество теоретических заданий	2	2	2	8
Количество практических заданий	2	2	2	3
Продолжительность этапа, дней	3	3	3	5
Количество видеолекций	3	3	3	3
Часы, отведенные на видеолекции	7	5	7	10
Количество организаторов	3	3	3	11

Привлечение в IV сезоне большего числа организаторов привело к повышению уровня подготовки материалов: составлено больше разноплановых заданий на каждом этапе АО, разработан образовательный контент и

охвачен широкий спектр тем на лекциях и семинарах. Опыт I–III сезонов позволил расширить программу заключительного этапа и увеличить количество дней его проведения до 5.

От участников финала были получены положительные отзывы о лекциях, экскурсиях и нововведениях, связанных с разделением теоретического и практического туров заключительного этапа АО. Среди финалистов 9-х и 10-х классов сложилась традиция принимать участие в олимпиаде на следующий год, что свидетельствует о высоком качестве проведения мероприятия и высоком уровне вовлеченности участников в задачи космической отрасли.

Перспективы развития АО

Ключевой целью развития АО является повышение количества участников олимпиады и уровня их подготовки. Для этого планируется расширение команды методистов для более точной оценки и лучшей проработки задач. Кроме того, ожидается увеличение охвата мероприятия за счет активной рекламы на ресурсах ФАКТ, МФТИ и других образовательных сообществ. В качестве дополнительного поощрения участников обсуждается проект стипендиальной программы для победителей и призеров финала, поступивших на ФАКТ.

Отборочный этап V сезона АО на данный момент находится в разработке, его начало запланировано на 1 ноября 2024 года.

Заключение

Аэрокосмическая олимпиада МФТИ успешно выполняет важную задачу подготовки и отбора талантливых школьников, увлеченных науками о космосе. Отборочный и заключительный этапы позволяют выявить абитуриентов с глубокими знаниями и способностями к решению сложных научных и прикладных задач, что существенно повышает качество приема на ФАКТ. Уникальный формат заключительного этапа олимпиады, включающий проживание, лекции, семинары, экскурсии и живое общение со студентами и сотрудниками Физтеха, способствует полноценному погружению участников в университетскую и научную среду.



Список литературы

1. Архив заданий Аэрокосмической олимпиады МФТИ: облачное хранилище данных «Яндекс. Диск» [Электронный ресурс]. URL: <https://disk.yandex.ru/d/2-JgAsDO28MMfQ> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Видео к задаче «НЛО»: видеохостинг YouTube, канал «Регион 29», 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://youtu.be/6J1gKor-njA?si=yZDsvLb-nrgdRyr6> (дата обращения: 20.10.2024).
3. *Ежова Е. А., Завьялов И. Н., Завьялова Н. А. и др.* Аэрокосмическая олимпиада МФТИ / Первая Международная конференция по космическому образованию «Дорога в космос»: сб. тез. М.: ИКИ РАН, 2021. С. 89–90.
4. Интернет-платформа Аэрокосмической олимпиады МФТИ 2020–2021: социальная сеть для школьников с возможностями обучения, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://abitunet/asolymp> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Интернет-платформа Аэрокосмической олимпиады МФТИ 2021–2022: социальная сеть для школьников с возможностями обучения, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://abitunet/asolymp21> (дата обращения: 20.10.2024).
6. Интернет-платформа Аэрокосмической олимпиады МФТИ 2022–2023: социальная сеть для школьников с возможностями обучения, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://abitunet/asolymp22> (дата обращения: 20.10.2024).
7. Интернет-платформа Аэрокосмической олимпиады МФТИ 2023–2024: социальная сеть для школьников с возможностями обучения, 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://abitunet/asolymp23> (дата обращения: 20.10.2024).

8. Канал Физтех-школы Аэрокосмических технологий на YouTube: видеохостинг YouTube, канал «ФАКТ МФТИ — SPACE», 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/@FakiChampion> (дата обращения: 20.10.2024).
9. Карлов Н. В. Книга о Московском Физтехе. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 600 с.
10. Кузнецова А. С., Шефер О. Р., Лебедева Т. Н. Моделирование межзвездных полетов как одна из тем проектов в области компьютерного моделирования для школы // Школа будущего. 2021. № 4. С. 222–239.
11. Плейлист лекций отборочного этапа 2020 года: видеохостинг YouTube, канал «ФАКТ SPACE», 2020 [Электронный ресурс] URL: <https://youtube.com/playlist?list=PLncYbc2UAdLH3utmw0AKBDg08IXX8GdrP> (дата обращения: 20.10.2024).
12. Плейлист лекций отборочного этапа 2021 года: видеохостинг YouTube, канал «ФАКТ SPACE», 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://youtube.com/playlist?list=PLncYbc2UAdLEAZeQOiW2IOEslj-DzC2w8> (дата обращения: 20.10.2024).
13. Плейлист лекций отборочного этапа 2023 года: видеохостинг YouTube, канал «ФАКТ SPACE», 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://youtube.com/playlist?list=PLncYbc2UAdLGmGDtn-7AEPIO5I2fMr12N&si=wubko7TfusLC3wN8> (дата обращения: 20.10.2024).
14. Сообщество участников Аэрокосмической олимпиады МФТИ: мессенджер Telegram, канал «АО МФТИ» [Электронный ресурс]. URL: <https://t.me/asolymp> (дата обращения: 20.10.2024).
15. Сообщество Физтех-школы аэрокосмических технологий МФТИ: социальная сеть «ВКонтакте», сообщество «ФАКТ МФТИ» [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/astech_mipt (дата обращения: 20.10.2024).
16. Щелик Г. С., Ежова Е. А. Опыт аэрокосмической школы МФТИ в проведении олимпиад и конкурсов для школьников / III Межд. конф. по космическому образованию «Дорога в космос»: сб. тез. М.: ИКИ РАН, 2024. С. 452–455.