



УНИВЕРСИАДА ПО ИННОВАТИКЕ. Отборочный этап (заочный).

КЕЙС «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОСВОЕНИИ КОСМОСА»

В современном мире мы встречаем все больше вызовов традиционному производству. Сегодня компаниям уже недостаточно только изготавливать продукцию с более высокими характеристиками и удешевлять её производство. Необходимо применять новые материалы, методы организации и производственные технологии. Именно это стало основной причиной бурного развития аддитивных технологий и внедрения 3D-принтеров в промышленности. В данном случае аддитивные технологии позволяют производителю значительно удешевить

продукцию, повысить ее эксплуатационные характеристики, а также значительно сократить время изготовления отдельных изделий.

С момента, когда впервые был напечатан объект на 3D принтере, прошло чуть меньше 40 лет. Если поначалу аддитивные технологии использовали только крупные компании, которые могли себе позволить дорогостоящую установку для производства прототипов из фотополимера или пластика, то сегодня аддитивные технологии применяются повсеместно, а самые простые установки доступны для покупки любому желающему. На данный момент, существуют установки, которые способны напечатать металлическую деталь из высокопрочного сплава, есть те, которые за несколько дней способны напечатать дом и даже те, которые используют в качестве материала живые клетки и используются для печати органов человека. Таким образом, аддитивные технологии позволяют реализовывать многие смелые идеи футуристов, в том числе, они могут помочь человечеству колонизировать другие планеты.

Особенное значение аддитивные технологии имеют в аэрокосмической отрасли, где с помощью современных 3D-принтеров уже изготавливают прототипы космических аппаратов, детали двигателей и оснастки. Например, американская компания Aerojet Rocketdyne заключила контракт на 1,6 миллиарда долларов на производство ракетного двигателя RS-25, часть деталей для которого изготовлены на 3D-принтере. В 2016 году в Томском политехническом университете был построен малый спутник «Томск-ТПУ-120», каркас и большая часть составляющих, которого были напечатаны на 3D-принтере. Компания Boeing использует 3D-печать для производства модульных спутников [1]. В аэрокосмической отрасли множество направлений, где могут применяться современные технологии 3D-печати. Космос становится всё более притягателен не только для реализации амбициозных государственных проектов, но и инициатив частных компаний. Это и создание Международной научной лунной станции «Роскосмоса», разработка Российской орбитальной служебной станции, разработка серии космических аппаратов для наблюдения Земли Copernicus, осуществление российско-европейской космической

миссии «ЭкзоМарс», и конечно, планы компании Boeing и Илона Маска по колонизации красной планеты.

Важная задача, которая стоит в вопросе кораблестроения – создание деталей, превосходящих предыдущие по характеристикам, притом за меньшее количество времени. В 2020 году в России разработали проволочный 3D принтер для печати шарбаллонов космических аппаратов. Вместо нагрева лазером в принтере применяется нагрев электронным пучком в вакууме – изделие спекается послойно из расплавленной проволоки. Это гарантирует высокое качество полученной детали – в ее материале нет пор и он не окисляется. При динамической нагрузке такая конструкция гораздо надежнее, чем сварная или сборная [2]. Более того, печать на проволочном 3D-принтере заметно все упрощает и, по словам заведующего лабораторией ИФПМ СО РАН Валерия Рубцова, вместо 6 месяцев на изготовление требуются считанные часы [3].

В области космического кораблестроения особого внимания заслуживает компания Orbex. В течении нескольких лет, компания разрабатывала идею 3D печати собственных ракетных двигателей. После успешных испытаний прототипов, компания заказала уникальный проект – самый большой в Европе 3D принтер для крупносерийной печати двигателей. Двигатели, разработанные компанией, распечатываются в виде единой детали, без какой-либо сварки или соединения отдельных сегментов. За счет уникального дизайна, двигатели превосходят аналоги в эффективности на 20% [4]. Также, данные двигатели разработаны специально под использование более экологичного топлива BioLPG, таким образом, запуск ракеты Prime будет производить на 86% меньше выбросов углерода в атмосферу, по сравнению с аналогами такого же размера. В конце ноября 2021 года компания объявила о доставке и успешной установке принтера. Ожидаемая производительность – 35 двигателей в год [5].

30 мая 2020 года в космос отправился аппарат американской компании Space X. Интересной деталью проекта стали необычные костюмы космонавтов. Помимо того, что дизайн был не похож на привычный, шлемы космонавтов были напечатаны на 3D принтере. Шлемы сделаны по индивидуальным меркам, что позволяет обеспечить

максимальный комфорт при меньшем использовании материала. Несмотря на то, что они компактные, они обладают всеми ключевыми функциями, которые были и в классических шлемах – воздушное охлаждение, фиксаторы, встроенными мембранами, микрофонами, а также механизмом втягивающим и блокирующим визор. Эти скафандры также обеспечили особое внимание прессы и общественности к проекту за счет того, что они напоминали костюмы супергероев, что и было задумано, так как для их разработки наняли известного голливудского мастера по экипировке [6].

Более широкий пласт аддитивных технологий затрагивает не доставка астронавтов и материалов на планету, а непосредственное размещение и обустройство на поверхности другой планеты. На данный момент, исследования и разработки посвящены начальной стадии – обустройству базы, в которой смогли бы жить космонавты.

В октябре 2020 года компания ICON получила финансирование от НАСА для начала исследований и развития космической системы строительства на Луне в рамках общей космической программы «Артемида». Проект «Олимп» компании ICON ставит перед собой задачу строительства прочных конструкций на Луне, которые обеспечат космонавтов наилучшей тепловой, радиационной и микрометеоритной защитой. В качестве основной технологии строительства выбрана 3D печать с использованием материалов лунного грунта [7]. Таким образом, это существенно снизит издержки на доставку материалов на поверхность Луны, а также позволит более гибко подходить к местоположению и форме базы.

Однако, проекты освоения космоса не ограничиваются спутником Земли. На данный момент, активно развивается направление создания базы на поверхности Марса. Компания AI SpaceFactory разработала Проект «Марша», который представляет из себя систему ульев, напечатанных на 3D принтере, объединенных в единую систему, которая будет получать энергию от возобновляемых источников энергии. Вертикально ориентированные ульи состоят из четырех отдельных отсеков и огорожены от внешнего мира двуслойной оболочкой, специально разработанной для выживания при экстремальных температурных колебаниях. Также,

непосредственным плюсом подобных конструкций будет то, что, при необходимости, их можно будет разрушить, измельчить и повторно использовать в 3D принтере [8].

В период экспедиции на другие планеты космонавты неизбежно будут сталкиваться с проблемами, вызванными особенностями окружающей среды, что в свою очередь требует инновационных решений. Одна из таких проблем – невесомость, так как долгое пребывание в ней губительно действует на хрящи суставов и межпозвоночных дисков. Решением может стать биопринтинг. В середине 2020 года опубликовали результаты эксперимента, в ходе которого российский космонавт на борту МКС напечатал на биопринтере человеческую хрящевую ткань. Космонавт использовал биопринтер «Орган.Авт» специально разработанный для работы в космосе [9]. На этом же принтере по сегодняшний день продолжают проводить эксперименты по выращиванию тканей, в том числе для исследований в области футуртех. По словам директора по развитию лаборатории 3D Bioprinting Solutions Дмитрия Фадина, эта технология сможет заменить космонавтам мясо в долгосрочных полетах [10].

Аддитивные технологии активно развиваются и, в скором времени, могут стать важным элементом, который поможет человечеству совершать экспедиции и даже колонизировать другие планеты. На данный момент условия для развития этого направления особенно благоприятные. Генеральный директор Госкорпорации «Роскосмос» Дмитрий Рогозин и руководитель КНКА г-н Чжан Кэцзянь 9 марта 2021 года подписали от имени правительств России и Китая Меморандум о сотрудничестве в области создания Международной научной лунной станции (МНЛС) [11]. В то же время, в июле 2021 правительство РФ утвердило «Стратегию развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года»[12].

Таким образом, освоение космоса требует применения инновационных подходов в производстве, начиная от изготовления деталей для космических аппаратов и заканчивая обеспечением жизнедеятельности человека в космическом пространстве или на другой планете. Какую роль будут играть аддитивные

технологии в освоении космоса и какие из них являются наиболее перспективными для применения?

Источники:

1. 3Dpulse.ru – информационно-аналитическое агентство о 3D-технологиях, «3D-печать и космос: самое важное», URL: <https://www.3dpulse.ru/news/kosmos/3d-pechat-i-kosmos-samoe-vazhnoe>
2. Интернет-издание «СNews», «Как будут печатать российские космические аппараты», 13.03.2020 URL: https://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/kak_budut_pechatat_rossijskie_kosmicheskie_apparaty
3. Интернет-издание «Новости сибирской науки», «В Томске создали новую аддитивную технологию для изготовления шар-баллонов», 11.05.2021 URL: <http://www.sib-science.info/ru/institutes/novuyu-additivnuyu-03052021>
4. Компания Orbex, URL: <https://orbex.space/vehicle>
5. Интернет-издание «Design Engineering», «Orbex opens large scale 3D-printed rocket engine production facility», 29.11.2021 URL: <https://www.design-engineering.com/orbex-opens-large-scale-3d-printed-rocket-engine-production-facility-1004037855/>
6. Онлайн медиа платформа «3DNatives», «A futuristic reality: 3D printed SpaceX helmets», 09.06.2020 URL: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printed-spacex-helmets-090620206/#!>
7. Компания «ICON», «ICON Receives Funding From NASA and Launches “PROJECT OLYMPUS” to Reach for the Stars with Off-world Construction System for the Moon», 01.10.2020, URL: <https://www.iconbuild.com/updates/icon-receives-funding-from-nasa-and-launches-project-olympus>
8. Некоммерческая организация «The Index Project», «Marsha», URL: <https://theindexproject.org/post/marsha-home>
9. Сетевое издание «Вести.Ру», «Российский космонавт первым в мире напечатал человеческий хрящ», 21.06.2020, URL: <https://www.vesti.ru/nauka/article/2431891>
10. Сетевое издание «Московские новости», «Корова не вариант. Напечатанная на принтере еда заменит натуральную, и это здорово», 23.10.2021, Url: https://www.mn.ru/long/korova-ne-variant?fbclid=IwAR3-ulFxSdhe-JMA4JqQU_NUEcxCK9i-2ywddJ5rvScFO9WIT7sRQx7AID8
11. Госкорпорация «Роскосмос», «Россия и Китай подписали меморандум о создании лунной станции», 09.03.2021, URL: <https://www.roscosmos.ru/30248/>
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации №1913-р от 14.07.2021 URL: <http://static.government.ru/media/files/ogvdrJAzZEx7roHJAZwVEGZw6yTxBaJu.pdf>

Задание:

- 1. Какие аддитивные технологии (АТ) будут наиболее востребованы в освоении космоса на Ваш взгляд? Какие основные проблемы при колонизации других планет они смогут решить? Обоснуйте ответ.**
- 2. В чем будет отличие АТ в покорении Луны и Марса? Обоснуйте ответ.**
- 3. Оцените преимущества и недостатки применения АТ в покорении космоса с точки зрения экономического, социального и экологического аспектов. Насколько перспективно их использование?**

Требования к решению кейса

Решение кейса должно быть представлено в виде двух файлов:

- 1) Презентация (формат .pdf или .pptx) с основными положениями решения и выводами (не более 15 слайдов);
- 2) Текстовый файл (формат .pdf или .docx) с дополнительной информацией (не более 1 страницы формата А4 12 шрифтом): расчеты, аналитические данные, ссылки на источники информации.

В презентации и текстовом файле должны содержаться разные материалы.

Файлы с решением кейса должны быть отправлены в срок до **20 марта 2022 года 23:59 мск.** по следующему электронному адресу: **olympicmsu@mail.ru**. Позже решения кейса приниматься не будут.

Основные критерии оценки

При выставлении оценок за решение кейса будут использоваться следующие критерии:

- Качество проведенного анализа и аргументированность сделанных выводов.
- Логика и структура изложения.
- Качество оформления презентации.
- Нестандартность мышления при выработке решения.
- Учет современных экономических особенностей и условий.