

с появлением 3D-моделирования, но, напротив, даже стала более востребованной. Все остальное, что всегда являлось в качестве задач, ради которых изучалась начертательная геометрия, в той или иной степени «потускнело» – практически не имеет подразумеваемого прикладного применения. Если студент в процессе изучения начертательной геометрии будет просто запоминать необходимые построения, решая те или иные геометрические задачи, пусть даже и правильные, но не представляя, не понимая пространственного смысла происходящего, то и в изучении начертательной геометрии не будет смысла – надо разбудить и развить у студента пространственное воображение и мышление, придав ему геометрический характер. Без этого плодотворная инженерная деятельность будущего специалиста, как известно, не будет возможной [4, 5].

### Список литературы

1. **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; под ред. В. О. Гордона. М.: Высшая школа, 2004. – 272 с.
2. **Крылов, Н. Н.** Начертательная геометрия: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]; под ред. Н. Н. Крылова. – Изд. 8-е, испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 224 с.
3. **Бубенников, А. В.** Начертательная геометрия. Задачи для упражнений : учеб. пособие для студ. всех спец. втузов / А. В. Бубенников. – М. : Высшая школа, 1981. – 296 с.
4. **Зеленый, П. В.** Оптимизации усвоения начертательной геометрии средствами структуризации курса и типовой алгоритмизации / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Современный транспорт и транспортные средства: проблемы, решения, перспективы: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию автотракторного факультета. – Минск, 2007. – С. 336–340.
5. **Зеленый, П. В.** Модульная структуризация курса начертательной геометрии. Инновации в преподавании графических и специальных дисциплин: материалы 9-ой Междунар. науч.- практич. конф. / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Наука – образованию, производству, экономике / Под ред. П.В. Зеленого. – В 2-х частях. / Минск, 24–28 октября 2011 г. – Минск: БНТУ, 2011. – Часть I и II. – С. 13–16 (к 60-летию автотракторного факультета БНТУ).

УДК 629.78(062)

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОСМОСЕ

**В. П. Земляных**, студент,  
**М. А. Прец**, ст. преподаватель

*Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, космос, космические технологии, 3D-принтер, МКС.

Аннотация. В этой статье рассматривается применение аддитивных технологий, или 3D-печати, в космической отрасли. Изучаются преимущества этих инновационных методов производства, такие как снижение веса и возможность создания оптимизированных конструкций. Приводятся реальные примеры использования 3D-печати в космических миссиях. Обсуждаются перспективы развития и потенциальные области применения аддитивных технологий в будущих космических программах.

В современную эпоху мы сталкиваемся со все большими вызовами для традиционных методов производства. В настоящее время компаниям уже недостаточно просто выпускать продукцию с улучшенными характеристиками и снижать затраты на ее изготовление. Необходимо внедрять новые материалы, организационные подходы и инновационные производственные технологии. Именно это стало основным драйвером стремительного развития аддитивных технологий и внедрения 3D-печати в промышленности. Аддитивные технологии позволяют производителям значительно снизить стоимость продукции, повысить ее эксплуатационные свойства, а также существенно сократить время изготовления отдельных изделий.

Одним из перспективных направлений для повышения эффективности освоения космического пространства является производство оборудования и изделий космического назначения из полимерных материалов непосредственно в условиях космоса с использованием аддитивных технологий. Такой подход позволит значительно сократить расход сырья, снизить трудозатраты и прочие издержки, связанные с производством и транспортировкой изделий и техники, уменьшить время на изготовление, а также ограничить влияние человеческого фактора на качество производимой продукции [1].

Аддитивные технологии успешно применяются в аэрокосмической отрасли уже сейчас. Например, в 2014 году на МКС был установлен первый 3D-принтер, позволивший астронавтам напечатать необходимые инструменты и детали по мере необходимости. В рамках миссии NASA «Марс-2020» был напечатан компонент для системы забора образцов марсианского грунта. Компания Relativity Space активно использует 3D-печать для производства частей ракет, что позволяет сократить сроки и затраты на производство. Компания Made In Space разработала технологию 3D-печати в условиях невесомости для изготовления сложных структур из специальных полимеров [2].

В будущем ожидается значительное расширение применения аддитивных технологий в космической отрасли. Возможные перспективные области использования включают:

1. Строительство лунных и марсианских баз с помощью 3D-печати из местных материалов, таких как лунный реголит или марсианский грунт. Это позволит значительно снизить затраты и зависимость от поставок с Земли [3].

2. Создание крупногабаритных и сложных конструкций непосредственно на орбите или на поверхности других планет. Это может включать элементы жилых и производственных модулей, телескопов, солнечных батарей и других структур [3].

3. Развитие технологий многоматериальной 3D-печати для производства более сложных и функциональных компонентов, включающих электронные и оптические элементы.

4. Использование аддитивных технологий для создания биоматериалов и искусственных тканей, что может быть применено в области регенеративной медицины и выращивания органов для длительных космических миссий [1].

Аддитивные технологии, или 3D-печать, открывают новые возможности для космической отрасли. Благодаря способности создавать оптимизированные конструкции, изготавливать детали по требованию и снижать зависимость от

поставок с Земли, эти технологии имеют множество преимуществ для космических миссий. Уже сегодня 3D-печать применяется для производства инструментов, компонентов и специализированных деталей на Международной космической станции и других космических аппаратах.

В будущем ожидается дальнейшее развитие и расширение использования аддитивных технологий в космосе, включая строительство лунных и марсианских баз, создание крупногабаритных конструкций на орбите, многоматериальную 3D-печать и применение в регенеративной медицине. Эти инновационные методы производства откроют новые горизонты для освоения космического пространства и позволят реализовать более амбициозные и сложные космические программы.

### Список литературы

1. **Елисеев, А. А.** Разработка технологии аддитивного производства изделий в условиях космоса / А. А. Елисеев, науч. рук. А. В. Колубаев // «Орбита молодежи» и перспективы развития российской космонавтики : сборник докладов Всероссийской молодежной научно-практической конференции, г. Томск, 18–22 сентября 2017 г. – Томск : Изд-во ТПУ, 2017. – С. 147–148.

2. 3Dpulse.ru – информационно-аналитическое агентство о 3D-технологиях, «3D-печать и космос: самое важное». – Режим доступа: <https://www.3dpulse.ru>. – Дата доступа: 11.04.2024.

3. **Рожкова, Е. А.** Анализ аддитивных технологий в машиностроении и в разработке ракетно-космических комплексов / Е. А. Рожкова, А. В. Кустов // Механики XXI века. – 2023. – № 22. – С. 113–117.

4. **Федченко, Т. А.** Аддитивные технологии в ракетостроении / Т. А. Федченко, Н. А. Данилов, Я. А. Халеков, М. И. Толстопятов // Кронос. – 2022. – №6 (68).

УДК 744.426

## ИНЖЕНЕРНОЕ ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ И КУРСОВЫХ РАБОТ

**Н. Г. Иванцовская**, канд. пед. наук, доцент,

**Б. А. Касымбаев**, канд. пед. наук, доцент

*Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Ключевые слова: образовательный процесс, учебная деятельность, конструкторская документация.

Аннотация: статья посвящена организации учебного процесса студентов. В статье указывается необходимость создания условий, позволяющих студенту приобрести компетенции по разработке проектной и рабочей конструкторской документации.

«Да, с величайшей осторожностью должны приступать мы не к коренным реформам; но даже к нововведениям в наших университетах» было написано великим русским педагогом Константином Дмитриевичем Ушинским [1, стр. 272]. Реформирование высшего образования в нашей стране, ориентация на стандарты европейской школы, введение подготовки бакалавров (а не специалистов), развитие информационных графических систем способствовали созданию новых