

**СУРРОГАТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D-ПЕЧАТИ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ**

В настоящее время огромную популярность получила технология аддитивной печати. Эта технология используется почти во всех сферах деятельности человечества, например, в строительстве, медицине, легкой промышленности, архитектуре и дизайне, ювелирном деле и т. п. 3D-принтеры просты в использовании, не требуют особых навыков работы с ними, относительно дешевы, для печати на них используется недорогой материал (ABS, PLA-пластик и др.). 3D-печать довольно скоростная, а линейные размеры деталей ограничены только областью печати. Аддитивные технологии производства позволяют изготовлять любое изделие послойно на основе компьютерной трехмерной модели. Процесс создания объекта идет постепенно, деталь как бы «выращивается». При традиционном производстве от заготовки отсекают все лишнее либо деформируют ее. В случае с аддитивными технологиями новое изделие получается с нуля. В зависимости от технологии объект может строиться снизу вверх или наоборот, от этого зависят различные свойства объекта.

В данной работе были исследованы главные особенности трехмерного моделирования для дальнейшей 3D-печати пластиком, показаны возможные проблемы аддитивных технологий, а также их решения. На точность 3D-печати влияют различные внешние факторы и колебания внешней среды. Наличие воздушных потоков в помещении или изменение влажности воздуха в комнате, где происходит печать, могут стать причиной брака детали. Параметры принтера и печати, характеристики материала печати, геометрические особенности и многие другие факторы могут повлечь за собой необходимость дополнительной настройки принтера для обеспечения стабильной печати. В работе приведено описание возможных методов повышения качества печатаемой детали и увеличения точности печати на 3D-принтере. Рассмотрены программы для подготовки и оптимизации трехмерной модели перед печатью на 3D-принтере.

В результате рассмотрения существующих методов и анализа литературы было решено использовать суррогатное моделирование для оценки и увеличения точности 3D-печати. В проекте дано представление о понятии суррогатного моделирования и изучена возможность использования суррогатного моделирования для увеличения точности трехмерной печати, описана стратегия создания такой модели. Получена суррогатная модель, которую можно вводить в программу «нарезки» слоев для дальнейшей печати с большей точностью печати.

Суррогатная модель позволяет определить, с какой точностью будет изготовлена деталь при определенных параметрах работы 3D-принтера. В случае необходимости параметры печати могут быть изменены для увеличения точности 3D-печати.

**Построение космических комплексов широкого назначения на базе платформы SXC6**

В статье рассматривается подход к построению космических комплексов на базе наноспутниковой платформы SXC6. Использование унифицированной платформы позволяет удешевить и существенно сократить время создания космического комплекса, а наличие коммерчески выпускаемых совместимых транспортно-пусковых контейнеров максимально облегчает процедуру развёртывания космического комплекса на орбите. В статье сделан акцент на потребительских преимуществах платформы с точки зрения инженера.

В решение любой целевой конкретной космической миссии вовлечено множество элементов, при этом одним из важнейших является космический комплекс. Космический комплекс, как правило, включает в себя космический аппарат (КА), средства связи с ним и средства выведения. Построение КА на базе платформы означает использование базового набора уже интегрированной друг с другом бортовой аппаратуры в качестве фундамента и интеграции полезной нагрузки (ПН) с платформой в части механического, электрического и информационного сопряжения.

Наноспутниковая платформа SXC6 представляет собой совокупность бортовых служебных систем и элементов конструкции, для разработки малого спутника в формате CubeSat 6U. Бортовые системы (основная и резервная бортовой вычислительный модуль (БВМ), основная и резервная системы энергопитания (СЭП), основной и резервный УКВ-передатчик, основная и резервная аккумуляторные батареи, бортовая сеть, блок маховиков, Х-диапазонный передатчик, 2 звездных датчика, 6 солнечных датчиков, модуль интеграции ПН, корпус).

Модель интеграции ПН представляет собой микроконтроллер общего назначения с интегрированной библиотекой информационного сопряжения с платформой, API и открытой схемотехникой, а также два одноплатных компьютера Raspberry Pi. Такая архитектура позволяет реализовывать собственное ПО на вычислительных мощностях платформы либо разрабатывать и интегрировать собственные компоненты, используя проверенные схемотехнические решения.

 Платформа SXC6 позволяет интеграцию ПН сторонних разработчиков. Допускается размещение ПН объёмом до 3U с массой не более 5 кг. Платформа обеспечивает два радиоканала: УКВ двухсторонний канал Земля-Космос-Земля и высокоскоростной канал Космос-Земля. УКВ канал передает цифровую информацию в диапазоне 430-440 МГЦ со скоростью 9600 бит/с. Высокоскоростной канал передачи данных работает со скоростью до 10 Мбит/с.

Средневитковое энергопотребление ПН на низких околоземных орбитах (НОО) не выше 600 км при поддержании солнечной ориентации составляет около 15 Вт. Ёмкость имеющейся аккумуляторной батареи составляет не менее 30 Вт\*ч. Имеется возможность полного обесточивания всех систем путем отключения аккумуляторных и солнечных батарей от шины питания КА. С помощью солнечных батарей КА получает не менее 15 Вт электроэнергии.

 Каждая система подключается к внутренней сети спутника единой информационной шиной CAN для служебных систем и ПН, работающей со скоростью 1 Мбит/с. Матричной-блочная компоновочная схема представляет собой материнскую плату c матрицей из разъемов под установку блоков бортовой аппаратуры, при этом цоколевка этих разъемов идентична, что позволяет устанавливать бортовую аппаратуру в произвольном порядке и иметь доступ ко всем информационным и силовым шинам с каждого устройства при необходимости.

 Возможность двусторонней связи с малыми космическими аппаратами обеспечивается с помощью наземного комплекса «Вьюнок». В состав приемного комплекса входит антенная станция, расположенная на крыше инновационного центра «Сколково», приёмник и рабочая станция, оснащенная специальным ПО Houston CC. Комплекс представляет собой так называемый центр управления полетами КА.

 Наноспутники на базе платформы SXC6 совместимы со стандартными автоматическими транспортно-пусковыми контейнерами космических аппаратов типа CubeSat 6U, производства таких компаний, как «КосмоЛаб», «Isis» и др.