

# **ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ СТУДЕНЧЕСКИХ НАНОСПУТНИКОВ НА БАЗЕ ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Лашук М.Ю., Сериков Н.С.**

**Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана**

Индустриализация — процесс ускоренного социально-экономического перехода от традиционного этапа развития к индустриальному, с преобладанием промышленного производства в экономике. В декабре 2012 года в Послании Президента РК была представлена Стратегия развития Республики Казахстан до 2050 года. Президентом была поставлена задача к 2050 году войти в 30-ку конкурентоспособных стран мира. Для решения данной задачи была разработана Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан. Приоритетными направлениями являются: металлургия, химия, нефтехимия, машиностроение, строительство материалов и пищевая промышленность [1].

Машиностроение, поставляющее новую технику всем отраслям народного хозяйства, определяет технический прогресс страны и оказывает решающее влияние на создание материальной базы общества. Именно развитие машиностроения позволит нашей стране в кратчайшие сроки перейти от продажи ресурсов на внешнем рынке к продаже машин и высоких технологий. В связи с этим развитию отрасли машиностроения придается огромное значение.

Целью государственной политики в области развития науки и технологий на сегодняшний день провозглашен переход к инновационному пути развития страны на основе избранных приоритетов.

Как известно, ракетно-космическая промышленность – одна из наиболее сложных и наукоемких отраслей машиностроения. В ней широко используются межотраслевые поставки, в которых участвуют почти все отрасли народного хозяйства.

Разработка ракетно-космической техники характеризуется высокой наукоемкостью, значительной трудоемкостью, длительными сроками разработки и проведения испытаний. Кроме того, требуется постоянное поддержание функционирования и развития дорогостоящих уникальных стендов, специальных комплексов и сложнейшего оборудования. В настоящее время в мире свыше 100 стран осуществляют космическую деятельность (КД).

В связи с необходимостью развития ракетно-космической промышленности в Республики Казахстан было образовано в соответствии с Указом Президента № 350 от 6 октября 2016 года Министерство оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан (МОАП РК). Министр — Бейбут Атамкулов (с 7 октября 2016 года). Министерство ответственно за реализацию государственной политики в области оборонной, аэрокосмической и электронной промышленности, информационной

безопасности в сфере информатизации и связи (кибербезопасности), мобилизационной подготовки и мобилизации, формирование и развитие государственного материального резерва, участие в проведении единой военно-технической политики и военно-технического сотрудничества, руководство в области формирования, размещения и выполнения оборонного заказа.

Для развития данной отрасли в Республике Казахстан необходимы будут высококлассифицированные специалисты. Одной из проблем развития космической отрасли в Казахстане является слабые практические навыки выпускников, т. е. невысокие практические компетенции выпускников из-за устаревших оторванных от практики образовательных программ, слабая материальная техническая база. Проведя анализ данной ситуации в мировом пространстве, на примере Берлинского технического университета и Самарского государственного аэрокосмического университета им. С. П. Королева, Казну им. Аль-Фараби мы пришли к выводу, что выходом из данной проблемы является проектирование и разработка студенческих наноспутников на базе университета.

На данный момент Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева обладает необходимыми предпосылками для внедрения данной технологии в образовательный процесс подготовки специалистов в области космической отрасли. В рамках ПГИИР-2 была создана «Лаборатория малых космических аппаратов», где студенты могут отработать навыки проектирования и разработки малых космических аппаратов. Лаборатория оснащена уникальным оборудованием, позволяющим использовать его в междисциплинарных областях науки.

«К 2019 году Евразийский национальный университет планирует запустить в космос свой первый спутник, созданный и сконструированный собственными силами. Наша цель - изготовить и запустить в космос свой первый спутник. Важно, что мы его создадим сами, а не купим где-то», - сказал ректор ЕНУ им. Л. Н. Гумилева в ходе ежегодной отчетной встречи перед общественностью 30 сентября 2016 года.

Спутниковые технологии являются важнейшим компонентом при изучении космического пространства и земли, а также для обеспечения многих других задач. В настоящее время жесткая конкуренция на мировом рынке космических товаров и услуг заставляет его участников предоставлять свои возможности в кратчайшие сроки, качественно и по низким ценам без снижения целевой эффективности космических систем. Основным препятствием при продвижении на рынке являются высокая стоимость и продолжительность создания КА, средств выведения, а также высокая стоимость запусков и длительное время их подготовки. Одним из вариантов удешевления запусков, по мнению отечественных и зарубежных специалистов, является радикальное уменьшение массы КА. В настоящее время отмечается значительный рост числа запусков космических аппаратов, масса которых составляет от 1 до 10 кг. Наряду с крупнобюджетными аппаратами, существуют маленькие, так называемые, наноспутники. Достижения последних 10 лет в области микроэлектроники и микроэлектромеханики позволили создавать

малые космические аппараты ни в чем не уступающие большим по целевым характеристикам. Традиционно такие спутники используются для обучения и отработки новых технологий, однако сфера их применения постоянно расширяется [2].

Сегодня наноспутники – это приоритетные разработки не только для образовательных учреждений, но и для всех космических компаний, так как их производство и запуск стоит относительно недорого. Благодаря невысокой стоимости и доступности технических решений, запуск студенческого наноспутника позволяет провести различные научные эксперименты независимо от возможных носителей аппарата [3].

Современные наноспутники отличаются относительно большой функциональностью, несмотря на свой малый размер [4]. Их область применения широка — от попыток дистанционного зондирования Земли до космических наблюдений.

На рисунке 1 изображено количество запусков наноспутников, которые были произведены с 2000 года по 2016 год. На момент 22 января 2016 года всего запущено на орбиту 491 наноспутник, из них 431 был разработан на основе стандарта CubeSat [5]. Таким образом 90% всех наноспутников приходится на CubeSat, что делает его основным стандартом для разработки наноспутников.

**Наноспутники CubeSat** - космические аппараты созданы на базе стандартной спутниковой платформы CubeSat, которые могут иметь вес от 1 до 10 кг [6]. На данный момент в основном применяются три международных стандартных кубических платформ, которые используются для создания наноспутников в мире: CubeSat 1U с размерами 10x10x10 см, CubeSat 2U с размерами 10x10x20 см, CubeSat 3U с размерами 10x10x30 см. Наноспутники CubeSat создаются модульным способом. Это предусмотрено специальными креплениями и уже готовыми некоторыми комплектующими (речь идет о системной плате, и другой электронике, участвующей в обеспечении работы наноспутника).

Из-за модульного способа сборки, наноспутники «CubeSat» могут быть собраны за гораздо меньший промежуток времени по сравнению с другими космическими аппаратами, на которые уходит не один год тяжелых работ.



## Рисунок 1. Число запусков наноспутников

Появление стандарта «CubeSat» связано с необходимостью решения одной из важнейших проблем подготовки специалистов в космической отрасли — проблемы проведения практических занятий. С одной стороны, практические работы по созданию и эксплуатации реальных, пусть даже простейших, спутников могли бы существенно повысить уровень подготовки будущих специалистов. С другой стороны, такие работы требуют значительного времени и попросту не вписываются в учебные планы, а необходимые для этого финансовые средства слишком велики даже для бюджетов крупнейших учебных центров. Поэтому исходные предпосылки предложенные в 1999 году профессором Стэнфордского университета (США) Р.Твиггсом заключались в следующем:

1) Уменьшение времени разработки спутника до 1-2 лет. Достигается за счет стандартизации конструкции.

2) Уменьшение затрат на производство спутника. Это достижимо благодаря широкому использованию, так называемых Commercial Off The Shelf (COTS) компонентов, т.е. обычной электроники вместо специализированных космических электронных компонентов.

3) Активно привлекать студентов, магистрантов на всех этапах работ по проектированию, созданию и использованию спутника. В результате развития этой концепции специалистами из Стэнфордского университета были созданы стандарты на спутники «Cubesat» [3].

В результате развития этой концепции специалистами из Стэнфордского университета и Калифорнийского политехнического института были созданы стандарты на наноспутники «CubeSat» и устройство для их интеграции с ракетой-носителем (РН) P-POD.

Основная цель создания спутников типа «CubeSat» — повышение качества образования в аэрокосмической отрасли. Благодаря появлению стандарта студенты получили возможность в течение одного двух лет участвовать в полном цикле работ над реальным космическим проектом: от выработки концепции, конструирования, изготовления и наземных испытаний до эксплуатации спутника на орбите.



## Рисунок 2. Наноспутники «CubeSat»

Спутники «CubeSat» благодаря своей относительной дешевизне и скорости в разработке являются хорошей платформой для исследования новых подходов в космической технике, позволяющей демонстрировать инновационные технические и технологические решения. Учитывая эти преимущества, в проектах «CubeSat» активное участие принимают коммерческие фирмы, такие как, Boeing и Aerospace Corporation [7].

Проведя анализ современного рынка космических аппаратов, мы убедились в том, что наноспутники это перспективные технологии в космосе. Сегодня большинство крупных высших учебных заведений мира имеют программы по созданию университетских малогабаритных космических аппаратов (КА) – наноспутников. Примером тому могут служить Берлинский технический университет и Самарский государственный аэрокосмический университет им. С. П. Королева. В будущем наш университет планирует разработку своих наноспутников и создание конструкторского – технологического бюро «Аэрокосмическое и специальное машиностроение».

Наноспутники - перспективное направление привлечения молодежи к космической тематике. Учитывая современное развитие электроники, микропроцессоров и других технологий, небольшие студенческие группы при финансировании учебных заведений вполне способны создать малые КА. Участвуя в разработке конструкции, электронной платформы и изготовлении инженерной модели, студенты существенно повышают уровень своей профессиональной подготовки. Основной целью проекта является научно-образовательная составляющая, формирование научной школы по созданию малых космических аппаратов и соответствующей наземной инфраструктуры, подготовка для страны высококвалифицированных специалистов в области космических технологий.

В нашей работе для проектирования наноспутника мы выбрали стандарт «CubeSat». Для разработки и создания наноспутника необходима лабораторно-технологическая база и высококвалифицированные специалисты.

На кафедре работают 5 докторов наук, профессоров, 6 кандидатов наук, доцентов, 5 старших преподавателей и 5 преподавателей. Наша кафедра располагает учебно-научным лабораторным кабинетом, оснащенный оборудованием такого рода как 3D Printer, паяльные станции, осциллографы, электронный микроскоп, микрометры, блокпитания и компьютеры. Также имеется класс компьютерного моделирования, в котором имеются рабочие места с лицензионным программным обеспечением.

Этапы проектирования и создания наноспутника:

- первый этап: доказательство возможности создания Евразийским национальным университетом полноценного спутника;
- второй этап: привлечение специалистов, формирование творческого коллектива, рабочий семинар потенциальных участников, сбор финансовых средств;

- третий этап: разработка и изготовление базовой платформы стандарта «CubeSat»;
- четвертый этап: интеграция систем, полный цикл наземных испытаний, тестирование и сертификация;
- пятый этап: запуск на орбиту, проверка его функционирования и управления спутником.

Подготовить документацию и расчеты для данного проекта мы планируем в течение 2-3 лет, а подготовить компоненты, собрать и осуществить запуск в течение 4 лет.

С помощью программы Parametric Technology Corporation Creo мы собрали проектную сборку наноспутника, присваивая ему условный индекс «EнуSat» - студенческий наноспутник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Он из стандарта CubeSat 3U. Каркас спроектировали в программе PTC Creo, бортовую аппаратуру загрузили из источников и собрали в сборку [8].

Корпус должен обеспечить местом полезную нагрузку и подсистемы. Наиболее важной проблемой при разработке структуры спутника является накладываемые ограничения по массе. В этом случае выбор толщины материала является компромиссом между необходимой стабильностью и возможным сокращением массы [9].

4 грани являются рельсами, по которым спутник скользит в момент отделения от ракеты-носителя. На боковых поверхностях будут находиться солнечные батареи. Там же будут располагаться антенны приемника и передатчика. Один юнит будет служить для бортовой аппаратуры, второй для полезной нагрузки или для научных целей, а третий – для двигательной установки.

К основным элементам бортовой аппаратуры нашего спутника относятся: бортовой компьютер, система энергосбережения, система связи, система управления ориентацией и стабилизацией, система обеспечения теплового режима [10].

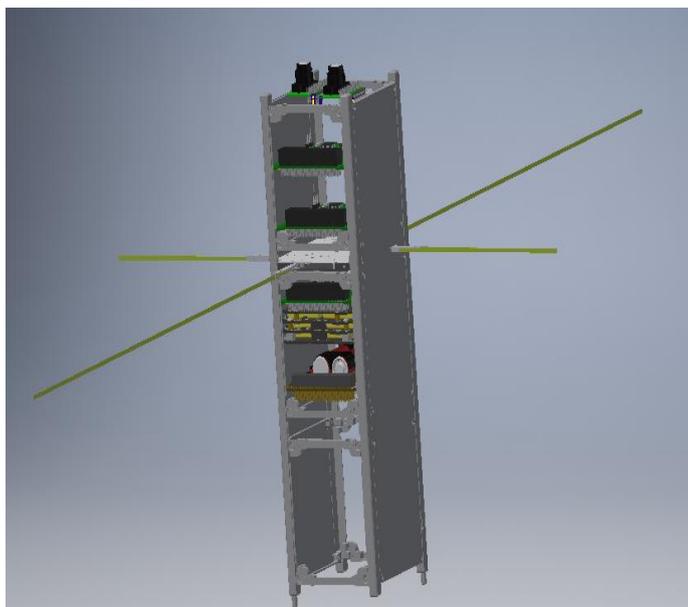


Рисунок 3. Эскизная модель наноспутника

В качестве полезной нагрузки мы предполагаем испытать двигательную установку (ДУ). ДУ для сверхмалых спутников, способная обеспечить изменение параметров их орбиты в широком диапазоне, является новой технической задачей. Такая установка должна быть экономичной, надежной, обеспечивать частые включения и выключения в состоянии невесомости и глубокого вакуума.

Используя двигательную установку в качестве полезной нагрузки, возможно продлить срок работы наноспутника на орбите. Также использование такой аппаратуры значительно расширяет возможности наноспутников. Прежде всего, это касается группировок кубсатов, совместно решающих определённые задачи. Сохраняя заданное расстояние относительно друг друга с помощью маневрирования, наноспутники смогут сканировать огромные площади нашей страны.

В дальнейшем мы планируем с двигательной установкой провести расчеты переходов с одной орбиты на другую, рассчитать массу и надежность наноспутника, провести расчеты числовых данных систем электроснабжения и теплового обеспечения, систем стабилизации и навигации и подготовить экономическую часть.

#### *Список использованных источников*

1. Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2015-2019 г / [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://mid.gov.kz/ru/pages> (дата обращения: 15.10.16).

2. Д. А. Храмов. Миниатюрные спутники стандарта «CubeSat» / Космічна наука і технологія. - 2009. - Т. 15. № 3. - С. 20–31. - ISSN 1561-8889

3. Павлов А.М. Выбор концепции и создание в лабораторных условиях двигательной установки для наноспутника / Молодежный научно-технический вестник №09. - сентябрь 2012. - Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". - Эл №ФС77-51038. - ISSN 2307-0609.

4. Л. А. Макриденко, С. Н. Волков, В. П. Волков, В. П. Ходненко. Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов / Вопросы электромеханики. - Т. 114. - 2010. - стр 15-26.

5. Кашарин А. В., Глебанова И. И Анализ современного состояния рынка наноспутников как подрывной инновации и возможностей его развития в России / «Молодой ученый» №7 (111). - Апрель 2016 г. - стр 855-867.

6. Официальный сайт наноспутников стандарта «CubeSat» / [Электронный ресурс] – Режим доступа. - URL: <http://www.cubesat.org/> (Дата обращения: 5.09.2016).

7. Л. А. Макриденко, К. А. Боярчук. Микроспутники. Тенденции развития. Особенности рынка и социальное значение / Том №102. - Вопросы электромеханики. Приборы и сферы использования космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Итоги и перспективы развития. - Труды НПП ВНИИЭМ. – 2005. - стр 12-27.

8. Сайт бортовой аппаратуры: «clyde-space.com» / [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://www.clyde-space.com/> (Дата обращения: 7.09.2016).

9. Хажгалиева А. А. Проектирование спутника студенческого назначения / [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL:<http://www.aipet.kz/student/diplom/2014> (Дата обращения: 7.09.10)

10. В. Н. Гуцин. Основы устройства космических аппаратов// Учебник для вузов. – М.: Машиностроение. - 2003. – 272 с.: ил.