

УДК 378:004.9

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТА И СРЕДСТВ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ ДЛЯ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ В РАМКАХ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.А. Токарев<sup>1</sup>, И.И. Грабовский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры графики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева", г. Рыбинск, Россия, e-mail: [tokarev@rsatu.ru](mailto:tokarev@rsatu.ru)

<sup>2</sup>студент группы ТФБ-17 факультета авиадвигателестроения, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева", г. Рыбинск, Россия, e-mail: [89097767331@mail.ru](mailto:89097767331@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены комплексные инициативные творческие студенческие разработки, обеспечивающие оптимизацию интенсивного инженерного образования.

*Ключевые слова:* профессиональная подготовка, компьютерная графика, творчество студента, публикации работ.

## DEVELOPMENT OF TRANSPORT MODELS AND RAW MATERIAL PROCESSING MEANS FOR SATELLITE PLANETS IN THE ENGINEERING EDUCATION FRAMEWORK

Vladimir Tokarev<sup>1</sup>, Ivan Grabovsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., associate Professor of the department of graphics, Soloviev Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk, Russia, e-mail: [tokarev@rsatu.ru](mailto:tokarev@rsatu.ru)

<sup>2</sup>student group TFB-17, faculty of aircraft engine building, Soloviev Rybinsk State Aviation Technical University, Rybinsk, Russia, e-mail: [89097767331@mail.ru](mailto:89097767331@mail.ru)

**Abstract.** Considered comprehensive, proactive and creative student designs for optimization of intensive engineering education.

*Keywords:* professional training, computer graphics, creativity of the student, publications of works.

**Введение.** Неотъемлемой частью инженерно-графической подготовки студента является комплексное освоение графических компьютерных программ и информационных технологий, необходимых для настоящей и будущей его деятельности. Понимание методов компьютерной графики, знание алгоритмов, используемых в графических программах, является необходимым условием быстрого интенсивного решения трудоемких задач, которые ставятся перед специалистом по инженерной графике. В частности,

без такого знания невозможна оперативная разработка изделий с большим количеством деталей.

Комплексное применения различных методов и инновационных технологий способствует оптимизации процесса оперативной графической подготовки студентов технических специальностей на первом курсе и выбору учащимися необходимого информационного обеспечения для выполнения последующих графических работ в учебном заведении и в своей производственной деятельности [1 – 3].

**Цель работы.** Ниже приведено описание элементов двух разноплановых инициативных творческих студенческих работ, выполненных автором данной публикации. Первая работа посвящена разработке комплекса лунного базирования по добыче, переработке и доставке ресурсов. Вторая работа в основном направлена на разработку полужесткой конструкции крупногабаритного летательного аппарата – мобильной лаборатории зондирования спутника Сатурна. Обе работы, ввиду специфики процесса обучения, имеют эскизный характер. Только отдельные элементы таких разработок удастся по инициативе студента изготовить в процессе обучения, в частности, с помощью 3D-принтеров. При этом целью данной работы, выполняемой на этапе инженерного образования, является обязательное представление и защита результатов деятельности на разных уровнях: в курсовых проектах, в публикациях, в конкурсах и на конференциях.

**Материал и результаты исследований.** В данной публикации в качестве примеров рассмотрены две выборочные творческие работы, представленные на ежегодные международные конкурсы фирмы АСКОН – производителя САПР.

Первая работа посвящена техническому воплощению идеи создания грузооборота Земля – Луна – Солнечная система, и представляет собой модель комплекса по добыче, переработке и доставке топлива к космическим кораблям (рисунок 1). Комплекс включает в себя роботов разработки реголита, роботов транспортировки, лаборатории переработки и терминала обслуживания. Конструктивные элементы комплекса в виде геометрической модели опубликованы в 2017 году в материалах конкурса АСКОН «Будущие асы цифрового машиностроения» в номинации «3D-проектирование. Студенческие проекты» [4] с присвоением третьего места.

Принцип работы этого комплекса заключается в наличии на Луне уникального изотопа гелия (гелия три), который можно использовать не только для управляемого термоядерного синтеза, но и для получения в процессе его десорбции ряда необходимых побочных продуктов. Наличие этих хими-

ческих элементов и соединений позволяет синтезировать топливо для космических кораблей, автоматических межпланетных станций и зондов, что позволит обеспечить топливно-энергетическую независимость лунных баз.

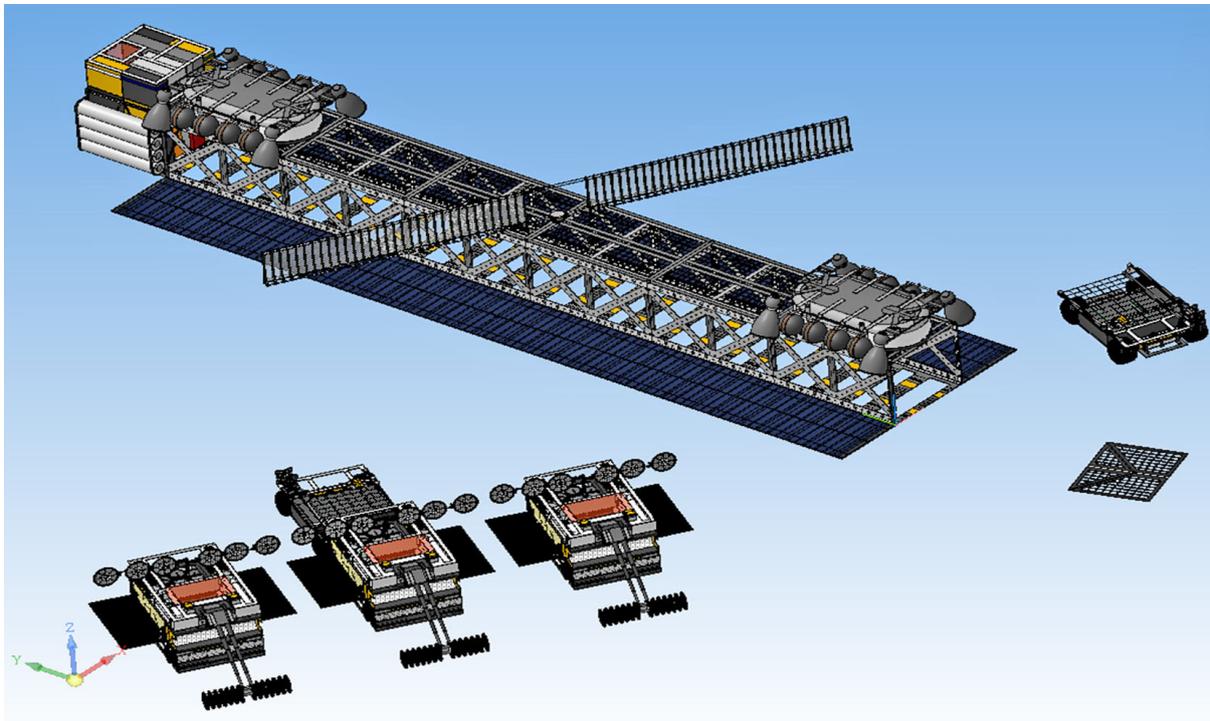


Рисунок 1 – Геометрическая модель комплекса по добыче, переработке и доставке топлива к космическим кораблям

Терминал выполняет роль спускаемого аппарата, лаборатории по переработке сырья, родительского корабля и диспетчерской башни. Терминал несёт в себе роботов-разработчиков грунта и роботов доставки в лабораторию на своём борту. Он обладает системой мягкой посадки, а также солнечными батареями для нормального функционирования всех электронно-вычислительных и телеметрических систем. Имеет радиоантенну для контроля зоны посадки и мониторинга орбитальной группировки Луны. В этом заключается его работа как диспетчера космических перелётов.

Разработчики грунта, находящиеся на борту терминала, выезжают на выработку гелия три из лунного реголита. После развёртки робот-разработчик начинает непосредственную добычу и переработку реголита. Учитывая состав реголита (в основном металлы, оксиды металлов, а также кремний) можно использовать его магнитные свойства для забора и добычи. После разрыхления мотовилом, порода попадает под каток забора реголита.

Каток работает по принципу создания магнитного поля, которым он и притягивает металлические магнитомягкие породы (что позволяет сократить механический износ и ограничиться только мотovilом). Каток находится на валу и связан с несущим валом радиально-упорным шарикоподшипником. На самом валу, в глубине катка, неподвижно находится система из катушек, генерирующих магнитное поле в радиальном направлении от 0 до 270 градусов. Эта система периодически включается и отключается в направлении от 270 градусов до 0 по часовой стрелке, что позволяет забирать грунт, постепенно проводя его через магнитно-активные участки катка (рисунок 2). В своих внутренних заводах разработчики грунта охлаждают гелий три практически до температуры космоса, и собирают побочные продукты десорбции в газовые баллоны.

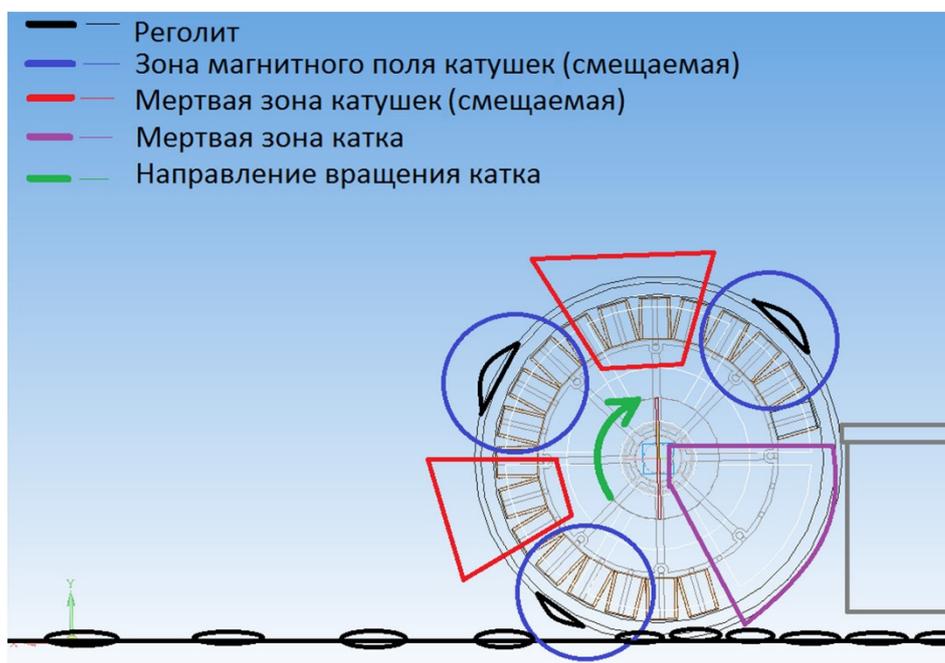


Рисунок 2 – Схема забора грунта роботом-разработчиком

Роботы-доставщики забирают баллоны с газом и отвозят их в лабораторию терминала. Часть побочных продуктов, не востребованная лабораторией, уходит в шахты захоронения. Переработанное лабораторией сырьё превращается в топливо и доставляется в места посадки космических аппаратов. В качестве горючего применяется получаемый гидразин, в качестве окислителя – тетраоксид диазота. Данное топливо образуется путём химических реакций, которые осуществляются в лаборатории комплекса с помощью перегонки жидкостей из сосуда в сосуд под воздействием облучения, электризации и охлаждения.

Преимуществами данной системы являются:

- отсутствие места посадки и наличие района посадки. Это означает, что нет необходимости в высокоточной посадке космических кораблей и аппаратов;
- наличие мобильных роботов разработки и доставки позволяет вести добычу полезных ископаемых в любом месте на лунной поверхности;
- возможность обеспечения технической и энергетической поддержки космических кораблей вне зависимости от их расположения на Луне.

В 2016 году ежегодный международный конкурс АСКОН носил название «Будущие АСы КОМПьютерного 3D-моделирования». На рисунке 3 представлены несколько изображений конкурсной работы автора данной публикации [5]. Работа «Мобильная лаборатория зондирования Титана - «Линза» заняла первое место в «Тяжелой» весовой категории — свыше 1000 деталей. Расчет и разработка модели была выполнена в 2016 году во время обучения автора в техникуме.

Данный проект является эскизом идеи колонизации спутника Сатурна Титана. Причина его колонизации - в наличии на нем огромного количества углеводородов. Цель этого проекта - возобновить интерес к исследованию Титана при помощи мобильных летательных аппаратов – дирижаблей.

Известно, что крылья для полёта в атмосфере Титана непригодны. Поэтому в данной работе было решено, что для полётов подходит средство воздухоплавания - дирижабль или монгольфьер. Выбрана идея дирижабля, так как с помощью оболочки, наполненной газом, получается практически даровая подъемная сила. А в случае с монгольфьером требуется постоянная трата энергии на подогревание оболочки. Однако, дирижабль - крупногабаритный летательный аппарат, поэтому, чтобы сделать его мобильным, выбрана конструкцию полужесткой системы (рисунок 3).

В выборе конструкции учтены погодные условиями на Титане – минус 180 градусов по Цельсию. Значит газ, необходимый для наполнения оболочки, должен иметь температуру замерзания ниже температуры атмосферы на Титане. Этот факт сужает круг поисков подходящего газа. Атмосфера Титана почти полностью состоит из азота, а значит возможно выбрать водород, поскольку он самый простой газ и невзрывоопасен в соединении с азотом. Кроме того, он обладает самой большой подъемной силой. Как выше было сказано, конструкция мобильна, поэтому каркас разработан развёртывающимся как зонт. Это нужно для экономии места. Развёртка происходит путём подъема двух шайб по резьбовому цилиндру под приборный

отсек. Этот подъем достигается работой двух двигателей. После подъема шайб, они фиксируются и встают в натяг, раскрывая натяжные рёбра.

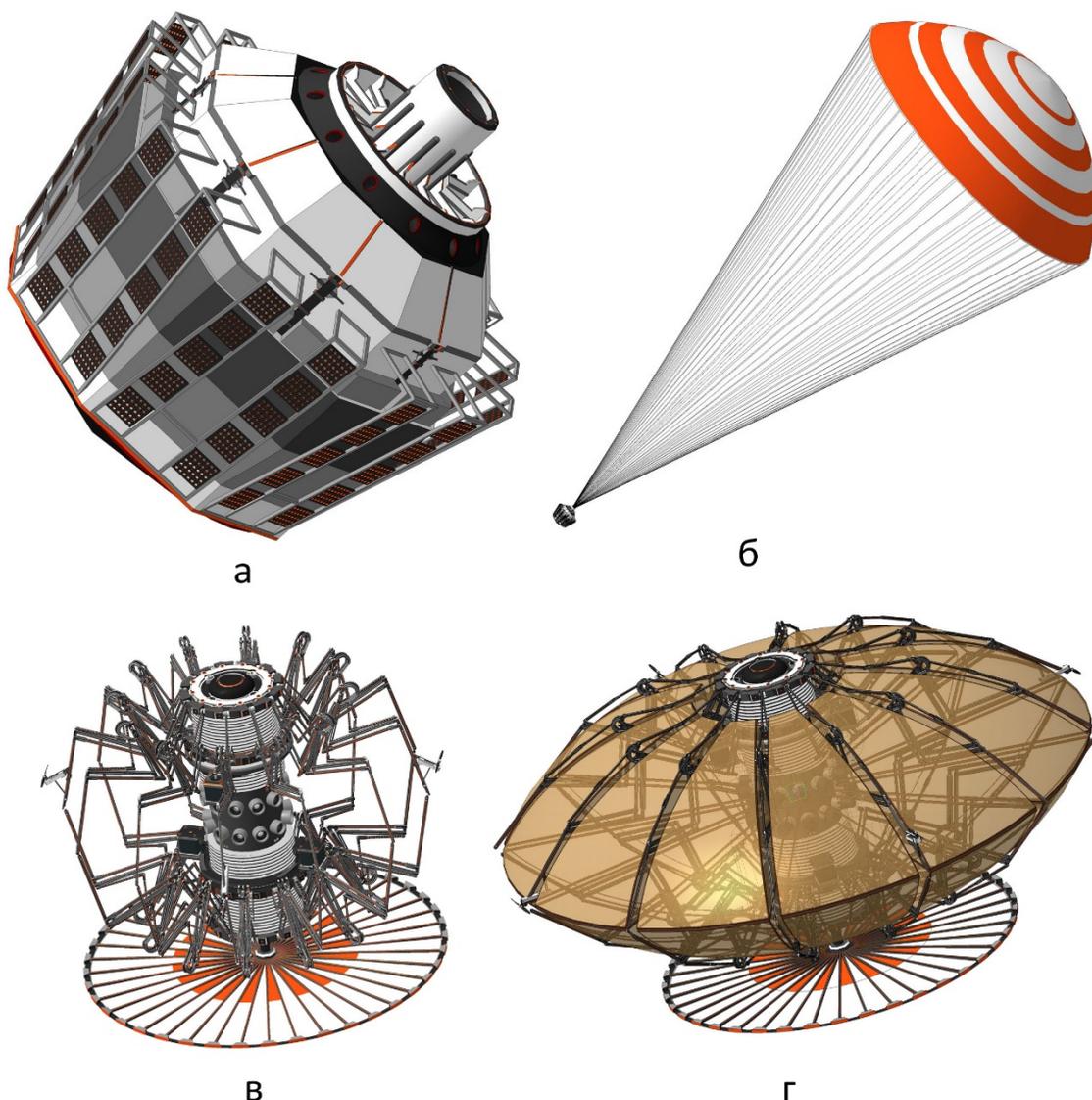


Рисунок 3 – Изображения конкурсной работы «Мобильная лаборатория зондирования Титана - «Линза»:

а – спускаемый аппарат, б – спуск аппарата на парашюте, в – спускаемый аппарат после отделения воздушного тормоза и заслонок, г – летательный аппарат-дирижабль в развернутом состоянии

Для создания дифферента дирижабль имеет четыре винта, расположенные крестообразно и выполняющие попарно функции дифферента по вертикали и по горизонтали соответственно. В проекте произведены расчеты размеров дирижабля, винтов, а также состава и объема продуктов химической реакции получения водорода для оболочки.

Предполагается доставка дирижабля на Титан в свёрнутом состоянии. Он стыкуется со станцией, которая наполняет его газом. Сама станция зафиксирована в тепловом щите. К щиту подсоединены заслонки с воздушным тормозом, которые держатся за счёт креплений кормового обтекателя и защищают дирижабль от температурных и механических деформаций. При входе в атмосферу и раскрытии парашюта, расположенного в кормовом обтекателе, выгорают пиропатроны, которые удерживают заслонки и тепловой щит вместе. После этого, кормовой обтекатель вместе с парашютом улетает в направлении, противоположном движению капсулы. Ничем не удерживаемые заслонки под воздействием воздушного тормоза следуют за кормовым обтекателем в рассыпную. Тепловой щит некоторое время удерживается набегающими потоками ветра, но из-за большего сопротивления открытого дирижабля уходит вперёд него, освобождая таким образом станцию.

После этого станция вместе с дирижаблем падают в метан-этановое озеро (место падения) и происходит развёртка дирижабля вместе с генерацией водорода из узла станции. Метан служит топливом для генерации водорода в станции.

**Вывод.** Проведение студентом разнообразных прикладных исследовательских работ, соответствующих его интересам в настоящее время и в будущей инженерной деятельности, по мнению авторов, повышает эффективность обучения, уточняет направление деятельности, обеспечивает поиск потенциального заказчика. При сокращении объема аудиторных занятий инициативная внеаудиторная работа студента с представлением ее результатов на различных форумах целесообразна и необходима.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Токарев В. А. Творческое выполнение студентами комплексных конкурсных графических работ // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. Материалы VII Международной Интернет-конференции (Пермь, февраль – март 2017 г.). Выпуск 4. – С. 363 – 370.

2. Токарев В. А. Оптимизация форм самостоятельного образования по компьютерной графике в техническом вузе // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции 20 апреля 2016 года Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. Т.Н. Базенков. – Брест: БрГТУ, 2016. – С. 160-162.

3. Токарев В. А., Грабовский И. И. Разработка изделий с большим количеством деталей в конкурсах по компьютерному геометрическому моделированию // Наука. Образование. Общество. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьева, 2017. – Т. 2 – С. 209 – 213.

4. Призер 2017 года раздел «Студенческие работы» / [Электронный ресурс] Дата обновления: 1.01.2018. URL: [https://edu.ascon.ru/main/competition/gallery/items/?bm\\_id=65113](https://edu.ascon.ru/main/competition/gallery/items/?bm_id=65113) (дата обращения: 1.01.2018).

5. Призер 2016 года раздел «Тяжелая весовая категория» / [Электронный ресурс] Дата обновления: 1.01.2018. URL: [https://edu.ascon.ru/gallery/items/?bm\\_id=64133](https://edu.ascon.ru/gallery/items/?bm_id=64133) (дата обращения: 1.01.2018).

УДК 629.11

### ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СТУДЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ»

О.Г. Ходос<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ассистент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: [auto.nmu@gmail.com](mailto:auto.nmu@gmail.com)

**Аннотация.** Рассматривается перспектива применения программы «КОМПАС» при выполнении трехмерных моделей авторемонтных предприятий с учетом требований системы проектной документации для строительства (СПДБ).

*Ключевые слова:* компьютерное проектирование, системы проектной документации для строительства.

### 3D MODELLING AT PLANNING OF CAR REPAIR SERVICE ENTERPRISES BY STUDENTS OF THE TRAINING DIRECTION “AUTOMOBILE TRANSPORT”

Olga Khodos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>assistant of Department of Automobiles and Automobile Economy, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: [auto.nmu@gmail.com](mailto:auto.nmu@gmail.com)

**Abstract.** The prospect of application of the program “COMPASS” at implementation of three-dimensional models of car repair service enterprises taking into account the requirements of the system of project document for building is examined (SPDB).

*Keywords:* computer design, systems of project document for building.

**Введение.** Обязательным этапом строительства любого сооружения и здания является проектирование. Это основополагающий комплекс работ по разработке единой системы, в которую входят инженерные, технологические, конструктивные, архитектурные и дизайнерские решения. Проектирование здания – важный этап проекта, от качества, выполнения которого зависит комфортность работы, надежность строения, безопасность и привлекательный внешний вид.