



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ  
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА  
GUMILYOV EURASIAN  
NATIONAL UNIVERSITY



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ

Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2015»  
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ



СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
X Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS  
of the X International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2015»

**УДК 001:37.0**  
**ББК72+74.04**  
**Ғ 96**

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0  
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2015

2. Иванов В.В., Купреев С.А., Либерзон М.Р. Режимы управляемого движения космических тросовых системы на эллиптических орбитах. // Тезисы докладов Шестого Международного Аэрокосмического Конгресса IAC'09. М., 2009, с. 263-264.

3. Иванов В.В., Купреев С.А., Либерзон М.Р. Испытание летательных аппаратов с использованием тросовых системы. // «Известия» Российской академии ракетных и артиллерийских наук. Вып. 4 (41), с. 26-30.

УДК 62-97/-98.

## **ГРАФЕН В КОНСТРУИРОВАНИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

**Кашабаев Арман**

**Зекен Абылайхан**

[a.kashabai@gmail.com](mailto:a.kashabai@gmail.com)

Студенты кафедры «Космическая техника и технологии»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – А. Е. Ашуров

### **Введение**

За четверть века со дня запуска первого искусственного спутника Земли космонавтика прошла огромный путь и продолжает бурно развиваться. После первых беспилотных и пилотируемых полетов, которые апробировали возможности космических аппаратов (КА) и их бортовых служебных систем, началось планомерное освоение околоземного космического пространства, а затем и исследование Луны и ряда планет Солнечной системы.

На повестке дня стоит создание долгоживущих модульных орбитальных станций, на которых должен проводиться обширный комплекс медико-биологических и других научных экспериментов, вывод на околоземную орбиту больших радиотелескопов и оптических телескопов, организация космической технологии с производством сырья для фармацевтической промышленности, полупроводниковых материалов, специальных сплавов, создание и монтаж в космосе крупногабаритных конструкций, организация непосредственного телевизионного вещания, буксировка больших грузов с одной орбиты на другую с помощью электрореактивных двигателей и т.д. В дальнейшем предусматривается создание больших орбитальных солнечных электростанций, передающих электроэнергию на Землю для питания наземных потребителей [1].

Во всех выше перечисленных случаях для питания бортовых служебных систем КА (управление движением КА, радиосвязь, обеспечение жизнедеятельности, терморегулирование, телеметрия и т. д.) необходима электроэнергия, которую вырабатывает космическая энергоустановка (КЭУ), сама являющаяся одной из бортовых служебных систем КА. Также КЭУ во многом определяет геометрию космических аппаратов, конструкцию, массу, срок активного существования. Отсутствие энергоснабжения ведет к отказу всего аппарата.

Важно отметить, что по мере освоения новых задач и их реализации требуемых в рамках различных проектов для КА увеличивается требуемая мощность энергетической установки, что влечет за собой увеличение массо-габаритных характеристик используемых классов КЭУ, а следовательно и увеличение общей массы КА. Также предъявляемые требования к КЭУ, обусловленные особенностью условий космического пространства, в корне отличающихся от земных условий, влияют на выбор класса используемых КЭУ и их характеристик, наиболее значимые из которых являются надежность, срок службы, особенности изготовления, массо-габаритные и т.д. Для постоянного и более успешного функционирования КА в космическом пространстве актуально будет использовать более

мощные энергоустановки на основе новых материалов [1].

Одним из главных нарушителей спокойствия научного сообщества за последнее время стал графен – слой атомов углерода толщиной всего в один атом. Повышенный интерес к этому материалу, который можно получить из графита, кроется в его уникальных свойствах. За изучение графена Андрей Гейм и Константин Новосёлов в 2010 году были удостоены Нобелевской премии по физике [2].

В настоящее время в большинстве случаев в качестве энергоустановок на КА используются солнечные батареи на основе кремния, КПД таких батарей не больше 30%. Наиболее выгодно использовать графен в качестве материала для солнечных батарей из-за его необычных свойств, влияющих на количество получаемой энергии.

### Графен и его свойства

Графен представляет собой однослойную двумерную углеродную структуру, состоящую из правильных шестиугольников со стороной 0,142 нм и атомами углерода в вершинах (рис. 1). Эта структура является составляющей кристаллического графита, в котором такие графеновые слои располагаются на расстоянии 3,4 нм друг от друга [3].

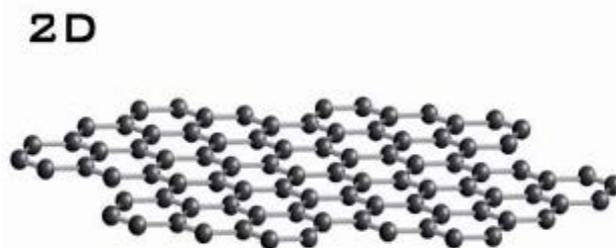


Рисунок 1. Структура графена

В 2004 году ученые Новоселов К.С. и Гейм А.К. получили первые образцы графена весьма остроумным способом, отделив одиночный слой графита с помощью скотча.

Малый размер атома углерода и высокая прочность химических связей между атомами углерода придает графену целый ряд очень важных уникальных свойств:

- химическая стабильность;
- высочайшая подвижность носителей заряда;
- высокая тепло и электропроводность;
- исключительная прочность и упругость (гибкость);
- непроницаемость;
- почти полная прозрачность.

Носители заряда в графене практически не имеют массы и движутся с огромной скоростью (почти со скоростью света), объясняя его уникальные свойства.

Электроны взаимодействуют друг с другом и ведут себя как в сверхпроводниках или магнитах. Как у металлов, у графена есть зона электропроводности, в которой перемещаются электроны, но в отличие от полупроводников, у графена нет запрещенной энергетической зоны, поэтому поток носителей не прекращается [4].

Исследователи из Федеральной политехнической школы Лозанны впервые смогли зафиксировать тот факт, что графен преобразует один фотон в несколько электронов. Это открытие может серьезно улучшить производительность солнечных батарей. Почему так важно количество электронов, приходящееся на один фотон? В обычных кремниевых солнечных батареях падающий свет преобразуется в электричество. Происходит это за счет того, что фотоны света, попадая в кремниевую пластину, способны выбивать из атомов кремния свободные электроны, которые потом преобразуются в электрический ток. Однако на этот процесс наложен ряд ограничений. Во-первых, падающие фотоны должны обладать достаточной энергией, чтобы оторвать от атомов электроны. Если энергии будет слишком

мало, то электрон так и останется связанный с атомом. С другой стороны, плохо, если фотоны будут обладать слишком большой энергией. Тогда весь излишек, оставшийся после отрыва электрона от атома, будет превращаться в тепло – солнечная батарея просто нагреется. И еще одно правило – один фотон может выбить не больше одного электрона. Все это делает КПД солнечных батарей весьма низким – не больше 30%, то есть в лучшем случае батарея может преобразовать в электричество только треть солнечной энергии. На экваторе, где солнце светит круглый год, такое можно себе позволить, но в средней полосе, где из двенадцати месяцев от силы лишь пара солнечных, ни о какой эффективности солнечной энергетики говорить не приходится.

Для того, чтобы усилить обнаруженный эффект, исследователи ввели в двумерную структуру графена примесные атомы – такой процесс называется допированием. Как оказалось, допирование существенно изменяет свойства графена, и можно подобрать такой состав и количество примесей, чтобы число сгенерированных электронов был максимальным. Если открытый эффект получится довести до практического применения, то станет возможным производство крайне эффективных солнечных батарей на основе графена.

Кроме того, группа британских физиков из Манчестерского университета под руководством Новоселова превратила графен в "ловушку" для света, разместив на его поверхности небольшие "ленты" из золота и титана шириной в несколько нанометров, что повысило непрозрачность графена примерно в 20 раз.

Эффективность поглощения света зависела от формы и расположения металлических пластинок. Как отмечают исследователи, лучше всего себя проявили структуры, напоминающие очертаниями "расческу", зубцы которой расположены примерно в 100 нанометрах друг от друга, а их длина составляла 300 нанометров. Такая "расческа" делала графеновую пленку практически непрозрачной для видимого света: поглощалось более 60% излучения.

Проводимость этого материала оказалась примерно в 3,5 раза выше, чем у кремния – основы современных солнечных батарей и оптических устройств передачи информации [5].

По оценкам ученых, их ловушка лучше всего поглощает свет с длиной волны, приближающейся к 514 нанометрам – пику солнечного излучения. Физики полагают, что такие "расчески" можно использовать не только для "обычного" производства электроэнергии, но и для создания экономичных и высокопроизводительных преобразователей света в электричество для систем оптической связи.

#### **Анализ возможности применения графена в конструировании КА**

По сравнению с кремниевыми солнечными батареями графеновые отличаются высокой гибкостью, прочностью и электропроводимостью, что также увеличивает их эффективность в использовании в конструкции космического аппарата.

Ухудшение характеристик ФЭП под действием радиационного облучения является главным препятствием к использованию солнечных батарей (СБ) на КА с длительным сроком активного существования (таблица 1) [6].

В зависимости от изменения температуры меняется и КПД солнечной батареи. Изменения температуры связаны с отражением солнечного излучения от облачного покрова Земли. Вольтамперные характеристики СБ изменяются в зависимости от температуры. В силу неопределенности некоторых коэффициентов принимаются некоторые линейные зависимости КПД от температуры (таблица 2) [6].

Таблица 3 показывает динамику развития солнечных батарей [6].

Таблица 1

Зависимость параметров солнечных батарей от времени работы в космическом пространстве

| Тип ФЭП                     | Н = 770 км, наклонение = 98°, 15 лет  |                        |                                      | ГСО, наклонение = 0°, 15 лет |                                      |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Параметр ФЭП                | Начальная мощность, Вт/м <sup>2</sup> | Коэффициент деградации | Конечная мощность, Вт/м <sup>2</sup> | Коэффициент деградации       | Конечная мощность, Вт/м <sup>2</sup> |
| Si:                         |                                       |                        |                                      |                              |                                      |
| - монокристалл              | 223                                   | 0,96                   | 214,1                                | 0,82                         | 182,9                                |
| - сверхтонкий               | 239                                   | 0,97                   | 231,8                                | 0,82                         | 196,0                                |
| ArGa:                       |                                       |                        |                                      |                              |                                      |
| - кристалл                  | 215                                   | 0,96                   | 206,4                                | 0,83                         | 178,4                                |
| - толщина 200 мк            | 159                                   | 0,85                   | 135,6                                | 0,69                         | 110,1                                |
| - сверхтонкие 5мк           | 160                                   | 0,90                   | 144,0                                | 0,76                         | 121,6                                |
| С (графен):                 |                                       |                        |                                      |                              |                                      |
| - толщина в 1 атом углерода | 2316                                  | 0,98                   | 2269,6                               | 0,92                         | 2130,7                               |

Таблица 2

Принятые линейные зависимости для ФЭП

| Т <sub>сб</sub> , °С | КПД, %       |    |            |
|----------------------|--------------|----|------------|
|                      | Фотоэлементы |    |            |
|                      | ArGa         | Si | С (графен) |
| 20                   | 10           | 10 | 15,6       |
| 144                  | 7,3          | 2  | 11,4       |
| 180                  | 5            | 0  | 8,6        |

Таблица 3

Характеристика ФЭП в стадии развития

| Тип ФЭП  | ArGa    |         | Si        |         | С (графен) |
|--|---------|---------|-----------|---------|------------|
|  | 1996    | 2010    | 1996      | 2010    | 2012       |
| Развитие ФЭП, годы                                 | 1996    | 2010    | 1996      | 2010    | 2012       |
| КПД, %   | 6,2-8,0 | 12,5    | 9,8-13,0  | 16,5    | до 30      |
| Удельная поверхностная мощность, Вт/м <sup>2</sup> | 55-100  | 145     | 85-145    | 190     | свыше 1500 |
| Относительная масса, кг/м <sup>2</sup>             | 0,8-1,0 | 0,3-0,5 | 1,0-1,5   | 0,3-0,5 | 0,01-0,05  |
| Удельная массовая мощность, Вт/кг                  | 55-125  | 240-480 | 55-145    | 370-630 | свыше 3500 |
| Подвижность электронов, см <sup>2</sup> /В·с       | 8500    |         | 1200-1450 |         | 200000     |

Исходя из данных представленных в этих таблицах солнечные батареи сделанные на основе графены будут куда более эффективны в отличии от арсенида галлия и кремниевых солнечных батарей. Самым важным же параметром, который возводит графен так высоко над своими конкурентами, является подвижность электронов в графене. Именно из-за этого параметра автоматически возвышаются и другие параметры как мощность, КПД, удельная поверхностная мощность, удельная массовая мощность.

**Список использованных источников**

1. Худяков С. А. Космические энергоустановки. – М.: Знание, 1984. – 64 с, ил. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Космонавтика, астрономия»; № 7). 11 к.

2. Geim A. K., Novoselov K. S. Восход графена (англ.) = The rise of graphene // Nature Materials. — 2007. — Т. 6.
  3. Гейм А. К. Случайные блуждания: непредсказуемый путь к графену // УФН. — 2011. — Т. 181.
  4. Castro Neto A. H., Guinea F., Peres N. M. R., Novoselov K. S., Geim A. K. Электронные свойства графена (англ.) = The electronic properties of graphene // Rev. Mod. Phys. — 2009. — Т. 81.
  5. Новосёлов К. С. Графен: материалы Флатландии // УФН. — 2011. — Т. 181.
- Гущин В. Н. Системы энергоснабжения // Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов. — М.: Машиностроение, 2003. — С. 217—241.

УДК 623.451.8

## ПЛАНЕТОХОД ДЛЯ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА

**Куат Каби Мухтарулы, Мустафинов Есен Куатулы**  
[kuatkabi@gmail.com](mailto:kuatkabi@gmail.com)

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан  
Научный руководитель – Ибилдаев Б.К.

Большие и малые дороги опоясали нашу Землю, но осталось еще множество неизведанных и труднодоступных мест, таящих несметные природные богатства. И сегодня исследуются самые отдаленные и глухие районы: геологи ищут нефть и газ в пустыне, каменный уголь в заснеженной тундре; рабочие строят газопроводы и железные дороги, преодолевая горы и пески, болота и реки. Все эти люди нуждаются в таких вездеходных машинах, которые смогли бы легко и быстро преодолевать любые препятствия на своем пути и перевозить тяжелые грузы. Прибавьте к этому суровые климатические условия, при которых используются вездеходы: морозы до — 60° или зной пустыни, повышенную влажность, разъедающую металл.

Существующие вездеходы способны в основном работать лишь в определенных условиях, и только некоторые опытные машины могут использоваться почти на любой местности.

Данная работа предусматривает создание квинтэссенции типа движителей всех существующих планетоходов. Планетоход данного типа должен будет обладать максимально легким весом, упрощенной конструкцией и вмещать все возможные типы датчиков и сенсоров.

Планетоход — это тот же самый вездеход, который в наше время люди используют в промышленности.

Вездеход — это наземное транспортное средство высокой проходимости для передвижения в условиях отсутствия дорог. Далее в статье, подробно будет рассказано о конструкции и сфере применения этого проекта.

Самой главной частью вездехода является микроконтроллер, в этом проекте он был использован, как главный командер позволяющий управлять всеми сервоприводами через одну программу.

Для данного вездехода использован программируемый микроконтроллер из серии Arduino - Arduino Mega 2560 (Рисунок 1).

Arduino Mega построена на микроконтроллере ATmega2560 ([техническое описание](#)). Плата имеет 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки.