

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>  
Выпуск 6 (25) 2014 ноябрь – декабрь <http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-6-14>  
URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/199TVN614.pdf>  
DOI: 10.15862/199TVN614 (<http://dx.doi.org/10.15862/199TVN614>)

УДК 62

**Кирсанов Константин Александрович**  
ФГБГОУ ВПО «Государственный университет управления»  
Россия, Москва<sup>1</sup>  
Эксперт  
Доктор экономических наук  
Профессор  
E-mail: [allprof@mail.ru](mailto:allprof@mail.ru)

**Мочалов Владимир Алексеевич**  
ФГБУ «Информационно-методический центр анализа»  
Россия, Москва<sup>2</sup>  
Экономист  
E-mail: [dodzy\\_blizard@mail.ru](mailto:dodzy_blizard@mail.ru)

**Саркенова Алия Сисеновна**  
Западно –Казахстанский Инженерно – Гуманитарный Университет  
«Институт Инновационных и Телекоммуникационных Систем»  
Республика Казахстан, Уральск  
Заведующая кафедрой «Технических дисциплин»  
Магистр технических наук  
E-mail: [aliya21@bk.ru](mailto:aliya21@bk.ru)

## **Биотехногенные системы - фундаментальная тенденция глобальной инновационной политики**

---

<sup>1</sup> 109542, г. Москва, Рязанский проспект, дом 99

<sup>2</sup> 115162, г. Москва, ул. Шаболовка, д. 33.

**Аннотация.** Обосновано, что из всего многообразия наиболее существенными на сегодняшний день проблем в деле освоения космоса являются вопросы технического характера. Показано - советские ученые вели разработки портативных ядерных реакторов параллельно американским. Предложена номенклатура задач для космических аппаратов с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ). Систематизированы ситуации аварийного характера. Показано – в настоящее время остро обозначилась проблема поиска принципиально новых подходов к развитию космических аппаратов в целом и двигателей в частности. Такой подход, по мнению авторов, связан с созданием биотехногенных систем. Термин в таком ракурсе предлагается впервые. Главным рабочим элементом биотехногенной системы является сеть, связанных между собой 3D-принтеров. Описаны различные технологии, например, лазерная стереолитография.

**Ключевые слова:** инновационные проекты; космос; научно-техническое освоение космоса; вземное размещение отходов; вземные поселения; роботизированные системы; биотехногенные системы; тепловые нейтроны; космическая ядерная энергетическая установка; энергетические затраты; термоэмиссионный преобразователь; происшествия и катастрофы; 3D-принтеры; лазерная стереолитография.

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Кирсанов К.А., Мочалов В.А., Саркенова А.С. Биотехногенные системы – фундаментальная тенденция глобальной инновационной политики // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6  
<http://naukovedenie.ru/PDF/199TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI:  
10.15862/199TVN614

Современный мир находится в состоянии непрерывного поиска перспективных инновационных проектов, которые могли бы стать основанием нового поколения для развития человеческой цивилизации. Естественно, что, прежде всего, Человечество после выхода в космос будет основную массу инноваций связывать с этой глобальной тенденцией развития. Космос – надежда Человечества. Из всего многообразия наиболее существенными на сегодняшний день являются проблемы технического характера. [Кирсанов К.А., Богомолов О.А., 2012].

Литературный анализ показывает, что на сегодняшний день обозначились следующие наиболее ярко выраженные тенденции технического характера, связанные с освоением Космоса:

1. Освоение космоса на базе новейших научных разработок связанных в частности с использованием достижений в области машиностроения (основы любых технических достижений), металлургии, ядерной энергетики, в том числе и двигателестроения. [Андреев П.В., Васильковский В.А., 2007].

Данную тенденцию будем называть "научно-техническое освоение космоса" или "НаучТехОК";

2. Использование космического пространства для размещения наиболее вредных отходов земного происхождения, в том числе радиоактивных, что предотвращает заражение земной поверхности, в том числе атмосферы. [Буренок В.М. 2014].

Данную тенденцию будем называть "внеземное размещение отходов" или "ВнзРО";

3. Использование различных космических объектов, в том числе комет, астероидов и т. д., для создания внеземных поселений, в том числе удалённых на большие расстояния от Земли. [Запорожец С.А., Яковлев О.В., 2008] Данную тенденцию будем называть "внеземные поселения" или "ВнзПсл";

4. Внедрение достижений робототехники для выполнения операций не доступных для человека, по причине его биологической ограниченности. Данную тенденцию будем называть "роботизированные системы" или "РбтС";

5. Создание биотехногенных систем, позволяющих техническому объекту изменять свою структуру и свойства в условиях трансформации окружающей среды, в том числе при авариях и катастрофах. Будем называть данную тенденцию "биотехногенные системы" или "БтгС".

Из всех обозначенных тенденций наиболее актуальной и наименее изученной является БтгС. Одновременно необходимо отметить, что именно эта тенденция является связующей и системообразующей для всех технических и техногенных систем.

Рассмотрит данное положение на проблематике эксплуатации космических аппаратов с ядерными энергетическими источниками на борту.

История использования ядерных реакторов на космических аппаратах берет свое начало в 1965 году. Первым ядерным реактором примененном на КА считается американский SNAP-10A (SNAP - «система вспомогательной ядерной энергии») на борту аппарата Snapshot: масса 440 кг.[8].

Предполагалось провести эксперимент в течение 90 суток. Реактор был разработан компанией Boeing по заказу ВВС и Комиссии по атомной энергии США. Реактор на тепловых нейтронах использовал уран-235 в качестве топлива. Тепловая мощность реактора составляла около 40 кВт. Электрическая мощность, обеспечиваемая термоэлектрическим преобразователем, составляла от 500 до 650 Вт.

Реактор SNAP успешно проработал 43 дня — до 16 мая 1965 года. В этот день был впервые включен экспериментальный ионный двигатель, также установленный на борту. Его работа сопровождалась многочисленными высоковольтными пробоями, электромагнитный импульс от которых нарушил работу бортовой аппаратуры. Кроме этого, по ложной команде были сброшены детали конструкции отражателя реактора, что привело к его необратимому глушению.

Советские ученые вели разработки портативных ядерных реакторов (главной целью которых было использование на космических аппаратах) параллельно американским, и первый отечественный термоэлектрический реактор-преобразователь «Ромашка» был впервые запущен в Институте атомной энергии («Курчатовский институт») 14 августа 1964 года. [9]. Реактор на быстрых нейтронах имел тепловую мощность 40 кВт и использовал в качестве топлива карбид урана. Термоэлектрический преобразователь на кремний-германиевых полупроводниковых элементах выдавал мощность до 800 Вт.

Сергей Павлович Королёв (главный конструктор космической техники в СССР) намеревался использовать «Ромашку» на космических аппаратах в сочетании с импульсными плазменными двигателями. Испытания «Ромашки» закончились в середине 1966 года уже после смерти С.П. Королёва, но реактор так и не был использован в космосе.

Следующей разработкой отечественных ученых стала ядерная энергетическая установка БЭС-5 «Бук», она была использована на спутнике радиолокационной разведки УС-А. Первый аппарат этой серии был запущен 3 октября 1970 года с Байконура («Космос-367»). Сам «Бук» разрабатывался с 1960 г. в научно-производственном объединении «Красная Звезда».

Электрическая мощность установки составляла 3 кВт при тепловой в 100 кВт, максимальный ресурс работы БЭС-5 — 124 (по другим данным 135) суток.

Следующей советской космической ядерной энергетической установкой стала ТЭУ-5 «Тополь» («Топаз-1»), впервые выведенная на орбиту 2 февраля 1987 г. в составе экспериментального КА «Плазма-А» («Космос-1818»). Работа над «Топазом» велась с 1960-х годов. Наземные испытания были начаты в 1970 г. [<http://www.atomic-energy.ru/articles/2010/11/09/15892>].

Топливом в реакторе служил диоксид урана с 90 % обогащением, теплоносителем калий-натриевый расплав. Реактор имел тепловую мощность 150 кВт, причём количество  $^{235}\text{U}$  в реакторе было снижено до 11,5 кг по сравнению с 30 кг в БЭС-5 «Бук».

В «Топазе» использовался термоэмиссионный преобразователь тепловой энергии в электрическую. Такой преобразователь подобен электронной лампе: катод из молибдена с вольфрамовым покрытием, нагретый до высокой температуры, испускает электроны, которые преодолевают заполненный ионами цезия под низким давлением промежуток и попадают на анод. Электрическая цепь замыкается через нагрузку. Выходная электрическая мощность преобразователя составляла от 5 до 6,6 кВт.

При расчётном ресурсе в один год, уже на втором КА «Плазма-А» («Космос-1867») «Топаз» проработал более 11 месяцев.

Последней известной отечественной разработкой в рассматриваемой области был реактор-преобразователь «Енисей» предназначался для работы в составе спутника непосредственного телевизионного вещания «Экран-АМ», но этот проект был закрыт. Изделие представляло собой реактор, в активной зоне которого находились не традиционные тепловыделяющие элементы, а интегральные электрогенерирующие каналы. Они представляли из себя «таблетки» диоксида урана, обогащённого до 96 %, катод, анод, цезиевый канал и всю остальную «обвязку». Тепловая мощность «Енисея» была порядка 115—135 кВт, электрическая мощность 4,5-5,5 кВт. Теплоносителем являлся натрий-калиевый расплав. [Steven Aftergood, 1989].

В 1992 году США приобрели в России за \$13 млн две ЯЭУ «Енисей» («Топаз-2»). Один из реакторов предполагалось после тщательных наземных испытаний использовать в 1995 г. в «Космическом эксперименте с ядерно-электрической ДУ» (Nuclear Electric Propulsion Spaceflight Test Program). Однако в 1993 году из-за сокращения бюджета было решено ограничиться только наземными испытаниями, а в 1996 году проект был закрыт.

С самого начала запусков космических аппаратов, появилась потребность в выполнении ими энергетически затратах технологий:

- Обеспечение энергией систем координатно-метрических вычислений, в том числе геодезические и навигационные (постоянно-импульсные энергетические затраты);
- Наблюдения, которые объединяют метеорологические системы и системы для исследования природных ресурсов Земли и окружающей среды (постоянные энергетические затраты);
- Технологии, включающие телевещание и передача прочей значимой информации, а также непосредственного телевизионного и радиовещания (постоянно-импульсные энергетические затраты);
- Управление полетом космического аппаратом посредством системы двигателей (импульсные энергетические затраты);
- Технологии осуществляемые для исследования ближнего и дальнего космического пространства (в одних случаях постоянные энергетические затраты, в других постоянно-импульсные энергетические затраты).

В связи с этим появилась необходимость в источнике энергии для КА, который не только способен удовлетворить потребность в энергии, но и не оказывал негативного влияния на его аэродинамические и прочие свойства.

Решение проблемы подсказали успехи в научно-технической сфере использования атомной энергии. Был проведен ряд исследований, в результате которых стало ясно, что возможность использование ядерной энергии для обеспечения необходимых технологий - реально. С момента принятия подобного решения и до настоящего момента, были использованы два вида ядерных источников энергии для обеспечения потребностей космического аппарата. Принцип работы первого вида основан на использовании энергии выделяющейся при радиоактивном распаде, для нагрева теплоносителя или для преобразования тепла в электроэнергию. Другим источником энергии является ядерный реактор, размещены на борту космического аппарата, и использующий энергию выделяющуюся в результате самоподдерживающейся цепной реакции деления.

Отличительной чертой первого типа источника энергии является то, что использовалась температура естественного распада атомных ядер.

Соединенными Штатами Америки были осуществлены первые запуски космических аппаратов, получавших необходимую энергию для осуществления своих функций от радиоизотопного термоядерного генератора (RTG или РТГ). Несмотря на то, что США был запущен первый КА с ядерным реактором, предпочтение отдано РТГ, в то время как Советский Союз предпочитал использовать КА с ЯЭУ типа ядерного реактора (ЯР).

Согласно С.А. Запорожец и О.В. Яковлеву космические аппараты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) на борту могут решать следующие задачи:

- Радиолокационное наблюдение;
- Обеспечение сетей специальной связи;
- Передача и ретрансляция информации;
- Помощь в фундаментальных исследованиях;
- Исследование космических объектов;
- Топливо-энергетическое обеспечение внеземных технических объектов;
- Осуществление межпланетных сообщений;
- Глобальных экологический мониторинг;
- Очистка околоземного пространства от космического мусора;
- А так же другие задачи.

Преимуществами ядерного вида энергетического обеспечения космических аппаратов (КА) являются:

- Компактность реакторов;
- Длительный срок службы;
- Возможность функционировать вне зависимости от орбитального положения КА;
- Большая энергетическая эффективность при меньших топливных затратах;

Рассмотрим более подробно информацию об истории запусков КА с ядерными энергетическим установками (ЯЭУ), проведенных США и СССР во второй половине XX столетия.

Соединенными Штатами Америки было произведено 23 запуска космических кораблей с ядерными источниками энергии на борту. Первый был осуществлен 29 июня 1961 года, последний 5 сентября 1977 года. Из них в 22 случаях в виде источника энергии использовался радиоизотопный термоядерный генератор, в одном ядерный реактор.

Советским Союзом был произведен 41 запуск КА с ядерными источниками энергии на борту. Первый из них был произведен 3 сентября 1965 года, последний 14 марта 1988 года. Только на четырех космических аппаратах в качестве источника энергии использовался радиоизотопный генератор, в остальных 37 использовался ядерный генератор энергии. Достоверно известно, что 2 запуска оказались неудачными, а ещё 4 были аварийно возвращены на землю, 5 КА проработали всего 1 день, однако стоит отметить, что остальные космические аппараты работали достаточно стабильно и выполняли практически все возложенные на них функции, а так же доставляли необходимую информацию на землю.

Во всех новых технологиях неизбежно случаются неполадки, что приводит к неисправностям в работе того или иного технического средства. [Железняков А.Б., 2004]

Когда речь идет о таких сложных системах как космические аппараты с ядерными источниками энергии на борту, то неисправности в работе такой техники могут привести к авариям и катастрофам.

Перечислим происшествия, которые, возникали в связи с использованием таких КА:

- 21 апреля 1964 года при неудачной попытке запуска американского навигационного спутника «Транзит-5В» с ядерной энергетической установкой SNAP-9A на борту, находившиеся в ней 950 граммов плутония-238 (около 17000 Ки) рассеялись в земной атмосфере, вызвав существенное повышение естественного радиационного фона.

- 18 мая 1968 года в ходе выведения на орбиту метеорологического спутника «Нимбус-В» с ядерной энергетической установкой SNAP-19B2 на борту потерпела катастрофу американская ракета-носитель «Тор-Аджена-Д». Благодаря прочности конструкции аппарата он не разрушился. Позднее он был найден и поднят на борт корабля американских ВМС. Радиоактивного загрязнения мирового океана не произошло.

- 17 апреля 1970 года при возвращении на Землю Apollo-13 лунная посадочная ступень, отстреленная вместе с плутониевым энергоисточником, содержащим 44500 Ки плутония-238, вошла в атмосферу над южной частью Тихого океана и, приводнившись к югу от островов Фиджи, затонула на глубине 6 тыс. метров.

- 25 апреля 1973 года вследствие выхода из строя двигательной установки запуск советского спутника радиолокационной разведки с ядерной энергетической установкой на борту завершился неудачей. Аппарат не был выведен на расчётную орбиту и упал в Тихий океан.

- 12 декабря 1975 года сразу после выхода на орбиту вышла из строя система ориентации советского спутника радиолокационной разведки «Космос-785» с ядерной энергетической установкой на борту. Началось хаотичное вращение аппарата, что грозило его падением на Землю. Активная зона реактора была успешно отделена и переведена на орбиту захоронения, где и находится в настоящее время.

- 24 января 1978 года в северо-западных районах Канады упал советский спутник радиолокационной разведки «Космос-954» с ядерной энергетической установкой на борту. При прохождении плотных слоёв земной атмосферы произошло разрушение спутника и поверхности Земли достигли лишь некоторые его фрагменты. Произошло незначительное радиоактивное загрязнение поверхности.

- 28 апреля 1981 года на советском спутнике радиолокационной разведки «Космос-1266» с ядерной энергетической установкой на борту зафиксирован выход из строя бортового оборудования. Активная зона реактора была успешно отделена и переведена на орбиту захоронения, где и находится в настоящее время.

- 7 февраля 1983 года в пустынных районах Южной Атлантики упал советский спутник радиолокационной разведки «Космос-1402» с ядерной энергетической установкой на борту. Конструктивные доработки после предыдущей аварии позволили отделить активную зону от термостойкого корпуса реактора и предотвратить компактное падение обломков. Тем не менее, было зафиксировано незначительное повышение естественного радиационного фона.

- Апрель 1988 года — вышел из-под контроля советский спутник радиолокационной разведки «Космос-1900» с ядерной энергетической установкой на борту. Космический аппарат медленно терял высоту, постепенно приближаясь к Земле. 30 сентября, за несколько дней до расчётного момента входа в плотные слои атмосферы, сработала аварийная защитная система и активная зона реактора была успешно отделена и переведена на орбиту захоронения.

- Ноябрь 1996 года. Российская АМС «Марс-96» сошла с орбиты и рухнула между западным побережьем Чили и островом Пасхи. На «Марсе-96» находились четыре плутониевых термоэлектрических генератора, 270 граммов Pu-238.

- 4 июля 2008 года, согласно данным NASA, произошла фрагментация спутника «Космос-1818» на орбите. Предположительно, отделившиеся фрагменты сферической формы в количестве около 30 — капли металлического теплоносителя из разрушившегося по какой-то причине контура охлаждения реактора.

Авторы С.А. Запорожец и О.В. Яковлев, так же приводят в пример некоторые из вышеперечисленных аварий с ядерными установками на борту КА.

Используя информацию об истории запусков космических аппаратов с ядерными энергетическими установками на борту, можно сделать выводы о том, что, несмотря на свои технологические преимущества, ядерные реакторы на борту КА несут некую потенциальную опасность, которая может стать реальным риском при возникновении неполадок в работе данной технической системы. [Куландин А.А., Тимашев С.В., Зайцев И.В. 1994]

В связи с изложенным остро обозначилась проблема поиска принципиально новых подходов к развитию космических аппаратов в целом и двигателей в частности. Такой подход по мнению авторов связан с созданием биотехногенных систем. Термин в таком ракурсе предлагается впервые.

Однако понятия «биотехногенные» и тем более «системы» используются широко. Так Денисенко Е.В. под руководством доктора архитектуры, профессор Г.Н. Айдарова (ФГБОУ ВПО "Казанский государственный архитектурно-строительный университет") в своей научной работе пишет «Современная организация жизни человека в контексте стремительно развивающегося научно-технического прогресса и проблем критического состояния биосферы нуждается в новых принципах формирования. Концепция, предложенная авторами дипломной научно-исследовательской работы «Биотехногенный модуль обитания XXI века», представляет собой один из возможных предполагаемых вариантов развития архитектуры будущего. Новая система расселения отражает принципы жизнедеятельности живого организма с применением достижений научно-технического прогресса и соответствует потребностям человека. Модель биотехногенного модуля обитания как живой архитектурной структуры образует базовую единицу в формировании ультратехнологического биосинтезированного архитектурного пространства». [[http://archvuz.ru/2012\\_4/2](http://archvuz.ru/2012_4/2)]

Представления о биотехногенных системах позволяют по новому подойти к задаче эксплуатации и модернизации космических аппаратов с ядерным реактором на борту. Такая система позволяет изменять, восстанавливать и дорабатывать любую техническую системы в соответствии с:

- требованиями окружающей среды,
- замыслом конструктора такой технической системы,
- мировых и отечественных тенденций развития науки и техники.



Биотехногенная система (БтГС) представляет собой совокупность производящих элементов, транспортирующих или манипулирующих элементов (см. Рисунок 1.), а так же блока непрерывного анализа окружающей среды и блока содержащего искусственный интеллект, способный принимать решения по изменению БтГС в соответствии с заложенными в нее человеком параметрами.

Биотехногенная система позволяет изменять объект находящийся в эксплуатации без непосредственного активного воздействия человека на эту систему. БтГС способна сама принимать элементарные решения по изменению собственного строения, для адаптации к изменяющимся свойствам окружающей среды, а так же с целью фиксации и устранения неполадок возникающих из-за внутренних неисправностей системы.

Естественно, что по сравнению с обычной технической системой биотехногенная система имеет более сложную структуру. Главным рабочим элементом биотехногенной системы является сеть, связанных между собой 3D-принтеров. 3D-принтер является техническим устройством, использующим метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. В зарубежной литературе данный тип устройств также именуют фабберами, а процесс трехмерной печати — быстрым прототипированием (Rapid Prototyping).

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта.

Технологии, применяемые для создания слоев:

#### 1. Лазерная:

Лазерная стереолитография заключается в следующем: ультрафиолетовый лазер постепенно (пиксель за пикселем), засвечивает жидкий фотополимер (возможен вариант - фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон), меняющийся с новым слоем. При этом жидкий полимер постепенно затвердевает и становится в соответствии с предписанной технологией достаточно прочным пластиком (возможно использование дополнительного наполнителя, например, армирующего).

Лазерное сплавление (англ. melting) другой перспективный технологический процесс— при этом лазер сплавляет порошок из металла или пластика, слой за слоем, в контур будущей детали. Ламинирование — деталь создается из большого количества слоев рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контур сечения будущей детали.

#### 2. Струйная:

Застывание материала при охлаждении — раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта.

Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы — способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета. Склеивание или спекание порошкообразного материала— похоже на лазерное спекание, только порошковая основа (подчас на основе измельченной бумаги или целлюлозы) склеивается жидким (иногда клеящим) веществом, поступающим из струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя вещества различных цветов. Существуют образцы 3D-принтеров, использующих головки струйных принтеров.

Густы керамические смеси тоже применяются в качестве самоотверждаемого материала для 3D-печати крупных архитектурных моделей.

Биопринтеры — печать 3D-структуры будущего объекта (органа для пересадки) производится стволовыми клетками. Далее деление, рост и модификации клеток обеспечивает окончательное формирование объекта.

Такие технологии, в наше время целесообразно применять в следующих случаях:

- Для изготовления прототипов моделей и объектов не существующих в природе на данный момент. На этапе проектирования это позволяет кардинальным образом изменить конструкцию узла или объекта в целом. В инженерии такой подход способен не только существенно снизить затраты в производстве и освоении новой продукции, но и дать новые возможности в создании изделий в сложных условиях;
- Для быстрого производства— изготовление готовых деталей из материалов, поддерживаемых 3D-принтерами.
- Изготовление моделей и форм для производства, например литьём.
- Производство различных малых по размерам деталей в сложных условиях, например, малой гравитации;
- Производство сложных, массивных, прочных и оригинальных систем; Например беспилотный самолёт Polecat компании Lockheed, большая часть деталей которого была изготовлена методом скоростной трёхмерной печати.
- Для строительства не только зданий и сооружений на Земле, но и в космосе.

Другим важным элементом БтГС системы является *искусственный интеллект (ИИ)* нового поколения, контролирующей работу всей системы, а так же принимающий решения об изменении её структуры, морфологической и функциональной. Под ИИ понимается область науки и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

За исключением датчиков и сенсоров (не менее важных, чем три основных элемента БтГС!), существует третий основной элемент биотехногенной системы – это робототехническая составляющая, а именно микророботы-сборщики и всевозможные манипуляторы. Под робототехникой следует понимать прикладную науку, занимающуюся разработкой автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой интенсификации производства.

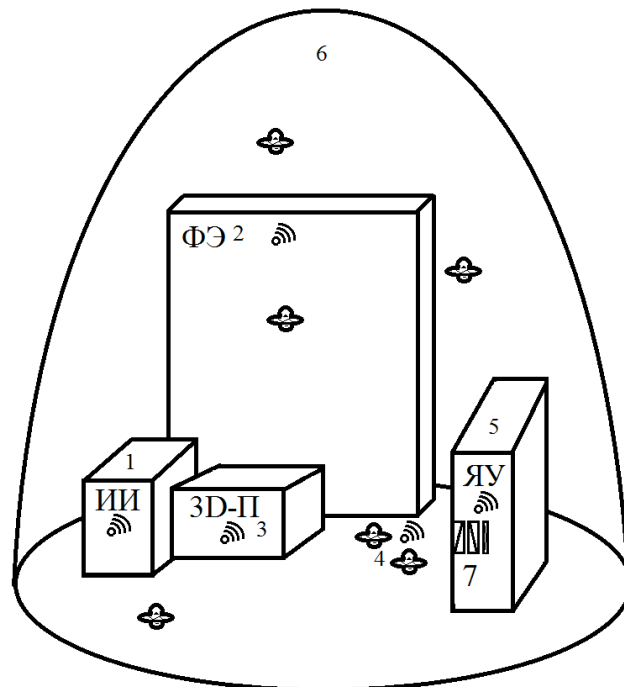
Робототехника опирается на такие дисциплины и науки, как электроника, механика, информатика, радиотехника и электротехника. При этом в отдельные области знания выделяют строительную, промышленную, бытовую, авиационную и экстремальную (военную, **космическую**, подводную) робототехнику.

Важнейшие классы роботов широкого назначения — манипуляционные и мобильные роботы. Оба класса используются БтГС.

Манипуляционный робот — автоматическая машина (стационарная или передвижная), состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и устройства программного управления, которая служит для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций. Такие роботы производятся в напольном, подвесном и порталном исполнениях. Получили наибольшее распространение в машиностроительных и приборостроительных отраслях.

Мобильный робот — автоматическая машина, в которой имеется движущееся шасси с автоматически управляемыми приводами. Такие роботы могут быть колёсными, шагающими и гусеничными.

В связи с этим появляется новая возможность для использования ядерных реакторов на космических аппаратах, так как, с помощью БтГС может быть решена одна из проблем их использования, которая заключается в невозможности исправить возникающие в процессе эксплуатации КА неполадки.



- 1 - Блок искусственного интеллекта (ИИ) - центр вычислительных операций и принятия оперативных решений по замене деталей и/или с целью переориентации на выполнение новых  
2 - Блок функциональных элементов космического аппарата (КА), выполняющих поставленную перед КА задачу (сбор информации, передача данных в центр космических полетов, развлекательные, научные, военные и другие цели);  
3 - Блок 3D-печати. Занимается производством необходимых деталей для эффективного функционирования КА с ядерной энергетической установкой на борту. Может использовать различные материалы в зависимости от заданных ИИ установок;  
4 - Микро роботы-сборщики (манипуляторы) выполняют ряд функций связанных с установкой и перемещением функциональных и конструкционных элементов КА и ядерной установки в частности. Управляются ИИ, способны свободно перемещаться в безгравитационном пространстве;  
5 - Блок ядерной установки (ЯУ) обеспечивающий питанием (главным образом) ФЭ и/или другие элементы КА в зависимости от внутренних потребностей в энергии (ИИ, двигатели и др.);  
6 - Корпус КА.  
7 - Система датчиков и сенсоров отслеживающих состояние наиболее уязвимого элемента КА - ЯУ, информация передается в режиме реального времени в блок ИИ, где принимаются оперативные решения о внесении необходимых изменений в  
☎ - значок, обозначающий связь объекта с другими элементами посредством беспроводной связи.

**Рисунок 1.** Схема космического аппарата, использующего ядерную энергетическую установку, с БтГС на борту (разработано авторами)

Василий Буренок в статье "Прогресс опережает фантазию" говорит о создании интернета вещей (Internet of Things или IoT) в ближайшем будущем, который подразумевает создание информационной коммуникационно-вычислительной сети физических объектов

(или "вещей"), оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом, внешней средой и человеком в частности. Для БтГС интернет вещей играет огромное значение, так как наличие беспроводной непрерывной связи между элементами такой системы и объектами окружающей среды - необходимая и неотъемлемая часть. При условии если большинство объектов техногенной окружающей среды будут обладать встроенным интеллектом, тогда управляющему элементу БтГС будет проще определять состояние функциональных и конструкционных элементов системы, и на основе полученных данных будет принято решение о необходимости изменения свойств и/или структуры объекта воздействия.

Такая система предоставляет новые возможности для использования такой совокупной системы "интернет вещей - биотехногенная система", так как большинство неисправностей могут быть устранены на ранних этапах возникновения проблемы с помощью БтГС. Неполадка может быть зарегистрирована с помощью датчиков и/или сенсоров и передана с помощью беспроводной связи управляющему элементу БтГС. После принятия решения о необходимости внесения изменений в систему космического аппарата, дается команда группе 3D-принтеров произвести необходимые объекты для включения их в систему или замену существующих, затем группа мини-роботов и/или манипуляторов осуществляет установку или замену произведенных элементов.

В настоящее время компания Made in Space занимается разработкой 3D-принтеров способного работать в условиях микрогравитации на орбите Земли, или в условиях отсутствия гравитации в условиях открытого космоса. Так же другими ведущими компаниями ведутся разработки 3D-принтеров способных использовать металлическую основу для построения цельнометаллических объектов, что особенно применимо на КА, в том числе и с ядерными реакторами на борту.

Подводя итоги работы, следует отметить, что главными плюсами создания нового поколения космических аппаратов с ядерными установками на борту, контроль над которыми осуществляет биотехногенная система, является то, что:

1. Надежность системы максимально увеличена, так как БтГС, непрерывно отслеживая состояние компонентов системы КА принимает необходимые решения об оперативном изменении свойств;
2. Безопасность системы максимально увеличена, вследствие результатов, изложенных в пункте 1.;
3. Производительность и мощность системы может быть значительна, развита, так как, БтГС, позволяет сконцентрировать внимание на других важных компонентах КА, снимая ответственность конструкторов с системы безопасности;
4. Границы применения КА так же расширяются, так как с использованием БтГС, открывается возможность исследования и освоения, более неблагоприятных районов космоса с нестабильными условиями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев П.В., Васильковский В.А. Космическая ядерная энергетика: прошлое, настоящее, будущее // Атом ПРЕСС, 2007, №15.
2. Буренок В.М. Прогресс опережает фантазию // Военно - промышленный курьер - 2014 - №2 – с. 7.
3. Запорожец С.А., Яковлев О.В. Анализ риска возникновения чрезвычайных ситуаций при эксплуатации космических аппаратов с ядерными энергетическими источниками на борту // Проблемы анализа риска – 2008 – Том 5. – №1 – с. 54-61.
4. Железняков А.Б. Ядерное созвездие: история создания и эксплуатации отечественных космических аппаратов с ядерными энергетическими установками. – Атомная страгия XXI, сентябрь 2004.
5. Кирсанов К.А., Богомолов О.А., Подобедов В.И., Кошевой П.А. Транспортные революции [Текст] М.: Издательский дом ФГБОУВПО «ГУУ» 2012. – 157 с.
6. Куландин А.А., Тимашев С.В., Зайцев И.В. Энергетические системы космических аппаратов. – М.: Наука, 1994.
7. Steven Aftergood, Background on Space Nuclear Power // Science & Global Security, No. 1-2, Vol. 1, 1989.
8. Ядерные реакторы на космических аппаратах. // Свободная энциклопедия «Википедия» - 2014 – [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения 07.07.2014).
9. <http://m-atom.ru/article/25>
10. <http://www.atomic-energy.ru/articles /2010/11/09/15892>
11. [http://archvuz.ru/2012\\_4/2](http://archvuz.ru/2012_4/2)

**Статья рецензирована членами редколлегии**

**Kirsanov Konstantin Aleksandrovich**

Professor State University of Management  
Moscow, Russia  
E-mail: [allprof@mail.ru](mailto:allprof@mail.ru)

**Mochalov Vladimir Alekseevich**

Federal State Budgetary Institution  
"Information and methodological analysis center"  
Moscow, Russia  
E-mail: [dodzy\\_bizzard@mail.ru](mailto:dodzy_bizzard@mail.ru)

**Sarekenova Aliya Sisenovna**

West Kazakhstan Engineering and Humanitarian University  
Republic of Kazakhstan, Uralsk  
E-mail: [aliya21@bk.ru](mailto:aliya21@bk.ru)

## **Bio-technological systems - the fundamental trend of global innovation policy**

**Abstract.** In this article, justified that nowadays in space exploration issues the most important are technical issues. Show that Soviet scientists were developing a portable nuclear reactor in parallel with scientists from the US. Offered a range of problems for spacecraft with nuclear power plants (NPP) and system of emergency situations. The article shows the problems of finding innovative ways to develop space vehicles in general and in particular engines is sharply outlined. According to the authors, this approach involves the creation of bio-technological systems. The term is offered for the first time in this perspective. The main working element of bio-technological system is a network of interconnected 3D-printers. Various techniques described, for example, laser stereolithography.

**Keywords:** innovative projects; space; science and technology space exploration; waste disposal extraterrestrial; extraterrestrial settlements; robotic systems; bio-technological systems; thermal neutrons; space nuclear power plant; energy costs; thermionic converter; incidents and accidents; 3D-printer; laser stereolithography.

## REFERENCES

1. Andreev P.V., Vasil'kovskiy V.A. Kosmicheskaya yadernaya energetika: proshloe, nastoyashchee, budushchee // Atom PRESS, 2007, №15.
2. Burenok V.M. Progress operezhaet fantaziyu // Voенно - promyshlennyy kur'er - 2014 - №2 – s. 7.
3. Zaporozhets S.A., Yakovlev O.V. Analiz riska vozniknoveniya chrezvychaynykh situatsiy pri ekspluatatsii kosmicheskikh apparatov s yadernymi energeticheskimi istochnikami na bortu // Problemy analiza riska – 2008 – Tom 5. – №1 – s. 54-61.
4. Zheleznyakov A.B. Yadernoe sozvezdie: istoriya sozdaniya i ekspluatatsii otechestvennykh kosmicheskikh apparatov s yadernymi energeticheskimi ustanovkami. – Atomnaya stragiya XXI, sentyabr' 2004.
5. Kirsanov K.A., Bogomolov O.A., Podobedov V.I., Koshevoy P.A. Transportnye revolyutsii [Tekst] M.: Izdatel'skiy dom FGBOUVPO «GUU» 2012. – 157 s.
6. Kulandin A.A., Timashev S.V., Zaytsev I.V. Energeticheskie sistemy kosmicheskikh apparatov. – M.: Nauka, 1994.
7. Steven Aftergood, Background on Space Nuclear Power // Science & Global Security, No. 1-2, Vol. 1, 1989.
8. Yadernye reaktory na kosmicheskikh apparatakh. // Svobodnaya entsiklopediya «VikipediYa» - 2014 – [Elektronnyy resurs]. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (data obrashcheniya 07.07.2014).
9. <http://m-atom.ru/article/25>
10. <http://www.atomic-energy.ru/articles /2010/11/09/15892>
11. [http://archvuz.ru/2012\\_4/2](http://archvuz.ru/2012_4/2)