

Никитин Владимир Степанович —
генеральный директор НПП «Тензосенсор».

Vladimir S. Nikitin —
SPE “Tenzosensor”.



Биококоны Матрицы (кадр из фильма «Матрица»).



Ключевые технологии будущего. Путешествие в XXV век

Key Technologies of the Future. Traveling into the XXV Century

УДК 314.8

Исследуется сценарий глобального развития в перспективе до XXV в., когда численность населения достигнет 50 млрд человек. Рассматривается вариант, когда население размещается в зонах, благоприятных для проживания, а все промышленное производство переносится в космос. Это позволит кардинально минимизировать химическую, биологическую и тепловую нагрузку на планету.

Для реализации сценария необходимы ключевые технологии, обеспечивающие космический грузопоток, технологии глобализации труда, а также технологии 3D-строительства. В статье приводится описание этих технологий.

Показано, что главным тормозом космической экспансии являются ракетные технологии, которые принципиально непригодны для обеспечения космического грузопотока на уровне нескольких миллиардов тонн в год.

Рассматриваются возможности перспективной технологии вывода грузов в космос с помощью стратосферных космопортов.

Три группы критически важных для развития цивилизации технологий будущего сейчас активно развиваются. Вскоре они станут массовыми технологиями, обеспечивая решение важнейших глобальных проблем.

Ключевые слова

Ключевые технологии будущего, сценарий глобального развития, будущее, перенаселение, климат, климатические проблемы, космический грузопоток, глобализация труда, 3D-строительство, вывод грузов в космос, стратосферные космопорты, решение глобальных проблем.



Будущее — это не то, куда мы идем, а то, что мы создаем! Дороги следует не искать, а строить. Сам процесс строительства меняет как самого творца, так и его судьбу!

**Джон Шаар (1928–2011),
политический теоретик**

Ключ от Матрицы

Идеологи «золотого миллиарда» считают, что планета не способна без катастрофических изменений выдержать нагрузку, которую оказывает население численностью свыше 15 млрд человек. При приближении его численности к этой цифре начнется глобальный перегрев, наступит критическое загрязнение, активизируются войны за ресурсы и т.п.

В фантастическом фильме-трилогии «Матрица» американских режиссеров Лоуренса и Эндрю Вачовских (их фантазии настолько сильно трансформировали их психику, что они оба сменили пол и стали трансгендерными женщинами, теперь их зовут Ларри и Энди) было показано глобальное мироустройство, в котором обездвиженные тела людей существуют в биококонах многоэтаж-

The author studies the global development scenario up to the XXV century, when the population will reach 50 billion people. He considers the option, when the population is located in areas favorable for living and all manufacturing is transferred into the space. This will allow to minimize radically chemical, biological and thermal load on the planet. For realizing scenario there is a necessity for key technologies that provide space cargo flow, labor globalization technologies, as well as 3D-construction technologies. The article provides a description of these technologies. It is shown that the main obstacle to expansion into space is rocket technology, which is fundamentally unsuitable for providing space cargo traffic at the level of several billion tons a year. The author considers possibilities of promising technology for bringing out goods into space via stratospheric spaceports. Three groups of future technologies, crucial for development of civilization, are being actively developed. Soon they will become mass technologies, providing a solution to major global challenges.

Keywords

Key technologies of the future, scenario of global development, the future, overpopulation, climate, climatic problems, space cargo flow, labor globalization, 3D-construction, bringing out goods into space, stratospheric spaceports, solution of global problems.

➤ Отсутствие технологии, позволяющей решить проблему промышленного космического грузопотока, становится главным тормозом экономического развития и космической экспансии цивилизации. Ее создание станет волшебным золотым ключиком, с помощью которого цивилизация сбросит оковы гравитации и выйдет на свободу в безбрежное космическое пространство, избежав коллапса в Матрице.

ной Матрицы, поддерживающей их существование. В Матрице мозг людей подключен к виртуальному миру, в котором и протекает их «обычная» жизнь.

Матрица ужасает. Но это технически осуществимый вариант мироустройства, на который человечество будет вынуждено пойти в случае совпадения трех суперфакторов: чрезвычайной перенаселенности планеты, прекращения крупных войн и неспособности освоить космическое пространство в промышленных масштабах. Должны совпасть сразу три суперфактора, что на первый взгляд кажется маловероятным.

Тем не менее вероятность создания Матрицы достаточно высока.

Во-первых, важнейшим фактором в пользу матричного сценария является наличие избыточных запасов ядерного оружия. Этот сдерживающий фактор работает уже 70 лет, и нет никаких оснований считать, что он перестанет работать в будущем. Ужасающие последствия обмена ядерными ударами удерживают политиков от крупномасштабных войн. А если не будет войн, то рано или поздно население планеты увеличится до критических величин.

Во-вторых, сейчас доминирует массовая иллюзия, что современная реактивная техно-

логия вывода грузов на орбиту способна обеспечить промышленное освоение космоса. На самом деле это далеко не так. Реактивная технология чрезвычайно неэффективна — на тонну выводимого груза приходится сжигать до 27 т ракетного топлива. Она не развивается и стагнирует больше полувека, до сих пор обеспечивая вывод ничтожно малого количества грузов (всего лишь 0,25 г грузов на человека в год), в то время как мировой грузопоток составляет 12 млрд т в год, или почти по две тонны в год на каждого жителя Земли. Экономически выгодное мировое космическое промышленное производство предполагает величины космических грузопотоков на уровне хотя бы нескольких миллионов тонн в год, что в тысячи раз выше, чем сейчас. Увеличение космического грузопотока даже до 1% от общемирового или по 20 кг на каждого жителя Земли — принципиально нерешаемая задача для ракетно-космических систем. Потребуется запускать 5,7 млн ракет и сжигать 3,8 млрд т ракетного топлива ежегодно. (Вместе с газом и углем энергоносителей добывается всего 10,8 млрд т в год.) Масса запускаемых ракет составит 4 млрд т, а на Землю будет падать по 157 аварийных ракет в день. Это неприемлемые параметры.

Отсутствие технологии, позволяющей решить проблему промышленного космического грузопотока, становится главным тормозом экономического развития и космиче-



ской экспансии цивилизации. Ее создание станет волшебным золотым ключиком, с помощью которого цивилизация сбросит оковы гравитации и выйдет на свободу в безбрежное космическое пространство, избежав коллапса в Матрице.

Раздельное проживание — условие выживания

А можно ли, следуя заветам мудрого Джона Шаара, построить идеальное будущее, способное обеспечить существование 50–100 млрд человек, не соорудив аналог Матрицы? Это возможно только в том случае, если все геополитические факторы будут способствовать решению данной задачи.

Давайте проведем мысленный эксперимент. Представьте себя генеральным архитектором терпящего бедствие космического корабля будущего с командой численностью в 50 млрд человек. На вас лежит ответственность за комфортное размещение населения на маленькой, но прекрасной планете Земля. Реализации этой цели никто не мешает, наоборот, все синхронно решают запланированные глобальные задачи развития.

Давайте посмотрим, можно ли справиться с этой задачей, если уровень техники соответствует технологическому уровню XXI в., причем развитого искусственного интеллекта нет.



Технология сооружения острова методом намывки донного грунта

Рисунок 1

Схема раздельного размещения населения и промышленности



Для размещения населения вы, конечно, оцените размер площади планеты, пригодной для проживания, и увидите, что общая территория достаточна для размещения городов, которые займут не более 10% суши. Полезных ископаемых для промышленного производства на планете тоже достаточно, но она не обладает необходимой регенерационной способностью для переработки отходов жизнедеятельности, производства и тепловых выбросов. Если не предпринять специальных мер, планета перегреется, а состав атмосферы придет в негодность. Остается только один выход — население разместить на Земле в зонах, благоприятных для проживания, а в космосе расположить промышленное производство, в том числе переработку продуктов жизнедеятельности. Раздельное размещение населения и промышленности (рис. 1) позволит минимизировать биологическую и тепловую нагрузку на планету, исключит негативное изменение климата и атмосферы.

Чтобы осуществить раздельную схему размещения населения и промышленности, потребуются две группы технологий, обеспечивающих гигантские информационные и грузовые потоки между Землей и космосом.

Преобразование суши

Углубленный анализ покажет, что для комфортного расселения людей не подходят хо-

Рисунок 2

Карта планеты Земля с зонами искусственных архипелагов и морских каналов (желтым показаны новые территории, синими линиями обозначены морские каналы в пустынях)



лодные районы, приближенные к полюсам. Необходимо освоить хорошо прогреваемые солнцем участки планеты в экваториальных широтах, которые либо заняты океаном, либо являются континентальными пустынями и страдают от недостатка воды. Следовательно, нужно будет построить достаточное количество искусственных островов на шельфе тропических океанов. А для мелиорации пустынь придется использовать пресную воду рек и построить множество трансконтинентальных водоводов. Потребуется создать систему морских каналов, соединяющих с океанами континентальные моря и поддерживающие в них нужный уровень воды. Система морских каналов будет способствовать смягчению климата в ранее пустынных зонах. Для этого потребуются роботизированные технологии строительства искусственных островов, трансконтинентальных водоводов и морских каналов. Карта преобразенной Земли может выглядеть примерно так, как показано на рис. 2. Безусловно, это вызовет изменение структуры глобальных течений и ветров, которые нужно будет учесть.

Простые намывные технологии строительства искусственных островов на шельфе впервые применили в Арабских Эмиратах. В короткие сроки созданы великолепные искусственные архипелаги *The Palm* и *The World*, на которых построены лучшие в мире отели и парки развлечений, а также элитная недвижимость. Автором идеи создания архипелага *The World* был его высочество шейх Мохаммед бен Рашид Аль-Мактум (*Mohammad Bin Rashid Al Maktoum*). Сейчас эти острова стоят баснословных денег и давно оправдали крупные вложения.

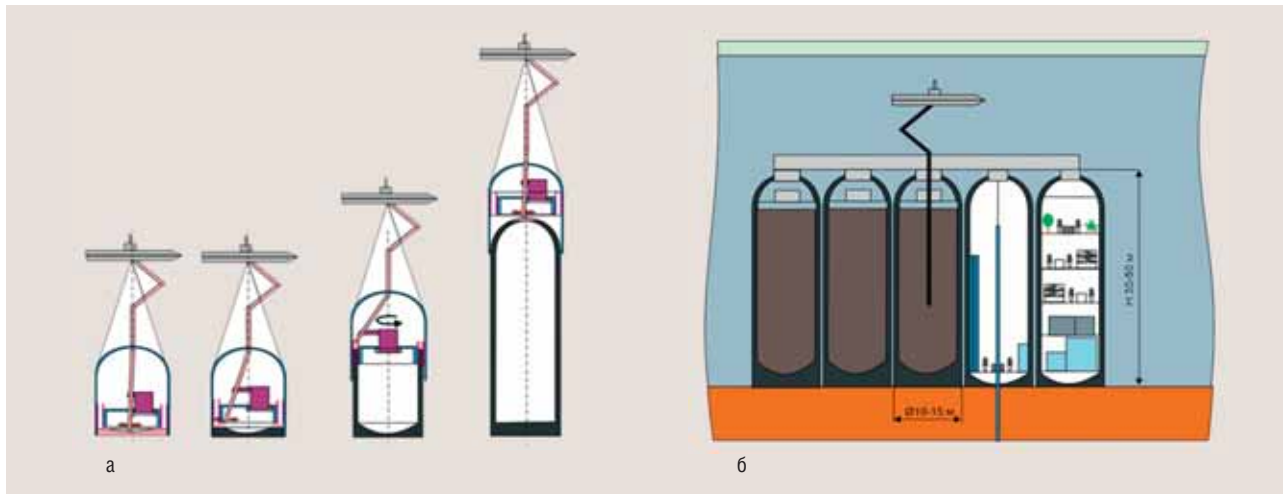
Для строительства островов и подводных сооружений в арктических морях и на больших глубинах можно использовать технологию подводного 3D-строительства (рис. 3). Она аналогична технологии *Contour Crafting*, использующей огромные 3D-принтеры, устанавливаемые над местом строительства. Принтер возводит стены, накладывая друг на друга многочисленные слои бетона, на ходу добавляя проводку и сантехнику. В итоге получается готовое здание. Строительный 3D-принтер в своей работе использует технологию экструдирования, при которой каждый новый слой строительного материала выдавливается из принтера поверх предыдущего слоя. Это позволяет создавать уникальные бетонные формы без опалубки.

Использование технологий 3D-печати сооружений под водой дает исключительно эффективный инструмент подводного строительства объектов для добычи энер-



Вид искусственных островов в Дубае — прототипов островов будущего

Схема подводного 3D-строительства и конструкция подводной нефтедобывающей платформы для арктических регионов:
 а — фазы формирования подводного сооружения с помощью подводного аппарата и 3D-принтера;
 б — вид подледной нефтедобывающей платформы, изготовленной подводным 3D-принтером



гоносителей, разработки полезных ископаемых и качественно нового эффективного освоения океана. Подводные строительные 3D-принтеры могут работать и подо льдом. Они способны решить проблему возведения в арктических регионах подледных сооружений для добычи полезных ископаемых и энергоносителей.

Применение строительных принтеров позволит «печатать» острова, подводные и подледные сооружения дистанционно.

Для освоения планеты нужно будет построить огромное количество инфраструктурных объектов, выполнить колоссальный объем подготовительных и строительных работ, а значит, потребуется большое количество строительной техники самого разного назначения. Кто и как будет ею управлять?

Глобализация труда

Роботизированная промышленность будущего будет способна обеспечить население всей необходимой промышленной продукцией. Для самого производства практически не потребуется людей. Люди потребуются для сферы «человекоцентрированных» услуг, в которой их невозможно заменить роботами, для творчества, изобретательства, проектирования, программирования и обслуживания ро-

ботов, организации и наладки производства и т.п. Роботами вряд ли удастся заменить тех, кто управляет техникой, работающей в непредсказуемых недетерминированных условиях. Для этого будут использованы технологии глобализации труда.

Глобализация труда — это группа технологий, базирующаяся на онлайн-управлении роботизированной техникой (ботами) самого разного назначения. Ботом может быть любой вид техники, снабженный органами онлайн-управления. Описание технологии приведено в [1]. Ее сущность заключается в том, что каждый гражданин, желающий заняться трудовой деятельностью, будет иметь у себя дома простой унифицированный человеко-машинный интерфейс, способный эмулировать кабину любого технического средства (пульт управления антропоморфным манипулятором, роботом, станком, машиной, технологической линией). Подключившись в любое удобное для себя время к сетевым облачным структурам, он сможет управлять роботизированной техникой (ботами) в любой доступной для сети точке планеты и космического пространства (рис. 4). Работа будет вестись под контролем сетевых облачных структур (состоящих из людей и программных средств), которые анализируют действия операторов, помогают им, исправ-

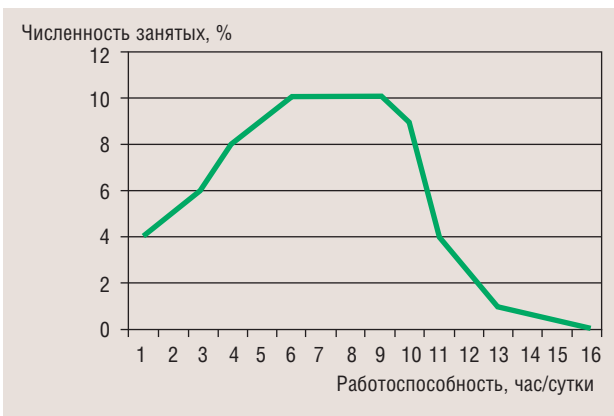
Рисунок 4

Структура глобальной системы управления ботами



Рисунок 5

Гипотетическое распределение уровня работоспособности членов команды, часов в сутки



ляют их ошибки. Для управления ботами потребуется огромное количество онлайн-операторов. Это будет престижная и несложная интеллектуальная работа для женщин, пожилых людей, подростков и лиц с ограниченными физическими возможностями. Все, кто не способен к активному физическому или высокоинтеллектуальному умственному труду, получают возможность активно работать, управляя роботизированной техникой под контролем облачных систем.

Унифицированный человек-машинный интерфейс представляет собой комплект недорогого оборудования, включающий полидждойстики и видеомаску виртуальной реальности.

Полидждойстики функционально эквивалентны десяти обычным дждойстикам. Видеомаска позволяет управлять ботами, погружаясь в их виртуальное пространство. Все приборы управления ботов отображаются на дисплее видеомаски. При весе порядка 1,5 кг и стоимости до 300 долл. такой интерфейс способен эмулировать кабины управления большинства видов техники — авиационной, космической, наземной, морской, подводной и т.п.

Для управления антропоморфными манипуляторами — аналогами рук человека будут широко использоваться перчатки виртуальной реальности.

Глобализация труда предполагает использование труда всех членов общества, в том числе пожилых и инвалидов. Работоспособность людей сильно отличается и лежит в пределах от 1 до 16 ч в сутки. Предполагаемое распределение уровня работоспособности членов команды (часов в сутки) в процентах от численности населения показано на рис. 5.

Используя это распределение, можно оценить общий размер трудовых ресурсов (табл. 1) и рассчитать количество ботов, необходимых для обеспечения занятости населения (табл. 2).

Из оценочных расчетов видно, что для обеспечения занятости населения численностью в 50 млрд человек при максимально возможном уровне роботизации труда (20–80%) потребуется до 8,5 млрд ботов самых разных типов. Это кажется невероятным и даже ошибочным выводом. Но если подсчитать количество транзисторов, приходящихся на одного человека сейчас, и озвучить эту цифру в эпоху, когда в СССР кибернетику называли служанкой империализма, то психологический эффект был бы такой же.

В будущем вся более или менее трудная физическая работа будет выполняться с помощью умных роботов и онлайн-управляемых ботов. Соотношение между этими видами техники будет меняться, но люди всегда будут контролировать деятельность роботов и с помощью онлайн-управления помогать им в сложных ситуациях. В ряде случаев экономически не-

целесообразно ставить дорогие электронные мозги на простенькие устройства.

С другой стороны, для техники, активно взаимодействующей с внешней средой, невозможно предугадать и запрограммировать все случайные обстоятельства и непредсказуемые отклонения от стандартных условий работы [1]. Поэтому на нее кроме электронных мозгов все равно придется ставить онлайн-управление для разрешения нештатных ситуаций. А это большое количество машин для разработки полезных ископаемых, подготовки строитель-

ных площадок, строительства дорог и коммуникаций, обслуживания роботизированной техники, строительно-монтажных работ в космосе и экстремальных регионах.

Большую часть продуктов питания можно производить в модульных роботизированных секциях в космосе. Но делать полностью автономных роботов для сельскохозяйственного производства вряд ли целесообразно. Работавшей в недетерминированных условиях является техника для санитарной обработки и уборки городской инфраструктуры, парков

Таблица 1. Расчет трудовых ресурсов

Уровень работоспособности членов команды, часов в сутки	Численность населения, способного обеспечить свою занятость на данном уровне, %	Численность населения, способного обеспечить свою занятость на данном уровне, млрд чел.	Общий размер трудовых ресурсов, млрд чел.-ч в сутки
0	10	5	0
1	4	2	2
2	5	2,5	5
3	6	3	9
4	8	4	16
5	9	4,5	22,5
6	10	5	30
7	10	5	35
8	10	5	40
9	10	5	45
10	9	4,5	45
11	4	2	22
12	2,6	1,3	15,6
13	1	0,5	6,5
14	0,8	0,4	5,6
15	0,5	0,25	3,75
16	0,1	0,05	0,8
Общее количество трудовых ресурсов, млрд чел.-ч в сутки			303,75

Таблица 2. Расчет количества ботов*

Основные сферы производства	Распределение трудозатрат, %	Потребность в труде, млрд чел.-ч в сутки	Уровень роботизации в сфере производства, %	Кол-во ботов, млрд шт.
Добыча сырья	20	60,75	0,7	2,1
Производство, в т.ч. и энергии, продуктов питания	20	60,75	0,8	2,4
Утилизация отходов	5	15,19	0,8	0,6
Транспорт и перемещение	20	60,75	0,7	2,1
Услуги (охрана, наука, здравоохранение, безопасность, информационные, научные услуги и связь и т.п.)	30	91,13	0,2	0,9
Прочие	5	15,19	0,5	0,38
Итого	100	303,75		8,6

* При норме работы бота 20 ч в сутки и смене/переключении операторов, работающих на них.

➤ Если не предпринять специальных мер, планета перегреется, а состав атмосферы придет в негодность. Остается только один выход — население разместить на Земле, а в космосе расположить промышленное производство. Раздельное размещение населения и промышленности позволит минимизировать биологическую и тепловую нагрузку на планету, исключит негативное изменение климата и атмосферы.

и садов и т.п. Большую часть задач такие роботы смогут выполнять автономно, но в сложной городской среде им очень часто будет требоваться помощь онлайн-операторов.

Поэтому технологии глобализации труда будут использоваться для управления практически всеми видами техники.

Обладая колоссальной производственной мощностью роботизированной техники, организованная команда людей сможет в короткие сроки осуществить интенсивное преобразование территории планеты и создать промышленность, базирующуюся в космосе.

Технология глобализации труда имеет стратегическое значение для дальнейшего развития цивилизации, потому что позволяет осуществить занятость людей при раздельном размещении населения (на планете) и промышленности (в космосе). Только так можно минимизировать биологическую и тепловую нагрузку на планету, исключить негативное изменение климата и атмосферы при высокой биологической нагрузке, многократно снизить объем энергозатрат и потерь рабочего времени на бесполезное (в будущем) ежедневное перемещение многомиллиардной массы людей с работы домой и из дома на работу.

Другим важным свойством глобализации труда является обеспечение комфортной и предельно массовой занятости населения, проживающего в густонаселенных районах с благоприятным климатом. При этом повышается производительность и улучшаются условия труда.

Еще одним преимуществом глобализации труда является расположение объектов промышленности на значительном удалении от районов проживания людей. Это предотвращает загрязнение зон проживания людей отходами промышленной деятельности.

Эффективные человеко-машинные интерфейсы и технологии онлайн-управления уже созданы, однако скорость и качество управления еще требуют совершенствования.

Ожидается, что они будут развиваться ускоренными темпами.

Ворота в космос. Новые технологии вывода грузов в космос

Чтобы справиться с космическим грузопотоком промышленных масштабов, необходимы



Увеличение космического грузопотока до промышленного уровня — принципиально нерешаемая задача для ракетно-космических систем

мощные и экономичные космические средства доставки грузов. Если сейчас при численности населения в 7 млрд человек мировой грузопоток составляет 12 млрд т в год, то есть примерно по 2 т в год на человека, то для 50 млрд человек потребуется годовой космический грузопоток объемом в 100 млрд т в год. Предположим, что половина грузопотока придется на земной оборот, тогда вторую половину грузопотока придется выводить в космос, а это 50 млрд т груза в год.

Современные ракетные технологии не позволяют обеспечить такой грузопоток. Требуется принципиально иной экономичный нереактивный способ вывода грузов в космос.

Такие технологии разрабатываются. В работах канадских ученых [2, 3, 4] сделаны расчеты, обосновывающие возможность создания стратосферной башни высотой в 20 км и выше. Показана устойчивость башен к действию ветров. На основе идеи аэростатических башен в 2013 г. в России была предложена и запатентована «Система вывода грузов на орбиту» [5, 6, 7], в которой стратосферный космопорт представляет собой высотную башню высотой 30 км, выполненную из соединенных друг с другом аэростатических секций, наполненных газом легче воздуха и обладающих положительной плавучестью (рис. 6). Поэтому аэростатическая башня принципиально не может упасть. Высота стратосферной башни близка к высоте отделения первых ступеней ракет-носителей (30–45 км). Выводимый груз поднимают на вершину космопорта в стратосферу с помощью лифтов и разгоняют специальным центробежным ускорителем (рис. 7) с электрическим или газодинамическим двигателем до субкосмических скоростей.

В стратосферном космопорте высотная башня с лифтом выполняет роль первой ступени ракеты-носителя, а центробежный ускоритель — роль второй ступени. Третья ступень остается ракетной и находится непосредственно в капсуле, запускаемой с помощью центробежного ускорителя. Первые две ступени системы нереактивные. За счет этого экономится огромное количество топлива, исключается тепловое и химическое

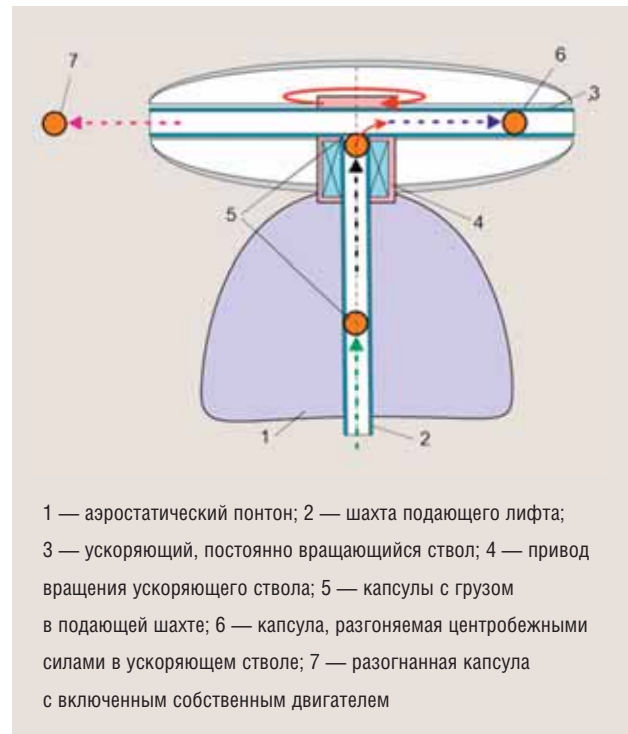
Рисунок 6

Схема стратосферного космопорта



Рисунок 7

Схема центробежного ускорителя



загрязнение, возникает значительный экономический эффект. При этом система способна забросить капсулы на высоту порядка 120–200 км с нулевой конечной скоростью. Разгон капсул до космической скорости и вывод их на орбиту осуществляются собственными ракетными двигателями капсул. Так как разгон капсул осуществляется в космическом вакууме, на это тратится в сотни раз меньше топлива, чем обычно. При старте со стратосферного космопорта на тонну выводимого груза будет расходоваться всего 250–300 кг топлива. Это примерно в 80 раз меньше, чем при использовании ракет-носителей, стартующих с земных космодромов. По мере совершенствования конструкции ускорителей расход топлива можно будет сократить еще больше.

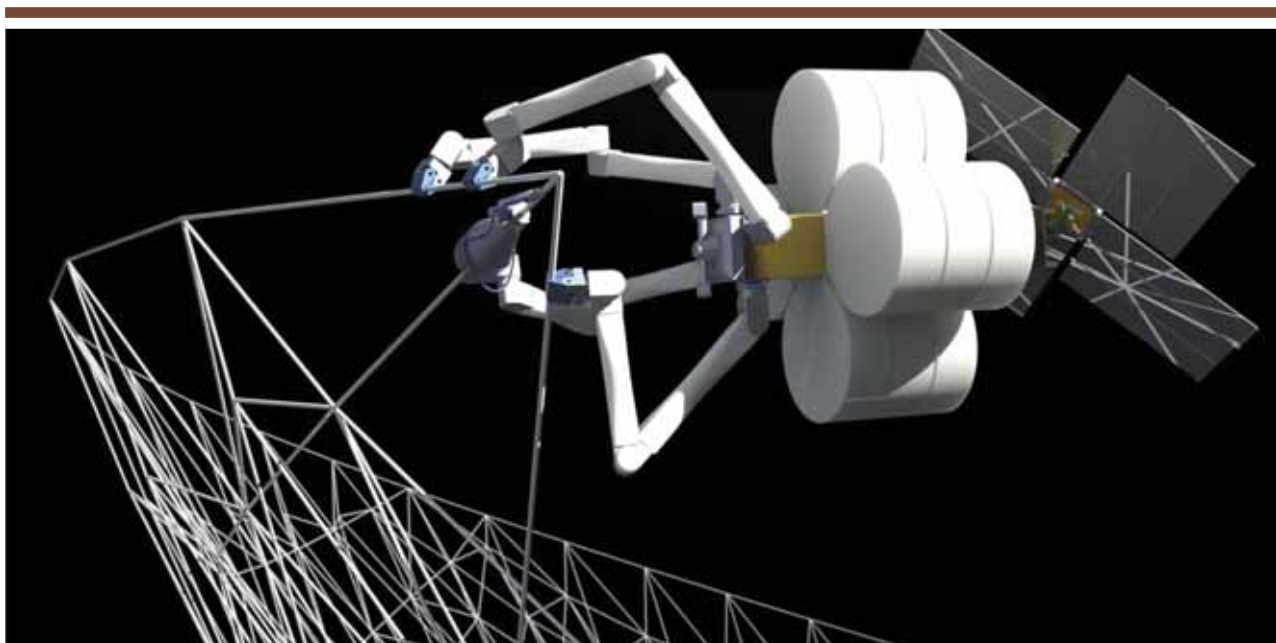
У новой технологии есть две проблемы. Первая — это мощная центробежная перегрузка порядка 130–180 g, которая делает принцип непригодным для вывода биологических объектов. Однако он приемлем для доставки топлива и материалов.

Вторая проблема — влияние ветров на аэростатическую башню. Математическое моделирование показывает, что при масштабе сооружения в 30 км и размерах зон ветрового воздействия до 3–5 км система будет устой-

➤ Используя технологию трехмерной космической печати, можно создавать крупногабаритные элементы высотных башен стратосферных космопортов из композитных материалов непосредственно в космическом пространстве.

чивой. Однако проблемные вопросы требуют проработки. Оценка параметров предлагаемой системы показывает, что стоимость башни высотой 30 км, сделанной из углепластика, составит порядка 1,1 млрд долл., что примерно соответствует стоимости высотных небоскребов мира. Для сравнения: стоимость разработки современных ракетно-космических систем составляет 10–20 млрд долл., а их грузопоток не превышает 4,5 тыс. т груза за 20 лет эксплуатации. В то же время средний морской сухогруз перевозит за один рейс до 60 тыс. т груза, а супертанкер — до 300 тыс. т.

При сроке службы стратосферного космопорта в 10 лет стоимость вывода груза составит 137 долл. за килограмм, а при сроке служ-



Робот – 3D-принтер NASA способен печатать космические корабли прямо в космосе

Вид сегмента космической станции, выполненного методами аддитивных технологий в условиях микрогравитации (расчетный диаметр 80 м) из рулонов углеткани, зафиксированных металлом методом магнетронного напыления



бы в 20 лет стоимость вывода снизится до 66–70 долл. за килограмм. Суммарный грузопоток системы за 20 лет эксплуатации может достичь сотен тысяч тонн. Новая система запуска будет превосходить ракетные аналоги в сотни раз при сопоставимых затратах на разработку и при этом позволит сэкономить миллионы тонн ракетного топлива. Оценка прибыли от реализации проекта показывает, что при затратах на проект порядка 2,7 млрд долл. при полной загрузке проект мог бы окупиться за один — четыре года. При коммерческой цене запуска в 500 долл. за 1 т каждый космопорт мог бы приносить ежегодную прибыль порядка 2,0–4,0 млрд долл.

Директор Института космических исследований РАН академик Лев Зеленый считает, что сейчас новая технология вывода грузов со стратосферных космопортов относится к высокорисковому, но она не противоречит законам физики.

С 2013 г. NASA финансирует разработку компанией *Tethers Unlimited* технологии объемной печати в невесомости. Паукообразные роботы, оснащенные 3D-принтерами, смогут прямо на орбите «печатать» сегменты будущих космических станций. Технология космической 3D-печати позволит создавать на орбите космические сооружения практически любых требуемых размеров — от 100 м и больше. Она хорошо сочетается с технологией доставки малоразмерных грузов с помощью стратосферных космопортов. Космические невесомость и вакуум значительно облегчают технологические процессы формирования металлокомпозитных конструкций сверхбольших размеров. Если использовать рулоны углеткани в качестве филамента, фиксируя размотанную ткань тонким слоем металла методом магнетронного напыления, то можно формировать резервуары-коконы из металлокомпозитных материалов достаточно большого размера, хоть до 1000 м в диаметре (рис. 8).

Используя этот подход и технологию трехмерной космической печати, можно создавать крупногабаритные элементы высотных башен стратосферных космопортов из композитных материалов непосредственно в кос-

мическом пространстве. После изготовления эти элементы можно будет затормозить и опустить на поверхность Земли в месте сборки высотных башен.

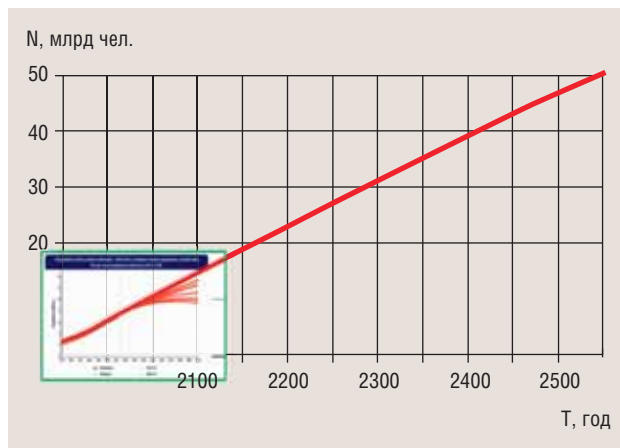
Космическая 3D-печать — достаточно безопасный и экономичный способ сооружения космических объектов. Несмотря на внушительные размеры, напечатанные в космосе ажурные сооружения в случае аварийного падения бесследно сгорят в атмосфере, не достигнув поверхности планеты.

Совместное применение новых космических технологий позволит создать обширную инфраструктуру космической промышленности — крупногабаритные орбитальные конструкции и высотные секции стратосферных космопортов. Это сочетание несет в себе значительный синергетический потенциал.

В перспективе годовой грузопоток одного космопорта может достигать миллионов тонн в год. Для обеспечения космического грузопотока в 50 млрд т груза в год потребуются построить несколько тысяч стратосферных космопортов. Это будет колоссальная индустрия

Рисунок 9

Прогноз численности мирового населения до 2550 г.



космического транспорта с триллионными оборотами.

Ключевые технологии — фундамент будущего

Продолжив график прогноза численности мирового населения ООН [8] до 2500 г., мы увидим, что даже при самом оптимистическом прогнозе численность населения Земли достигнет отметки в 50 млрд не ранее 2550 г. (рис. 9). Зарождающиеся сейчас новые, критически важные для развития цивилизации технологии глобализации труда, строительства искусственных островов и вывода грузов в космос позволят решить проблемы комфортного размещения и занятости населения, перегрева и загрязнения планеты.

Новые биотехнологии и роботизированные комплексы ухода за растениями способны накормить все население планеты. В космосе имеется бесконечное количество полезных ископаемых и свободного пространства. Нет

никаких оснований для беспокойства по поводу того, что чего-то кому-то может не хватить. Скорее всего войны за ресурсы, за землю и пространство в будущем будут лишены какого-то материального смысла. Всего лишь три группы ключевых технологий способны обеспечить потребности населения планеты, многократно превосходящие нынешние «критические» значения.

В России достаточно территорий, поэтому технологии строительства искусственных островов не так актуальны для нас. Важнее технологии роботизированного строительства подводных (и особенно подледных) объектов, использование которых позволит удешевить освоение запасов полезных ископаемых в арктических регионах.

Глобализация труда позволит решить проблемы занятости стареющего населения, поднимет производительность и комфортность труда, ускорит освоение регионов с экстремальным климатом, снизит миграционные потоки, минимизирует объем энергозатрат и потерь времени на бесполезное ежеднев-



Перчатки виртуальной реальности



References

1. Nikitin V.S. Globalizatsiya truda kak sredstvo tekhnologicheskogo i infrastruktornogo renessansa stran BRIKS i EAES v XXI veke [Labor Globalization and New International Currency Emission as an Opportunity and Means of Technological and Infrastructural Renaissance of BRICS and EAEU Countries in the XXI Century]. *Ekonomicheskie strategii*, 2015, no. 7, pp. 18–31.
2. Quine B.M. *Space Elevator*. United States Provisional Patent No. 60/890, 947, Feb. 21, 2007.
3. Zhu Z.H., Seth R.K., Quine B.M. *Experimental Investigation of Inflatable Cylindrical Cantilevered Beams*. *JP Journal of Solids and Structures*. Vol. 2. Iss. 2, 95–110, 2008.
4. Quine B.M., Seth R.K., Zhu Z.H. *Acta Astronautica*. Vol. 65. Iss. 3–4. Pp. 365–375. 08/2009.

➤➤ Зарождающиеся сейчас новые, критически важные для развития цивилизации технологии глобализации труда, строительства искусственных островов и вывода грузов в космос позволят решить проблемы комфортного размещения и занятости населения, перегрева и загрязнения планеты.

ное перемещение миллиардов людей с работы домой и из дома на работу.

Новые неактивные технологии промышленного освоения космоса имеют военнополитический потенциал, сравнимый с эффектом запуска первого спутника Земли. Для экономики это распахнутые ворота в неисчерпаемые космические кладовые полезных ископаемых, пространства и энергии. Они сделают войны за ресурсы экономически бессмысленными, откроют длительную эпоху изобилия и экстенсивного расширения цивилизации в космосе.

Ключевые, критически важные для развития цивилизации технологии будущего, которые сейчас еще находятся в зачаточном состоянии, в виде идей и опытных образцов, постепенно вырастут, станут массовыми технологиями настоящего и сделают наш мир лучше. Создавая, совершенствуя и используя ключевые технологии, Россия имеет шанс заложить прочный фундамент собственного будущего и придать своему развитию необходимое ускорение. **□**

ПЭС 16130 / 28.08.2016



Вице-премьер И.И. Шувалов на переднем фронте науки и технологий в Сколково Startup Village 2016

Источники

1. Никитин В.С. Глобализация труда как средство технологического и инфраструктурного ренессанса стран БРИКС и ЕАЭС в XXI веке // Экономические стратегии. 2015. № 7.
2. Quine B.M. Space Elevator. United States Provisional Patent No. 60/890, 947, Feb. 21, 2007.
3. Zhu Z.H., Seth R.K., Quine B.M. Experimental Investigation of Inflatable Cylindrical Cantilevered Beams. JP Journal of Solids and Structures. Vol. 2. Iss. 2, 95–110, 2008.
4. Quine B.M., Seth R.K., Zhu Z.H. Acta Astronautica. V. 65. Iss. 3–4. Pp. 365–375. 08/2009.
5. Никитин В.С. Стратосферные катапульты. Смогут ли они заменить ракеты? // Российский космос. 2013. № 3.
6. Никитин В.С. Стратосферные космопорты // Российский космос. 2013. № 8(92).
7. Никитин В.С. Напечатанный космопорт: фантастика или реальность? // Российский космос. 2014. № 3 (99). С. 58–61.
8. World Population Prospects United Nations Data Booklet 2015 REVISION, <http://www.un.org/en/development/desa/population/events/other/10/index.shtml>.

5. Nikitin V.S. Stratosfernyye katapul'ty. Smogut li oni zamenit' rakety? [Stratospheric Catapults. Will They be able to Replace Rockets?]. *Rossiyskiy kosmos*, 2013, no. 3.

6. Nikitin V.S. Stratosfernyye kosmoporty [Stratospheric Spaceports]. *Rossiyskiy kosmos*, 2013, no. 8(92).

7. Nikitin V.S. Napечатanny kosmoport: fantastika ili real'nost'? [Printed Spaceport: Fiction or Reality?]. *Rossiyskiy kosmos*, 2014, no. 3 (99), pp. 58–61.

8. *World Population Prospects United Nations Data Booklet 2015 REVISION*, available at: <http://www.un.org/en/development/desa/population/events/other/10/index.shtml>.