

УДК 339.944+621.9  
DOI: 10.12737/18205

Е.Ю. Степанова, Г.В. Барсуков, Е.А. Збинякова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ИННОВАЦИЙ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Представлены примеры применения аддитивных технологий производителями автомобилей.

Показано состояние, экономика, проблемы и перспективы использования аддитивных технологий в автомобильной отрасли.

**Ключевые слова:** инновации, аддитивные технологии, 3D-печать, автомобилестроение, тюнинг, ресурсосбережение, зеленые технологии, кадры.

E.Yu. Stepanova, G.V. Barsukov, E.A. Zbinyakova

## PROSPECTS OF 3D INNOVATION APPLICATION IN MOTOR-CAR INDUSTRY

A new world trend consists in additive technologies or 3D – printing – product layer growth out of powder, liquid or sheet material. It is emphasized that these techniques will become a core of the sixth technological mode. There are revealed branches of economy and industry where 3D-printing finds an application. There are shown potentialities for additive techniques excluding any limitations for common working technologies. Possible materials for the realization of these techniques are mentioned. A large extent of materials from the skill of 3D printing application in motor-car industry as one of leading branches in mechanical engineering and a source for the creation and a considerable consumer of innovations is shown.

### Введение

Развитие наукоемких отраслей и высоких технологий является основой технологической безопасности и независимости страны. Традиционные технологии металлообработки, по мнению многих ученых, подходят к пределу своих возможностей по многим показателям. Поэтому во всем мире ведется поиск инновационных, наукоемких, высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий нового поколения, новых методов и способов получения тех или иных деталей и готовых изделий [1-3].

Новым мировым трендом являются аддитивные технологии (Additive Manufacturing - AM). Считается, что они наряду с нанотехнологиями, оптоинформатикой, фотоникой, био-, CALS-технологиями, робототехникой, системами искусственного интеллекта, технологиями виртуальной

New market recesses for small-scale, medium – size and large works in the field of 3D – printing at all stages of a life cycle of motor transport are pointed out. Different approaches to the innovations of large companies and small-scale business is emphasized. The paper reports the analysis of prospects for 3D-printing development in motor-car industry, and also in repetition work, batch and single-part production. The state of these techniques in Russia and successes achieved are shown. The problem matters on the additive technique introduction in our country and the ways for their solution are presented.

**Key words:** innovations, additive techniques, 3D-printing, motor-car industry, tuning, resource saving, green technologies, personnel.

реальности и др. составят ядро шестого технологического уклада. Они определяют будущее экономики и промышленности и уже сегодня применяются в авиационной и космической, пищевой и кондитерской отраслях, электроэнергетике, биотехнологиях, протезировании, стоматологии, медицинской диагностике, палеонтологии, архитектуре и дизайне, моделировании интерьера и фасадов, геоинформационных системах, сельхозмашиностроении, нефтегазовой промышленности, морском транспорте, строительстве, оборонно-промышленном комплексе, изготовлении сувениров, игрушек, музыкальных инструментов, музейных экспонатов, скульптур, памятников. Их успешно используют модельеры, мебельщики и обувщики, ведутся работы по трехмерной печати внутренних органов и тканей человека. AM-

технологии основаны на процессе послойного выращивания изделий из порошка, жидкости или листового материала с концентрированным воздействием на них термомеханического, электромагнитного, физико-химического, ионно-лучевого и др. источника для сплавления частиц в моно-

### **Возможности аддитивных технологий**

АМ-технологии позволяют проектировать объекты сложной пространственной формы и дизайна, не ограничивая свободу воображения и фантазии; использовать принципы бионического проектирования, основанного на природных аналогах (полые, ячеистые, ажурные и решетчатые структуры, напоминающие скелеты человека, птиц и животных, структуру растений и т.п.); изготавливать за одну операцию узлы машины как единую деталь; автоматизировать технологический процесс изготовления детали, исключив влияние оператора на точность и качество обработки; сократить число технологических операций и трудоемкость изготовления изделия в целом; исключить длительный этап проектирования и изготовления дорогостоящей технологической оснастки; значительно сократить себестоимость и сроки изготовления первых опытных образцов конструкций на этапах НИОКР; обеспечить рентабельность изготовления малых серий и вариантов концептов; вносить изменения в цифровую модель детали на любой стадии проектирования и испытаний; изготавливать детали, узлы или все изделие практически в местах их использования, вплоть до борта МКС и поверхности других планет; сократить до 100% от-

### **Опыт применения 3D-печати в автомобильной промышленности**

Автомобилестроение является одной из ведущих отраслей машиностроения, источником создания и крупным потребителем инноваций в различных областях техники и технологий. Не осталось оно в стороне и от использования АМ-технологий в создании, производстве и сервисе автомобилей. Мало того, этот сектор экономики считается первым, применившим данные технологии: концерн Ford начал осваивать 3D-печать в 1988 году.

Первым автомобилем, изготовленным на 3D-принтерах Dimension 3D и

лит заданной формы по трехмерной цифровой (электронной) модели. На практике термины «аддитивные технологии», «аддитивное производство», «3D-печать», «аддитивный процесс», «аддитивная техника», «послойный синтез» считаются взаимозаменяемыми и равноценными [4].

ходы и повысить экологичность производства.

Эти технологии в полной мере можно отнести к биосферосовместимым и зеленым технологиям, т.е. оказывающим минимальное воздействие на окружающую среду.

Современные промышленные 3D-комплексы позволяют печатать изделия из металлических, керамических, композиционных, металлокерамических, пластиковых порошков, не требующие последующей обработки, нитей, жидких полимеров. Если для прототипирования, т.е. изготовления прототипа детали, узла, механизма или машины, применяют чаще всего различные термопластики и композиты, фотополимеры, гипс, литейный воск и песчаные смеси, то при 3D-печати ответственных деталей и узлов машин используют уже порошки титана, нержавеющей и инструментальных сталей, алюминия, различных металлических сплавов.

Наиболее востребованными в промышленности технологиями являются селективное лазерное плавление (SLM), селективное электронно-лучевое плавление (EBM) и прямое лазерное нанесение металла (DLMD).

Fortus 3D, считается двухместный Urbee Hybrid компаний Stratasys и Kor Ecologic (США) ([www.autonews.ru](http://www.autonews.ru)). Его разработали в 2010 году специально для соревнований X-Prize Competition для рекламирования уникальных технологических возможностей фирм. В 2013 году прототип был реализован в реальную серийную модель. В том же году в Японии презентовали концепт-кар kod9 знаменитого автомобильного дизайнера Ken Okuyama. Части кузова были им получены из углепластиков с помощью аддитивных технологий.

Мощность двигателя – 370 л.с., масса – 890 кг. В другой модели этого же автора - kode7 Clubman уже 50 % деталей были напечатаны на принтере, что снизило вес машины. Стоимость такой модели оценивалась в 8,5 млн йен.

Компания Local Motors (США) на промышленном 3D-принтере Big Area Additive Manufacturing впервые в мире напечатала прямо на выставке в Чикаго в сентябре 2014 года за 44 часа электроавтомобиль, названный Strati (\$18000), который мог разогнаться до 65 км/ч [5]. Если в автомобиле, изготовленном по традиционным технологиям, насчитывается порядка 20-25 тысяч деталей, то в Strati их всего 47. И хотя из них отпечатали только кузов, капот, шасси, центральную консоль, сиденья и приборную панель, все равно этот факт впечатляет. Модель заняла первое место в конкурсе 3D-автомобилей из 200, представленных более чем 30 странами мира. Кузов печатался из нейлонового волокна с полимерным плетением, что обеспечило ему высокую прочность и низкую цену. Сборка машины упрощается, не требует высокой квалификации рабочих, затраты и время операции сокращаются.

В Центре разработки и производства электронных компонентов университета Аахена спроектирован серийный электроавтомобиль StreetScooter C16 с использованием АМ-технологий. В 2010 году университет создал спин-офф компанию StreetScooter GmbH для разработки автомобилей с электроприводом, способных конкурировать с традиционными по цене, безопасности, техническим и эксплуатационным характеристикам. Модель прототипа изготовлена с использованием самого большого 3D-принтера Objet1000. StreetScooter C16 предназначен для поездок на короткие расстояния, весит без аккумулятора 450 кг, разгоняется до 100 км/ч и стоит менее 10 тысяч евро. Благодаря 3D-печати удалось пройти путь от прототипа до серийной модели за год. При использовании традиционных технологий добиться такого результата было бы невозможно. Из пластика отпечатали бамперы, торпеду, колесные арки и многое другое. Университет привлек к этой работе 80

компаний, что свидетельствует о серьезности разработки. Успешность проекта подтверждает тот факт, что с декабря 2014 года компанию StreetScooter GmbH купила известная немецкая курьерская компания Post DHL Group для обеспечения такими электромобилями своих почтовых служб [6].

Как сообщает портал 3DIndustry.ru, в марте 2014 года компания EDAG, гигант немецкой промышленности, представила автомобиль EDAG GENESIS, изготовленный с помощью АМ-технологий, на Женевском автосалоне. Компания использовала бионический принцип проектирования, взяв за основу «конструкцию» панциря черепахи, жесткого и прочного. Для получения термопластичной модели автомобиля использовался FDM-метод послойного наплавления материала, хотя компания заявляет, что может печатать такие конструкции и из углеродного волокна, обеспечивающего их легкость и прочность. Вместо изготовления большого количества мелких деталей и узлов сразу печатаются крупные элементы, что сокращает затраты и время сборки изделия. А к автосалону 2015 года EDAG сконструировала сверхлегкий концепт-кар Light Cocoon из пространственных решетчатых конструкций, чтобы продемонстрировать миру свои возможности в сфере передовых технологий. Модель получилась изящной, прочной, надежной и легкой. Снижение веса, по мнению специалистов EDAG, является одним из актуальных направлений будущего развития автомобильной промышленности.

В феврале 2015 года в университете NTU (Сингапур) создали первый в стране двухместный автомобиль с электродвигателем, названный NTU Venture 8, для города. Кузов и 150 отдельных деталей конструкции отпечатали на принтере и склеили эпоксидным клеем, что обеспечило ему прочность, жесткость и снижение веса. Максимальная скорость кара - 60 км/ч.

Компания Sanya Sihai (КНР) представила в марте 2015 года первый 3D-печатный китайский двухместный автомобиль Tyant Gold. Его себестоимость со-

ставила \$1770, максимальная скорость - 40 км/ч.

В сетях появились проекты интернет-магазина 3D-печатных запчастей для автомобилей, в котором можно будет заказывать требуемые детали к автомобилям 14-летней давности и старше. Сроки определяет действующее законодательство о защите авторских прав, которое защищает автомобильные компании в течение 14 лет. После этого срока чертежи деталей можно свободно использовать. Новая платформа будет называться AddendumAuto.

Весьма перспективной областью использования 3D-печати является тюнинг автомобилей, изготовление отдельных деталей (перегородок, дверей, панелей, крыльев и др.) и производство автомобильных кастомизированных аксессуаров (эксклюзивных держателей для мобильных телефонов, чашек, пепельниц, спойлеров). Уже сейчас на сайте <http://www.wamungo.ru> представлено в свободном доступе более 160 тысяч различных моделей для 3D-печати. Это большая и перспективная ниша для малого бизнеса.

Крупные компании пока приглядываются к аддитивным технологиям. Так, Toyota более 20 лет применяет быстрое прототипирование для визуализации своих концептов (<http://365cars.ru>). General Motors, положительно оценивая новые технологии 3D-печати, считает их малопроизво-

#### **Перспективы развития 3D-печати в автомобильной отрасли**

И все же успехи 3D-печати, по словам высшего руководства Национальной ассоциации промышленников США (Craig A. Giffi и др.), открывают для автомобильной промышленности новые технологии создания автомобилей, обеспечивающие безопасность, низкие затраты, снижение нагрузки на экологию, уменьшение веса, сокращение сроков поставок. В будущем AM-технологии будут применяться для производства инновационной продукции в крупных масштабах, а не только для быстрого прототипирования. В условиях высочайшей конкуренции на мировом рынке автопроизводителей, по мнению тех же авторов, AM-технологии могут наиболее эффективно влиять на конкурентоспособность как источники инновационной про-

дукции (улучшение функциональных свойств путем интегрирования электропроводки через полые структуры, снижение веса за счет использования решетчатых структур, изготовление сложных по геометрии, но обладающих требуемой жесткостью и прочностью деталей, которые невозможно изготовить традиционными методами: резанием, штамповкой, литьем). Кроме того, AM-технологии исключают необходимость проектирования и создания различных дорогостоящих приспособлений для металлорежущих станков, прессов, сварки, моделей для литья и т.п. Трансформируются и цепочки поставок: возможно перенесение части производства ближе к клиентам. Уже сейчас BMW, например, использует 3D-печать

дителями для массового производства. Ford сотрудничает с Silicon Valley 3D для поиска эффективных способов печати карбоновых и металлических изделий, но считает, что на текущий момент наиболее эффективной областью применения AM-технологий является создание прототипов. В то же время Mercedes-Benz планирует использовать 3D-печать деталей интерьера для моделей Mercedes-Benz S-Class нового поколения. Компания Bentley Motors Ltd (ныне входит в концерн Volkswagen AG) применила AM-технологии для изготовления передней части, выхлопных труб, дверных ручек, боковых вентиляционных отверстий концепта двухместного спортивного автомобиля Bentley EXP 10 Speed 6 особого дизайна [7].

Мировое автомобилестроение потребляет более 40% производимых 3D-принтеров: все международные автопроизводители имеют их в своих подразделениях от одного до нескольких штук. Не отстают от них и предприятия по выпуску запчастей и отдельных деталей и узлов. Но и те и другие на 90% и более используют их для создания прототипов, не имеющих функционального назначения, и лишь на 10% - для изготовления прототипов, имеющих функциональное назначение, форм для чеканки или литья в традиционном производстве [8; 9].

дукции (улучшение функциональных свойств путем интегрирования электропроводки через полые структуры, снижение веса за счет использования решетчатых структур, изготовление сложных по геометрии, но обладающих требуемой жесткостью и прочностью деталей, которые невозможно изготовить традиционными методами: резанием, штамповкой, литьем). Кроме того, AM-технологии исключают необходимость проектирования и создания различных дорогостоящих приспособлений для металлорежущих станков, прессов, сварки, моделей для литья и т.п. Трансформируются и цепочки поставок: возможно перенесение части производства ближе к клиентам. Уже сейчас BMW, например, использует 3D-печать

для изготовления ручного инструмента эргономичного дизайна для тестирования и сборки, на 72% более легкого, чем традиционные ручные инструменты. Это позволило компании сократить на 58% общие расходы. Компания Ford за счет использования быстрого прототипирования и АМ-технологий уже сэкономила миллионы долларов. Так, разработка и создание прототипа коллектора двигателя обходится в \$500000 и занимает около четырех месяцев. А применение 3D-печати позволило проработать несколько вариантов за четыре дня, затратив лишь \$3000. В целом АМ-технологии позволяют увеличить частоту смены моделей автомобилей при снижении затрат на проектирование и подготовку производства [10].

Широкое применение АМ-технологий может потребовать больше времени, чем прогнозируют многие оптимисты. Крупные автомобильные компании занимают осторожную и выжидательную позицию в отношении их использования для изготовления функциональных деталей и узлов, но активно применяют для создания прототипов и концепт-каров. О последнем свидетельствуют мировые автосалоны 2015 года в Детройте, Женеве, Токио, где было представлено множество концептов будущих моделей, удивительных форм и дизайна. По мере освоения АМ-технологий в крупных корпорациях постепенно происходит трансформация мнений о них. Все чаще там говорят о возможности их использования даже в массовом производстве.

Несомненно, для автопроизводителей примером может стать авиационно-космический сектор машиностроения, в котором АМ-технологии обусловили революцию в сфере высоких и наукоемких технологий. Производство здесь носит мелко-, среднесерийный и единичный характер. Затраты на технологическую подготовку производства (ТПП) существенно влияют на себестоимость выпускаемой продукции. Уход от традиционных технологий за счет использования послойного синтеза отдельных деталей и узлов позволил полностью отказаться от проектирования и производства технологической

оснастки, трудоемкость изготовления которой составляет до 90% ТПП.

Например, NASA тестирует ракетный двигатель с инжектором, состоящим из двух частей, которые изготовлены на 3D-принтере. При использовании традиционных технологий подобный узел должен состоять из 115 деталей. Налицо не только экономия материала и времени производства, но и повышение надежности и безотказности узла. Проектирование узлов происходит на совершенно иной платформе - без учета технологических возможностей изготовления на традиционных станках. В истребителе нового поколения F-35 (США) по АМ-технологиям изготовлено уже приблизительно 900 деталей, а Boeing производит на 3D-принтерах более 22 тысяч деталей 300 наименований для 10 марок гражданских и военных самолетов (<http://inosmi.ru>).

АМ-технологии обеспечивают невероятное повышение производительности при одновременном снижении трудоемкости в десятки раз для наукоемких изделий техники. В Национальной технологической инициативе они признаны ключевым направлением реформирования промышленности России.

3D-печать – отличный вариант для многократного снижения издержек в мелкосерийном производстве и идеальное решение с точки зрения ресурсосбережения, так как потери материала практически равны нулю.

Новые технологии открывают возможности для малого, среднего и крупного бизнеса. АМ-технологии достаточно динамично и без больших финансовых вливаний стартовали в стартапах, малом бизнесе, а затем уже были использованы многоуровневыми компаниями.

Многие аналитики считают рынок АМ-технологий весьма перспективным. От их внедрения к 2025 году ожидается прямой экономический эффект порядка \$550 млрд. Этому способствует и истечение срока действия патентов на SLS и другие процессы, что приведет к снижению цен на оборудование и увеличению конкуренции.

Вклад России в рынок АМ-технологий пока составляет 1,5% от миро-

вого. Но все больше ученых, предпринимателей, промышленников, вузов и НИИ начинают заниматься 3D-печатью в стране. Есть уже и крупные достижения, отмеченные государственными наградами: премию Правительства РФ 2015 года в области науки и техники за разработку отечественных аддитивных технологий изготовления и контроля ответственных деталей машиностроения получили ученые МГТУ «Станкин», МАДИ, НИАТ. А годом раньше «за разработку нового поколения высокотемпературных конструкционных и

### Выводы

Проблемы внедрения АМ-технологий заключаются в отсутствии профессиональных кадров в этой области, стандартов на терминологию, систем сертификации, стандартизации, приемки технологий, материалов и изделий.

Тормозом продвижения являются консерватизм государственных структур, компаний и корпораций и недопонимание ими роли АМ-технологий в решении задачи повышения экономической эффективности многих отраслей отечественной экономики.

В условиях дефицита финансовых ресурсов возрастает роль государственных

функциональных материалов и создание в целях импортозамещения высокотехнологичных малотоннажных производств материалов и технологий для авиационной, ракетно-космической и специальной техники» Государственной премии в области науки и технологий был удостоен академик РАН, генеральный директор Всероссийского института авиационных материалов Е.Н. Каблов. Институт является лидером в создании порошков и технологий для аддитивного производства России.

институтов в обеспечении комплексного подхода и координации работ в области фундаментальных и прикладных исследований АМ-технологий в наукоемких отраслях экономики.

Необходима разработка программ или, по крайней мере, подпрограмм развития аддитивных технологий в уже существующих государственных программах.

Недооценка значимости внедрения цифровых технологий в практику автомобилестроения и других отраслей может сохранить технологическое отставание страны.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанова, Е.Ю. Высокие технологии в инновационной экономике /Е.Ю. Степанова, Л.И. Поландова // Известия Орловского государственного технического университета. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2007. - № 3/267(533). - С. 156–167.
2. Степанова, Е.Ю. Маркетинг инноваций: проблемы и решения /Е.Ю. Степанова, Ю.С. Степанов //Экономические и гуманитарные науки. - 2011. - №12/ (239). - С. 24-31.
3. Степанова, Е.Ю. Наукоемкие отрасли и высокие технологии – основа технологической безопасности и независимости страны /Е.Ю. Степанова // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2014. - №2 (304). - С. 122-132.
4. Степанова, Е.Ю. Аддитивные технологии как прорывные инновации ресурсосбережения 21 века /Е.Ю. Степанова // Энерго- и ресурсосбережение - XXI век: XIII междунар. науч.-практ. интернет-конф. (15 марта – 30 июня 2015 г., г. Орел). - Орел: Госуниверситет – УНПК, 2015. - С. 124-128.
5. Портал «Автомобильные новости». – Режим доступа: <http://news.drom.ru/Local-Motors-3D-29764.html> (дата обращения: 03.06.2015).
6. Aachen University uses 3D printer to build a fully functional electric car in just 12 months. – Режим доступа: <http://www.3ders.org/articles/20141118-aachen-university-uses-3d-printer-to-build-a-fully-functional-electric-car-in-just-12-months.html> (дата обращения: 15.09.2015).
7. Портал «Inside.vision». - режим доступа: <http://inside.vision/tag/bentley> (дата обращения: режим доступа: 05.11.2015).
8. Высокие технологии, телекоммуникации, развлечения и СМИ. Прогноз развития отраслей в 2015 году. - Режим доступа: [http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/technology-media-telecom/munications/russian/ru\\_tmt\\_predictions\\_2015\\_rus.pdf](http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/technology-media-telecom/munications/russian/ru_tmt_predictions_2015_rus.pdf) (дата обращения: 15.09.2015).
9. Аверченков, А.В. Автоматизация технологической подготовки производства литейных мелкосерийных изделий для машиностроительных малых инновационных предприятий на основе технологий послойного синтеза / А.В. Аверчен-

- ков, Е.Н. Заблочкая // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2014. - №3(43). - С. 6-9.
10. Giffi, Craig A. 3D Opportunity for the Automotive Industry / Craig A. Giffi, Bharath Gangula & Pandarinath Illind. – Режим доступа: <http://dupress.com/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive> (дата обращения: 15.09.2015).
  1. Stepanova, E.Yu., High technologies in innovation economy / E.Yu. Stepanova, L.I. Polandova // Proceedings of Orel State technical University. Fundamental and Applied Problems in Techniques and Technology. – 2007 – No 3/267(533). – pp. 156-167.
  2. Stepanova, E.Yu., Innovation marketing: problems and solutions/ E.Yu. Stepanova, Yu.S. Stepanov // Economic Science and Liberal Arts. 2011. – No 12/(239). – pp. 24-31.
  3. Stepanova, E.Yu. High technological branches and high tech – basis for technological safety and country independence /E.Yu. Stepanova // Fundamental Problems in Techniques and Technology. - 2014. - №2 (304). - pp. 122-132.
  4. Stepanova, E.Yu., Additive technologies as breaking innovations of source saving in XXI-th century /E.Yu. Stepanova // Energy and Resource Saving – XXI-st Century: XIII International Scientific-practical Internet-Conf. (March 15 – June 30, 2015, Orel). - Orel: State University – ESPC, 2015. – pp. 124-128.
  5. Portal “Motor-car News”. – Access Mode: <http://news.drom.ru/Local-Motors-3D-29764.html> (Address Date: 03.06.2015).
  6. Aachen University uses 3D printer to build a fully functional electric car in just 12 months. – Access Mode: <http://www.3ders.org/articles/20141118-aachen-university-uses-3d-printer-to-build-a-fully-functional-electric-car-in-just-12-months.html> (Address Date: 15.09.2015).
  7. Portal “Inside.vision”. – Access Mode: <http://inside.vision/tag/bentley>. (Address Date: 05.11.2015).
  8. High tech, tele-communications, entertainments and mass media. Forecast for branch development in 2015. – Access Mode: [http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/technology-media-telecom munications/russian/ru\\_tmt\\_predictions\\_2015\\_rus.pdf](http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/technology-media-telecom/munications/russian/ru_tmt_predictions_2015_rus.pdf) (Address Date: 15.09.2015).
  9. Averchenkov, A.V., Automation in technological preparation of short-run foundry product manufacturing for engineering small-scale innovation plants based on technologies of layer synthesis // Bulletin of Bryansk State Technical University. - 2014. - №3(43). - pp. 6-9.
  10. Craig A. Giffi 3D Opportunity for the Automotive Industry / Craig A. Giffi, Bharath Gangula & Pandarinath Illind. – Access Mode: <http://dupress.com/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive> (Address Date: 15.09.2015).

*Статья поступила в редколлегию 07.12.2015.*

*Рецензент: д.э.н., профессор  
Приокского государственного университета  
Никитин С.А.*

#### Сведения об авторах:

**Степанова Елена Юрьевна**, к.э.н., доцент Приокского государственного университета, e-mail: [eco-nauka@ya.ru](mailto:eco-nauka@ya.ru).

**Барсуков Геннадий Валерьевич**, д.т.н., профессор Приокского государственного университета, e-mail: [eco-nauka@ya.ru](mailto:eco-nauka@ya.ru).

**Stepanova Elena Yurievna**, Can.Ec., Assistant Prof. Prioksky State University, e-mail: [eco-nauka@ya.ru](mailto:eco-nauka@ya.ru).

**Barsukov Gennady Valerievich**, D.Eng., Prof. Prioksky State University, e-mail: [eco-nauka@ya.ru](mailto:eco-nauka@ya.ru).

**Збинякова Елена Анатольевна**, к.э.н., доцент Приокского государственного университета, e-mail: [zea@inbox.ru](mailto:zea@inbox.ru).

**Zbinyakova Elena Anatolievna**, Can.Ec., Assistant Prof. Prioksky State University, e-mail: [zea@inbox.ru](mailto:zea@inbox.ru).