

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №5, Том 12 / 2020, No 5, Vol 12 <https://esj.today/issue-5-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/43ECVN520.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Брутян М.М. Перспективы применения метода построения научно-технологических дорожных карт для разработки и массового внедрения альтернативных видов авиационного топлива // Вестник Евразийской науки, 2020 №5, <https://esj.today/PDF/43ECVN520.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Brutyanyan M.M. (2020). Perspectives of the application of the scientific and technological road maps building method for the development and mass introduction of alternative aviation fuels. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(12). Available at: <https://esj.today/PDF/43ECVN520.pdf> (in Russian)

УДК 33

Брутян Мурад Мурадович

ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского», Жуковский, Россия
Специалист
E-mail: Btm23@mail.ru

Перспективы применения метода построения научно-технологических дорожных карт для разработки и массового внедрения альтернативных видов авиационного топлива

Аннотация. Статья посвящена исследованию перспектив применения одного из важнейших классических методов форсайта – построения технологических дорожных карт для разработки и массового внедрения альтернативных видов топлива в авиации. Описаны основные преимущества метода построения технологических дорожных карт для совершенствования бизнес-процессов и внедрения инноваций в различных организациях. Отмечено, что дорожные карты используют многие зарубежные компании как метод приоритизации своего развития. В работе сделан акцент на том, что истинным драйвером составления технологических дорожных карт являются потребности рынка в конкретной инновации, а не отбор определенной технологии из уже имеющегося набора технологий. Приведена универсальная схема классической технологической дорожной карты и указаны составляющие ее элементы. Затронута проблема классификации дорожных карт по различным признакам и выявлены основные отличительные особенности научно-технологических дорожных карт. Так, подобные дорожные карты, имея значительный срок планирования, подразумевают необходимость учета не только краткосрочного обозримого развития технологий, но и также оценку долгосрочных социально-экономических трендов. В этой связи в статье была изучена возможность проведения анализа долгосрочных технологических, экономических, экологических, политических, инфраструктурных, социально-демографических и культурно-этических трендов при разработке научно-технологических дорожных карт для нужд системы воздушного транспорта. Подробно описаны данные факторы влияния на процесс составления дорожных карт. На основе изучения успешного зарубежного опыта составления дорожных карт в области разработки и массового внедрения альтернативного авиационного топлива сделан вывод, что без надлежащего стратегического планирования невозможно решить целый комплекс сложных проблем на пути к массовому использованию альтернативных топлив в авиации.

Ключевые слова: стратегическое планирование; научно-технологические дорожные карты; инновации; форсайт-исследования; анализ трендов; передовые технологии; гражданское авиастроение; альтернативное авиационное топливо; экологическое совершенство

Введение

В условиях жесткого конкурентного окружения и рыночного соперничества, руководители различных компаний все больше начинают осознавать важность учета особенностей разработки новых технологий, выпуска инновационной продукции и прогнозирования захвата определенной рыночной ниши при составлении стратегических планов развития своей организации и поиске новых источников роста. Такой учет становится довольно непростым делом, когда при прогнозировании и планировании разработки нового продукта приходится принимать во внимание большое число различных вероятностных факторов, некоторые из которых могут противоречить друг другу, а также из-за повышенного уровня запросов конечных потребителей. Высокотехнологичное производство в современной экономике потребления все чаще сталкивается с подобными проблемами, так как новые технологии в ряде случаев перестают играть главную роль в принятии управленческого решения о создании нового продукта.

После глобального экономического кризиса 2009 г. темп роста ВВП в России существенно замедлился. Так, по оценке Международного валютного фонда, в 2012 г. он был немногим более 3 %, в 2018 г. – 2,3 %, что существенно меньше докризисного показателя в 7 %.¹ Некоторый восстановительный рост промышленного производства был обеспечен в основном за счет созданной во времена СССР технологической базы, целый ряд обрабатывающих отраслей промышленности нуждается в скорейшем переоборудовании и модернизации. Необходимо сфокусироваться на поиске новой интенсивной модели развития, отойти от сильной зависимости от нефтегазового и иных сырьевых секторов, направить усилия на освоение новых рынков и обеспечить лидирующие позиции в ряде перспективных высокотехнологичных отраслей экономики. Все это свидетельствует о признании приоритетности развития инновационной сферы, что также предусматривает активное ведение инновационной деятельности на предприятиях страны, ускорение инновационных процессов. Подтверждает данный тезис и проведенный Бостонской Консалтинговой Группой (BCG) опрос руководителей и топ-менеджеров ряда фирм, согласно которому 90 % из них констатировали, что рост посредством инноваций является необходимой компонентой для успеха в их отрасли. Однако, несмотря на признание большинством производителей полезности развития инноваций, у них либо не являются приоритетными, либо и вовсе отсутствуют формализованные бизнес-процессы по успешному управлению выводением продукции на рынки. Так, относительно недавнее исследование, выполненное в аудиторской и консалтинговой компании *Deloitte and Touche*, на тему мастерства управления инновациями выявило, что преодоление так называемого «парадокса инноваций», является крайне важным условием для выживания, а тем более успеха во все более сложной динамичной рыночной среде. В этой связи приведем следующий интересный факт: в течение следующих пяти-шести лет более 70 % продаваемой сегодня продукции фирм-производителей морально устареет из-за изменения драйверов потребительского поведения и новых предложений от

¹ По ряду прогнозов в 2020 г. падение ВВП России, вызванное экономическим кризисом, связанным с распространением коронавирусной инфекции, может составить 5,5 %.

фирм-конкурентов². Без инноваций практически ни одна компания не сможет долгосрочно поддерживать свои конкурентные преимущества на современном рынке, балансируя на краю пропасти и полного финансового краха.

Признавая практически безальтернативность инновационному пути развития на современном этапе, не стоит забывать, что создание передового продукта – это всего лишь полдела. Без правильной стратегии выход на рынок может на долгие годы задержать прогресс в конкретной отрасли технологического развития. Организация должна четко осознавать конечную цель своего инновационного развития, предвидеть желаемое положение на рынке [1]. Не стоит забывать, что многие блестящие разработки ученых, значительно опередившие свое время, оказались коммерчески неуспешными проектами. И лишь по прошествии значительного времени на их основе были созданы продукты, без которых немыслима современная жизнь. Путь развития современной техники очень сложен, противоречив и с большим трудом поддается планированию и прогнозированию. Так, например, первый персональный компьютер *Xerox Alto* (США), сервис мобильной телефонии Алтай (СССР), компьютерная сеть *Minitel* (Франция), ставшая прообразом интернета были, по сути, первыми прорывными продуктами в своих сегментах, однако не смогли завоевать рынок. Проблемы таились в неумении своевременно и верно предугадать веяния нового рынка, неверной стратегии взаимодействия с потенциальными клиентами, отсутствии четко сформулированной бизнес-стратегии, отсутствии гибкости в управлении и ряде других причин.

На протяжении последних десятилетий в обществе в целом доминировала линейная модель создания инноваций. Идея или концепция нового продукта зарождалась в недрах НИОКР, затем последовательно шли стадии разработки, производства и, наконец, маркетинга и сбыта. Современные реалии выдвинули новые условия и начали диктовать иные требования к организации процесса создания новшества. Сегодня, как правило, существующие модели создания продуктовых инноваций не являются линейными: сотни и даже тысячи участников инновационного процесса работают параллельно и слаженно во всех подразделениях предприятия на различных этапах инновационной цепочки, периодически обмениваясь между собой важной релевантной информацией о ходе разработки проекта на различных уровнях готовности. При этом оценка готовности проекта перспективных изделий и принятие управленческого решения о дальнейшей судьбе проекта обычно осуществляется в специальных точках принятия решения, или гейтах (от англ. *gate* – ворота).

Метод построения технологических дорожных карт

Инновационная деятельность, связанная с внедрением передовых технологий сама по себе не является единичным актом, а представляет собой целенаправленную систему мероприятий по разработке, внедрению, освоению, производству и коммерциализации новшеств, объединенных в единую логическую цепочку [2]. Поэтому при прогнозировании технологического развития инновационных продуктов крайне желательно составлять пошаговый сценарий их развития, визуализировать конечные возможные результаты с учетом всех релевантных трендов и возможных событий в будущем. В настоящее время большинство производителей составляют прогнозные стратегические планы и реализуют проекты НИОКР в соответствии со своими коммерческими задачами. Для разработки долгосрочных стратегий и выбора оптимального пути достижения поставленных целей, многие иностранные компании и крупные транснациональные корпорации (*BAE Systems, Boeing, Corning, Daimler, Honeywell,*

² Mastering Innovation: Exploiting Ideas for Profitable Growth, Deloitte Research, 2005. URL: <https://robertoigarza.files.wordpress.com/2008/03/rep-mastering-innovation-exploiting-ideas-for-profitable-growth-deloitte-2004.pdf>.

Lockheed Martin, Lucent Technologies, Motorola, Panasonic, Philips, Sikorsky и др.) широко применяют в своей практике метод построения технологических дорожных карт. В английском языке для данного явления наиболее популярно название *Science and Technology Roadmapping*, существенно реже используются термины *Strategic Roadmapping, Innovation Roadmapping, Business Roadmapping*. Данный подход к стратегическому планированию набирает все большую популярность на уровне промышленных корпораций, правительственных организаций и даже отдельных отраслей экономики как вспомогательный к отраслевым форсайт-исследованиям инструмент для прогнозирования будущих тенденций в технологической сфере, сканирования технологических горизонтов [3]. Современная отечественная теория менеджмента пока не выделяет дорожные карты как самостоятельный инструмент стратегического управления, считая их, как правило, лишь вспомогательным удобным способом графической интерпретации и визуализации различных сценариев развития объекта картирования [4; 5]. Однако в последнее время в России наметилась тенденция в сторону повышения интереса к данному методу планирования. Основными сдерживающими факторами к его широкому распространению являются отсутствие единых унифицированных подходов и алгоритмов формирования дорожных карт, структуры и формы заполнения соответствующих документов, недостаточное общее понимание сути данного метода, отсутствие квалифицированных специалистов по дорожному картированию. Тем не менее, при всех имеющихся помехах и препятствиях, в некоторых наукоемких отраслях российской экономики уже сейчас разрабатываются или начинают разрабатываться технологические дорожные карты. Так, в настоящее время методика технологических дорожных карт является основным инструментом концентрации усилий государства и бизнеса на наиболее перспективных направлениях развития nanoиндустрии. Следствием этого выступает то, что ОАО «РОСНАНО» активно использует данную методику в научном прогнозировании.

Метод дорожных карт, картирования технологий или стратегической технологической маршрутизации является одним из важнейших классических методов форсайта и широко применяется в промышленности для составления стратегий и планов развития различных технологий. Данный метод впервые был опробован компанией *Motorola* более 30 лет назад, для поддержки интегрированного планирования развития своих технологий и основанных на них товаров. Позднее метод построения дорожных карт был адаптирован многими компаниями и отдельными промышленными секторами экономик развитых стран, которые в настоящее время его широко применяют для планирования некоторых аспектов своего развития. Исследование результатов опроса двух тысяч британских производственных предприятий, опубликованное в работе [6], показало, что 10 % из них (преимущественно крупнейшие) применяли в своей деятельности метод построения дорожных карт как основной метод приоритизации своего технологического развития. По своему виду и содержанию дорожная карта – это своеобразная временная диаграмма, состоящая из нескольких слоев, связанных причинно-следственными связями и позволяющая исследовать эволюцию процессов развития рынков, продуктов и технологий, а также предоставляющая возможность проанализировать возникающие перспективы – «окна возможностей» – для повышения эффективности развития продукта. Образно говоря, технологическая дорожная карта является «первым шагом» в сторону настоящей технологической инновации. Процесс картирования технологий, как отдельный самостоятельный вид экономической деятельности предприятия, должен предполагать придание особой связанности составляемым дорожным картам: ориентировать технологии на конкретные продукты, продукты должны удовлетворять потребностям рынка, а рынки, в свою очередь, должны соответствовать стратегическим целям и миссии фирмы. Специалисты исследовательской и консалтинговой компании *Gartner* считают, что каждому предприятию необходим особый формализованный процесс, позволяющий осуществлять мониторинг развития инноваций с целью определения возможностей их применения в бизнесе, принятия решения о внедрении какой-либо инновации, а также о сроках начала ее реализации. В

настоящее время умелое владение методом составления технологических дорожных карт становится неотъемлемой составляющей успешного инновационного менеджмента и необходимым требованием к компетентности инновационных и технологических менеджеров. Те предприятия, которые смогут в совершенстве овладеть методом стратегической технологической маршрутизации, на систематической основе будут способны извлекать для себя выгоду, как из внешних, так и из собственных инноваций³. Напротив, отсутствие формального процесса картирования технологий может угрожать жизнеспособности инноваций.

Составление технологической дорожной карты – весьма трудоемкий и затратный процесс, на который расходуется большое число человеко-часов и денежных средств. Так, в работе⁴ приведены цифры по средней стоимости разработки технологической дорожной карты на период более двух лет: лишь одни прямые финансовые затраты на составление подобного документа без учета потраченного участниками времени составляют 200–250 тысяч долларов.

В структуре прямых затрат на составление дорожной карты можно выделить следующие: сбор релевантной сегментированной информации и проведение анализа; разработка и поддержка веб-сайта с внесением в него регулярных обновлений (например, ежемесячных); представительские и организационные расходы на проведение встреч и иных необходимых мероприятий; оплата труда задействованного штата сотрудников (руководителей, менеджеров, консультантов, рядовых специалистов требуемых профессий и т. д.); непосредственно составление дорожной карты, включая выпуск всей необходимой сопутствующей документации, ее перевод и обеспечение надлежащего документооборота. Поэтому оперативность вносимых изменений, эффективность и быстрота процесса разработки технологической дорожной карты зависит не только от квалификации и трудолюбия ее составителей, но и адекватного уровня финансирования. Например, если участников разработки ввиду ограничения бюджетных средств вынуждают работать удаленно друг друга – посредством проведения видеоконференций, телемостов и веб-семинаров – это может привести к снижению количества необходимых взаимодействий, ухудшению качества работы, отсутствию мотивации и интереса, возникновению чувства безразличия к результату и прочих негативных явлений.

Как известно из общей теории инновационной деятельности, существуют две основные гипотезы о первопричинах появления новшеств на рынках: теория технологического толчка (*technology push*) и теория давления рыночного спроса (*market pull*). Первая основывается на автономном развитии науки и не придает значения обратной связи между экономической средой и направленностью научного и технического прогресса. Приверженцами этой теории являются многие известные экономисты, среди которых Г. Менш, Ю. Яковец, Я. ван Вейн и др. В основе второй гипотезы лежит идея о том, что развитие научно-технической и инновационной сферы происходит в соответствии с требованиями рынка, а инновации создаются по его запросу, вызванные ростом спроса потребителей [7]. Среди сторонников

³ В случае реализации комплексной инновации, задействующей не только само предприятие, но и поставщиков разных уровней, подрядчиков, субподрядчиков и прочих заинтересованных субъектов, можно составлять так называемые интегрированные технологические дорожные карты, содержащие как планы самого предприятия, так и его поставщиков и иных экономических контрагентов, определять роль каждого из них в создании желаемого будущего. В настоящее время почти всякая крупная фирма ясно осознает, что поставщики могут оказывать существенное влияние на ее конкурентоспособность и инновационность, ведь зачастую предоставляемые ими детали и компоненты составляют более чем 70 % от стоимости производимого конечного продукта.

⁴ Technology Roadmapping, A Guide For Government Employees, 30 p. URL: [https://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/vwajp/guide_employees-guide_fonctionnaires_eng.pdf/\\$file/guide_employees-guide_fonctionnaires_eng.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/vwajp/guide_employees-guide_fonctionnaires_eng.pdf/$file/guide_employees-guide_fonctionnaires_eng.pdf).

теории давления рыночного спроса также можно отметить ряд известных фамилий – Й. Шмуклер, К. Фримен, Дж. Кларк, К. Оппенлендер и др.

Важно понимать, что технологические дорожные карты разрабатываются не на основе отбора определенной технологии из уже имеющегося набора и автономного развития научно-технической сферы. Истинным драйвером составления дорожных карт являются потребности рынка (действительные или ожидаемые) в определенной технологической инновации, внедрение которой в будущем рассчитывает осуществить компания, для нужд которой составляется технологическая дорожная карта⁵.

Каждая отдельно взятая коммерческая компания ставит перед собой и решает различное множество самых разных задач, однако основными являются поиск и захват своего рыночного сегмента, максимизация прибыли и минимизация затрат на ее получение. Однако, зачастую реальное положение фирмы и успешность ее бизнеса, как правило, очень далеки от желаемого идеального положения. На фоне происходящего бурного развития науки и технологий, сильных социальных изменений в обществе, появлением новых глобальных вызовов, постоянного усложнения условий ведения экономической деятельности и объективной необходимости в ускорении ее темпов, для многих предприятий затруднительным становится даже просто «идти в ногу со временем», не говоря уже о внедрении каких-либо инноваций. Л. Кэрролл в своей книге «Алиса в Зазеркалье» очень метко подметил, что нужно бежать со всех ног, чтобы только оставаться на месте, а чтобы куда-то попасть, надо бежать как минимум вдвое быстрее. Технологическая дорожная карта открывает перед руководителями и прочими заинтересованными лицами хорошую возможность для совершенствования бизнес-процессов и значительного улучшения общего делового микроклимата на предприятии. Можно выделить следующие основные преимущества, которые при правильном использовании несет в себе метод составления технологических дорожных карт:

- повышение эффективности ведения документооборота, обмена информацией и сотрудничества между дочерними компаниями, географически разрозненными филиалами, а также поставщиками в области стратегического планирования деятельности фирмы;
- сохранение и аккумулирование данных о составленных ранее стратегических планах, что позволит, во-первых, извлечь прямую выгоду из прошлого опыта, а во-вторых – позволит избежать разработки новых планов «с нуля» в каждом следующем году;
- идентификация ситуаций, в которых компания могла бы увеличить степень повторного использования своих технологий в процессе разработки новых продуктов;
- минимизация дублирования работ в компании по планированию продукта в ее самостоятельно функционирующих подразделениях и филиалах, рассредоточенных по всему миру;
- подстройка и выравнивание проводимых внутрифирменных НИОКР под свои стратегические приоритеты в соответствии с теми новыми продуктами, которые, ожидаемо, могут обеспечить рост компании;

⁵ Разумеется, в случае успешного внедрения технологической инновации, в особенности радикальной с прорывными характеристиками, компания планирует захватить либо определенные целевые рыночные ниши, либо даже весь рынок. Последнее чаще имеет место в случае прогнозирования и ожидания появления новых рынков и новых потребностей.

- осознание потенциальной прибыльности еще только зарождающихся технологий, находящихся на ранних уровнях зрелости (готовности), для принятия своевременного стратегически верного решения относительно управления жизненным циклом продукта;
- появление возможности повышения инновационной активности за счет высвобождения части ресурсов, обусловленной снижением издержек и более эффективным их распределением на проведение внутрифирменных НИОКР⁶.

Сами по себе окончательно построенные дорожные карты могут принимать совершенно различные формы, ввиду многообразия всевозможных технологий, продукции и рынков, а также особенностей их развития [8; 9]. Как справедливо отмечается в работе [10], процесс составления дорожных карт не является строго регламентированным, а во многом зависит от специфики поставленной задачи и принимаемых управленческих решений в каждом отдельном случае. Однако существует наиболее общая гипотетическая схема, наглядно иллюстрирующая основные принципы этого процесса, которая была впервые представлена в 1997 г. в отчете рабочей группы Европейской ассоциации управления промышленными исследованиями, см. рис. 1⁷.

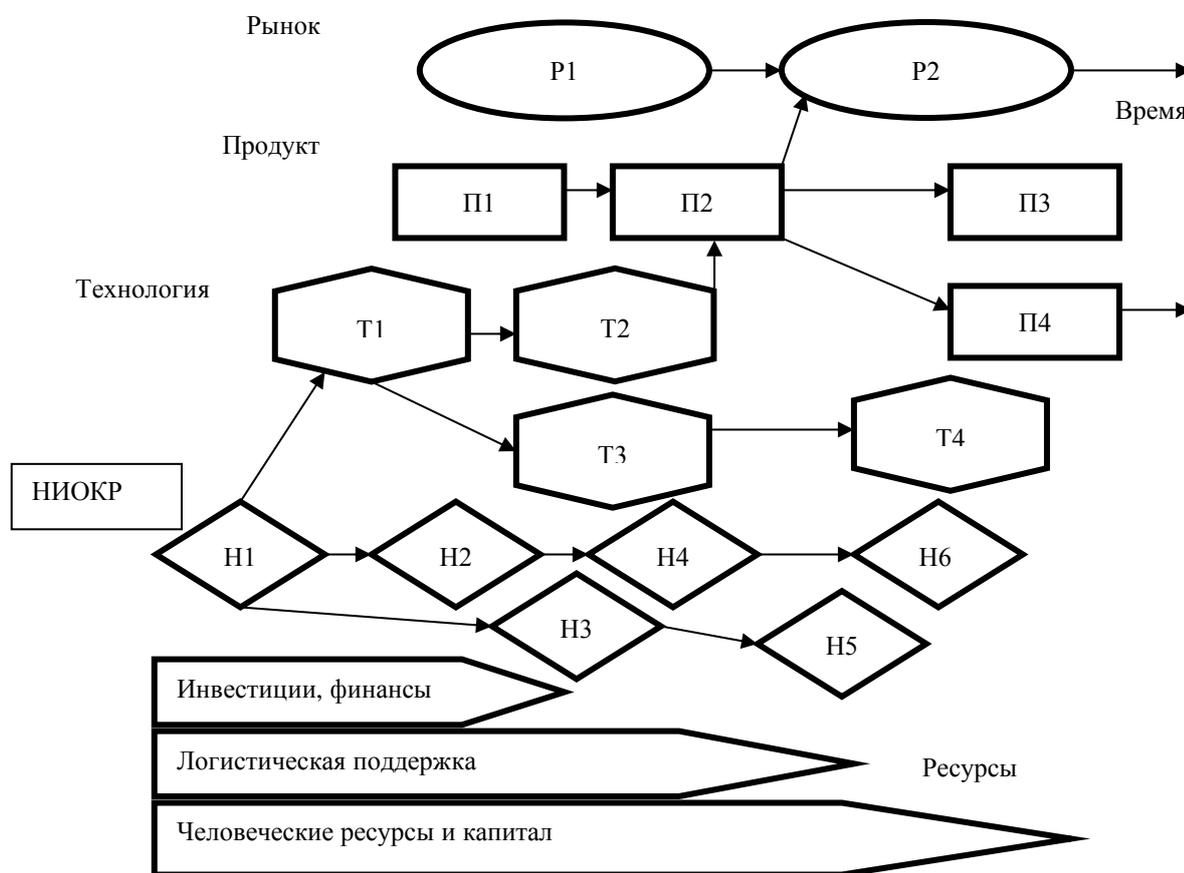


Рисунок 1. Возможная схема технологической дорожной карты (источник: EIRMA *Technology roadmapping – delivering business vision // Working group report, European Industrial Research Management Association, Paris. No. 52. 1997*)

⁶ Применение технологических дорожных карт, по оценкам ряда производителей, позволило им снизить затраты на проведение внутрифирменных НИОКР примерно на 10–25 %.

⁷ EIRMA *Technology roadmapping – delivering business vision // Working group report, European Industrial Research Management Association, Paris. No. 52. 1997.*

Данная универсальная схема дорожной карты наглядно показывает как новая технология, возникающая вследствие проводимых НИОКР, может быть соотнесена с развитием конкретных продуктов и рынков, а следовательно, и со всей бизнес-стратегией предприятия, то есть включает в себя учет технологической и коммерческой составляющей. Дорожная карта позволяет установить и исследовать возникающие между различными слоями связи или выявить полное их отсутствие в зависимости от рассматриваемых перспектив. Также на рисунке показан примерный объем потребных ресурсов: финансовых вливаний, логистической поддержки, квалифицированных кадровых сотрудников в зависимости от текущей стадии технологического развития и прошедшего времени со старта первого НИОКР. Традиционно дорожная карта включает в себя следующие составляющие элементы: временную ось, слои (уровни), «связки», дополнительную информацию, графические обозначения и процесс перемещения по карте [10].

Метод технологических дорожных карт является довольно гибким и может применяться для достижения различных целей развития какого-либо продукта или даже бизнеса. Так, известны дорожные карты компании *Philips* по планированию развития продукта, на основе передачи технологий в производство, часто предполагающие и учитывающие появление более одного поколения продукта [11]. Дорожные карты *NASA* направлены на планирование программ и подразумевают реализацию стратегии по управлению крупными проектами⁸. Кроме этого, известны дорожные карты, связанные с планированием сервиса, стратегическим планированием, долгосрочным планированием, планированием интеллектуальных активов, планированием процессов и интеграционным планированием. Согласно самой широкой классификации, предложенной в ряде работ и исследований, технологические дорожные карты в зависимости от уровня ее составления делятся на отраслевые и корпоративные [12]. Известны также и научно-технологические карты, имеющие значение на общенациональном уровне, направленные на проведение фундаментальных научных исследований и разработку новых технологий. Научно-технологические дорожные карты имеют значительный промежуток планирования, обусловленный необходимостью учета не только краткосрочного развития технологий в обозримом будущем, но и долгосрочных социально-экономических факторов и трендов. Проблема типологии и таксономии дорожных карт исследовалась в работах [13; 14], где было предложено группировать дорожные карты, объединенные по какому-либо широкому признаку в соответствующие кластеры. При этом в одном случае было выделено целых 16 кластеров, в другом лишь 4, что свидетельствует не только о наличии многообразия дорожных карт, но и о важности подборки исходных критериев, объединяющих признаков при проведении классификации и группировки. Например, технологические дорожные карты можно классифицировать по содержанию, по целевому признаку, по форме графического представления и т. д. Как отмечается в работе⁹ в среднем на разработку дорожной карты у группы специалистов уходит от 6 до 14 месяцев.

Практическое использование метода дорожных карт на многих предприятиях осуществляется при помощи соответствующего программного обеспечения (ПО), к числу

⁸ Европейская политика в области разработки космических технологий также ориентирована на широкое применение метода дорожных карт как ключевого инструмента для работы космической промышленности в области совершенствования технологий. Европейские эксперты отмечают, что дорожные карты могут оказаться полезными также при разработке и анализе различных космических проектов, планировании работ в космической промышленности, ведении маркетинговой и внешнеэкономической деятельности.

⁹ Energy Technology Roadmaps guide to development and implementation. International Energy Agency, 2014. 27 p. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21079TechnologyRoadmapAguidetodevelopmentandimplementation.pdf>.

наиболее известных из которых можно отнести, например, *Vision Strategist*, которую с 2001 г. с успехом применяют в компании *Motorola*.

Согласно данным, приведенным в работе [15], внедрение автоматизированного процесса стратегической технологической маршрутизации позволило компании за первые два года сэкономить 200 миллионов долларов за счет улучшения менеджмента процесса разработки и снижения издержек. Такие программы помогают обеспечить централизованное стратегическое планирование продукта на основе сбора и обработки в режиме реального времени универсальных технологических данных и добиться соответствия текущих планов развития основным целям бизнеса. Своевременность предоставления информации, автоматизированный процесс планирования, визуализация альтернатив для их изучения и поиска возможностей получения прорывных результатов, составление карты проекта в динамике, а не статике позволяют высшему руководству более эффективно координировать и согласовывать работу различных подразделений и на этой основе систематически повышать качество инновационного и технологического менеджмента на предприятии.

Специальное ПО при составлении дорожной карты с наибольшей пользой следует использовать когда:

- существует несколько путей достижения поставленной цели;
- требуется отыскать новую идею;
- необходимо разработать детальный план и сформировать единую стратегию;
- необходимо оправдать вложенные инвестиции.

Несомненным преимуществом составления дорожной карты при помощи специального ПО является сильное упрощение процедуры внесения в нее изменений, доработок и корректировок в графическом редакторе, по сравнению с традиционным способом составления дорожной карты в форме бумажного документа [16]. Без этого пришлось бы проводить регулярные совещания ведущих топ-менеджеров и руководства с целью обсуждения стратегии и тактики будущего развития. Однако одно лишь ПО не может полностью заменить участие человека в стратегическом планировании и, следовательно, чтобы составлять качественные технологические дорожные карты, необходимо интегрировать в этот процесс различных заинтересованных лиц принимающих решения, обладающих необходимыми навыками и знаниями.

Проблемы разработки научно-технологических дорожных карт для нужд развития системы воздушного транспорта

Перейдем теперь непосредственно к рассмотрению некоторых особенностей и возможных перспектив применения метода построения научно-технологических дорожных карт для нужд отечественного авиастроения и развития всей системы воздушного транспорта на базе новых прорывных технологий. Временной горизонт прогнозирования у научно-технологических дорожных карт, как правило, составляет 15–25 лет. На современном этапе развитие гражданской авиации невозможно без внедрения в практику авиастроения целого комплекса научно-технических инновационных проектов, направленных на существенное улучшение эксплуатационных характеристик пассажирских самолетов. Соперничество между авиастроительными фирмами на протяжении всей истории развития авиации было довольно жестким, а достижение превосходства над конкурентами напрямую связано с разработкой и освоением новых прорывных технологий [17]. В последние годы пальма первенства в гражданском авиастроении с переменным успехом переходит от одной к другой из двух

крупнейших авиастроительных фирм в мире – *Boeing* и *Airbus*¹⁰. По данным на 2005 г. российская авиационная промышленность создавала в среднем по 10 самолетов в год. Для сравнения, компании *Boeing* и *Airbus* в 2005 г. получили по 1000 заказов на новые самолеты. Между тем, по оценкам Министерства транспорта Российской Федерации, в том же 2005 г. из 2528 гражданских авиалайнеров, находящихся в эксплуатации, более половины практически исчерпали весь свой ресурс и нуждались в замене. Вдобавок, многие эксперты прогнозировали рост потребностей российских авиакомпаний в дальне- и среднемагистральных самолетах. Очевидно, что у российского авиастроения существуют два пути: восполнять имеющийся пробел, закупая иностранные лайнеры или пытаться развивать собственное производство для удовлетворения хотя бы собственных внутренних потребностей в авиаперевозках. Для ухода от непривлекательной и рискованной прямой конкуренции с ведущими зарубежными фирмами российскому авиастроению в стратегической перспективе необходимо сосредоточить усилия на поиске и захвате новых емких рыночных ниш гражданской авиации, изучать возможности и перспективы применения авиации в новых сферах различных секторов экономики.

В Концепции социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года одной из важнейших задач была вывод из кризисного состояния машиностроительной промышленности. При этом особое внимание, по мнению авторов документа, должно быть уделено развитию авиационной промышленности как наиболее наукоемкой и технологически сложной отрасли. Большие надежды Правительства связаны с формированием глобально конкурентоспособной авиационной промышленности, закреплением отрасли на мировом рынке в качестве одного из ведущих производителей. Так, главной задачей государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы» является повышение роли авиационной промышленности в обеспечении устойчивого развития России, достижении национальных интересов и суверенитета в соответствии со стратегическими приоритетами в сфере развития высокотехнологичных отраслей экономики¹¹.

Однако необходимо учитывать, что производство авиатехники является капиталоемким бизнесом, окупаемость проектов растягивается на 10 и более лет при условии налаженного серийного производства. Кроме того, в авиационной отрасли особенно велики риски, сопряженные с масштабными инвестициями в новые проекты, высоким уровнем наукоемкости выпускаемой продукции и значительной конкуренцией на глобальном рынке. Государственная политика в этой области направлена на возвращение России в качестве третьего производителя по объему воздушных судов гражданского назначения. К 2025 г. планируется достигнуть 10–15 % от уровня мировых продаж гражданских самолетов. Сейчас доля отечественных продаж в мире составляет менее 1 %, что не позволяет, к сожалению, относить Россию к категории основных «игроков» на мировом рынке гражданской авиатехники.

Однако история такой капиталоемкой и затратной отрасли как авиастроение говорит о том, что лидерство в ней довольно шаткое и недолговечное. Для победы в жесткой конкурентной борьбе необходимо на систематической основе усиливать технологическую составляющую, познавать окружающие силы природы, на основе чего появляются трансцендентальные предпосылки новой техники – *Gestell*, реализовывать научно-технические инновационные проекты, нарабатывать опережающий научный и технологический задел. Ведь использование более мягкой ценовой политики и даже прямой демпинг, т. е. продажи авиалайнеров по искусственно заниженной цене отнюдь не гарантирует победу в конкурентной

¹⁰ Фактически можно говорить об образовании дуополии на рынке гражданского авиастроения.

¹¹ Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы». URL: <http://static.government.ru/media/files/GUAVVHfGtBGzSAqmMXAHb0jXx1CNlwaI.pdf>.

борьбе¹². Эксплуатирующие гражданские суда авиакомпании при выборе того или иного самолета первым делом обращают внимание на расход топлива, пассажироместимость и экономику обслуживания самолета. Чтобы добиться большей экономии производителям приходится заниматься созданием и разработкой новейших материалов (в том числе композиционных) и устройств, используя которые можно добиться уменьшения веса, повысить технологичность и долговечность конструкции воздушных судов (ВС) [18]. Повышение топливной эффективности ВС является крайне важной задачей, ведь в настоящее время на традиционное топливо – авиационный керосин приходится до 30 % бюджетных расходов авиаперевозчиков, что напрямую влияет на прибыльность их бизнеса¹³. Уменьшение веса интерьера самолета (элементов систем авионики, различной аппаратуры, узлов крепления, подвесок, лучшей подгонки деталей) может иметь значительное влияние на количество сжигаемого топлива и соответственно повысить топливную эффективность ВС. Например, уменьшение веса каждого из 48 широкофюзеляжных дальнемагистральных самолетов воздушного парка авиакомпании *Virgin Atlantic* всего на 1 кг. позволило бы сэкономить около 6,5 тонн топлива в год и сократить соответствующую эмиссию CO₂ приблизительно на 20,8 тонн.

Инновационная технологическая цепь – это последовательный процесс превращения идеи в товар, проходящий последовательно этапы от фундаментальных и прикладных исследований до стадии эксплуатации потребителем [19]. В силу специфики выпускаемой продукции по мере движения по этой цепи, авиастроительные организации сталкиваются с очень широким диапазоном различных проблем стратегического характера при планировании своего развития. Подобного рода трудности, проявляют себя на различных звеньях инновационного процесса: проведении научных исследований и разработок, внедрений нововведений в практику, выводе продукции на конкретные рынки сбыта, получении положительного экономического эффекта от инновации. В авиастроении основные проблемы инновационного процесса усиливают высокая сложность¹⁴ и наукоемкость выпускаемых изделий, длительный цикл разработки продукта, наличие сильных эффектов обучения и устаревания, вовлечение в процесс большого числа подрядчиков и поставщиков различного уровня, значительное внешнее регулирование и контроль, а также иные факторы, которые весьма затрудняют проведение долгосрочного прогнозирования и составление оперативных планов. Кроме этого, приходится учитывать целый ряд факторов, связанных с прогнозированием развития рынков, анализировать мировые тренды.

Например, при составлении своих прогнозов фирма *Boeing* старается учитывать основные ключевые индикаторы, связанные с развитием инфраструктуры, экономическим ростом, ценой топлива, зарождающимися рынками, стратегиями и бизнес-моделями авиакомпаний, степенью либерализации рынка, техническими характеристиками самолетов, охраной окружающей среды и развитием высокоскоростного железнодорожного транспорта. Также нельзя игнорировать различные тренды и драйверы, которые могут охарактеризовать

¹² Во многих странах демпинг считается запрещенным методом рыночной борьбы, нарушающим правила справедливой конкуренции и влекущий убытки местных производителей. Для борьбы с ним принимается ряд антидемпинговых законов, которые позволяют взимать антидемпинговые пошлины в случае обнаружения демпинга. Правила Всемирной торговой организации также запрещают применение демпинговой политики.

¹³ Ведомости. Из чего состоит керосиновая диета для самолетов. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2019/10/15/813726-kerosinovaya-dieta>.

¹⁴ В разработке нового проекта пассажирского самолета обычно задействовано несколько миллионов различных технологий, взаимодействующих между собой. Вопрос построения методики их оптимального взаимодействия и интеграции остается до конца не решенным.

будущие потребности в системе воздушного транспорта в глобальном аспекте – на национальном и международном уровне.

На рис. 2 показаны 7 наиболее значимых сфер, основные тренды которых посредством расширенного *STEEP*V-анализа необходимо учитывать при составлении типичной научно-технологической дорожной карты для авиационной отрасли [20; 21]. *STEEP*V-анализ также, как и дорожная карта, является одним из методов форсайта, с помощью которого можно провести оценку эффективности самой идеи проекта [22]. Отметим, что традиционный *STEEP*V-анализ включает в себя изучение социальных, технологических, экономических, экологических, политических и этических факторов влияния и выявления основных трендов. Однако при составлении научно-технологической дорожной карты в области авиастроения полезно также анализировать и долгосрочные инфраструктурные тренды. Поэтому для целей данной работы мы добавим в классический *STEEP*V-анализ оценку инфраструктурных трендов, таким образом, что в нашем случае назовем *STEEP*IV-анализом (добавлена литера *I* – от англ. *Infrastructure*) (см. рис. 2).



Рисунок 2. *STEEP*IV-анализ трендов и драйверов наиболее значимых сфер деятельности человека при составлении научно-технологической дорожной карты для самолетостроительной отрасли (составлено автором)

Рассмотрим данные направления чуть более подробно. Социальные тренды и драйверы социальной сферы имеют отношение к социальной системе, в которой непосредственно обитают люди, включая демографические особенности, выбор определенного стиля жизни и стремление к какому-то иному, поведение, мобильность, режим работы, пожелания и требования относительно вопросов здоровья, безопасности и уровня контроля. Экономические

тренды и драйверы этой сферы касаются всей многоуровневой финансовой системы, затрагивающей жизнь людей, предполагая рассмотрение ее в глобальном, национальном, корпоративном и частном аспекте и соответствующими соображениями. Экологические тренды и драйверы следует относить к окружающей среде обитания человека, включая рассмотрение таких вопросов, как энергопроизводство и энергопотребление, управление бытовыми и производственными отходами, снижение вредных выбросов и загрязнений, которые негативно сказываются на здоровье населения. Технологические тренды и драйверы, в свою очередь, показывают, как технологии могут повлиять на образ и стиль жизни людей, на текущее состояние техносферы, включая разработку новых видов топлива, энергогенерирующих систем, развитие электронно-вычислительных, контрольных систем и технологий, новых материалов и устройств, а также передовых производственных технологий и бизнес-процессов. Политические тренды и драйверы следует относить к системе государственного управления, включая политику, регулирование и надзор, законодательство, которое выступает следствием политических процессов. Инфраструктурные тренды и драйверы касаются различных систем и объектов, которые поддерживают устойчивое развитие системы авиационного транспорта, в числе которых, взлетно-посадочные полосы и аэродромная инфраструктура, предоставление связанного с ней сервиса и информации, взаимодействие с другими видами транспорта (например, автомобильным и железнодорожным). И, наконец, тренды и драйверы культурно-этической сферы приносят в нее как новые материальные, так и духовные элементы, затрагивают аспекты существующих в обществе социальных ценностей, норм, традиций, приемов и навыков деятельности, обращают внимание на проблему сохранения культурно-исторического наследия, при постоянном развитии системы культуры. К примеру, растущая потребность в современном обществе к расширению международного культурного обмена, в изучении иностранных языков, посещению различных музеев, выставок, театров и различных достопримечательностей – способствует росту спроса на пассажирские авиаперевозки, поднимает вопрос о ценовой доступности гражданского авиационного транспорта.

Социально-демографические, экономические и экологические драйверы составляют три основных столпа устойчивого развития современного социума, главная цель которого должна состоять в поиске разумного баланса между удовлетворением растущих социальных потребностей и гарантии соблюдения принципов экологически устойчивого производства и потребления. При этом задачи, выставленные перед экономической сферой, чрезвычайно важны, так как высокое общественное благосостояние открывает возможности для более легкого выполнения социальных и экологических задач. Отметим, что рассмотренные семь сфер деятельности человека не являются независимыми друг от друга, напротив, их связывают многочисленные сложные взаимозависимости и связи. К примеру, вопрос повышения топливной эффективности ВС и снижения вредной эмиссии имеет большое значение для экономической, политической, экологической, социальной, инфраструктурной, технологической и культурной сферы.

В последнее время активно развиваются многосторонние международные инициативы, способствующие сотрудничеству в области межотраслевых технологий в энергетике. Совместные усилия направлены на разработку и вывод новых энергетических технологий на рынок, инвестирование в долгосрочные проекты НИОКР, переход к устойчивым моделям производства и потребления, продвижение усовершенствованных транспортных средств, поэтапный переход к низкоуглеродной экономике [23]. В Обзоре мирового экономического и социального положения ООН за 2011 г. отмечается, что новой парадигмой экономического развития должна стать так называемая «зеленая экономика», потому что прежние экономические модели приведут еще к большему усилению давления на мировые природные ресурсы и окружающую среду вплоть до предела, после которого станет невозможно

поддерживать устойчивый уровень жизни и потребления¹⁵. Такая новая концепция, бесспорно, должна предполагать существенное повышение удельного веса мировых расходов на научные исследования и разработки в области энергетики и экологических инноваций. В гражданском авиастроении экологическим вопросам и проблеме энергосбережения также следует уделять пристальное внимание. Специалисты научных центров экономически развитых стран мира, производящих авиационную технику гражданского назначения, уже сейчас задумываются над техническими характеристиками и соответствующим обликом «экологически чистых» авиалайнеров следующих поколений.

По оценкам Центра стратегических и международных исследований (CSIS), мировые расходы на НИОКР в 2017 г. только в области энергетики были более 25 млрд долларов, что составило около 1,25 % в общей структуре расходов на исследования и разработки. В ближайшие десятилетия, вероятно, стоит ожидать постепенного повышения удельного веса затрат на научные исследования и разработки в области энергетики и экологии.

Проектирование и создание экологических инноваций предполагает смену самой парадигмы жизненного цикла продукции. Стоит задуматься о разработке такой концепции процесса производства, которая бы соответствовала самым строгим требованиям устойчивого развития. Это означает, что экологически чистые продукты должны не только не оказывать вредного воздействия на экосистему, но и должны влиять на нее положительным образом [24; 25]. Необходимо поэтапно добиваться более эффективного использования энергетических и иных ресурсов, сводить к минимуму образование вредных загрязняющих веществ. Так, Международная инициатива по экономии топлива поставила своей задачей достичь 50 % экономии топлива в мировом масштабе до 2050 г., всячески способствуя проведению необходимым для этого научным исследованиям, публичным обсуждениям, дебатам и конкретным действиям по повышению экономии топлива во всем мире. Технологическая платформа Европейского Союза по биотопливу объединяет заинтересованных в нем лиц и координирует их работу, а рамках участия в научно-исследовательских проектах и разработках, стратегического планирования, проведения соответствующих демонстраций и испытаний, связанных с усовершенствованными видами биотоплива.

Проектирование технологических дорожных карт в области разработки и внедрения альтернативных видов авиационного топлива

Большое внимание развитию международного сотрудничества, деятельности по обмену информацией между заинтересованными сторонами, расширению диалога между государственными органами, промышленностью и бизнесом в решении насущных задач охраны окружающей среды, устойчивого развития воздушного транспорта и разработки альтернативных видов авиационного топлива уделяет и Международная организация гражданской авиации (ИКАО). В одном из ее документов прогнозируется и отмечается, что помимо различных технических и эксплуатационных усовершенствований в области авиационной техники, будут необходимы дополнительные меры для достижения углеродно-нейтрального прироста относительно показателя эмиссии 2020 г.¹⁶ Потенциально большой вклад могут внести устойчиво производимые альтернативные виды авиационного топлива, на которые при всей нынешней неопределенности ситуации и недостаточности имеющихся

¹⁵ Общий обзор мирового экономического и социального положения, великая «зеленая» техническая революция. Организация Объединенных Наций, Нью-Йорк, 2011. 246 с. URL: https://www.un.org/en/development/desa/policy/wess/wess_archive/2011wess_ru.pdf.

¹⁶ Нынешние и будущие тенденции в области авиационного шума и эмиссии. Рабочий документ A38-WP/26. Монреаль: ИКАО, – 2013.

данных, тем не менее, возлагаются большие надежды. В июне 2012 г. в целях подготовки рекомендаций, призванных облегчить глобальную разработку и внедрение экологически чистых альтернативных видов топлива, ИКАО создала специальную Группу экспертов по экологически чистым альтернативным видам топлива (*SUSTAF*). Группой были сформулированы общие принципы внедрения альтернативных видов топлива в авиации¹⁷:

- альтернативные возобновляемые виды топлива для авиации, производимые на основе принципов устойчивого развития, должны обеспечить сокращение нетто-эмиссии парниковых газов на протяжении всего своего жизненного цикла, включая этап производства сырья и горючего, по сравнению с использованием обычного реактивного топлива, причем следует уделить особое внимание постоянному прогрессу в усилиях по еще более значительному сокращению эмиссии;
- производство альтернативных видов авиационного топлива не должно оказывать негативного влияния на производство пищевых продуктов, не должно вызывать дефицит воды, земельных ресурсов, имеющих особую важность с точки зрения сохранения биологического разнообразия, охраны природы и предоставления экосистемных услуг населению;
- создаваемые для нужд авиации альтернативные виды топлива должны содействовать местному социальному и экономическому развитию, причем в случае разработки биотоплива следует свести к минимуму конкуренцию со сферой продовольствия;
- альтернативные виды авиационного топлива должны подходить к использованию в существующих самолетах, быть совместимыми с их двигателями и топливными системами, соответствуя или превосходя текущие технические требования к топливам;
- производство альтернативных видов авиационного топлива в промышленном масштабе должно быть экономически целесообразным.

Несмотря на некоторый достигнутый прогресс на начальном этапе разработки альтернативных видов авиационного топлива и демонстрации их практической применимости на большом числе коммерческих полетов, массовое коммерческое производство и эксплуатационное использование альтернативных видов топлива еще не началось¹⁸. Основным затруднением к их широкому применению по-прежнему остается их большая дороговизна по сравнению с традиционным топливом. Оценки ряда специалистов указывают на то, что около 80 % стоимости альтернативного топлива составляет стоимость сырья. Однако принимаемые политические меры со стороны государств – ведущих производителей современных авиационной техники и технологий однозначно направлены в сторону ужесточения экологических стандартов и норм для самолетов гражданской авиации. Это обстоятельство вынуждает всех остальных участников рынка отнестись с большой долей серьезности к экологическим вопросам, а разработчикам и производителям приходится искать новые

¹⁷ Устойчиво производимые альтернативные виды топлива для авиации. Рабочий документ A38-WP/28. Монреаль: ИКАО, – 2013.

¹⁸ Знаменательной датой в истории развития биотоплива стал июнь 2012 г., когда была осуществлена совместная инициатива ИКАО и ряда заинтересованных лиц (стейкхолдеров) «Полет в устойчивое будущее», в рамках которой было организовано четыре стыковочных рейса из Монреаля на саммит Рио-20 с использованием альтернативных видов топлива. На протяжении самого длинного международного маршрута с использованием биотоплива было сэкономлено 47 тонн эмиссии CO₂ и в течение суток перевезено самое большое число пассажиров на коммерческих рейсах с использованием биотоплива.

технические решения в области разработок и способов их внедрения на пути к массовому использованию альтернативных видов топлива, в том числе и криогенного. Для этого необходимо создавать соответствующие механизмы финансирования инфраструктурных проектов по разработке альтернативных видов топлива на основе открытого сетевого взаимодействия всех участников этого процесса как полноправных партнеров по поиску совместных стимулов к преодолению рыночных экономических барьеров и устойчивого обеспечения широкомасштабного внедрения альтернативных видов топлива. Однако даже в случае реализации оптимистичных сценариев по созданию и внедрению альтернативных видов авиационного топлива, они вряд ли в ближайшее время совершат революцию в своем рыночном сегменте и вероятнее всего не смогут полностью устранить зависимость от нефти в ближайшие десятилетия. Не стоит забывать, что разработка и внедрение альтернативных видов авиационного топлива является сложным междисциплинарным вопросом, который напрямую или косвенно связан с различными аспектами политики в области возобновляемых источников энергии, а также политикой в области охраны окружающей среды, социальной устойчивости и даже сельского хозяйства (в случае биотоплива).

Инициатива американского Федерального управления гражданской авиации (*Federal Aviation Administration*) Альтернативные виды топлива гражданской авиации (*Commercial Aviation Alternative Fuels*) была создана как ответ на три основные современные проблемы, связанные с реактивным авиационным топливом: энергетическая безопасность, стоимость топлива и его экологичность. С самого начала своей работы, на основе выявленных приоритетов, эксперты *CAAFI* сосредоточили основные усилия на четырех ключевых областях, касающихся разработки и массового внедрения альтернативных видов авиационного топлива: экономика и бизнес, сертификация, экология окружающей среды и НИОКР. Для лучшего планирования и обеспечения скоординированности мероприятий, связанных с разработкой альтернативного топлива, в *CAAFI* широко применяется метод построения дорожных карт, которые помогают установить необходимые этапы на пути к поставленной цели и впоследствии отслеживать «пошаговое» движение вперед по этим этапам. *CAAFI* использует целую серию дорожных карт, чтобы отследить общий прогресс усилий по созданию и внедрению альтернативных видов авиационного топлива, включая нахождение промежуточных и разрывов между уже выполненными и необходимыми в будущем действиями, для восполнения которых, по мере необходимости, следует проводить соответствующие исследования и направлять ресурсы. Дорожные карты *CAAFI* состоят из трех уровней, которые на прогрессивной основе более подробно показывают проекции действий и потребностей в каждой из ключевых областей¹⁹. Рассмотрим каждый из этих уровней более подробно.

Дорожные карты первого уровня предстают в виде хоть и краткого, но высокого качества, обзора основных драйверов, предшествующих переходу на альтернативные виды авиационного топлива (например, пиковая добыча сырой нефти, изменение климата). Также в них примерно оценивается срок возможного появления коммерчески доступного альтернативного авиационного топлива. Цели данного уровня дорожной карты заключаются в идентификации потенциальных альтернативных топлив, которые смогут появиться на рынке в течение следующих пятидесяти лет и приближенной оценки даты коммерческой доступности каждого из них.

Дорожные карты второго уровня определяют четыре ключевые области, ассоциированные с четырьмя соответствующими группами *CAAFI*, в которых необходимо провести ряд действий и мероприятий на пути к массовому развертыванию производства

¹⁹ U.S. Research and Development Roadmaps for Alternative Aviation Jet Fuels // Conference on Aviation and Alternative Fuels, Rio de Janeiro, 16–18 November, 2009. URL: https://www.icao.int/Meetings/caaf2009/Documents/CAAF-09_IP003_en.pdf.

альтернативных видов топлива. Ранее уже отмечалось, что эти области включают в себя экономику и бизнес, сертификацию, экологию и НИОКР. Для синхронизации с дорожной картой первого уровня, по каждой из четырех групп разрабатываются более детальные дорожные карты ключевых областей в пределах установленного долгосрочного временного горизонта.

Наконец, дорожные карты третьего уровня затрагивают определение действий и мероприятий, которые необходимы и запланированы к выполнению, на ближайшие 8–10 лет. Эти дорожные карты позволяют более точно установить контрольные точки (*milestones*), оценить достигнутые успехи в процессе разработки и внедрения альтернативных видов авиационного топлива в рамках четырех ключевых областей дорожной карты второго уровня. Контрольные точки можно использовать в качестве индикаторов хода прогресса усилий по разработке альтернативных видов авиационного топлива на пути к массовому применению.

Надо отметить, что дорожные карты *CAAFI* являются и особой информационной площадкой, на которой разработчики альтернативных видов авиационного топлива могут, в зависимости от текущего состояния дел, примерно оценить временной интервал, необходимый для перехода на следующий этап разработки, а также вносить оставшиеся необходимые для прохождения контрольные точки. Кроме того, все заинтересованные лица получают возможность оперативно получать информацию о текущем уровне готовности альтернативного топлива, необходимым предстоящим мероприятиям во временном измерении. Данная возможность обновления информации является несомненным плюсом для разработчиков, так как, приближаясь к этапу готовности запуска полномасштабного производства, они гарантированно подстегивают тем самым интерес всех заинтересованных в альтернативном авиационном топливе сторон, что существенно повышает экономическую эффективность всего проекта, дает возможности для получения поддержки и инвестиций.

Заключение

Авиация до наступления пандемии, вследствие которой сократилось число полетов и перевезенных авиапассажиров, была бурно растущей отраслью с достаточно хорошей прошлой динамикой показателей повышения топливной экономичности. Топливная эффективность реактивных самолетов повысилась более чем на 70 % с момента появления первых гражданских авиалайнеров. Однако этот прогресс обернулся ростом общего объема потребляемого топлива и повышением эмиссии CO_2 , опережающим различные технологические усовершенствования. Несколько забега вперёд, отметим, что основная экологическая проблема авиации заключается в том, чтобы позволить обществу извлекать для себя выгоду из социально-экономических аспектов авиации, при гарантии, что она будет соответствовать глобальным целям в области сокращения эмиссии углекислого и парниковых газов. Так, Консультативный совет по авиационным исследованиям в Европе установил весьма амбициозную задачу сокращения на 50 % индекса эмиссии CO_2 в расчете на один пассажиро-километр для каждого нового самолета, вводимого в эксплуатацию в 2020 г. по сравнению с аналогичным самолетом, который начали эксплуатировать в 2000 г. В будущем, помимо технических и эксплуатационных усовершенствований, большой вклад в решение задачи снижения вредной эмиссии могут внести устойчиво производимые альтернативные виды авиационного топлива, разработка которых в настоящее время только началась. На пути к массовому коммерчески эффективному применению альтернативного топлива разработчикам придется решать целый ряд сложных вопросов, связанных с проведением НИОКР, непосредственно разработкой топлива, испытаниями его пригодности, демонстрацией, сертификацией, созданием соответствующей сырьевой инфраструктуры, организацией системы поставки топлива и прочим. Представляется, что без надлежащего стратегического

планирования будет затруднительно решить их все. Научно-технологические дорожные карты, как мощный инструмент планирования, могут внести свой позитивный вклад в процесс разработки и внедрения альтернативных видов авиационного топлива, повысить эффективность проведения необходимых для этого исследований и мероприятий, наилучшим образом обеспечить прохождение установленных контрольных точек этапов разработки и внедрения.

Эффективность использования метода построения дорожных карт для разработки и внедрения альтернативных видов авиационного топлива обусловлена длительностью, дороговизной, высокой степенью непредсказуемости и сложностью этого процесса. Без наличия отлаженного механизма стратегического планирования, нахождения наиболее вероятных путей достижения цели, многостороннего учета различных факторов и определения важнейших контрольных точек всего процесса будет крайне затруднительно разработать и внедрить экономически рентабельное альтернативное авиационное топливо, способное конкурировать с традиционным. Использование научно-технологических дорожных карт позволит связать краткосрочное обозримое развитие технологий с долгосрочными социально-экономическими и экологическими трендами. Среди таких актуальных тенденций и драйверов развития рынков в сфере авиастроения – это повышение запроса общества на ужесточение экологических стандартов и норм для производителей гражданской авиационной техники, несоответствие которым может обернуться эксплуатантам прямыми финансовыми издержками и даже запретами. В связи с этим возникает потребность в производстве более экологичных ВС, разработке и внедрении альтернативных топлив в авиации. Ответ на данную потребность может привести к различным эффектам, например, появлению более экологически чистой экоавиации, разработке новой методологии экопроектирования летательных аппаратов, постепенной частичной замене традиционного реактивного топлива альтернативными видами топлива. Это позволит уменьшить объем выбросов вредных веществ, создаваемых ВС и откроет дорогу к возможности осуществления углеродно-нейтральных полетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнов Ю.А., Коротаева О.В. Практические аспекты построения авиационного инновационного кластера (АИК): подкластер НИИ // Креативная экономика, – 2009. №10, С. 83–88.
2. Арутюнов Ю.А., Киселева М.М. Ценообразование на инновационную продукцию // Креативная экономика, – 2009. №9, С. 109–115.
3. McCarthy R.C. Linking technological change to business needs // Research Technology Management, – 2003. No. 46(2), P. 47–52.
4. Лидин К.Л. Многообразие построения дорожных карт, 2006. URL: <https://pandia.ru/text/77/396/40434.php>.
5. Кузык Ю. Что такое дорожная карта, URL: <http://novznanija.ru/archives/358>.
6. Phaal R., Farrukh C.J.P. Technology planning survey – results // Institute for Manufacturing, University of Cambridge, project report, 2000.
7. Горлопанов В.В., Дуденков С.В. Построение рыночной модели экономики в России и управление инновационными процессами. М.: Изд-во «МАГМУ», – 2008. 123 с.
8. Kostof R.N., Schaller R.R. Science and technology roadmaps // IEEE Transactions of Engineering Management, – 2001. Vol. 48. No. 2, P. 132–143.

9. Garcia M.L., Bray O.H. Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness // Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), July 27–31. 1997.
10. Белоусов Д.Р., Сухарева И.О., Фролов А.С. Метод «картирования технологий» в поисковых прогнозах // Форсайт, – 2012. №2, С. 6–16.
11. Groenveld P. Roadmapping integrates business and technology // Research Technology Management, – 1997. No. 40(5), P. 48–55.
12. Kappel T.A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future // Product Innovation Management, – 2001. No 18(1), P. 39–50.
13. Phaal R., Farrukh C.J.P., Probert D.R. Technology roadmapping – a planning framework for evolution and revolution // Technological Forecasting & Social Change, – 2004. No. 71(1–2), P. 5–26.
14. Albright R., Schaller R., Taxonomy of roadmaps, Proceeding of Technology Roadmap Workshop, Office of Naval Research, Washington, DC, 1998.
15. Grinnell M., Richey J., McQueen E. Case Study: Innovation Roadmapping Using Enterprise Automation Software. – Motorola Whitepaper, April, 2002.
16. Phaal R., Farrukh C.J.P., Mills J.F., Probert D.R. Customizing the Technology Roadmapping Approach, Proceedings of the PICMET'03, Portland, 2003.
17. Клочков В.В. Управление инновационным развитием гражданского авиастроения. М.: Изд-во «МГУЛ», – 2009. 280 с.
18. Приходина М., Болтунов О., Зубарева А. И целого неба мало // Ежемесячный деловой журнал РБК, – 2013. № 10, С. 112–116.
19. Гончаренко Л.П., Арутюнов Ю.А. Инновационная политика. М.: Изд-во «КноРус», – 2009. 349 с.
20. Шашнов С. Методы форсайт-исследований для оценки перспектив развития гражданского общества и третьего сектора // V Летняя школа по теме «Долгосрочные перспективы развития сектора негосударственных некоммерческих организаций в России: подходы к оценке и их апробация», 6 сентября. 2016.
21. Geluyake H., Moodi M., Afin M., Rafsanjani H. Using Foresight to Create Political and Economic Collective Endeavor Based on the STEEPV Analysis // International SAMANM Journal of Marketing and Management, – 2014. Vol.2. No. 2, P. 129–137.
22. Верхотурова Е.В. Форсайт как инструмент стратегического управления развитием инноваций): автореф. дисс. ... канд. экон. наук. – Иркутск, 2013. 20 с.
23. Клочков В.В., Ратнер С.В. Управление развитием «зеленых» технологий: экономические аспекты. М.: ИПУ РАН, – 2013. 292 с.
24. Брутян М.М., Вахромеева Т.М., Ворожейкина М.П. и др. Проблемы современной экономики. М.: Изд-во «ЦРНС», – 2016. 262 с.
25. Zvorych I. Circular economy and globalized waste management // Journal of European economy, – 2017. Vol.16, No.1, P. 38–53.

Brutyan Murad Muradovich

Central aerohydrodynamic institute named after prof. N.E. Zhukovsky, Zhukovsky, Russia
E-mail: Btm23@mail.ru

Perspectives of the application of the scientific and technological road maps building method for the development and mass introduction of alternative aviation fuels

Abstract. The article is devoted to research of application perspectives of one of the most important classical methods of foresight – construction of technological road maps for development and mass introduction of alternative fuels in aviation. The main advantages of the construction method of technological road maps for business processes improvement and introduction of innovations in various organizations are described. It is noted that many foreign companies use road maps as a method of prioritizing their development. The work emphasizes that the real driver of technology road maps is the market's needs for specific innovation, not the selection of a certain technology from an already existing set of technologies. The universal scheme of the classic technological road map is presented and its structure elements are specified. The problem of classification of road maps by various characteristics was touched upon and the main distinctive features of scientific and technological road maps were identified. Thus, such road maps, having a significant planning period, imply the need to take into account not only the short-term foreseeable development of technologies, but also the assessment of long-term socio-economic trends. In this regard, the article examined the possibility of analysing long-term technological, economic, environmental, political, infrastructure, socio-demographic and cultural-ethical trends in the development of scientific and technological road maps for the needs of the air transport system. These factors of influence on the process of road maps development are described in detail. Based on the successful foreign experience of road maps in the field of development and mass introduction of alternative aviation fuels, it was concluded that without proper strategic planning it is impossible to solve a whole range of complex problems on the way to mass use of alternative fuels in aviation.

Keywords: strategic planning; scientific and technological road maps; innovations; foresight research; trend analysis; advanced technologies; civil aircraft engineering; alternative aviation fuel; ecological excellence