

УДК 338.984

ИЗДЕЛИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ГРАЖДАНСКОЙ ПРОДУКЦИИ КАК НАПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НАУКОЕМКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

^{1,2}А.В. Харебин, ²С.Г. Басистый, ²Г.В. Нелидов, ¹Г.И. Юрковская

¹ Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, email: khariebin01@mail.ru, basistyysg@inbox.ru, krtz24@mail.ru, yurk7@mail.ru

² Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь» (АО «НПП «Радиосвязь»), Красноярск

Аннотация. В статье предложено применение композиционных материалов при производстве продукции гражданского назначения (ПГН) в рамках направления стратегии инновационного развития наукоемких предприятий радиоэлектронной промышленности (РЭП), в качестве решения задачи по достижению установленных значений в нормативных актах по выпуску высокотехнологичной ПГН. Представлены законодательные документы, подтверждающие актуальность использования композиционных материалов в производственных процессах предприятий данного типа. Показаны состав, структура, классификация, технологии, и характеристика композиционных материалов. Выделены их преимущества и недостатки, а также обозначена область применения. Указаны их перспективы развития в масштабах наукоемких предприятий РЭП. Рекомендовано создание специального структурного подразделения на базе наукоемкого предприятия РЭП, отвечающего за полный цикл сопровождения бизнес-процессов, в которых задействованы композиционные материалы. Авторами выдвинута логистическая схема прохождения этапов создания продукта из композиционных материалов.

Ключевые слова: композиционные материалы, наукоемкие предприятия, высокотехнологичная продукция, стратегия инновационного развития, радиоэлектронная промышленность, продукция гражданского назначения.

COMPOSITE MATERIALS AS CIVIL PRODUCTS AS A DIRECTION OF THE STRATEGY OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF HIGH-TECH ENTERPRISES OF THE RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY

^{1,2}A.V. Kharebin, ²S.G. Basisty, ²G.V. Nelidov, ¹G.I. Yurkovskaya

¹ Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, email: khariebin01@mail.ru, basistyysg@inbox.ru, krtz24@mail.ru, yurk7@mail.ru

² Joint Stock Company «Scientific production enterprise «Radiosviaz» (JSC «NPP «Radiosviaz»), Krasnoyarsk

Abstract. The article proposes the use of composite materials in the production of civil products (CP) within the framework of the innovative development strategy of science-intensive enterprises of the radio-electronic industry (REI), as a solution to the problem of achieving the established values in regulatory acts on the release of high-tech CP. Legislative documents confirming the relevance of using composite materials in production processes of enterprises of this type are presented. The composition, structure, classification, technology, and characteristics of composite materials are shown. Their advantages and disadvantages are highlighted, and the scope of application is emphasized. Their development prospects on the scale of science-intensive enterprises of the REI are indicated. It is recommended to create a special structural unit on the basis of a science-intensive enterprise of the REI, responsible for the full cycle of support of business processes in which composite materials are involved. The authors put forward a logistic scheme for the stages of creating a product from composite materials.

Keywords: composite materials, science-intensive enterprises, high-tech products, innovative development strategy, electronic industry, civil products.

Дата поступления статьи в редакцию: 22.05.2025

Дата принятия статьи в печать: 25.06.2025

Введение

На сегодняшний день, функционируя в рамках рыночной экономики, наукоемким предприятиям радиоэлектронной промышленности (РЭП) необходимо развивать выпуск продукции гражданского

назначения (ПГН), учитывая нормативно-правовые документы, в том числе Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-р «О Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 г. и плане мероприятий по ее реализации», в котором указана цель в достижении доли гражданской продукции в общем объеме производства промышленной продукции на 2025 г. — 70%, а на 2030 г. — 87,9% [1], при этом требуется, чтобы данная продукция являлась высокотехнологичной. Такая концепция означает, что выпущенные изделия должны соответствовать критериям, учитывающим экономическую эффективность применения, и требованиям Постановления Правительства Российской Федерации от 15.06.2019 г. № 773 [2] отнесения товаров, работ, услуг к высокотехнологичной продукции, принимая во внимание соответствие утвержденным Президентом РФ приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ и (или) перечню критических технологий РФ [3]. В этой связи, одним из решений производства такой продуктовой линейки, полученной при помощи высоких технологий и способной конкурировать на рынке, будет выступать инновационный подход в деятельности наукоемких предприятий РЭП. Что обуславливает, в рамках планирования процесса работы на долгосрочную перспективу, необходимость в разработке стратегии инновационного развития наукоемкого предприятия РЭП на основе инноваций, с учетом изменяющихся внешних политико-правовых, экономических, социально-культурных, технологических условий среды и внутренних условий выбранного предприятия. К тому же, стратегия инновационного развития ориентирована, в первую очередь, на инновации в области продуктов и технологий [4]. Вследствие чего, применение при изготовлении ПГН такого нового вида материалов как композиты будет считаться новшеством, как для технических характеристик создаваемого продукта, так и для его технологического процесса производства.

Объект и методы исследования

Целью исследования является анализ целесообразности применения композиционных материалов при производстве продукции гражданского назначения радиоэлектронной промышленности. Объектом данной работы выступают наукоемкие предприятия РЭП, специализирующиеся на производстве высокотехнологичной ПГН.

В ходе исследования были использованы следующие методы: анализ нормативно-правовой документации, сравнительный анализ, анализ литературы, обобщение и систематизация, классификация.

В настоящее время перспективным направлением для применения в изготовлении гражданской продукции могут выступать композиционные материалы. Не для кого не секрет, что в нынешний век композиционные материалы являются одной из приоритетных областей в рамках повышения качества современной продукции, способной к конкуренции с мировыми аналогами, не только по качеству, но и по уровню технологий. В современных реалиях применение данного материала достигло, если не колоссальных, то в потенциале именно таких объёмов внедрения в различные отрасли страны.

На укрепление отечественных проектных наработок в области композиционных материалов направлены и государственные меры поддержки, о чем свидетельствует ряд нормативно-правовых документов:

1. Утвержденный Указом президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. №529 «Перечень важнейших наукоемких технологий», раздел 2 «Сквозные технологии», пункт 23 «Технологии создания новых материалов с заданными свойствами и эксплуатационными характеристиками», в состав которых входят композиционные материалы [5].

2. Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2023 г. № 1789-р об утверждении комплексной программы полного инновационного цикла «Новые композиционные материалы: технологии конструирования и производства», которое позволит развить внутренний рынок композиционных материалов, путем восстановления производственной кооперации и перехода на новые материалы и передовые производственные технологии [6].

В качестве статистического подтверждения указанной актуальности рассматриваемого направления, на рисунке 1 отразим в процентном соотношении изготовление изделий из композитных материалов с применением аддитивных технологий по отраслям, где максимальное значение — 100%, а минимальное — 0% для каждой отрасли.

Исходя из чего, наибольший интерес к применению аддитивных технологий проявляет радиоэлектроника, что и определяет направление развития ее инновационной деятельности. При этом оборонно-промышленный комплекс (ОПК) в лице радиоэлектронной промышленности (РЭП), имея внутреннее удовлетворение запросов потребителей в виде отделов и цехов, обладает возможностями выведения данной продукции и на внешний рынок, при должной маркетинговой политике и наличии квалифицированных кадров, соответствующих поставленной задаче.



Рис. 1. Потребность в аддитивных технологиях по различным отраслям [7]

Такая тенденция подтверждается и тем фактом, что на текущий момент научно-технический прогресс, в части модернизации современной техники, требует новых конструкционных материалов, превосходящих по своим свойствам традиционные, что выступает ключевым конкурентным преимуществом.

Для принятия решения о целесообразности применения в таблице 1 выделим имеющиеся у композиционных материалов преимущества и недостатки [8].

Таблица 1

Преимущества и недостатки композиционных материалов

Преимущества	Недостатки
материал и конструкция создается одновременно	высокая стоимость по сравнению с аналогами
высокая удельная прочность	анизотропия свойств
высокая жесткость	низкая ударная вязкость
высокая износостойкость	высокий удельный объем
легкость	гигроскопичность
возможность изготовления размеростабильных конструкции	наличие токсичности
долговечность при работе в тяжелых условиях нагрузки	низкая эксплуатационная технологичность
возможность работы при высоких температурах в агрессивных средах	сложности в переработке
обеспечение минимальной массы конструкций	необходимость наличия специальных навыков и знание стандартов
низкая плотность	менее предсказуемое поведение материала при повреждениях
более высокий модуль упругости	
хорошая проводимость электричество	
водо- и химическая стойкость	

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что, варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, можно получить широкий спектр материалов с требуемым набором свойств, удовлетворяя современным техническим требованиям заказчиков. Таким образом, возможности полимерных материалов чрезвычайно широки, благодаря многообразию полимеров и наполнителей, неисчерпаемой вариативностью составов композитов на их основе и методов их модификации [9]. Несмотря на то, что развитие технологий композиционных полимерных материалов на данном этапе определяется научными исследованиями в области полимерного материаловедения, проблема взаимодействия наполнителей и матрицы остается многогранной. Этот аспект значительно замедляет подготовку технологического процесса для производства требуемого заказчиком изделия.

Области применения композиционных материалов

Область применения	Кол-во видов	Вид композиционного материала	Суть
Авиация	8	Стеклопластики	Авиастроение и конструирование автомобилей
		Углепластики	В скоростных самолетах, тормозных колодках и дисках для скоростных самолетов, для электротермического оборудования
		Высокомодульные карбоволокниты	Для изготовления деталей авиационной техники
		Карбоволокниты с углеродной матрицей	Диски авиационных тормозов
		Бороволокниты	В деталях, подвергающихся длительным нагрузкам в условиях агрессивной среды
		Органопластики, органо-волокниты	В качестве изоляционного и конструкционного материала в авиационной технике
		Керметы	Детали для газовых турбин
		Пьезоэлектрики	Пьезокерамика вырабатывает электрическую искру
Космическая техника	4	Углепластики	Высокотемпературные узлы ракетной техники, тормозные колодки и диски для многоразовых космических кораблей
		Бороволокниты	В деталях, подвергающихся длительным нагрузкам в условиях агрессивной среды
		Органопластики, органо-волокниты	Изготовление труб, емкостей для реактивов
		Керметы	Детали для газовых турбин, детали для ракетной и реактивной техники
Железнодорожный транспорт	-	Полимерные композиты	Изготовление подвижного состава, частей вагонов, отделка и производство кресел пассажирских вагонов
Горная и химическая промышленности	3	Высокомодульные карбоволокниты	Аппаратура для химической промышленности
		Карбоволокниты с углеродной матрицей	Для химически стойкой аппаратуры
		Органопластики, органо-волокниты	Буровой инструмент, детали комбайнов
Гражданское строительство	-	Полимерные композиты	Пролеты мостов, элементы сборных конструкций высотных сооружений
Спортивный инвентарь	4	Стеклопластики	Изготовлении рам для велосипедов
		Углепластики	Клюшки для гольфа и хоккея, теннисные ракетки и спортивные сани
		Органопластики	Использование в конструкциях лыж, сноубордов, гребных лодках
		Полимерные карбоволокниты	Изготовление высококачественной спортивной одежды, обеспечивающей необходимую защиту и комфорт
Радиотехника	2	Стеклопластики	В производстве радиоэлектронных приборов
		Органопластики, органо-волокниты	В качестве изоляционного и конструкционного материала в электро-радио промышленности
Военная техника	2	Материалы, армированные кевларом	Пулезащитные бронежилеты
		Наночастицы, создающие армирующие сетки	Применяются для создания брони
Медицинская техника	3	Углепластики	Ортопедические протезы
		Высокомодульные карбоволокниты	Применяют в рентгеновском оборудовании
		Нитинол	Используют как захватывающие устройства для хирургических манипуляций
Бытовая техника	2	Полимеры, наполненные порошками	Для производства труб, электроизоляции, облицовочных плиток
		Керметы	При изготовлении арматур электродов

Таблица 3

Перспективы развития композиционных материалов на базе наукоемких предприятий радиоэлектронной промышленности

Направление	Суть	Сегмент	Ответственный отдел
Огнестойкие материалы	Позволяют в случае пожара не воспламениться в установленных конструкциях, а также обеспечивают защиту при высокой тепловой нагрузке	Транспортное машиностроение и строительство, отрасли в которых присутствует опасность техногенных катастроф	Цех термической обработки, технологический отдел
Наноккомпозиты	Позволяют воссоздавать новые физико-механические свойства, а также передают улучшенные электрические, термические, оптические, электрохимические, вплоть до биосовместимости	Медицина – для таргетной доставки лекарств, создание различных сенсоров и имплантатов	Цех микроэлектроники
Биоразлагаемые материалы	Применения наноструктурированности	Биоразлагаемая упаковка, материалы для заживления ран, экологически чистые огнестойкие материалы, задачи строительства	Отдел экологии, отдел развития производственных систем
«Умные» материалы	Способны контролировать и изменять собственные характеристики от внешнего воздействия, реагировать на изменение давления, тепла, электрического сигнала, изменять свою форму и самовосстанавливаться после нанесенных повреждений	Авиакосмическая отрасль – саморазвертывающиеся модули, которые будут доставляться на орбиту в собранном виде, при этом непосредственно в космосе осуществляющие самостоятельное раскрытие без применения сложных механизмов	Конструкторское бюро, технологический отдел
Гибкие полимерные роботы	Способны изменять собственную конфигурацию	Спасательные операции – в сложном состоянии попадать под завалы, затем применять механизм разворачивания и осуществлять поиск пострадавших	Конструкторское бюро в синергии с наладчиками станков и оборудования

Результаты и их обсуждение

Наукоемким предприятиям РЭП необходимо расширять направления выпуска гражданской продукции. К примеру, осваивать такое направление как космическая отрасль.

Здесь следует выделить перспективу в полимерных конструкционных композиционных материалах, которые являются зеркалами антенных конструкций из углепластика. Такой продукт имеет широкий сегмент рынка в качестве решения задач связи через спутники. Сотовые материалы из углепластика, являющиеся трехслойными в несущих элементах конструкций, в сравнении с однослойными, при заданных условиях эксплуатации и увеличении нагрузок при заданной массе элемента смогут обеспечить:

- снижение массы элемента конструкции на 40-50%;
- повышение его жесткости на 60-80%;
- повышение надежности на 20-25%;
- увеличение гарантийного срока на 60-70%.

Кроме того, данный вид материалов позволит обеспечить специальные электрофизические свойства, в том числе для антенн радиолокаторов, а также требования по теплостойкости и теплопроводности [10].

В своем научном труде [11] ученые П. Кириллов и В. Мейлицев провели оценку перспектив использования аддитивных технологий в производстве микроэлектроники. Авторы представили концепцию относительно текущего состояния и будущих перспектив интеграции аддитивных технологий в сектор производства электронных устройств.

На сегодняшний день возможность внедрения электронной функциональности на трехмерные поверхности в значительной степени ассоциируется с технологией 3D-MID, которая реализуется посредством широко используемого метода прямого лазерного структурирования (LDS), помимо этого технологии печати с использованием электропроводящих чернил (IJP), преимущественно применяемой для создания прототипов и малосерийного производства. Однако перспективы развития отрасли, безусловно, будут определяться методом прямой 3D-печати компонентов, который позволяет в рамках единого производственного цикла создавать не только основу изделия, но и интегрированные в неё составные элементы компонентной базы.

Приведем анализ областей применения композиционных материалов (табл. 2).

Имея достаточные производственные мощности и высококвалифицированные кадры, наукоемкие предприятия РЭП способны к выпуску продукции по всем перечисленным направлениям.

Однако, в первую очередь, стоит сфокусироваться на областях, входящих в перечень направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечень критических технологий, в целях получения в дальнейшем, в рамках реализации инвестиционных проектов, государственных мер поддержки в виде субсидий. Что позволит в кратчайшие сроки укрепить положение на выбранных сегментах рынка, и в последующем захватить лидерские позиции.

Учитывая актуальную потребность потенциальных заказчиков, выделим в таблице 3 наиболее перспективные направления материаловедения в рамках композитов для наукоемких предприятий РЭП.

Дальнейшим этапом развития композитов является создание «интеллектуальных» полимерных композитов, которые будут способны адекватно реагировать на воздействия извне. Такие материалы были бы способны не только противостоять внешним воздействиям, но и исправлять возникшие повреждения [12].

В связи с чем, производству полимерных композиционных материалов (ПКМ) наукоемкими предприятиями РЭП необходимо способствовать различными государственными программами и мерами поддержки в виде субсидий.

Применение композиционных материалов обеспечивает новый качественный скачок в увеличении мощности двигателей, энергетических и транспортных установок, уменьшении массы машин и приборов [13]. Прогресс развития науки, заключающийся в их разработке и исследованиях возникновения потенциальных уникальных комбинаций, способен предоставить новые возможности не только для конкретного выбранного наукоемкого предприятия РЭП, но и для всей радиоэлектронной промышленности в целом, что может послужить драйвером для установления технологического лидерства.

Следует отметить, что наибольшее внимание должно быть уделено внедрению композитных материалов непосредственно в готовую продукцию, которая имеет лучшие характеристики по сравнению с конкурентными товарами. Однако, в имеющейся литературе, в меньшей мере, рассматривается возможность применения данных материалов в сборках, несмотря на то, что такой метод улучшает параметры деталей, являющихся сборочными единицами. Тем самым повышается качество продукции, что является, по сравнению с имеющимися аналогами, конкурентным инновационным технологическим преимуществом. При этом, как упоминалось ранее, наукоемкие предприятия РЭП, в целях увеличения объемов продукции гражданского направления, имея огромную базу производственных мощностей и оборудования, производящего изделия из композитных материалов, способны удовлетворять не только свои внутрипроизводственные потребности, но и запросы других потребителей.

В связи с загруженностью основного персонала предприятия исполнением задач, связанных с государственным оборонным заказом, а также занятостью выпуском имеющейся товарной линейки гражданского назначения и реализацию проектов ПГН, предлагается создание специального структурного подразделения на базе наукоемкого предприятия РЭП, отвечающего за полный цикл сопровождения бизнес-процессов, в которых применяются композиционные материалы (рис. 2).



Рис. 2. Подразделение наукоемкого предприятия РЭП, курирующее коммерциализацию композиционных материалов

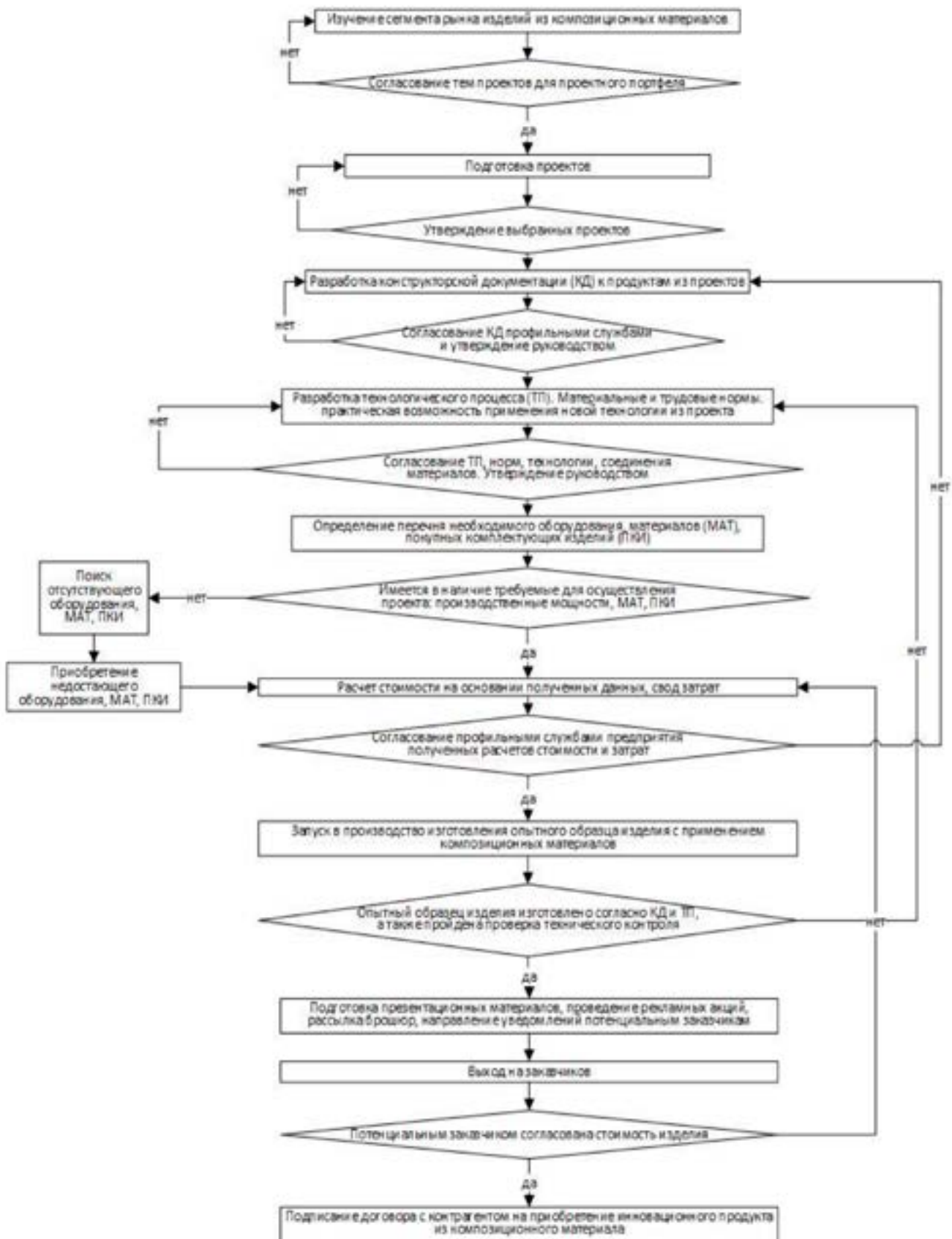


Рис. 3. Логистическая схема прохождения этапов создания продукта на основе композиционных материалов

В целях структуризации, упрощения и рационализации задействованных процессов и профильных служб предприятия, на рисунке 3 авторами рекомендована логистическая схема прохождения этапов создания продукта из композиционных материалов.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод о том, что развитие аддитивных технологий поддерживается рядом нормативно-правовых актов, в связи с чем их включение в компонентную базу продукции гражданского направления, изготавливаемую наукоемкими предприятиями РЭП, может в перспективе при синергии с высшими учебными заведениями и государственными мерами поддержки значительно снизить импортозависимость, одновременно реализуя политику, направленную на осуществление импортозамещения, а также создать продукцию, способную конкурировать не только с зарубежными аналогами, но и обеспечивающую захват мировых рынков. В результате организации нового производства высокотехнологичной продукции потенциальное наукоемкое предприятие РЭП увеличит долю рынка высокотехнологичных устройств, повысит рентабельность предприятия, увеличит прибыль. Проведённые мероприятия предполагают рост гражданской продукции с дальнейшей перспективой полного импортозамещения.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-р «О Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 г. и плане мероприятий по ее реализации». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73340483> (дата обращения: 09.05.2025).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.06.2019 г. № 773 «О критериях отнесения товаров, работ, услуг к инновационной продукции и (или) высокотехнологичной продукции». [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/122396/> (дата обращения: 09.05.2025).
3. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями от 16 декабря 2015 г.). [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/55171684/#block_1000 (дата обращения: 09.05.2025).
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р «О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г.». [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/4qRZEpm161xctpb156a3ibUMjILtn9oA.pdf> (дата обращения: 09.05.2025).
5. Указ президента Российской Федерации от 18 июня 2024 г. №529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/svJr4XfOU8qe61MtjVvmSQ8PAULz8cf.pdf> (дата обращения: 09.05.2025).
6. Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2023 г. № 1789-р «Комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «Новые композиционные материалы: технологии конструирования и производства»» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/hqIEFITdBhlzc2raFZUeDrbKoQAgpbMs.pdf> (дата обращения: 09.05.2025).
7. Большаков А., Чеканова О. Направление цифровых производственных технологий: научное исследование // Вектор высоких технологий. 2017. С. 291-301.
8. Композиционные материалы: исторические примеры использования и применение. Коллективная монография / Под общ. ред. профессора А.М. Колокатова. М.: Издание 2-е, испр. и доп. ГУП «Книжное издательство», 2022. 252 с.
9. Злобина И.В., Бекренев Н.В. Упрочнение защитных материалов на основе арамидных тканей в СВЧ электромагнитном поле // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2018. № 47 (73). С. 23-27.
10. Семрак А.В., Иванов Р.Д., Баранов М.Е. и др. Использование новых конструктивных материалов в ракетно-космической технике // Решетневские чтения. 2012. Т. 1. С. 339-340.
11. Кириллов П., Мейлицев В. Аддитивные технологии // Электроника. 2016. № 4. С. 7.
12. Ерофеев В.Т., Круглов В.М., Ватин Н.И. Интеллектуальные композиты и их использование для получения самовосстанавливающихся бетонов // Транспортные сооружения. 2019. Т. 6, № 4. С. 11.
13. Кочуров Д.В. Сверхвысокопрочный полимерный композиционный материал – графелон // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 5. С. 161.