

УДК 629.7

## **Создание демонстратора технологии авиастроения**

**Сыпало К.И.\***, **Медведский А.Л.\*\***, **Бабичев О.В.\*\*\***,

**Казаринов Г.Г.\*\*\*\***, **Кан А.В.\*\*\*\*\***

*НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского», ул. Жуковского, д.1, Жуковский,*

*Московская область, 140180, Россия*

*\*e-mail: sypalo\_ki@nrczh.ru*

*\*\*e-mail: medvedskyal@nrczh.ru*

*\*\*\*e-mail: babichevov@nrczh.ru*

*\*\*\*\*e-mail: kazarinovgg@nrczh.ru*

*\*\*\*\*\*e-mail: avkan@nrczh.ru*

### **Аннотация**

В статье предложена методология создания демонстраторов технологий в авиастроении, основанная на гармонизации и использовании существующей системы национальных стандартов. Рассмотренный подход позволяет алгоритмизировать процесс создания демонстраторов технологий и, таким образом, сократить временные затраты на изготовление финальной продукции.

**Ключевые слова:** демонстратор технологий, шкала уровня готовности технологий, комплексный научно-технологический проект, проблемно-

ориентированный проект, технологический проект, научно-технический задел.

## **Введение**

Стремительное развитие и смена технологий в мире требует актуализации существующих национальных стандартов (ГОСТ) выполнения НИОКР с учетом оценки их результатов и с целью их сближения с используемыми на практике международными стандартами.

В качестве одного из механизмов реализации системы управления научно-исследовательскими работами, выполняемыми в целях создания новых технологий уже достаточно апробированных для подтверждения возможности получения требуемого уровня характеристик и минимизации рисков производства, предполагается использовать шкалу оценки уровней готовности технологий (далее – УГТ).

Шкала УГТ, представляет собой формализованную оценку степени зрелости технологий для практического использования при разработке от идеи до прототипа целостной системы, испытанной в условиях, близких к реальным.

На основе инструментов системной инженерии, базирующихся в своей основе на формализации измерений уровней готовности технологий, и используя существующую базу национальных стандартов – ГОСТов – предлагается, для дальнейшего развития, методология создания демонстраторов технологий в авиастроении.

## **1. Зарубежный опыт использования шкалы УГТ**

Шкала уровней готовности технологии (УГТ/TRL) взята за основу для градации этапов разработки новых технологий многими ведомствами и организациями, как в США, так и в ряде других стран. Используемая классификация отражает состояние исследовательских программ в зависимости от текущего УГТ, что упрощает разработчикам и заказчикам контроль над ходом исследовательских работ и выбор максимально готовых к промышленному внедрению технологий.

В настоящее время TRL широко используется в таких американских ведомствах, организациях и компаниях США, как Министерство Обороны, Агентство передовых оборонных исследовательских проектов (DARPA), ВВС, Федеральное Управление Гражданской Авиации, Министерство Энергетики, NASA, The Air Force Research Laboratory, Boeing, Northrop Grumman, Lockheed Martin, GE.

В Европе указанная шкала уровней готовности технологий используется такими компаниями, ведомствами и организациями, как Европейское космическое агентство, Министерство обороны Великобритании, Airbus, Rolls-Royce, французские энергетические компании и др. Система TRL применяется в Японии и Канаде, например, TOYOTA, Bombardier и др.

Каждый из указанных уровней готовности в этой шкале характеризует глубину проработки разрабатываемой технологии с целью создания конечного продукта.

## **2. Шкала УГТ, используемая НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»**

Принятая в зарубежной авиационной науке и промышленности и внедряемая НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» шкала предусматривает 9 уровней готовности технологии (УГТ), из которых первые шесть охватывают период исследований и разработок, а последующие три относятся к проведению ОКР и созданию конкретных образцов авиационной техники.

На 1 – 3 УГТ развитие науки и технологий в авиастроении реализуется в рамках проблемно-ориентированных проектов по приоритетным научно-технологическим направлениям. На данных этапах происходит отбор наиболее перспективных технологий на основании теоретических расчетов, лабораторных экспериментов.

По мере повышения уровней готовности технологий возникает необходимость их системной интеграции, обеспечивающей синергетический эффект. Она реализуется на 4 – 6 УГТ в рамках комплексных научно-технологических проектов. На этих этапах ведется отработка выбранных технологий на стендах, демонстраторах, летающих лабораториях.

*Под демонстратором технологий* понимается физическая или виртуальная модель, которая используется, чтобы оценить техническую или производственную осуществимость, а также возможность и полезность операционного применения конкретной технологии, процесса, концепции разрабатываемого изделия или конечной системы. Демонстратор технологий отражает внешнюю форму, внутренние связи, выполнен в соответствующем масштабе и содержит основные функциональные элементы демонстрируемой технологии.

Фактически, демонстратор технологии — это ключевой результат разработок, ведущихся с целью создания научно-технического задела (далее – НТЗ). Таким образом, в промышленность передаются уже готовые к внедрению решения.

Важно отметить, что шкала УГТ и система количественных индикаторов достижения целей призваны *не устранить творческий процесс научного поиска, а сделать его измеримым*. Это позволит более объективно оценивать достигнутые результаты и перспективы завершения научно-исследовательских работ (НИР).

### **3. Методология создания демонстраторов технологий в авиастроении**

Целью методологии создания демонстраторов технологий в авиастроении является минимизация ключевых (финансовых, технических, временных) рисков создания авиационной техники (АТ).

Одним из требований, предъявляемых к системе управления созданием НТЗ является реализация на практике демонстраторов технологий, позволяющих оценить уровень системной готовности технологий в условиях функционирования, близких к эксплуатационным.

Разработка технологий на уровне УГТ 5 – 6 содержит несколько характерных особенностей. Одна из них заключается в изменении масштаба применения элемента изделия, который меняется при переходе от компонента к агрегату и комплексу. Другая – это условия функционирования (окружающая среда). Это могут быть лабораторные условия, математическое моделирование, физическое моделирование, летные испытания, эксплуатационные условия.

Наиболее трудным аспектом выбора среды являются условия функционирования. УГТ 5 и УГТ 6 требуют демонстрации в условиях, близких к эксплуатационным. Специфика определения таких условий функционирования определяется назначением технологии, однако общий подход таков, что используются условия, отображающие весь спектр предполагаемых применений технологии, используемой в компоненте (УГТ 5), или агрегате/комплексе (УГТ 6), в которых проявляется эта технология, с тем, чтобы определить необходимы ли какие-либо конструктивные изменения для обеспечения требуемой эффективности изделия.

Одним из подходов, направленных на решение указанной выше задачи является разработка и создание демонстратора технологий.

Дальнейшие этапы разработки по своему содержанию соответствуют более сложной стадии эскизного проекта (начало ОКР), который связан с созданием макета изделия, изготовлением и испытаниями demonstrators технологий в натуральных условиях. Эти этапы соответствуют УГТ 5 – 6, которые должны входить компетенцию научных учреждений и поскольку требуют конструирования, изготовления и эксплуатации реальных образцов авиатехники.

Методологии создания demonstrators технологий предполагает выполнение основных этапов работ по созданию demonstrators технологий, в соответствии с действующими нормативно-техническими документами в части проведения НИР и ОКР.

### **3.1.Классификация demonstrators технологий**

*Демонстратор материалов* – вещество, имеющее состав, строение и структуру, работоспособность которого в авиационных конструкциях гарантируется исследованием, изучением и испытаниями в соответствии с установленной нормативной документацией.

- Демонстратор конструкции* – объект, характеризующий способность материалов и элементов конструкции выполнять функции в пределах целей для данной авиационной конструкции и обладающий комплексом свойств – весовая эффективность и надежность, включающая долговечность, сохраняемость, живучесть, ремонтно- и контролепригодность.
- Виртуальный демонстратор (электронная модель, электронный прототип конечной системы)* – демонстрирует теоретически подтвержденную технологию в цифровой среде (CAD/CAE/CAM).
- Исследовательский демонстратор (прототип, модель)* – демонстратор, воспроизводящий основные целевые подсистемы в целях проведения исследовательских испытаний, в среде максимально приближенной к эксплуатационной.
- Летный демонстратор* – полноразмерный демонстратор АТ, для проведения испытаний в эксплуатационных условиях с целью подтверждения основных характеристик (оценки уровня научно-технического совершенства).

### **3.2.Порядок создания демонстраторов технологий**

Демонстратор технологий создается в процессе выполнения НИР, направленных на реализацию комплексного научно-технологического проекта (КНТП).

На первом этапе создания демонстратора технологий необходимо проведение НИР, направленных на реализацию проблемно-ориентированных и технологических проектов, реализующих комплекс поисковых и прикладных НИР.

Результатом выполнения поисковых и прикладных НИР должен являться перечень технологий с уровнем готовности технологий УГТ 1 – 3.

При этом на этом этапе общие требования к организации и выполнению НИР; порядок выполнения и приемки НИР; этапы выполнения НИР, правила их выполнения и приемки; порядок разработки, согласования и утверждения документов в процессе организации и выполнения НИР; порядок реализации результатов НИР, устанавливаются ГОСТ 15.101 [1, 16].

Развитие технологий на уровнях готовности 4–6, их системная интеграция и достижение третьего уровня технологической готовности системы реализуется в рамках комплексных научно-технологических проектов.

Комплексные научно-технологические проекты объединяют совокупность научно-исследовательских работ с целью доведения до УГТ 5 – 6 отобранных технологий, сформированных на уровне проблемно-

ориентированных проектов на основе методов системной интеграции. Данные методы обеспечивают взаимную увязку и оптимальную интеграцию разрабатываемых технологий в рамках формирования целевой системы (летательного аппарата, авиационного двигателя, системы или агрегата), а также интеграцию новых технологий в рамках основных этапов жизненного цикла летательных аппаратов (производство, эксплуатация, утилизация).

Задачами проектного управления здесь являются создание научно-технологического базиса последующих ОКР на основе отбора технологий, формирования тематик научно-исследовательских работ и экспериментальных разработок, выбор их исполнителя, приемка результатов работ на основе процедуры оценки научно-технического совершенства в соответствии с действующими нормативными правовыми актами, а также формирование технологического банка знаний комплексных решений. Результатом реализации проекта является техническое задание на проведение опытно-конструкторских и технологических работ в рамках разработки технического, а также доказательная база доведение технологий до УГТ 5 – 6 на уровне соответствующих демонстраторов.

Готовность созданного в рамках комплексных научно-технологических проектов научно-технического задела к использованию в промышленности подтверждается путем разработки демонстраторов технологий в виде элементов, подсистем или систем летательных аппаратов и их испытания в условиях, близких к эксплуатационным, с использованием стендов,

летающих лабораторий, экспериментальных аппаратов и прототипов либо расчетными методами, верифицированными и валидированными для подтверждения готовности научно-технического задела к использованию в промышленности.

Необходимым условием получения указанного результата является комплект рабочей конструкторской документации (РКД) в объеме и по качеству отработки, достаточного для изготовления демонстратора технологий.

### **3.3. Этапы проекта в обеспечение создания демонстраторов технологий**

Этап проекта – часть работ, проводимых в рамках КНТП, характеризующаяся определенным полученным результатом.

При создании демонстратора технологий должны быть предусмотрены следующие этапы проекта:

- а) Этап формирования перечня ДТ, их обликов и ТТХ;
- б) Этап технического предложения на демонстратор технологий;
- в) Этап эскизного проектирования демонстратора технологий;
- г) Этап технического проектирования демонстратора технологий;
- д) Этап разработки рабочей конструкторской документации;
- е) Этап изготовления демонстратора технологий и проведения предварительных и исследовательских испытаний;
- ж) Этап обобщения и оценки результатов исследований.

Рассмотрим перечисленные Этапы.

*а) Этап «Формирование перечня ДТ, их обликов и ТТХ»*

Этап проводится с целью определения типов демонстраторов технологий в соответствии с приведенной выше классификацией, количества необходимых демонстраторов, для подтверждения достижения разрабатываемых технологий УГТ 6, а также формирования тактико-технических характеристик (ТТХ) демонстраторов технологий.

*б) Этап «Технические предложения на демонстратор технологий»*

В соответствии с ГОСТ 2.118 [2] этап проводится, с целью выявления дополнительных или уточненных требований к изделию (технических характеристик, показателей качества и др.), которые не могли быть указаны в техническом задании, и это целесообразно сделать на основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов изделия.

Техническое предложение (ТЗ) может содержать один или несколько вариантов решения задач, поставленных в ТЗ, сопровождаться общими схемами и рисунками. Кроме этого, на этапе технического предложения может разрабатываться предварительная смета на создание демонстратора технологий.

*в) Этап «Эскизный проект демонстратора технологий»*

Согласно ГОСТ 2.119 [3] этап проводится с целью установления принципиальных (конструктивных, схемных, и др.) решений по

демонстратору технологий, дающих общее представление о принципе работы и (или) устройстве продукции и его составных частей, выполнении заданных в ТЗ требований к их эксплуатационным характеристикам, а также о возможности изготовления в промышленных условиях. Перечень работ на данном этапе также установлен указанным ГОСТ.

На этом этапе может одновременно вестись проработка нескольких вариантов разрабатываемого демонстратора и проводится сравнительная оценка вариантов разрабатываемого изделия по показателям качества (назначения, надежности, технологичности, стандартизации и унификации, экономическим, эстетическим, эргономическим и др.). При этом следует учитывать конструктивные и эксплуатационные особенности разрабатываемого и существующих демонстраторов, изготовленных для отработки аналогичных технологий, тенденции и перспективы развития отечественной и зарубежной техники в конкретной области. На основе анализа сравнительной оценки рассматриваемых вариантов конструкции выбирается оптимальный вариант конструкции разрабатываемого изделия. Выбранный вариант конструкции, а также перечень демонстраторов технологий, обсуждается, анализируется и утверждается в соответствии с принятой процедурой.

В результате выполнения данного этапа должны быть разработаны документы, приведенные в ГОСТ 2.119 [3].

*г) Этап «Технический проект демонстратора технологий»*

В соответствии с ГОСТ 2.120 [4] этап проводится с целью выявления окончательных технических решений, дающих полное представление о конструкции изделия, когда это целесообразно сделать до разработки рабочей документации. При необходимости указанный этап может предусматривать разработку вариантов отдельных составных частей изделия. В этих случаях выбор оптимального варианта осуществляется на основании результатов испытаний опытных образцов изделия. Перечень работ на данном этапе также установлен указанным ГОСТ.

На стадии технического проекта (ТП) могут быть изготовлены макеты для проверки основных конструкторских решений по всему изделию и его составным частям и при необходимости вносят соответствующие изменения в конструкцию и чертежи. Необходимость изготовления макетов и их количество устанавливается в ТЗ на работу.

При разработке ТП выполняют работы, необходимые для обеспечения предъявляемых к демонстратору технологий требований и позволяющие получать полное представление о конструкции разрабатываемого демонстратора, оценить его соответствие требованиям ТЗ, технологичность, степень сложности изготовления, возможности транспортирования и монтажа на месте применения.

В процессе выполнения ТП составляется перечень (комплектность) РКД в соответствии с номенклатурой конструкторской документации,

приведенной в ГОСТ 2.102 [5]. Результаты ТП рассматриваются и анализируются в рамках утвержденных процедур.

Приемку проектных стадий осуществляет приемочная комиссия заказчика. На приемочную комиссию разработчик, как правило, предъявляет:

- пояснительную записку с технико-экономическим обоснованием (ТЭО);
- документы, разработанные на проектных стадиях, в соответствии с ГОСТ 2.102 [5] и ГОСТ 3.1102 [6];
- результаты испытаний макетов.

Приемочная комиссия рассматривает и проверяет результаты выполнения работ на соответствие ТЗ, оценивает научно-технический уровень принятых технических решений и их обоснованность и принимает решение о целесообразности использования достигнутых результатов при разработке РКД.

#### *д) Этап «Разработка конструкторской документации»*

Цель и содержание работ этапа заключаются в разработке РКД для изготовления и проведения испытаний ДТ разрабатываемого изделия, в том числе, если это предусмотрено требованиями ТЗ, учебно-тренировочных средств, специального технологического оборудования и оснастки, предназначенных для обеспечения эксплуатации, технического обслуживания, а также программной документации.

Задачи этапа вытекают из целей этапа:

- разработка рабочей конструкторской документации для изготовления ДТ в соответствии с перечнем РКД, разработанным на этапе технического проектирования;

- технологическая и метрологическая экспертиза разработанной РКД;

- разработка и согласование программы и методик предварительных испытания ДТ.

После рассмотрения и утверждения ЭП или ТП разрабатывают РКД на ДТ. Допускается разработка изделий и при одностадийном проектировании, т.е. сразу разрабатывается РКД.

РКД разрабатывается на основании утвержденных документов предшествующих стадий, а при отсутствии проектных стадий – непосредственно на основании ТЗ на ДТ в целом и (или) ТЗ на его отдельные составные части. В процессе разработки документации по выбору и проверке новых технических решений, обеспечивающих достижение требуемого уровня готовности технологий, могут быть проведены лабораторные, исследовательские, стендовые и другие испытания, а также доводочные испытания ДТ, имитирующие реальные условия эксплуатации.

При разработке рабочего РКД необходимо:

- сформировать заказы на приобретение или разработку средств измерений, контрольного и испытательного оборудования для

изготовления и испытания изделий, проверки комплектующих изделий и материалов на входном контроле;

- определить перечень материалов и покупных комплектующих изделий, подлежащих входному контролю по ГОСТ 24297 [7];
- разработать программу и методики проведения предварительных испытаний.

При проработке конструкции изделия для обеспечения качества и надежности разрабатываемых изделий должно быть предусмотрено:

- определение функциональных и конструктивных требований ко всем элементам конструкции разрабатываемого изделия; определение критичных конструктивных элементов (физических структур), технологических операций и их параметров с точки зрения реализации требований ТЗ;
- применение существующих базовых конструкций, типовых технологических процессов и оборудования с целью снижения затрат на создание демонстратора;
- проведение мероприятий по обеспечению и оценке надежности базовых элементов конструкции, используя методы технического расчета и планирования экспериментов, включая следующие работы:
  - расчетно-экспериментальную оценку надежности базовых элементов конструкции в условиях и режимах, установленных в ТЗ;

при этом могут быть использованы результаты испытаний и эксплуатации изделий-аналогов, накопленная информационная база проектных норм и критериев, обеспечивающих требуемую надежность;

- оптимизацию уровней нагруженности элементов конструкции;

- создание технически и экономически обоснованных запасов по параметрам и конструктивно-технологическим запасов по электрическим режимам, а также по стойкости к механическим, климатическим и специальным факторам, предусмотренных требованиями ТЗ;

- определение и учет законов распределения дефектов, присущих исходным материалам и технологическим операциям, для обеспечения малых уровней вероятности присутствия в элементах конструкции потенциально опасных скрытых дефектов;

- оптимизацию допусков на параметры у критичных с точки зрения надежности конструктивных элементов и изделия в целом на основе результатов, полученных при проведении вышеперечисленных работ с учетом затрат на их обеспечение, включая сопоставление затрат на реализацию альтернативных вариантов;

- выбор (разработка) методов и технически обоснованных показателей точности измерений параметров;
- определение оптимальных режимов и условий применения изделия для обеспечения максимальной надежности его в эксплуатации и (или) зависимости надежности изделия от режимов и условий применения;
- обеспечение совместимости изделия с предлагаемыми устройствами (изделиями) в условиях применения;
- обеспечение стыковки изделия узкоцелевого назначения с аппаратурой.

Технические условия (ТУ) не разрабатываются на следующие демонстраторы технологий: демонстратор материалов, демонстратор конструкций, виртуальный демонстратор. Документом, содержащим необходимые требования для разработки, изготовления, приемки и поставки демонстратора технологий в данном случае является ТЗ.

На исследовательский демонстратор (прототип, модель) и летный демонстратор разрабатываются ТУ в соответствии с ГОСТ 2.114 [8].

На основе рабочего РКД для изготовления демонстратора технологий при необходимости разрабатывается и утверждается *технологическая документация* (ТД) по требованиям, установленным стандартами единой системы технологической документации (ЕСТД).

РКД и ТД должны подвергаться метрологической экспертизе.

В настоящее время все более широкое распространение получают электронные конструкторские документы, которые разрабатываются по результатам автоматизированного проектирования и конструирования.

Электронный конструкторский документ, представляющий набор данных, определяющий геометрию изделия и иные свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия является электронной моделью изделия (ЭМИ). Общие требования выполнения электронных документов приведены в ГОСТ 2.051 [9], ГОСТ 2.052 [10] и ГОСТ 2.053 [11].

Порядок хранения, учета и обращения РКД и ТД ведется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.501 [12].

Созданная РКД передается на опытное производство.

*е) Этап «Изготовление демонстратора технологий, проведение предварительных и исследовательских испытаний»*

Целью проведения этапа является предварительная оценка соответствия разработанных технических решений и их конструкторской реализации требованиям ТЗ на ДТ, а также для подтверждения достижения уровней готовности технологий УГТ 6, реализуемых на демонстраторе. Такая оценка осуществляется посредством изготовления ДТ по разработанной конструкторской документации с последующими испытаниями изготовленного образца продукции по программе предварительных испытаний (ПИ).

Задачи этапа, из которых следует содержание работ по этапу:

- подготовка опытного производства для изготовления ДТ;
- изготовление ДТ по разработанной РКД, его отработка (доводка, настройка) в целях подготовки к исследовательским испытаниям;
- проведение предварительных испытаний ДТ, проверка и оценка ЭД на продукцию в ходе ПИ;
- проведение исследовательских испытаний демонстратора технологий, подтверждение достижения уровней готовности технологий УГТ 6, реализуемых на демонстраторе;
- корректировка РКД и ЭД и доработка демонстратора технологий по результатам изготовления и исследовательских испытаний.

Предварительные испытания демонстратора технологий проводятся в соответствии с ГОСТ Р 15.201 [13]. Предварительные испытания проводят с целью предварительной оценки соответствия демонстратора технологий требованиям ТЗ. Исследовательские испытания проводятся в условиях, приближенных к условиям реальной эксплуатации, с целью подтверждение достижения уровней готовности технологий УГТ 6, реализуемых на демонстраторе. По результатам исследовательских испытаний проводится экспертиза соответствия разрабатываемых технологий уровню готовности УГТ 6.

Предварительные и исследовательские испытания проводят в соответствии с *программами и методиками испытаний*.

Программы испытаний (ПМ) разрабатывают на основе требований ТЗ, РКД с использованием при необходимости типовых программ, типовых (стандартизованных) методик.

*В программу испытаний включают:*

- объект испытаний;
- цель испытаний;
- объем испытаний;
- условия и порядок проведения испытаний (перечень конкретных проверок);
- метрологическое обеспечение испытаний;
- отчетность по испытаниям.

*В методику испытаний включают:*

- оцениваемые характеристики (свойства, показатели) продукции;
- условия и порядок проведения испытаний;
- способы обработки, анализа и оценки результатов испытаний;
- используемые средства испытаний, контроля и измерений;
- отчетность.

Методики испытаний, применяемые для определения соответствия продукции обязательным требованиям, если они не являются типовыми стандартизованными методиками, должны быть аттестованы в установленном порядке и согласованы с соответствующими органами государственного надзора.

На предварительные испытания предъявляются ДТ, ТЗ, комплект ЭТД в соответствии с ТЗ, программа предварительных испытаний и комплект РКД.

По результатам предварительных испытаний составляется акт. В акте приводят заключения комиссии по результатам испытаний, о соответствии разработанного демонстратора требованиям ТЗ.

Разработчик на основании замечаний, указанных в акте, разрабатывает, при необходимости, план мероприятий по устранению недостатков, выявленных в процессе предварительных испытаний, и утверждает его у руководителя предприятия-разработчика. Разработчик на основании плана мероприятий дорабатывает ДТ, корректирует РКД. Разработчик составляет акт о завершении корректировки РКД и доработки ДТ по форме, установленной на предприятии-разработчике. Акт о завершении корректировки КД утверждается заказчиком.

Исследовательские испытания ДТ проводят по программе и методике испытаний, разработанной предприятием-разработчиком в соответствии с ТЗ и утвержденной в порядке, установленном у разработчика.

На исследовательские испытания предъявляются ДТ, ТЗ и программа исследовательских испытаний.

По результатам исследовательских испытаний составляется акт. В акте приводят заключения комиссии по результатам испытаний о соответствии разработанных технологий, реализуемых в ДТ (УГТ 6).

По результатам проведенных работ оформляется паспорт демонстратора технологий, содержащий перечень и описание технологий, использованных при его создании. Исходными данными для создания паспорта ДТ являются паспорта соответствующих технологий.

*ж) Этап «Обобщение и оценка результатов исследований»*

Проводят с целью подведения итогов и обобщения результатов научно-технических исследований, выпуска обобщенной отчетной научно-технической документации, оценки эффективности полученных результатов с использованием ДТ.

## **Заключение**

В настоящее время стандартом на стадии НИОКР в России служит система национальных стандартов (ГОСТ) или корпоративные стандарты – самостоятельно разработанные производителем технические условия (ТУ), а использование шкалы УГТ до сих пор не получили широкого применения. Указанная система преимущественно апробируется в авиастроении в связи с выходом на внешние рынки и решением задачи повышения конкурентоспособности, производимой АТ.

Представленная методология создания ДТ технологий решает задачу интеграции существующей системы национальных стандартов с мировой практикой количественной и качественной оценки разрабатываемых технологий.

Гармонизация стандартов на проведение стадии НИОКР с мировой практикой, а также использование количественных и качественных индикаторов шкалы УГТ, включая методологию создания демонстрантов технологий в авиастроении, позволяют существенно снизить риски при создании авиационной техники.

### **Библиографический список**

1. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ. ГОСТ 15.101-98. –М: Изд-во стандартов, 1998. -11 с.
2. Единая система конструкторской документации. Техническое предложение. ГОСТ 2.118-73. – М: Изд-во стандартов, 1973. - 7 с.
3. Единая система конструкторской документации. Эскизный проект. ГОСТ 2.119-73. – М: Изд-во стандартов, 1973. - 8 с.
4. Единая система конструкторской документации. Технический проект. ГОСТ 2.120-73. –М: Изд-во стандартов, 1973. – 7 с.
5. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. ГОСТ 2.102-2013. – М: Изд-во стандартов, 2013. – 15 с.
6. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения. ГОСТ 3.1102-2011. - М: Изд-во стандартов, 2011. – 11 с.

7. Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля. ГОСТ 24297-2013. - М: Изд-во стандартов, 2013. – 15.
8. Единая система конструкторской документации. Технические условия. ГОСТ 2.114-95. - М: Изд-во стандартов, 1995. - 15 с.
9. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. ГОСТ 2.051-2013. - М: Изд-во стандартов, 2013. – 13 с.
10. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения. ГОСТ 2.052-2006. - М: Изд-во стандартов, 2006. – 15 с.
11. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения. ГОСТ 2.053-2013. - М: Изд-во стандартов, 2013. – 21 с.
12. Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения. ГОСТ 2.501-2013. - М: Изд-во стандартов, 2013. – 33.
13. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. ГОСТ Р 15.201-2000. - М: Изд-во стандартов, 2000. -15 с.
14. Аникейчик Н.Д., Кинжагулов И.Ю., Федоров А.В. Планирование и управление НИР и ОКР: Учебное пособие. - СПб: Университет ИТМО, 2016. - 192 с.

15. Хаматханова А.М. Готовность к промышленному внедрению как индикатор выбора приоритетных технологических направлений // Экономика науки. 2016. Т. 2. № 1. С. 23-24.

16. Замковой А.А. Методический подход к формированию нормативов рентабельности проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в авиационной промышленности из средств федерального бюджета // Труды МАИ. 2014. № 75 URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=49716>