ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58048— 2017

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ

Методические указания по оценке уровня зрелости технологий

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» (ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 323 «Авиационная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2017 г. № 2128-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины, определения и сокращения . . . 2
4 Общие положения . . . 3
5 Указания по оценке готовности . . . 5
5.1 Оценка готовности технологии . . . 5
5.2 Оценка готовности производства . . . 8
5.3 Оценка готовности интеграции . . . 14
5.4 Оценка готовности системы . . . 14
Приложение А (справочное) Соответствие стадий жизненного цикла, используемых при разработке летательных аппаратов (ЛА), уровням готовности технологии (УГТ) и производства (УГП) . . . 17
Приложение Б (обязательное) Типовые шкалы, применяемые для оценки уровня готовности . . . 18
Приложение В (справочное) Опросник (калькулятор) для оценки уровня готовности технологии . . . 22
Приложение Г (обязательное) Определения уровней готовности и их взаимное соответствие . . . 36

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТРАНСФЕР ТЕХНОЛОГИЙ

Методические указания по оценке уровня зрелости технологий

Technology transfer. Technology maturity assessment methodology guide

Дата введения — 2018—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт описывает методику оценки зрелости технологий и систем с их применением через соответствующие уровни готовности. Концепция уровней готовности используется для оценки текущего состояния вновь разрабатываемых или приобретаемых технологий и компонентов сложных технических систем, в частности в авиации.

Систематическая оценка достигнутых уровней зрелости позволяет на раннем этапе выявлять и снижать риски, связанные с несвоевременным выполнением соответствующих проектов и программ, превышением выделенного на их реализацию бюджета.

С учетом уровней готовности принимают решения о возможности и целесообразности трансфера конкретных технологий, дальнейшего продолжения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и перевода разрабатываемой технологии на следующую стадию жизненного цикла, разрабатываются планы совершенствования систем, их компонентов и соответствующих технологий производства.

Настоящий стандарт позволяет обеспечить унификацию подходов к оценке зрелости технологий и принятию решений по применению и развитию тех или иных критических технологий и компонентов при создании целевых и обеспечивающих систем.

Требования настоящего стандарта являются общими и предназначены для применения всеми организациями независимо от их вида, размера и поставляемой продукции или оказываемых услуг.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.103 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки

ГОСТ Р ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств

ГОСТ Р 55386 Интеллектуальная собственность. Термины и определения

ГОСТ Р 56645.3 Системы дизайн-менеджмента. Руководство по управлению инновациями

ГОСТ Р 56645.5 Системы дизайн-менеджмента. Термины и определения

ГОСТ Р 57193 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем

ГОСТ Р 57194.1 Трансфер технологий. Общие положения

ГОСТ Р 57194.3 Трансфер технологий. Технологический аудит

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю

Издание официальное

«Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р ИСО 9000, ГОСТ Р 55386, ГОСТ Р 56645.3, ГОСТ Р 56645.5, ГОСТ Р 57194.1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **возможность изготовления** (producibility): Относительная легкость производства изделия, которое соответствует требованиям к особенностям дизайна, качеству и доступности.

Примечание — Возможность изготовления изделия следует отличать от технологичности. Возможность изготовления является преимущественно характеристикой изделия, тогда как технологичность является преимущественно характеристикой производственного процесса.

3.1.2 **дизайн:** Обобщенная характеристика системы (изделия), отражающая на той или иной стадии жизненного цикла представление о ней заказчиков, разработчиков и других заинтересованных сторон в виде требований, документации, цифровых моделей и/или фактически существующие ее способность достигать заданные цели, внешний вид, внутренняя функциональная и структурная архитектура, состав взаимодействующих и образующих единое целое подсистем, компонентов, модулей, интерфейсов, данных и других элементов, а также алгоритмы и особенности ее функционирования, зависящие от способов и условий применения.

Примечание — По мере развития системы от замысла до производства, эксплуатации и утилизации дизайн системы может существенно изменяться. Под дизайном системы (изделия) также принято понимать процесс или искусство определения архитектуры, компонентов, модулей, интерфейсов и данных системы для удовлетворения требований заказчиков. Дизайн систем (изделия) является применением теории систем для разработки продукции и использует методы таких дисциплин, как системный анализ, системная архитектура, системный инжиниринг.

3.1.3 **интеграция:** Процесс сборки системы из отдельных компонентов в соответствии с требованиями, которые к ним предъявляются.

Примечание — Интеграция является сложным процессом, состоящим из перекрывающихся, итеративных задач, которые не просто собирают компоненты вместе, а образуют успешную систему, соответствующую требованиям заказчика, которая может функционировать в соответствующем окружении согласно замыслу.

3.1.4 **критический элемент технологии;** КЭТ: Элемент технологии, от соответствия которого операционным требованиям зависит результативность и эффективность системы, а также если элемент или его применение является новым или оригинальным или элемент применяется в области, которая содержит главный технологический риск, выявленный при разработке или демонстрации новой технологии.

3.1.5 **подсистема:** Система, которая является частью бо́льшей системы.

3.1.6 **система:** Функционально, физически и/или через поведение связанная группа регулярно взаимодействующих и взаимозависимых элементов, которая формирует единое целое.

3.1.7 **система систем:** Множество систем, которое является результатом интеграции независимых и самостоятельно используемых систем в бо́льшую систему, обладающую дополнительными уникальными способностями.

3.1.8 **системный инжиниринг:** Междисциплинарный подход и методы, обеспечивающие создание успешных систем, которые фокусируются на целостном и конкурентном понимании потребностей заинтересованных сторон, исследовании возможностей, документировании требований и разработке, проверке соответствия требованиям (верификации), испытании (валидации) и развитии решений, которые рассматривают проблемную область целиком на всех стадиях жизненного цикла, от замысла системы до ее утилизации.

3.1.9 **технологичность** (manufacturability): Характеристика, рассматриваемая на этапе разработки, которая фокусируется на возможностях производственных процессов, применения машин или оборудования и общей способности постоянно производить продукцию с требуемым уровнем затрат и качества.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ИСР — иерархическая структура работ;
КД — конструкторская документация;
КИП — команда интеграции продукта;
КЭТ — критические элементы технологии;
ЛА — летательный аппарат;
ОГИ — оценка готовности интеграции;
ОГП — оценка готовности производства;
ОГС — оценка готовности системы;
ОГТ — оценка готовности технологии;
ПО — программное обеспечение;
ТД — технологическая документация;
УГИ — уровень готовности интеграции;
УГП — уровень готовности производства;
УГС — уровень готовности системы;
УГТ — уровень готовности технологии;
ФСА — функционально-стоимостной анализ.

4 Общие положения

4.1 Использование различных показателей и метрик в области управления проектами разработки технологий и систем с их применением является широко распространенной практикой. Они служат индикаторами, позволяющими оценивать ход исполнения, результативность и эффективность, риски, качество и другие параметры как самого проекта, так и разрабатываемой технологии или системы с ее применением.

4.2 Долговременные проекты разработки инновационных технологий и систем с их применением требуют привлечения существенных ресурсов и связаны со значительными рисками. Начиная с самых ранних стадий выполнения таких проектов, крайне желательно применять универсальные достаточно простые показатели и метрики, не зависящие от вида технологий и разрабатываемых систем, которые позволяют заказчикам, разработчикам и другим заинтересованным сторонам адекватно оценивать их текущее развитие и достигнутый прогресс в сравнении с запланированным, прогнозировать стоимость и сроки, необходимые для завершения работ, а также возможные риски.

4.3 Разработка инновационных технологий и систем с их применением обычно осуществляется с использованием методов системного инжиниринга, которые рассматривают целевую и обеспечивающие системы в соответствующем окружении на всех стадиях жизненного цикла. В процессе разработки технологий и систем с их применением создается техническая информация, в том числе необходимая для подготовки и проведения оценки зрелости, а также поддержки принятия решений руководителями программы (проекта). Например, инженеры — разработчики систем управляют определением и конфигурацией системы, трансляцией определения системы в ИСР, которая в том числе позднее используется для идентификации критических элементов технологии.

4.4 Развитие целевой технологии и/или системы в рамках ее жизненного цикла в общем случае включает стадии замысла, разработки, производства, применения, поддержку применения, прекращение применения и списание (утилизацию) согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288. В зависимости от вида целевой системы жизненные циклы различаются по стадиям, границам стадий, их длительности, свойствам, целям, преобладающим способам и условиям применения системы.

4.5 На всех стадиях жизненного цикла развития целевой технологии и/или системы требуются различные обеспечивающие системы. Каждая обеспечивающая система (как и любая система) имеет свой собственный жизненный цикл. Каждый жизненный цикл обеспечивающей системы привязывается и синхронизируется с циклом целевой системы. Если рассматриваемая система еще не существует,

то требования к обеспечивающей системе определяют на стадии замысла целевой системы (или позднее, если позволяют сроки). В этом случае каждую обеспечивающую систему можно представлять как целевую систему, которая, в свою очередь, может иметь свои обеспечивающие системы.

4.6 Если подходящей обеспечивающей системы еще не существует, проект, который отвечает за целевую систему, может непосредственно отвечать за создание и использование обеспечивающей системы (систем). Наиболее важной обеспечивающей системой при развитии новых технологий и/или систем является производственная система, способная осуществлять выпуск целевой технической системы в нужное время, в нужном количестве и с заданным качеством.

4.7 В практике оценки развития технологий и систем с их применением, а также обеспечивающих систем (в том числе производственных) используется понятие зрелости, характеризующее их продвижение по жизненному циклу — от замысла до применения. Оценка достижения той или иной зрелости осуществляется с применением шкал, так называемых уровней готовности.

4.8 Зрелость конкретной технологии оценивают в ходе ОГТ с помощью шкалы УГТ. Используют уровни готовности технологии от 1 до 9.

4.9 Зрелость обеспечивающей производственной системы оценивают в ходе ОГП с помощью шкалы УГП. Используют уровни готовности производства от 1 до 10. В ряде случаев развитие производственной системы может рассматриваться как развитие целевой системы и оцениваться с точки зрения готовности технологии.

4.10 Кроме оценки готовности технологии и готовности производства дополнительно, для оценки текущего состояния разрабатываемых систем, допускается проводить ОГИ и ОГС. Используют УГИ от 1 до 9 и УГС от 1 до 5. Метрики УГИ и УГС являются вспомогательными.

Примечание — Метрика УГС используется для определения зрелости конкретной системы на разных стадиях ее жизненного цикла и не используется для сравнения зрелости различных систем между собой.

4.11 Оценка зрелости технологий, производства, интеграции, системы обычно осуществляется на стадиях жизненного цикла, соответствующих замыслу, разработке, производству целевой технологии и/или системы.

4.12 На стадии замысла рекомендуется использовать оценку зрелости как один из важных критериев при отборе той или иной технологии из числа доступных для последующего использования в целевой системе (анализ альтернатив).

4.13 При переходе от стадии замысла к стадии разработки и от стадии разработки к стадии производства оценка зрелости используется при принятии решения о переходе технологии и системы с ее применением к очередной стадии жизненного цикла. В ряде случаев стадию разработки принято дополнительно разделять на фазу разработки непосредственно технологии и фазу конструирования и подготовки производства, при переходе между которыми также осуществляется оценка зрелости.

4.14 В соответствии с ГОСТ 2.103 стадии замысла соответствует разработка технического предложения (конструкторская документация с литерой «П»); стадии разработки — разработка эскизного проекта (КД с литерой «Э»), разработка технического проекта (КД с литерой «Т»), разработка рабочей конструкторской документации (КД без литеры); стадии производства — разработка КД и ТД для опытного образца (партии) изделия (документация с литерой «$О_1$»), серийного (массового) изделия (документация с литерами «$О_{2..n}$», «А», «Б»), единичного изделия (документация с литерой «И»). Пример соответствия фаз жизненного цикла, используемых при разработке ЛА, УГТ, УГП и стадиям разработки согласно ГОСТ 2.103 приведен в приложении А.

4.15 В случае, если в результате оценки зрелости технологии и системы с ее применением УГТ, УГП, УГИ, УГС не соответствуют целевому, должен быть разработан план развития с указанием необходимых ресурсов, сроков и оценкой возможных рисков. На основании разработанного плана развития может быть принято решение о продолжении работ или прекращении проекта развития технологии и создания системы с ее применением.

4.16 При подготовке проекта трансфера технологий для снижения возможных рисков передающая и принимающая стороны должны проводить оценку готовности. У передающей стороны проводится оценка готовности передаваемой технологии, а у принимающей стороны — оценка готовности технологии, в которую предполагается интегрировать принимаемую технологию, зрелость обеспечивающей производственной системы, а также при необходимости оценка готовности интеграции и системы.

4.17 ОГТ, ОГП, ОГИ, ОГС у заинтересованной стороны проводится командой независимых экспертов с применением специализированных опросников и/или созданных с их использованием калькуляторов уровней готовности (при наличии). До проведения оценки командой экспертов заинтересованной

стороной обычно проводится самооценка. По результатам итоговой оценки зрелости командой экспертов составляется отчет. Результаты оценки зрелости также отражаются в соответствующем паспорте технологии.

Принципы проведения, порядок организации и проведения ОГТ, ОГП, ОГИ, ОГС в общем случае соответствуют ГОСТ Р 57194.3 и уточняются в разделе 5 для соответствующей оценки готовности.

Оценка готовности может проводиться как одна из составных частей технологического аудита.

4.18 В общем случае при оценке зрелости технологии и систем с ее применением рекомендуется оценивать не все элементы технологии (системы), а только критические. Это позволяет уменьшить сроки и снизить общие затраты на проведение оценки. Для выявления КЭТ (системы с ее применением) обычно используется функциональная или структурная архитектура целевой системы, а в ряде случаев — иерархическая структура работ по ее созданию или алгоритм ее функционирования.

4.19 На ранних стадиях развития технологии, когда облик и архитектура целевой системы с ее применением не могут быть определены (обычно при проведении фундаментальных и прикладных исследований, научно-исследовательских работ), допускается оценивать зрелость технологии в целом. При этом из-за высокой степени неопределенности существуют значительные риски, связанные с оценкой ожидаемых результатов, сроков и необходимого финансирования дальнейшего развития технологии.

5 Указания по оценке готовности

5.1 Оценка готовности технологии

5.1.1 ОГТ является структурированным, систематическим процессом, использующим УГТ в качестве метрики, которая оценивает зрелость всех КЭТ, применяемых в технологии или системе с ее применением. КЭТ могут быть как оборудование, так и программное обеспечение. ОГТ в целом оформляется соответствующим отчетом.

5.1.2 Зрелость каждого КЭТ и технологии в целом в ходе проведения ОГТ оценивает независимая команда из числа экспертов по предметной области с использованием УГТ. Шкала УГТ использует следующие уровни от УГТ1 до УГТ9 (подробное описание см. в приложении Б):

УГТ1: Основные принципы технологии изучены и опубликованы;

УГТ2: Концепция технологии и/или ее применения сформулированы;

УГТ3: Критические функции и/или характеристики подтверждены аналитическим и экспериментальным путем;

УГТ4: Компонент и/или макет испытаны в лабораторном окружении;

УГТ5: Компонент и/или макет испытаны в окружении, близком к реальному;

УГТ6: Модель системы/подсистемы или прототип продемонстрированы в окружении, близком к реальному;

УГТ7: Прототип системы продемонстрирован в условиях эксплуатации;

УГТ8: Реальная система завершена и квалифицирована в ходе испытаний и демонстрации;

УГТ9: Реальная система подтверждена путем успешной эксплуатации (достижения цели).

5.1.3 Для оценки уровня готовности КЭТ может применяться калькулятор уровня готовности. Пример калькулятора УГТ приведен в приложении В.

5.1.4 Цель оценки готовности технологии — унификация подходов к принятию решений в отношении дальнейшего развития конкретной разрабатываемой технологии или системы с ее применением. ОГТ является лишь одним из инструментов, необходимых для оценки достигнутого прогресса и управления НИОКР в организации, которому свойственны как достоинства, так и ограничения.

5.1.5 Основные достоинства применения УГТ как метрики проявляются в том числе:

- при оценке текущего состояния разрабатываемой технологии (системы с ее применением);
- при принятии решения о дальнейшем финансировании развития технологии (системы с ее применением);
- при принятии решения о возможности перевода технологии на следующую стадию жизненного цикла;
- при управлении рисками.

5.1.6 Применимость УГТ как метрики ограничивают следующие характеристики:

- уровень готовности технологии не определяет в полной мере ее применимость или техническое совершенство;
- уровень готовности технологии зависит от контекста ее применения — одна и та же технология при применении в разных системах может иметь разные уровни готовности;

- уровень готовности технологии существенно зависит как от операционного окружения, так и от возможных архитектурных несоответствий (технология, разработанная как часть одной системы, может потребовать существенных доработок при применении в другой системе).

5.1.7 При использовании ОГТ необходимо помнить, что УГТ, в частности, не оценивает зрелость системы в целом, интеграцию технологии/системы в систему верхнего уровня, не учитывает, что технология с меньшим уровнем готовности также может соответствовать требованиям системы.

5.1.8 По результатам процесса ОГТ должен быть подготовлен отчет, включающий:

- краткое описание программы разработки технологии, включая описание дополнительно разработанной функциональности (в случае модернизации технологии/системы);
- состав и данные независимой команды экспертов;
- суждения и выводы команды экспертов об УГТ, доказывающие факты и документы, а также особые мнения экспертов (при наличии);
- другую уместную техническую информацию;
- сопроводительное письмо.

5.1.9 Рекомендуемая структура отчета об оценке готовности технологии:

1 Цель документа
2 Краткий обзор технологии (программы/проекта)
2.1 Цели технологии (программы/проекта)
2.2 Описание технологии (программы/проекта)
2.3 Описание системы
3 Оценка готовности технологии
3.1 Описание процесса оценки
3.2 Критические элементы технологии
3.3 Оценка зрелости
3.3.1 Первый критический элемент технологии
3.3.2 Следующий критический элемент технологии
4 Заключение

5.1.10 Для организации и проведения ОГТ необходимо выполнить следующие шаги:

- разработать план-график проведения оценки;
- создать независимую команду экспертов по предметной области;
- идентифицировать критические и другие элементы технологии, подлежащие оценке;
- собрать фактические доказательства достигнутого уровня технологии;
- выполнить ОГТ и подготовить необходимый отчет;
- на основании отчета подготовить рекомендации по развитию технологии.

5.1.11 Разработка «Плана развития технологии»

В случае, если в результате оценки готовности КЭТ выявлено несоответствие достигнутого уровня ожидаемому, необходимо разработать «План развития технологии», который предусматривает работы, необходимые для достижения ими требуемой зрелости. Для каждого КЭТ, который требует развития, план должен включать:

- цель;
- текущее состояние;
- подход к развитию технологии;
- область улучшений;
- план-график работ;
- необходимый бюджет.

На верхнем уровне план должен включать основные действия по доработке КЭТ, предусматривать план-график и необходимый бюджет (включая общие затраты на развитие технологии). План также должен предусматривать возможность отказа от текущей технологии и использование резервной технологии. Для выполнения и управления работами план развития должен быть детализирован.

5.1.12 Примерная структура «Плана развития технологии» приведена ниже:

1 Введение:
- назначение проекта;
- назначение плана развития технологии.

2 Оценка зрелости технологии:
- обзор предыдущих оценок;
- история развития технологии;

- текущая зрелость технологии и состояние проекта по ее развитию;
- управление развитием технологии;

3 План развития элементов технологии:

- подход к разработке требований по развитию технологии;
- план развития технологии для каждого КЭТ:
  - КЭТ А:
    - ключевые технологии, выполняемые элементом;
    - целевое состояние КЭТ;
    - текущее состояние;
    - подход к развитию технологии;
    - план развития (шаги, контрольные точки, УГТ, примерный порядок стоимости разработки);
  - КЭТ Б (и т. д. при необходимости);

4 Общий план развития технологии;

5 Суммарный бюджет развития технологии;

6 Ссылки.

5.1.13 ОГТ может выполняться на разных стадиях ее разработки. Обязательным является проведение ОГТ в следующих точках принятия решения о продолжении работ:

а) на стадии замысла в ходе анализа альтернатив перед принятием решения о дальнейшей разработке.

Анализ альтернатив на стадии замысла системы проводится для выявления потенциально применимых технологий с использованием анализа возможных затрат/выгод. Параллельно осуществляется предварительный инженерный анализ потенциальных вариантов систем. Для потенциальных технологий проводится ранняя оценка технологической готовности с использованием технической информации, на основе которой для каждой потенциальной технологии могут быть идентифицированы возможные критические технологии и области критических технологий.

На основании анализа альтернатив, предварительного инженерного анализа и ранней оценки технологической готовности должна быть сформирована стратегия разработки технологии, которая предусматривает необходимый план работ, направленных на демонстрацию технологии в релевантном окружении (УГТ6);

б) на стадии разработки, после завершения фазы разработки технологии, перед принятием решения о начале фазы конструирования и подготовки производства.

Для принятия решения о начале фазы конструирования и подготовки производства рекомендуемый уровень готовности технологии — не ниже УГТ6;

в) на стадии разработки после завершения фазы конструирования и подготовки производства перед принятием решения о начале мелкосерийного (опытного) производства.

Для принятия решения о начале мелкосерийного (опытного) производства рекомендуемый УГТ — не ниже УГТ7.

5.1.14 Результат ОГТ, а также продолжительность ее проведения в значительной степени зависит от выбора КЭТ. Для определения и выбора КЭТ используется, во-первых, функциональная архитектура, которая обеспечивает реализацию требований по функциональности и производительности, во-вторых, физическая архитектура (дизайн), которая показывает, из каких элементов нижнего уровня (подсистем и компонентов) состоит система. Функциональная архитектура в описательных и количественных терминах определяет возможности системы, с учетом которых задумывается и проектируется физическая архитектура, а впоследствии осуществляется тестирование системы и ее элементов. Физическая архитектура включает оборудование и программное обеспечение, необходимые для реализации замысла системы. На основе физической архитектуры формируются спецификации и техническая иерархическая структура работ (ИСР).

5.1.15 Перечень КЭТ, используемых для оценки, рекомендуется определять на основе технической ИСР, которая:

- всегда доступна при разработке с использованием методов системной инженерии;
- развивается вместе с замыслом системы и ее дизайном;
- включает все продукты, из которых состоит система, и таким образом идентифицирует все технологии, используемые в системе;
- соответствует функциональной архитектуре;

- отражает дизайн и архитектуру системы, окружение и производительность для каждого элемента системы;
- изменяется в течение разработки, следовательно, обновляются старые КЭТ и выявляются новые.

5.2 Оценка готовности производства

5.2.1 ОГП является структурированным, систематическим процессом изучения с точки зрения организации производства технологии и систем с ее применением, компонентов, производственных процессов, который использует УГП в качестве метрики. ОГП используется для оценки и снижения рисков, связанных с организацией и последующим производством для проектов разработки новых технологий. УГП определяют шкалу и единый подход для определения зрелости производства и связанных рисков.

5.2.2 Готовность производства — способность безопасно выполнять функции по конструкторской и технологической подготовке производства, обеспечению качества и выпуску продукции для достижения требуемых заказчику технологии или системы с ее применением уровней производства по количеству и качеству, при заданной целевой себестоимости.

5.2.3 В результате ОГП:
- определяется текущий уровень зрелости производственных процессов;
- выявляются производственные ограничения и связанные с их устранением затраты и риски;
- фиксируется достигнутый уровень для последующего развития производства и управления рисками.

5.2.4 УГТ и УГП являются ключевыми взаимозависимыми метриками, которые измеряют степень риска, связанную со зрелостью технологии и производственного процесса. В общем случае готовность производства определяется готовностью технологии и/или стабильностью дизайна системы с ее применением. Производственные процессы не могут быть достаточно зрелыми до тех пор, пока не достигнута стабильность технологии и дизайна системы.

5.2.5 Шкала УГП состоит из десяти уровней, соответствующих девяти уровням шкалы готовности технологии. Шкала УГП использует следующие уровни от УГП1 до УГП10 (подробное описание см. в приложении Б):

УГП1: Определены основные факторы, влияющие на производство;

УГП2: Определена концепция производства;

УГП3: Подтверждена производственная концепция;

УГП4: Достигнута возможность изготовления технических средств в лабораторных условиях;

УГП5: Достигнута возможность изготовления прототипов компонентов систем в соответствующих производственных условиях;

УГП6: Достигнута возможность изготовления прототипов систем или подсистем в соответствующих производственных условиях;

УГП7: Достигнута возможность изготовления систем, подсистем или их компонентов в условиях, близких к реальным;

УГП8: Испытана пилотная производственная линия, достигнута готовность к началу мелкосерийного производства;

УГП9: Успешно продемонстрирована возможность мелкосерийного производства, подготовлена база для полномасштабного производства;

УГП10: Продемонстрировано полномасштабное производство, внедрена практика бережливого производства.

5.2.6 При оценке УГП важное значение имеют понятия «технологичность» и «возможность изготовления» целевой системы (изделия).

5.2.7 Для обеспечения приемлемой технологичности системы на этапе ее разработки обычно учитывают дополнительные факторы, в том числе:
- проектируют систему с учетом унификации и стандартизации — используют меньшее число компонентов;
- проектируют систему с учетом требований охраны окружающей среды и безопасности;
- проектируют систему с учетом многократного использования, а для военных систем — с учетом «двойного», гражданского применения;
- проектируют систему с учетом модульности и интеграции (совместимости интерфейсов);
- проектируют систему с учетом гибкого/адаптивного использования;
- используют надежные процессы и материалы;

- проектируют систему с учетом технологий производства и сборки;
- достигают доходности производства.

5.2.8 Для обеспечения приемлемой возможности изготовления системы на этапе ее разработки обычно учитывают дополнительные факторы, в том числе:

- проектируют систему с учетом возможностей производственных процессов и измерения параметров;
- выполняют анализ характеристик материалов;
- выполняют анализ вариабельности процессов;
- разрабатывают критические материалы и процессы производства до выбора дизайна системы;
- используют модели и имитационное моделирование для выявления недостатков дизайна системы и процессов производства;
- разрабатывают процессы периодического контроля с обратной связью для критических элементов.

5.2.9 При ОГП используют опросники по следующим девяти направлениям:

А. Производственные технологии и производственная база:

Анализируются возможности производственных технологий и производственной базы по поддержке проектирования, разработки, производства, применения, непрерывной эксплуатационной поддержки целевой системы и ее последующей утилизации.

А1. Производственная база.

А2. Разработка производственной технологии.

Б. Дизайн системы:

Анализируют зрелость и стабильность развития дизайна системы и любые связанные с этим влияния на производственную готовность.

Б1. Возможность изготовления.

Б2. Зрелость дизайна.

В. Затраты и финансирование:

Анализируют возможность при заданном уровне финансирования достичь целевых уровней зрелости производства. Проверяется риск, связанный с достижением целевой производственной себестоимости.

В1. Знание производственных затрат/моделирование затрат.

В2. Анализ затрат.

В3. Производственный инвестиционный бюджет.

Г. Материалы (сырье, компоненты, сборочные комплекты и подсистемы):

Анализируются риски, связанные с материалами, включая сырье, компоненты, полуфабрикаты и сборочные комплекты.

Г1. Зрелость.

Г2. Доступность.

Г3. Управление цепью поставок.

Г4. Материалы с особым обращением (госсобственность, срок жизни, секретность, опасные материалы, особые условия хранения и т. п.).

Д. Возможности и управление процессами производства:

Анализируются риски, связанные с возможностью производственных процессов обеспечить ключевые характеристики дизайна системы (повторяемость и доступность).

Д1. Модели и имитационное моделирование (продукты и процессы).

Д2. Зрелость производственных процессов.

Д3. Доходность процесса и цена.

Е. Управление качеством:

Анализируются риски и усилия менеджмента по контролю качества и содействию непрерывным улучшениям на производстве и у поставщиков.

Е1. Управление качеством, включая качество поставщиков.

Е2. Качество продукции.

Е3. Управление качеством поставщиков.

Ж. Производственный персонал:

Оцениваются требуемые компетенции, доступность и необходимое количество персонала для организации производства.

Ж1. Производственный персонал.

И. Оборудование:

Анализируются возможности и производственные мощности ключевых производственных объектов (основные, субподрядчики, поставщики, производители, ремонтные).

И1. Инструменты, специальное испытательное и измерительное оборудование.

И2. Оборудование.

К. Управление производством:

Анализируется слаженность руководства всеми элементами, необходимыми для создания интегрированной и целенаправленной производственной системы, способной достичь запланированных целей по доступности и наличию.

К1. Производственное планирование.

К2. Планирование материалов.

5.2.10 Рекомендуемый процесс оценки готовности производства состоит из восьми шагов:

1) Определить начальную область оценки;

2) Определить изучаемые вопросы и план-график работ;

3) Сформировать и проинструктировать команду оценки из независимых экспертов;

4) Оповестить производителей, которые будут оцениваться;

5) Запросить производителей выполнить самооценку;

6) Определить задачи для посещения производственных площадок;

7) Выполнить оценку;

8) Подготовить отчет.

5.2.11 Определение начальной области оценки

Область оценки и целевой уровень УГП зависит от стадии жизненного цикла и особенностей проекта. Например, невозможно ожидать одни и те же требования к зрелости производства для единичной или мелкосерийной продукции и массовой продукции. Однако, несмотря на специфические требования, в обоих случаях ожидается демонстрация зрелости производства, гарантирующая, что программа/проект может выполнить требования по затратам, срокам и производительности. Процесс оценки готовности производства должен учитывать уникальность каждого проекта. Например, в ряде случаев проект может не быть эффективным по затратам. При этом важно, что уникальность ситуации должна быть рассмотрена и проанализирована, приняты соответствующее решение и связанные с этим риски.

5.2.12 Определение состава изучаемых вопросов и план-график работ

Состав изучаемых вопросов описывает, что должно оцениваться, где оценка будет происходить и кто будет руководить оценкой.

Руководство проекта совместно с производителем должны на ранней стадии определить потенциальные проблемы. Для этого анализируют уровень системы, подсистем или компонентов и определяют, какие из них следует оценивать. При этом дополнительно учитывают процессы тестирования и сборки.

Для определения элементов, которые требуют оценки, разработан набор вопросов. Все критические элементы технологии и значимые области иерархической структуры работ или спецификации материалов рассматриваются с точки зрения этих вопросов. Утвердительный ответ на любой вопрос означает, что для данного элемента требуется проведение ОГП, так как этот элемент может быть потенциальным источником риска.

- Материалы. Существуют ли материалы, которые не были продемонстрированы в подобных продуктах или производственных процессах?

- Затраты. Влияет ли существенно элемент на затраты на любой из стадий жизненного цикла? Является ли технология новой, с высокой степенью неопределенности затрат?

- Дизайн. Является ли спроектированный элемент новым или содержит нестандартные характеристики?

- Производственный процесс. Будет ли производство элемента требовать использования производственных технологий, процессов, измерений или возможностей, которые не проверены в текущем окружении?

- Качество. Имеет ли элемент исторические/ожидаемые проблемы с производством или качеством?

- Производственный график. Имеет ли элемент проблемы со сроками изготовления или значительно влияет на производственный график?

- Оборудование. Требует ли элемент нового производственного оборудования или масштабирования существующего (новые производственные возможности или производственные мощности)?

- Цепочка поставок. Имеет ли элемент ожидаемые или исторические проблемы с поставками (стоимость, качество, сроки)?

- Производственная база. Имеет ли элемент производственную базу с критическими недостатками или критический элемент имеет эксклюзивного или иностранного поставщика?

Невозможно посетить всех поставщиков каждого материала, компонента и подсистемы, чтобы оценить состояние их ключевых производственных процессов. Некоторые элементы должны быть проинспектированы у производителя, другие могут использовать альтернативные подходы. Тип и глубина оценки определяются потенциальным уровнем риска элемента. Оценку у производителя обычно применяют для элементов, для которых применимо одно или несколько утверждений:

- наивысший процент производственных затрат;
- проводятся финальная сборка и тестирование;
- выполняются наиболее чувствительные производственные задачи;
- производятся материалы, компоненты или подсистемы с наименьшей технологической зрелостью или существуют проблемы с их доступностью;
- известны значительные проблемы или риски (низкая производительность, высокие затраты, незрелые производственные процессы).

План-график оценки определяется различными факторами — ключевыми событиями проекта разработки технологии, доступностью квалифицированных экспертов, соглашениями с производителями и т. д.

Для небольших проектов демонстрации технологии оценка командой из двух или трех человек может занимать один день с посещением одного предприятия. Масштабные проекты могут требовать посещения большого количества предприятий в течение нескольких месяцев и требовать большой команды специалистов, не все из которых посещают каждое предприятие.

5.2.13 Формирование команды оценки

ОГП обычно осуществляется командами экспертов. У основного подрядчика командой оценки обычно руководит представитель заказчика, у субподрядчика — представитель подрядчика. Члены команды должны быть опытными и знающими специалистами в области технологической подготовки производства, производственного оборудования, качества, организации поставок, конструирования систем и продукции. Они должны идентифицировать потенциальные производственные ограничения, риски и возможности технологической и производственной базы осуществлять выпуск продукции. Должны также привлекаться предметные специалисты, которые могут выявлять особенности специализированных производств и продукции.

Команда формируется после определения областей оценки и предварительного плана-графика. В зависимости от масштаба и областей оценки определяются размер и состав команды, при необходимости формируются подкоманды.

Особенное внимание должно уделяться независимости экспертов. Это добавляет доверия оценке, позволяет получить альтернативные точки зрения или мнения специалистов, которые обычно недоступны.

Перед проведением оценки члены команды должны быть ознакомлены с целями и состоянием проекта, КЭТ, критическими производственными процессами, конфигурацией оборудования, ролью и местоположением основных подрядчиков и поставщиков, документами, связанными с ранее выполнявшимися оценками, отчетами о состоянии проекта и т. п.

Дополнительно члены команды оценки должны быть ознакомлены:

- с предварительным планом-графиком оценки;
- форматом и временем предоставления отчетов;
- стандартами поведения на предприятии;
- правилами обеспечения конфиденциальности и безопасности информации;
- персональной зоной ответственности и изучения на предприятии;
- ответственностью после изучения предприятия.

5.2.14 Оповещение производителей об оценке

Руководитель оценки должен проинформировать производителя о предстоящей оценке и предоставить информацию:

- о критериях УГП и изучаемых в рамках оценки направлениях;
- о вопросах для самооценки;
- о ключевых технологиях или процессах, представляющих интерес для оценки.

В случае посещения предприятия командой оценки дополнительно предоставляется следующая информация:

- планируемый план посещения;
- вопросы, которые планирует использовать команда оценки;

- документы и факты, которые должны быть предоставлены во время посещения (карты процессов, предполагаемый план производства, данные о возможностях производственных процессов, данные о предполагаемом объеме выпуска, план разработки технологии, планы снижения рисков, анализ потоков создания стоимости и т. д.);

- области, представляющие особый интерес для посещения производственных участков и обсуждения со специалистами предприятия;

- предположительные оценки ресурсов и времени, необходимых для проведения оценки.

Дополнительно с представителями предприятия обсуждается вопрос предоставления помещения, оснащенного необходимым для работы команды оценки оборудованием.

5.2.15 Проведение самооценки

Руководитель команды оценки должен запросить у производителя проведение самооценки для ответа на следующие основные вопросы:

- Какой УГП достигнут каждой из разрабатываемых ключевых технологий и каждым используемым ключевым производственным процессом?

- Если финансирование продолжится, как запланировано, какой уровень УГП будет достигнут для каждой ключевой технологии или производственного процесса к заданному времени? Какие действия согласно плану необходимо выполнить, чтобы достичь заданного уровня УГП?

- Какой уровень УГП будет достаточным в случае демонстрации технологии или концепции технологии, чтобы соответствовать первоначальному варианту продукта?

Результаты самооценки рассматриваются командой оценки и при посещении предприятия обсуждаются с его представителями.

5.2.16 Определение задач при посещении производственных площадок

Руководитель команды оценки должен разработать программу посещения и проинформировать о ней руководство посещаемого предприятия и команду оценки. Обычно в программу посещения включают следующие вопросы:

- встреча с руководством предприятия, обзор программы посещения, график работы и схемы производственной площадки;

- инструктаж команды оценки по правилам безопасности и соблюдения конфиденциальности;

- знакомство команды оценки с персоналом предприятия, привлекаемого к оценке;

- информирование предприятия о целях и ожиданиях от посещения;

- обзор и обсуждение результатов самооценки;

- индивидуальное или в составе небольших групп посещение производственных участков;

- обсуждение один на один или в составе небольших групп команды оценки и экспертов предприятия ключевых областей производства;

- закрытое совещание команды оценки для записи и обсуждения увиденного;

- заключительное совещание с руководством предприятия.

5.2.17 Выполнение оценки проводится в три этапа:

1) Обзор результатов самооценки

Команда проекта должна провести обсуждение процессов производства компонентов, испытаний и/или сборки с учетом их сложности, мест выполнения, доступности персонала и т. п. На больших предприятиях оценку технологий, сборочных комплектов, подсистем, процессов назначают отдельным членам команды или группам. Определяется зрелость производства согласно УГП. Руководитель оценки должен рассмотреть результаты самооценки и с учетом направлений оценки проверить уровень готовности целевых компонентов, подсистем и систем, процессов испытаний и сборки.

2) Непосредственное выполнение оценки

Для выполнения оценки готовности производства должна быть разработана иерархия оцениваемых элементов. Иерархия должна начинаться на уровне системы и опускаться до уровня элементов, подлежащих оценке. Команда оценки должна определить направления оценки, применимые для каждого элемента в иерархии, уровень системы, процессы испытаний и сборки, которые требуют оценки УГП. Также в оценку включают шаги испытаний и сборки, которые выполняются при производстве подсистем или компонентов.

Во время процесса оценки может быть обнаружено, что компонент или подсистема являются более сложными, чем предполагалось. В этом случае выполняется более глубокий анализ.

Команда оценки должна выявлять текущую, объективную документацию, которая подтверждает результаты оценки в ключевых областях. Особое внимание в ходе оценки должно уделяться рискам,

влияющим на готовность производства компонентов и/или подсистем. Также команда оценки должна оценивать действия, необходимые для повышения уровня готовности до требуемого значения.

3) Завершение оценки

Производитель должен предоставить всю необходимую информацию, подтверждающую оценку в ключевых областях. Если такая информация не может быть предоставлена во время оценки, она должна быть предоставлена до согласованной даты.

Ближе к концу оценки должно быть проведено обсуждение ее результатов.

УГП технологии или системы назначается в соответствии с наименьшим уровнем готовности ее элементов.

Команда оценки должна предоставить краткую оценку сильных сторон и возможных рисков, достигнутый уровень УГП в сравнении с целевым и необходимые дальнейшие шаги.

5.2.18 Подготовка отчета

По результатам оценки должен быть оформлен отчет. За исключением простейших случаев, отчет оформляется после посещения предприятия, так как выводы требуют дополнительного анализа и изучения. В отчете обычно отражается следующая информация:

- описание технологии, компонента, подсистемы или системы, в которые входят элементы, определенные для оценки, ключевые цели и действия по их разработке, оценка текущего состояния;
- описание предприятий, ответственных за разработку и производство элементов, которые оценивались;
- состав команды оценки;
- даты и место посещения предприятия;
- описание процесса производства для элементов, которые оценивались;
- уровень готовности производства для каждого оцениваемого элемента;
- области, в которых производственная готовность не соответствует целевому уровню УГП с указанием ключевых факторов и описанием проблем;
- план действия по достижению целевого уровня УГП;
- оценка рисков и их влияние на затраты, график производства или производительность;
- оценка эффективности текущих планов по снижению и предотвращению рисков (указывает на правильные проблемы, учитывает сроки, адекватно финансируется, вероятность успеха, возможности для повышения эффективности).

5.2.19 Разработка «Плана развития производства»

Ключевым результатом выполненной оценки зрелости производства является «План развития производства», в котором учитываются все выявленные в ходе оценки области риска. «План развития производства» должен предоставляться совместно с результатами ОГП.

Примерная структура «Плана развития производства»:

- Заголовок;
- Описание проблемы:
    - описание оцениваемого элемента и его уровень готовности,
    - описание, как этот элемент должен использоваться в системе;
    - описание областей, в которых уровень готовности производства не соответствует целевому, включая ключевые факторы и основные проблемы;
    - оценка типа и значимости риска, его влияние на затраты, график производства и производительность;
- Предпочтительный вариант решения проблемы:
    - выгоды от использования предложенного варианта;
    - возможные проблемы и их последствия;
- План развития производства с графиком и оценкой возврата инвестиций;
- Ключевые действия для предпочтительного варианта;
- Подготовительные действия для использования альтернативного варианта;
- Время, не позднее которого может быть выбран альтернативный вариант;
- Статус финансирования для выполнения производственного плана;
- Конкретные меры (что будет сделано, когда и кем);
- Прототипы или тестовые образцы, которые должны быть построены;
- Испытания, которые должны быть проведены (включая описание, как тестовое окружение соответствует производственному);
- Производительность, которая должна быть достигнута;
- Когда и какого уровня готовности производства планируется достичь.

5.3 Оценка готовности интеграции

5.3.1 ОГИ является структурированным, систематическим процессом попарного изучения технологий с целью их совместного применения в рамках единой системы или системы систем, который использует УГИ в качестве метрики. Оценка готовности интеграции используется для оценки и снижения рисков, связанных с совместным использованием двух отдельных технологий и компонентов с их применением в составе единой системы. УГИ определяют шкалу и единый подход для определения зрелости интеграции между двумя технологиями из состава единой системы и связанных рисков.

5.3.2 Готовность интеграции — метрика, описывающая зрелость механизмов интеграции в составе единой системы одной развивающейся технологии с другой развивающейся или развитой технологией, которая учитывает интерфейсы, способность взаимодействовать, совместимость, надежность, качество, производительность и семантическую целостность интегрируемых технологий.

5.3.3 УГИ является метрикой, дополняющей метрику УГТ, которая оценивает уровень развития отдельной технологии, но не позволяет адекватно оценивать риски, связанные с интеграцией двух и более технологий в составе единой системы или системы систем. По мере роста сложности систем требуется метрика, оценивающая потенциал интеграции различных технологий. Метрика УГИ показывает не только, где на шкале готовности интеграции находится технология, но и направление улучшения ее интеграции с другими технологиями.

5.3.4 Шкала УГИ состоит из девяти уровней, соответствующих шкале готовности технологии. Шкала УГИ использует следующие уровни от УГИ1 до УГИ9 для двух совместно используемых и взаимодействующих в составе единой системы технологий (подробное описание см. в приложении Б):

УГИ1: Интерфейс между технологиями определен с детализацией, достаточной для дальнейшего проектирования взаимодействия;

УГИ2: Определена спецификация, характеризующая взаимодействие (способность оказывать влияние) между технологиями через интерфейс;

УГИ3: Достигнута совместимость (общий язык) технологий, позволяющая обеспечить их упорядоченную и эффективную интеграцию и взаимодействие;

УГИ4: Достигнуто качество взаимодействия и гарантируется интеграция между технологиями;

УГИ5: Достигнут достаточный уровень управления технологиями, чтобы устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие;

УГИ6: Интегрируемые технологии могут принять, преобразовать и структурировать информацию по назначению;

УГИ7: Интеграция технологий была проверена и испытана с достаточной для использования степенью детализации;

УГИ8: Реальная интеграция завершена и проверена испытаниями и демонстрацией в составе системы;

УГИ9: Возможность интеграции проверена в применении.

5.3.5 Так как уровень готовности интеграции является вспомогательной метрикой, ее оценка должна осуществляться совместно с оценкой готовности технологии в случае необходимости.

5.3.6 Оценка готовности интеграции влияет на включение элементов технологии в состав КЭТ, которые подлежат обязательной оценке при оценке зрелости технологии.

5.3.7 «План развития интеграции» как отдельный документ создавать не обязательно, соответствующие работы и финансирование могут быть предусмотрены в плане развития соответствующих технологий. В случае, если затраты, сроки и риски, связанные с интеграцией технологий в составе системы, являются значительными, рекомендуется разрабатывать «План развития интеграции», координирующий развитие соответствующих интегрируемых в составе единой системы технологий.

5.4 Оценка готовности системы

5.4.1 ОГС является структурированным систематическим процессом изучения зрелости системы на основе совместного изучения уровня зрелости технологий, интегрированных в единую систему, и уровня зрелости интеграции отдельных технологий между собой. ОГС в качестве метрики использует УГС. ОГС используется для оценки и снижения рисков, связанных с совместным использованием отдельных технологий и компонентов с их применением в составе единой системы или системы систем. УГС определяют шкалу и единый подход для определения зрелости конкретной системы на разных стадиях ее жизненного цикла и связанных рисков.

5.4.2 УГС является производной оценкой, зависящей от УГТ, входящих в состав единой системы, и УГИ соответствующих взаимодействующих пар технологий. Для ОГС предварительно должны быть выполнены ОГТ и ОГИ всех или КЭТ, входящих в состав системы.

5.4.3 Шкала УГС состоит из пяти уровней. Для определения УГС по алгоритму, описанному ниже, рассчитывается индекс от 0 до 1. Шкала УГС использует следующие уровни от УГС1 до УГС5 с соответствующими значениями индекса (подробное описание см. в приложении Б):

УГС1: Уточнение концепции (индекс 0.10—0.39);

УГС2: Разработка технологии (индекс 0.40—0.59);

УГС3: Разработка и демонстрация системы (индекс 0.60—0.79);

УГС4: Производство системы (индекс 0.70—0.89);

УГС5: Применение и поддержка системы (индекс 0.90—1.00).

5.4.4 Для расчета индекса и определения соответствующего УГС используется следующий алгоритм.

5.4.4.1 Для каждой технологии (подсистемы) *i*, подлежащей оценке в составе системы, согласно 5.1 определяется уровень готовности технологии $УГТ_i$, который заносится в матрицу УГТ размерностью $n \times 1$, где n — количество рассматриваемых технологий (подсистем).

$$[УГТ]_{n\times1} = \begin{bmatrix} УГТ_1 \\ УГТ_2 \\ \cdots \\ УГТ_n \end{bmatrix} \tag{1}$$

Рекомендуется рассматривать не более десяти технологий (подсистем).

5.4.4.2 Для каждой оцениваемой пары технологий (подсистем) *i* и *j* согласно 5.3 определяется уровень готовности интеграции $УГИ_{ij}$ от 1 до 9 и заносится в симметричную квадратную матрицу УГИ размерностью $n \times n$ для последующей оценки готовности системы, где n — количество рассматриваемых технологий (подсистем). Значение $УГИ_{ij}$ равно значению $УГИ_{ji}$. Любая технология (подсистема) полностью интегрирована сама с собой, поэтому для $УГИ_{ij}$, где *i* равно *j*, значение $УГИ_{ij}$ равно 9. В случае, если *i* и *j* технологии (подсистемы) не взаимодействуют друг с другом, значение $УГИ_{ij}$ равно 0.

$$[УГИ]_{n\times n} = \begin{bmatrix} УГИ_{11} & УГИ_{12} & \cdots & УГИ_{1n} \\ УГИ_{21} & УГИ_{22} & \cdots & УГИ_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ УГИ_{n1} & УГИ_{n2} & \cdots & УГИ_{nn} \end{bmatrix} \tag{2}$$

5.4.4.3 На основании матриц УГТ (5.4.4.1) и УГИ (5.4.4.2) со значениями в интервале от 1 до 9 рассчитываются нормализованные матрицы УГТ и УГИ со значениями в интервале от 0 до 1, для чего каждое значение исходных матриц делится на 9.

5.4.4.4 На основании нормализованных матриц УГТ и УГИ со значениями в интервале от 0 до 1, полученных в 5.4.4.3, рассчитывается матрица УГС размерностью $n \times 1$, где n — количество рассматриваемых технологий (подсистем).

$$[УГС]_{n\times1} = \begin{bmatrix} УГС_1 \\ УГС_2 \\ \cdots \\ УГС_n \end{bmatrix} = [УГИ]_{n\times n} \times [УГТ]_{n\times1} \tag{3}$$

$$[УГС]_{n\times1} = \begin{bmatrix} УГС_1 \\ УГС_2 \\ \cdots \\ УГС_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} УГИ_{11}УГТ_1 + УГИ_{12}УГТ_2 + \cdots + УГИ_{1n}УГТ_n \\ УГИ_{21}УГТ_1 + УГИ_{22}УГТ_2 + \cdots + УГИ_{2n}УГТ_n \\ \cdots \\ УГИ_{n1}УГТ_1 + УГИ_{n2}УГТ_2 + \cdots + УГИ_{nn}УГТ_n \end{bmatrix} \tag{4}$$

Матрица УГС состоит из одного элемента для каждой оцениваемой технологии (подсистемы), который с точки зрения системы в целом показывает уровень готовности к использованию в системе конкретной технологии (подсистемы) по отношению к другим оцениваемым для данной системы технологиям (подсистемам). Чем выше значение элемента, тем выше уровень готовности к использованию соответствующей технологии (подсистемы). Значения элементов матрицы УГС для оцениваемой системы могут использоваться для определения приоритетов развития той или иной технологии (подсистемы).

5.4.4.5 В целом УГС рассчитывается как среднее значение от нормализованных величин $УГС_n$, полученных в 5.4.4.4 и разделенных на m_i — количество j технологий (подсистем) из матрицы УГИ, взаимодействующих с i-й технологией (подсистемой) с учетом интеграции технологии (подсистемы) самой с собой, когда j равно i [количество значений $УГИ_{ij}$ в нормализованной матрице (см. 5.4.4.2), не равных 0].

$$УГС = \frac{\left(\frac{УГС_1}{m_1} + \frac{УГС_2}{m_2} + \ldots + \frac{УГС_n}{m_n}\right)}{n} \quad (5)$$

5.4.4.6 Нормализованное значение УГС (индекс), полученное в 5.4.4.5, сравнивается со шкалой в соответствии с приложением Г. В зависимости от значения УГС делается вывод о достигнутой зрелости системы.

5.4.5 Так как УГС является вспомогательной метрикой, ее оценка должна осуществляться совместно с ОГТ и ОГИ в случае необходимости.

5.4.6 Для проведения ОГС необходимо выполнить следующие шаги:

- разработать функциональную и физическую архитектуру системы;
- определить критические элементы технологии в составе единой системы;
- организовать процесс ОГС с участием разработчиков и независимой команды экспертов;
- провести ОГС с использованием метрики УГС согласно 5.4.4;
- определить УГТ;
- определить УГИ;
- рассчитать УГС;
- подготовить Отчет о проведенной оценке с выводами и рекомендациями.

Приложение А
(справочное)

Соответствие стадий жизненного цикла, используемых при разработке летательных аппаратов (ЛА), уровням готовности технологии (УГТ) и производства (УГП)

А.1 Соответствие стадий жизненного цикла, используемых при разработке ЛА, УГТ и УГП приведено в таблице А.1.

Таблица А.1

	Уровни готовности технологии/производства									
	УГТ1	УГТ2	УГТ3	УГТ4	УГТ5	УГТ6	УГТ7	УГТ7	УГТ8	УГТ9
	УГП1	УГП2	УГП3	УГП4	УГП5	УГП6	УГП7	УГП8	УГП9	УГП10
ГОСТ 2.103—2013. Стадии разработки / Название стадии жизненного цикла	Техническое предложение. КД с литерой «П»			Эскизный проект КД с литерой «Э»			Технический проект. КД с литерой «Т»	Рабочий проект КД без литеры	КД и ТД для опытного производства	КД и ТД для серийного (единичного) производства
Маркетинговые исследования. Результаты фундаментальных НИР и НИОКР. ТТЗ на выполнение Аванпроекта/Технического предложения	■	■								
Проектирование изделия, расчет финансовых показателей, выбор поставщиков комплектующих, выбор технологий изготовления			■	■	■	■	■	■	■	
Испытания макетов и образцов					■	■				
Сертификационные работы и испытания изделия, предназначенного для серийного производства							■	■		
Подготовка и освоение производства					■	■	■	■	■	
Мелкосерийное и серийное производство									■	■

Приложение Б
(обязательное)

Типовые шкалы, применяемые для оценки уровня готовности

Б.1 Типовые шкалы, применяемые для оценки уровня готовности, приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Шкала уровней готовности	Уровень готовности
Шкала уровней готовности технологий (УГТ)	УГТ1. Выявлены и опубликованы фундаментальные принципы. Сформулирована идея решения той или иной физической или технической проблемы, произведено ее теоретическое и/или экспериментальное обоснование. УГТ2. Сформулированы технологическая концепция и/или применение возможных концепций для перспективных объектов. Обоснованы необходимость и возможность создания новой технологии или технического решения, в которых используются физические эффекты и явления, подтвердившие уровень УГТ1. Подтверждена обоснованность концепции, технического решения, доказана эффективность использования идеи (технологии) в решении прикладных задач на базе предварительной проработки на уровне расчетных исследований и моделирования. УГТ3. Даны аналитические и экспериментальные подтверждения по важнейшим функциональным возможностям и/или характеристикам выбранной концепции. Проведено расчетное и/или экспериментальное (лабораторное) обоснование эффективности технологий, продемонстрирована работоспособность концепции новой технологии в экспериментальной работе на мелкомасштабных моделях устройств. На этом этапе в проектах также предусматривается отбор работ для дальнейшей разработки технологий. Критерием отбора выступает демонстрация работы технологии на мелкомасштабных моделях или с применением расчетных моделей, учитывающих ключевые особенности разрабатываемой технологии, или эффективность использования интегрированного комплекса новых технологий в решении прикладных задач на базе более детальной проработки концепции на уровне экспериментальных разработок по ключевым направлениям, детальных комплексных расчетных исследований и моделирования. УГТ4. Компоненты и/или макеты проверены в лабораторных условиях. Продемонстрированы работоспособность и совместимость технологий на достаточно подробных макетах разрабатываемых устройств (объектов) в лабораторных условиях. УГТ5. Компоненты и/или макеты подсистем испытаны в условиях, близких к реальным. Основные технологические компоненты интегрированы с подходящими другими («поддерживающими») элементами, и технология испытана в моделируемых условиях. Достигнут уровень промежуточных/полных масштабов разрабатываемых систем, которые могут быть исследованы на стендовом оборудовании и в условиях, приближенных к условиям эксплуатации. Испытывают не прототипы, а только детализированные макеты разрабатываемых устройств. УГТ6. Модель или прототип системы/подсистемы продемонстрированы в условиях, близких к реальным. Прототип системы/подсистемы содержит все детали разрабатываемых устройств. Доказаны реализуемость и эффективность технологий в условиях эксплуатации или близких к ним условиях и возможность интеграции технологии в компоновку разрабатываемой конструкции, для которой данная технология должна продемонстрировать работоспособность. Возможна полномасштабная разработка системы с реализацией требуемых свойств и уровня характеристик. УГТ7. Прототип системы прошел демонстрацию в эксплуатационных условиях. Прототип отражает планируемую штатную систему или близок к ней. На этой стадии решают вопрос о возможности применения целостной технологии на объекте и целесообразности запуска объекта в серийное производство. УГТ8. Создана штатная система и освидетельствована (квалифицирована) посредством испытаний и демонстраций. Технология проверена на работоспособность в своей конечной форме и в ожидаемых условиях эксплуатации в составе технической системы (комплекса). В большинстве случаев данный УГТ соответствует окончанию разработки подлинной системы. УГТ9. Продемонстрирована работа реальной системы в условиях реальной эксплуатации. Технология подготовлена к серийному производству

Продолжение таблицы Б.1

Шкала уровней готовности	Уровень готовности
Шкала уровней готовности производства (УГП)	УГП1. Определены основные факторы, влияющие на производство. Это низший уровень производственной готовности. На этом этапе основная цель — определить потенциальные производственные ограничения и возможности, необходимые для достижения целей проекта разработки новой технологии. Начинаются первоначальные исследования. УГП2. Определена концепция производства. Этот уровень характеризуется наличием описания, как будут применяться новые производственные концепции. С помощью прикладных исследований результаты фундаментальных исследований готовятся для практического применения. Обычно этот уровень готовности включает идентификацию, изучение «на бумаге» и анализ материалов, а также будущих производственных процессов. Оцениваются возможность производства и связанные риски. УГП3. Подтверждена производственная концепция. На этом уровне производственная концепция испытывается и подтверждается через аналитические или лабораторные эксперименты. Стадия развития технологии — прикладные исследования и разработка технологии. Материалы и/или процессы доступны, и существует технологическая возможность производства, но требуются дальнейшее изучение и демонстрация. Экспериментальные модели производства разработаны в лабораторном окружении, которое демонстрирует ограниченную функциональность. УГП4. Достигнута возможность изготовления технических средств в лабораторных условиях. Уровень готовности технологии не ниже УГТ4. Определены инвестиции, необходимые для разработки производственного процесса. Производственные процессы достаточны для производства демонстрационной модели, характеризуются технологичностью, возможностью изготовления изделия, качеством. Целевые затраты определены, и ключевые производственные затраты идентифицированы. Выполнена оценка возможности изготовления изделия согласно концепции. Определены ключевые параметры дизайна изделия, а также потребности в специальном инструменте, оборудовании, материалах и компетенциях персонала. УГП5. Достигнута возможность изготовления прототипов компонентов систем в соответствующих производственных условиях. Уровень готовности технологии не ниже УГТ5. Проведена оценка производственных мощностей и определены потенциальные производственные площадки. Идентификация критических технологий и компонентов завершена. Прототипы материалов, инструмента, тестового оборудования, компетенции персонала продемонстрированы на компонентах в соответствующих производственных условиях, но многие производственные процессы и процедуры еще разрабатываются. Оценка возможности изготовления ключевых технологий и компонентов продолжается. Разработана модель затрат для оценки предварительной себестоимости производства. УГП6. Достигнута возможность изготовления прототипов систем или подсистем в соответствующих производственных условиях. Уровень готовности технологии не ниже УГТ6. Этот УГП подтверждает приемлемость предварительного дизайна системы. Первоначальный производственный подход разработан. Основные производственные процессы определены, но продолжаются значительные конструктивные изменения в самой технологии и системе с ее применением. В то же время предварительная разработка системы, оценка возможности изготовления и приобретения ключевых технологий и компонентов выполнены. Прототип производственных процессов и технологий, материалы, инструменты, тестовое оборудование, компетенции персонала продемонстрированы на системах и/или подсистемах в соответствующих производственных условиях. Выполнен анализ затрат, доходов, цены в сравнении с целевыми, определено, соответствуют ли затраты требованиям проекта или требуется принять новый уровень затрат. С учетом возможностей изготовления уточняется план разработки системы. Определены ключевые элементы цепи поставок, в том числе со значительным временем от приема до выполнения заявки на поставку. УГП7. Достигнута возможность изготовления систем, подсистем или их компонентов в условиях, близких к реальным. Уровень готовности технологии не ниже УГТ7. Детальный дизайн системы близок к завершению. Спецификации материалов согласованы, материалы

Продолжение таблицы Б.1

Шкала уровней готовности	Уровень готовности
Шкала уровней готовности производства (УГП)	доступны к моменту запуска пилотной линии. Производственные процессы и процедуры продемонстрированы в соответствующем производственном окружении. Выполнено детальное изучение возможности закупок, расширение возможности изготовления и оценка рисков продолжаются. Модель затрат изменена в соответствии с детальным дизайном, доведена до уровня системы и отслеживается в соответствии с целевым уровнем. Усилия по снижению затрат на единицу продукции приоритезированы и продолжаются. Анализ доходности и цена уточнены в соответствии с данными о продукции. Выполнена оценка цепи поставок и качества поставщиков, долгосрочные планы закупок готовы. Планы производства и цели по качеству разрабатываются. Начаты проектирование и разработка производственного инструмента и тестового оборудования. УГП8. Испытана пилотная производственная линия, достигнута готовность к началу мелкосерийного производства. Уровень готовности технологии не ниже УГТ7 или УГТ8. Детальный дизайн системы завершен и достаточно стабильный для запуска мелкосерийного производства. Все материалы, инструменты, тестовое оборудование, технические средства, персонал проверены на пилотной линии и доступны в соответствии с графиком мелкосерийного производства. Процессы производства и контроля качества были проверены на пилотной линии, управляемы и готовы к мелкосерийному производству. Известные риски, относящиеся к возможности изготовления, не несут значительных угроз для мелкосерийного производства. Модель затрат, анализ цены и доходов уточнены по результатам производства на пилотной линии. Квалификация и инспекция поставщиков выполнены. Цепь поставок готова к обеспечению мелкосерийного производства. УГП9. Успешно продемонстрирована возможность мелкосерийного производства, подготовлена база для полномасштабного производства. На этом уровне все системы, компоненты или детали ранее производились, производятся или успешно выпускались в ходе мелкосерийного производства. Уровень готовности технологии УГТ8 или УГТ9. Этот уровень обычно отражает готовность к полномасштабному производству. Все требования по дизайну системы выполнены, изменения системы минимальны. Основные особенности дизайна системы стабильны и были подтверждены в ходе тестов и испытаний. Материалы, компоненты, инструмент, тестовое оборудование, технические средства, персонал доступны в соответствии с графиком полномасштабного производства. Возможности производственного процесса, достигнутые при мелкосерийном производстве, обеспечивают необходимый уровень качества и соответствуют допускам. Осуществляется мониторинг производственных рисков. Целевые затраты при мелкосерийном производстве достигнуты, кривая обучения анализируется с учетом актуальных данных. Разработана модель затрат для полномасштабного производства, которая отражает влияние постоянных улучшений. УГП10. Продемонстрировано полномасштабное производство, внедрена практика бережливого производства. Это высший уровень готовности производства. Уровень готовности технологии УГТ9. Изменения дизайна системы незначительны и в основном ограничены улучшением качества и снижением затрат. Система, компоненты или детали выпускаются в полномасштабном производстве и соответствуют всем требованиям к дизайну, производительности, качеству и надежности. Возможности производственного процесса обеспечивают необходимый уровень качества. Все материалы, инструменты, инспекционное и тестовое оборудование, технические средства и персонал доступны и соответствуют требованиям полномасштабного производства. Цена продукции и затраты на единицу продукции соответствуют целевым, финансирование достаточно для производства продукции по требуемой цене. Практика бережливого производства внедрена, и процесс непрерывных улучшений продолжается
Шкала уровня готовности интеграции (УГИ)	УГИ1. Интерфейс между технологиями определен с детализацией, достаточной для дальнейшего проектирования взаимодействия. Это низший уровень готовности к интеграции, на котором выбирается среда интеграции. УГИ2. Определена спецификация, характеризующая взаимодействие (способность оказывать влияние) между технологиями через интерфейс. После определения среды интеграции должен быть выбран метод сигнализации — такой, что две интегрируемые технологии способны влиять друг на друга через выбранную среду. На этой стадии утверждается концепция интеграции.

Окончание таблицы Б.1

Шкала уровней готовности	Уровень готовности
Шкала уровня готовности интеграции (УГИ)	УГИ3. Достигнута совместимость (общий язык) технологий, позволяющая обеспечить их упорядоченную и эффективную интеграцию и взаимодействие. Минимально требуемый уровень для обеспечения успешной интеграции. Две технологии способны не только влиять одна на другую, но и передавать интерпретируемые данные. Это первый реальный уровень зрелости в процессе интеграции. УГИ4. Достигнуто качество взаимодействия и гарантируется интеграция между технологиями. Много процессов интеграции технологии завершилось неудачно на уровне УГИ3 из-за предположения, что, если две технологии способны успешно обмениваться информацией, тогда они полностью интегрированы. УГИ4 идет дальше простого обмена данными и требует, чтобы полученные данные соответствовали отправленным данным, и для проверки этого существует механизм. УГИ5. Достигнут достаточный уровень управления технологиями, чтобы устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие. УГИ5 обозначает способность одной или нескольких интегрируемых технологий самостоятельно управлять интеграцией (устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие). УГИ6. Интегрируемые технологии могут принять, преобразовать и структурировать информацию по назначению. УГИ6 — высший технический уровень, который может быть достигнут, он включает способность не только управлять интеграцией, но и определять, какой информацией обмениваться, метки, определяющие, что это за информация, способность транслировать данные из внешнего формата во внутренний. УГИ7. Интеграция технологий была проверена и испытана с достаточной для использования степенью детализации. УГИ7 представляет собой значительный по сравнении с УГИ6 шаг, интеграция работает не только с технической точки зрения, но и с точки зрения требований. УГИ7 подтверждает соответствие интеграции требованиям по производительности, пропускной способности и надежности. УГИ8. Реальная интеграция завершена и проверена испытаниями и демонстрацией в составе системы. УГИ8 представляет не только соответствие интеграции требованиям, но и демонстрацию в составе системы в релевантном окружении. Это позволяет выявить любые неизвестные ошибки/дефекты, которые не могут быть обнаружены до тех пор, пока взаимодействие двух интегрируемых технологий не проверяется в составе системы. УГИ9. Возможность интеграции проверена в применении. УГИ9 показывает, что интегрируемые технологии были успешно использованы в составе системы. Чтобы технология достигла УГТ9, она должна быть интегрирована в систему и после проверена в релевантном окружении. Переход на УГИ9 также влияет на достижение технологией уровня зрелости УГТ9
Шкала уровней готовности системы (УГС)	УГС1. Уточнение концепции (индекс 0.10—0.39). Улучшена начальная концепция системы, разработана стратегия разработки системы/технологии. УГС2. Разработка технологии (индекс 0.40—0.59). Снижены технологические риски и определен подходящий набор технологий для интеграции в полную систему. УГС3. Разработка и демонстрация системы (индекс 0.60—0.79). Разработана система или улучшены ее возможности, снижены риски интеграции и производства, реализованы механизмы операционной поддержки, оптимизирована логистика, реализован интерфейс с пользователем, система спроектирована с учетом возможностей производства, обеспечены доступность и защита критической информации. Продемонстрированы интеграция системы, взаимодействие с ней, безопасность и полезность. УГС4. Производство системы (индекс 0.70—0.89). Достигнуты функциональные возможности, которые соответствуют требованиям заказчика. УГС5. Применение и поддержка системы (индекс 0.90—1.00). Поддержка системы осуществляется в соответствии с требованиями к эксплуатации наименее затратным образом на протяжении всего жизненного цикла

Приложение В
(справочное)

Опросник (калькулятор) для оценки уровня готовности технологии

В.1 При проведении оценки уровня готовности технологии экспертами заполняется опросник, приведенный в таблице В.1.

Таблица В.1 — Опросник (калькулятор) для оценки уровня готовности технологии

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
Уровень готовности технологии 1 (УГТ1)					
1	К	С		Сформулирована идея разработки новой технологии	
2	К	С		Определены используемые в новой технологии физические законы и допущения	
3	П	С		Существует концепция (идея), которая может быть реализована в разрабатываемом программном обеспечении (ПО)	
4	П	С		Известно в общих чертах, что должно делать ПО	
5	К	С		Предварительные расчеты (исследования) подтверждают базовые принципы технологии	
6	П	С		Подготовлены математические формулировки концепций (идей), которые могут быть реализованы в разрабатываемом ПО	
7	П	С		Имеется идея, которая содержит базовые принципы возможного алгоритма разрабатываемого ПО	
8	К	П		Опубликованы начальные научные обзоры-результаты разработки технологии/системы в журналах/конференциях/трудах/технических отчетах	
9	К	С		Опубликованы базовые научные принципы новой технологии	
10	К	П		Определен источник финансирования разработки технологии/системы	
11	К	С		Выдвинуты исследовательские гипотезы	
12	К	П		Известно, кто будет проводить исследование и где оно будет проводиться	
Уровень готовности технологии 2 (УГТ2)					
1	К	П		Заказчик определен	
2	К	С		Определена область применения разрабатываемой системы/технологии и компонентов (подсистем) системы	
3	К	С		Предварительные исследования показывают, что разрабатываемая технология будет востребована и применение технологии осуществимо	
4	К	П		Известно, что будет поддержана программа разработки технологии	
5	К	С		Определены очевидные теоретические и эмпирические проектные решения	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
6	О	С		Определены (перечислены) базовые (основные) элементы технологии	
7	К	С		Определен набор программных средств, используемых для разработки технологии или ПО, — среда разработчика	
8	О	С		Частично определены компоненты технологии и/или подсистемы разрабатываемой системы	
9	О	С		Сделаны предварительные оценки характеристик для каждого элемента системы/технологии	
10	К	П		Заказчик заинтересован в разработке системы и ее использовании	
11	П	С		Выполнено частичное программирование для подтверждения базовых принципов разрабатываемого ПО	
12	К	С		Начальный анализ показал, какие основные функции системы должны быть сделаны	
13	О	С		Для проверки физических принципов технологии использованы только моделирование и симуляция (имитация)	
14	К	П		Определена архитектура системы в соответствии с ее предполагаемыми основными функциями	
15	П	С		Проведено тестирование разрабатываемого ПО на тестовом наборе данных	
16	К	П		Определена система мониторинга требований для управления требованиями	
17	К	С		Тщательные аналитические исследования подтверждают базовые принципы разрабатываемой системы/технологии	
18	К	П		Выполненные аналитические исследования опубликованы в журналах/конференциях/трудах/технических отчетах	
19	К	С		Работают отдельные составные части системы/технологии (не было реальных попыток их интеграции)	
20	П	С		Известно, какое ПО и оборудование будут использованы в системе	
21	К	С		Составлен список покупных компонентов системы	
22	К	П		Сформирован лист инвестиционной стратегии (включая список соисполнителей и финансовых затрат)	
23	К	П		Известны возможности и ограничения исследований и исследовательского оборудования	
24	К	С		Известно, какие эксперименты нужно провести (имеется в виду исследовательский подход)	
25	К	П		Выполнена качественная оценка областей риска (стоимость, график, характеристики)	
26	К	П		Выполнены маркетинговые исследования рынка и разработана стратегия продвижения разрабатываемой системы/технологии на рынок	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
Уровень готовности технологии 3 (УГТ3)					
1	К	С		Сформирована научная среда (команда разработчиков технологии/системы)	
2	О	С		Аналитическими исследованиями подтверждены прогнозируемые возможности (характеристики) элементов технологий	
3	П	С		Аналитические исследования проверены для разрабатываемого ПО и выполняется разработка алгоритмов	
4	О	С		Имеются, известны необходимые для разработки системы/технологии методы математического и/или компьютерного моделирования	
5	О	П		Были определены и рассчитаны предварительные характеристики и габаритные размеры системы/технологии	
6	П	С		Определены общие схемы алгоритмов разрабатываемого ПО	
7	О	С		Моделированием и имитацией подтверждены прогнозируемые характеристики элементов технологии	
8	П	С		На этапе предварительного программирования разрабатываемого ПО проведена проверка, подтверждающая, что ПО может быть применимо	
9	О	Т		Выполнено моделирование на стандартном лабораторном оборудовании для подтверждения физических принципов разрабатываемой технологии	
10	К	С		Лабораторные эксперименты подтверждают возможность применения технологии	
11	О	С		Предсказанные возможности элементов технологии подтверждены лабораторными экспериментами	
12	К	П		Определен представитель заказчика для работы с командой разработчика	
13	К	П		Заказчик принимает участие в формировании технических требований	
14	К	С		Начали выявляться эффекты перекрестного влияния технологии (если имеются)	
15	О	Т		Определены/разработаны методы проектирования	
16	К	С		Выполнены расчетные исследования, показывающие, что компоненты системы могут работать вместе	
17	К	П		Заказчик определяет возможные сроки достижения требуемого результата («окно возможностей»)	
18	К	С		Установлены (определены) метрологические показатели разрабатываемой системы (разработана программа метрологического обеспечения)	
19	К	П		Начаты масштабные исследования по разработке системы	
20	П	С		Проверено в работе разрабатываемое ПО с ограниченным набором фактических данных	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
21	П	С		Выполнена проверка работы алгоритма на процессоре-имитаторе в лабораторной среде	
22	О	Т		Выполнена оценка возможностей производства по изготовлению разрабатываемой системы (технологии)	
23	П	С		Имеется информация о доступном на данный момент ПО, которое решает подобную задачу (100 % — инвентаризация всего ПО завершена)	
24	П	С		Проверено существующее ПО на возможность повторного применения для данной технологии	
25	О	Т		Определены возможности изготовления основных компонентов макета системы	
26	П	С		Известны ограничения доступного в настоящее время ПО (анализ существующего ПО завершен)	
27	К	С		Полностью продемонстрирована научная реализуемость — возможность создания системы/технологии	
28	К	С		Анализ современного уровня развития техники показывает, что разрабатываемая технология/система отвечает потребностям рынка	
29	К	П		В общих чертах определены области риска	
30	К	П		Определены стратегии реагирования на риски	
31	К	П		Определена ориентировочная стоимость серийного образца системы (технологии)	
Уровень готовности технологии 4 (УГТ4)					
1	К	С		Полностью определены вопросы перекрестного использования технологии (если имеются)	
2	О	Т		Специальные и стандартные лабораторные компоненты заменяют компоненты разрабатываемой системы	
3	О	С		Отдельные компоненты испытаны в лаборатории разработчика, а покупные компоненты системы испытаны в лаборатории поставщика (прошли приемо-сдаточные испытания)	
4	О	Т		Существуют макеты отдельных частей и компонентов разрабатываемой системы	
5	О	С		Выполнено моделирование для имитации некоторых компонентов и интерфейсов между ними	
6	П	С		Начинается разработка формальной архитектуры ПО системы	
7	К	П		Заказчиком определены основные требования к системе	
8	К	С		Установлены общие требования к системе, обеспечивающие ее использование конечным пользователем	
9	К	П		Установлены основные тактико-технические характеристики (ТТХ) системы	
10	П	С		Результаты анализа дают детальную информацию о конкретных функциях, которые должно выполнять ПО	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
11	К	П		Установлены лабораторные требования, полученные на основе требований к системе	
12	О	Т		Имеющиеся компоненты собраны в макет системы	
13	О	С		Лабораторные эксперименты с имеющимися компонентами показывают, что они функционируют вместе в составе макета системы	
14	П	С		Требования для каждой функции разрабатываемого ПО установлены	
15	П	С		Алгоритмы преобразованы в псевдокод	
16	П	С		Завершен анализ требований к данным и их форматам	
17	П	С		Автономные модули соответствуют предварительному плану архитектуры системы	
18	О	С		Проведено программно-аппаратное тестирование/компьютерное моделирование для установления совместимости компонентов	
19	П	Т		Проведена проверка дизайна системы в ходе формального процесса инспекции	
20	К	П		Установлены научно-технические выходные критерии	
21	К	С		Технология демонстрирует базовую функциональность в упрощенной (лабораторной) среде	
22	П	П		Имеется возможность оценить размер компьютерной программы в строках кода и/или в функциональных модулях (точках)	
23	О	Т		Изготовлены масштабные прототипы технологии/системы	
24	К	П		Задокументированы черновые варианты дизайна	
25	О	Т		Определены методы проектирования для случаев, где могут быть проанализированы/смоделированы малые приложения	
26	К	С		Имеется контролируемая (управляемая) лабораторная среда	
27	К	П		Определены начальные носители затрат	
28	П	С		Проведены эксперименты с полномасштабными задачами (требованиями) и фактическими наборами данных	
29	К	Т		Начаты исследования по интеграции разрабатываемой технологии или ПО	
30	К	П		Установлены цели по затратам (CAIV, cost as an independent variable — затраты как независимая переменная)	
31	П	С		Продемонстрированы в лабораторной среде отдельные функции или модули ПО	
32	О	Т		Определены ключевые производственные процессы	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
33	К	П		Завершен перечень документов, схем и диаграмм разрабатываемой системы/технологии	
34	П	С		Проведена частичная интеграции ПО функций или модулей, демонстрирующая их совместную работу	
35	О	Т		Проведена оценка ключевых производственных процессов в лабораторных условиях	
36	К	П		Сформирован черновой вариант мастер-плана разработки системы (SEMP)	
37	К	С		Завершены интеграция и проектирование технологической системы «низкой точности» в лабораторных условиях	
38	О	Т		Определена стратегия реагирования при недостатках в технологичности/возможности изготовления	
39	К	П		Заказчик обязуется перейти на усовершенствованную технологию и/или заключить договор о намерениях	
40	К	С		Разработана функциональная иерархическая структура работ (ИСР, WBS)	
41	К	П		Официально созданы команда интеграции продукта (КИП) и ее устав	
42	К	П		Представитель заказчика является членом КИП	
43	К	П		Выполняется утвержденная программа управления рисками	
44	К	П		Проведен предварительный анализ функциональных отказов (FMEA) или анализ каскада рисков	
45	К	П		Определен срок доступности (готовности) технологии	
Уровень готовности технологии 5 (УГТ5)					
1	К	С		Определены и установлены на основе анализа перекрестные эффекты технологии (если имеются)	
2	О	Т		Доступен макет оборудования для организации производства технологии	
3	К	С		Известны требования к интерфейсам системы	
4	К	П		Требования к системе распределены по функциональной иерархической структуре работ — ИСР (начинается разработка системы)	
5	П	С		Утверждена архитектура ПО системы	
6	О	Т		Установлены цели по улучшению прибыльности производства	
7	П	С		Внешние интерфейсы описаны в части источника, формата, структуры, содержания (контент) и метода поддержки	
8	П	С		Завершен анализ требований к внутреннему интерфейсу	
9	О	Т		В ходе изучения рынка и лабораторных экспериментов определены ключевые производственные процессы	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
10	К	С		Интерфейсы между компонентами/подсистемами являются реалистичными (макет с реалистичными интерфейсами)	
11	О	Т		Значительные изменения в конструкции и технологии производства	
12	П	С		Завершена разработка отдельных функций/модулей ПО	
13	О	Т		Прототипы созданы	
14	О	Т		Оснастка и оборудование продемонстрированы в лабораторном окружении	
15	К	С		Завершены интеграция и проектирование технологической системы «высокой точности» в лабораторных условиях для испытаний в реалистичных или смоделированных условиях	
16	О	Т		Заданы методы проектирования до точки, где определены наиболее серьезные проблемы	
17	О	П		Форма, соответствие параметрам и функциональность исследуются совместно с разработчиками конечного пользователя (детальное обсуждение ТЗ на соответствие интересов с конечным пользователем системы)	
18	О	С		Точность макетирования повышается от макета до экспериментальной модели	
19	К	Т		Рассмотрены качество и надежность, но их целевые уровни еще не установлены	
20	О	Т		Некоторые компоненты специального назначения комбинируются с доступными лабораторными компонентами	
21	О	П		На рассмотрение представлены структурные схемы и схемы соединений	
22	К	С		Лабораторная среда приведена к условиям, близким к условиям эксплуатации	
23	О	Т		Выполнена начальная оценка потребностей сборки	
24	О	П		Завершены детальные проектные эскизы технологии	
25	О	Т		Определены уровни «сигма», необходимые для достижения целевого уровня затрат (CAIV)	
26	К	П		Разработан черновик раздела мастер-плана разработки системы (SEMP) в части интеграции	
27	К	П		Разработан черновик раздела SEMP в части тестирования и оценки	
28	К	П		Разработан черновик раздела SEMP в части механических и электрических интерфейсов	
29	О	Т		Производственные процессы (технология изготовления) рассмотрены с представителями производства	
30	К	П		Разработан черновик раздела SEMP в части производительности (характеристик); сделаны поправки в соответствии с ожидаемыми характеристиками	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
31	К	П		Документально оформлен план управления рисками	
32	П	С		Функции интегрированы в программные модули	
33	К	П		Разработан план управления конфигурацией	
34	П	С		Протестированы отдельные функции ПО для проверки их работоспособности	
35	П	С		Проверены на ошибки отдельные модули и функции ПО	
36	П	С		Продемонстрирована в лабораторных условиях интеграция модулей/функций ПО	
37	П	П		Выполнена и документально оформлена проверка всех модулей/компонентов как часть управления конфигурацией ПО	
38	К	П		Документально оформлен план управления конфигурацией	
39	К	П		Подготовлен черновик мастер-плана по испытаниям и оценке (TEMP)	
40	П	С		Алгоритмы выполняются на процессоре с характеристиками, близкими к характеристикам целевого окружения	
41	О	П		Подготовлен черновик SEMP по предварительной разработке технических средств технологической системы (по технологической подготовке производства)	
42	К	П		Заказчик обязуется выполнить требования меморандума о целях программы (POM — program objectives memorandum)	
43	К	П		Подготовлен черновик плана передачи технологии с обоснованием проекта	
44	О	П		Выполнен анализ режимов отказов и их последствий (FMEA)	
45	К	П		Анализ стоимости включает анализ нескольких технологий и нематериальных альтернатив	
46	К	С		Разработана КИП матрица требований с пороговыми критериями и задачами	
47	К	С		Доступна иерархическая структура работ в соответствии с физической структурой системы (конструкции)	
48	К	П		Анализ стоимости включает анализ стоимости жизненного цикла	
Уровень готовности технологии 6 (УГТ6)					
1	К	С		Завершено подтверждение результатов измерений и рабочих характеристик технологии	
2	О	Т		Установлены показатели качества и надежности	
3	К	Т		Происходят частые изменения конструкции и дизайна	
4	О	П		Практически подготовлен комплект эскизной КД на систему	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
5	К	С		Известны условия эксплуатации конечной системы	
6	К	П		Начат сбор данных о фактической ремонтопригодности, надежности и техническом обслуживании	
7	К	П		Цели по стоимости проекта разработки системы (технологии) определены	
8	О	Т		Определена потребность в инвестициях для производственных процессов и оборудования разрабатываемой системы	
9	К	С		Модель и ПО разрабатываемой системы использованы для моделирования характеристик системы в условиях эксплуатации	
10	К	П		Составлен окончательный генеральный план испытаний и оценки (TEMP)	
11	О	С		Проведены приемо-сдаточные испытания системы в лабораторных условиях	
12	К	С		Демонстрационная модель (прототип) испытана в высокоточных лабораторных условиях, имитирующих условия эксплуатации	
13	К	С		Реалистичное окружение вне лаборатории, но частично не соответствует условиям эксплуатации	
14	К	П		Подготовлен финальный генеральный план системного проектирования (SEMP)	
15	П	С		Завершена инвентаризация (формирование перечня) внешних устройств (интерфейсов)	
16	К	П		Обновлена редакция договора о передаче технологии (от разработчика заказчику)	
17	К	П		Определен масштаб оставшихся проблем и завершен анализ технической поддержки	
18	П	С		Завершен анализ ограничений по времени (сроков исполнения)	
19	П	С		Завершен анализ структур баз данных и интерфейсов	
20	К	П		Началось создание интерфейса процесса управления	
21	О	П		Потребителем и разработчиком составлен предварительный план выпуска продукции	
22	О	Т		Созданы прототипы критических (определяющих) производственных процессов	
23	О	Т		Большая часть изделий соответствует техническим требованиям для передачи в производство	
24	К	П		Согласован и утвержден заказчиком договор передачи технологии	
25	П	С		Прототип ПО реализует большинство требуемых функциональных возможностей	
26	П	С		Алгоритмы частично интегрированы с существующим оборудованием/программными системами	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
27	О	Т		Материалы, процессы, конструкция и методы интеграции могут быть использованы в производстве	
28	П	С		Испытаны отдельные модули для проверки (верификации) совместной работы их компонентов (функций)	
29	К	П		Завершена спецификация технологической системы	
30	О	Т		Компоненты функционально совместимы с действующей системой	
31	П	С		Разработанное ПО или прототип продемонстрированы в лабораторных условиях	
32	К	С		Созданная в лаборатории система является высокоточным прототипом (по функциональности, параметрам) реальной системы	
33	К	П		Определена официальная программа управления конфигурацией для управления процессом изменений	
34	К	Т		Завершены демонстрации интеграции компонентов системы	
35	К	П		Представлен заключительный научно-технический отчет	
36	О	Т		Определены производственные проблемы, основные из которых были решены	
37	П	С		Разработана часть документации на ПО (например, руководство пользователя, текст программы и т. д.)	
38	П	П		Инициирована процедура верификации, валидации и сертификации (VV&A) разработанного ПО (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207)	
39	О	Т		Завершена технологическая подготовка производства (разработана оснастка, технологические процессы, дорожные карты и т. д.)	
40	О	Т		Завершена демонстрация производства (компонентов)	
41	П	П		Выпущена «альфа»-версия ПО	
42	К	С		Полностью продемонстрирована техническая реализация (осуществимость разработки)	
43	К	П		Разработан финальный план передачи технологии с обоснованием проекта доведения системы до серийного образца	
44	К	П		Разработана программа поставок системы (технологии) по годам	
45	К	П		Анализ стоимости включает коммерческие расходы	
46	К	П		Выполнен анализ технических альтернатив, включающий «существующие технологии»	
47	К	П		Готов список формальных требований к серийному образцу	
Уровень готовности технологии 7 (УГТ7)					
1	О	Т		Определены материалы, процессы, методы и техника проектирования	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
2	О	Т		Проведена начальная демонстрация материалов, процессов и процедур производства	
3	О	С		Используется моделирование для имитации некоторых недоступных элементов системы, но эти случаи редки	
4	О	Т		Построен прототип производственной системы с использованием программных инструментов	
5	К	С		Каждый интерфейс (система/ПО) индивидуально испытан в стрессовых и аномальных условиях	
6	П	С		Алгоритмы работают на процессоре(ах) в эксплуатационной среде	
7	П	П		Реализуется процедура «верификация, валидация и сертификация» (VV&A) по проверке соответствия ПО заданной спецификации	
8	О	Т		Продемонстрированы в производственной среде технологическая оснастка и проверочное/тестовое оборудование	
9	О	Т		Одобрены оборудование и оснастка	
10	О	Т		Существенно уменьшились проектные изменения	
11	К	С		Тестирование в эксплуатационной среде, но не на окончательной платформе, например на летающей лаборатории	
12	К	Т		Данные по ремонтопригодности, надежности и удобству обслуживания получены на 60 % от общего объема необходимых данных	
13	О	П		Выполнены черновые проектные чертежи	
14	О	Т		Практически разработаны и проверены материалы, процессы, методы и методики проектирования	
15	К	П		Масштабирование завершено	
16	О	Т		Доступно предпроизводственное оборудование, но его количество может быть ограничено	
17	О	С		Компоненты являются производимыми	
18	О	П		Подтверждены цели проекта по стоимости	
19	О	Т		Установлены начальные уровни «сигма»	
20	О	Т		Хорошо понятны в целом процессы производства	
21	П	Т		Устранено большинство программных ошибок	
22	О	Т		Завершено планирование производства	
23	К	С		Большая часть функциональности системы доступна для демонстрации в смоделированной эксплуатационной среде	
24	К	С		Эксплуатационные/летные испытания лабораторной системы в реальной среде	
25	О	Т		Прототип улучшается до качества предпроизводственного образца	

Продолжение таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
26	П	П		Выпущена «бета»-версия ПО	
27	К	С		Полностью интегрированный прототип продемонстрирован в реальной или смоделированной эксплуатационной среде	
28	К	С		Прототип системы успешно испытан в полевых условиях	
29	О	Т		Готов для мелкосерийного начального производства (LRIP — Low Rate Initial Production)	
Уровень готовности технологии 8 (УГТ8)					
1	К	С		Компоненты по форме, параметрам и функциям соответствуют операционной системе	
2	О	Т		Оценочные затраты составляют менее 125 % от целевых затрат (т. е. достигнутая целевая стоимость соответствует LRIP)	
3	К	С		Дизайн системы по форме, параметрам и функциям соответствует планируемому применению	
4	К	С		Форма, параметры и функции продемонстрированы на конечной системе	
5	О	Т		Оборудование и оснастка продемонстрированы в производственном окружении	
6	К	С		Завершен процесс проверки интерфейса	
7	П	П		Большая часть эксплуатационной документации программного обеспечения завершена и находится под контролем системы управления конфигурацией (Configuration Control)	
8	К	П		Большая часть документации по обучению завершена и находится под контролем системы управления конфигурацией	
9	К	П		Большая часть документации по техническому обслуживанию завершена и находится под контролем системы управления конфигурацией	
10	К	С		Представлены на обсуждение окончательные архитектурные диаграммы	
11	О	Т		Производственные процессы продемонстрированы на «пилотной линии», мелкосерийном производстве (LRIP) или производстве похожего продукта	
12	О	Т		Производственные процессы демонстрируют приемлемые уровни доходности и производительности	
13	П	С		Программное обеспечение тщательно отлажено	
14	К	С		Все функциональные возможности продемонстрированы в смоделированной эксплуатационной среде	
15	О	Т		Производственные процессы контролируются по «4-сигма» или с соответствующим уровнем качества	
16	О	Т		Все материалы производятся и легко доступны	

Окончание таблицы В.1

№ п/п	Вид системы	Область анализа	%	Изучаемые вопросы	Обоснование оценки
17	К	С		Система признана пригодной к эксплуатации после испытаний и оценки на реальной платформе. Разработка, испытание и оценка (DT&E) завершены	
18	К	Т		Завершен сбор данных по ремонтопригодности, надежности и удобству обслуживания	
19	П	П		Процесс подтверждения по VV&A завершен, ПО работает в реальных условиях	
20	К	С		Разработка, испытание и оценка (DT&E) завершены, система соответствует спецификации	
21	П	П		Процесс сертификации по VV&A завершен, ПО сертифицировано для использования в предполагаемой системе	
22	О	Т		Система готова к серийному производству	
Уровень готовности технологии 9 (УГТ9)					
1	К	С		Концепция использования системы успешно реализована	
2	О	Т		Оценочные затраты составляют менее 110 % от целевых затрат или соответствуют им (т. е. целевая стоимость достигнута)	
3	О	Т		Вопросы доступности учтены в планах начального производства и перспективных закупок	
4	О	Т		Проектирование стабильно, имеются незначительные изменения или изменения полностью отсутствуют	
5	К	С		Система установлена и запущена в эксплуатацию на предполагаемой платформе	
6	К	П		Вопросы безопасности/неблагоприятных эффектов выявлены и устранены	
7	К	С		Реальная система полностью продемонстрирована	
8	К	П		Реализован План обучения	
9	К	П		Реализован План поддержки послепродажного обслуживания	
10	К	П		Реализован План защиты программы	
11	К	С		Проведены «летные испытания» разработанной системы в ходе успешной эксплуатации. Испытание и оценка в ходе эксплуатации (ОТ&Е) завершены	
12	О	Т		Все производственные процессы контролируются по «6-сигма» или с соответствующим уровнем качества	
13	О	Т		Производство стабильное	
14	К	П		Завершена разработка всей документации	

В.2 В зависимости от ранее достигнутого УГТ, вида системы и области анализа оценивается в процентах, насколько соответствует состояние текущей технологии (системы) изучаемому вопросу, указанному в опроснике.

В.3 Вид системы в зависимости от изучаемой технологии (системы) может принимать три значения:

О — Оборудование: оцениваемая технология (система) не содержит встроенного программного обеспечения;

П — Программное обеспечение: оцениваемая технология (система) является программным обеспечением и в рамках ее разработки оборудование не разрабатывается;

К — Комплексная система: оцениваемая технология (система) представляет собой оборудование со встроенным программным обеспечением или программно-аппаратный комплекс, при разработке которого разрабатывается как оборудование, так и необходимое для его использования программное обеспечение.

Примечание — В англоязычной версии опросника (калькулятора) символу «О» (Оборудование) соответствует символ «H» — Hardware (только оборудование), символу «П» (Программное обеспечение) соответствует символ «S» — Software (только программное обеспечение), символу «К» (Комплексная система) соответствует символ «В» — Both (в составе оцениваемой технологии используется и оборудование, и программное обеспечение).

В.4 В зависимости от вида системы эксперты отвечают только на вопросы, помеченные следующими символами: для оборудования — символом О, программного обеспечения — П, для комплексной системы К — на все вопросы.

В.5 Область анализа при проведении оценки уровня готовности технологии может принимать три значения:

С — изучаемый вопрос связан непосредственно с технологией (системой);

Т — изучаемый вопрос связан с технологией и организацией производства технологии (системы);

П — изучаемый вопрос связан с состоянием проекта/программы разработки технологии (системы).

Примечание — В англоязычной версии опросника (калькулятора) символу «С» соответствует символ «Т» — Technology (Технология), символу «Т» соответствует символ «М» — Manufacturing (Производство), символу «П» соответствует символ «Р» — Project/Program (Проект или Программа).

В.6 Для оценки уровня готовности технологии обязательными являются изучаемые вопросы, у которых область анализа помечена символом С. До начала проведения оценки готовности технологии в зависимости от ее целей по согласованию заинтересованных сторон должны быть уточнены области анализа, изучаемые в ходе оценки.

В.7 Перед началом оценки уровня готовности технологии необходимо установить пороговые значения для текущего состояния технологии. Допустимые пороговые значения:

100—75 % — технология «соответствует» изучаемому вопросу;

85—50 % — технология «частично соответствует» изучаемому вопросу.

Примечание — Рекомендуемый разрыв между пороговыми значениями «соответствует» и «частично соответствует» не более 15 %.

Оценка текущего состояния технологии по изучаемому вопросу менее установленного порогового значения для «частично соответствует» означает, что текущее состояние технологии «не соответствует» рассматриваемому уровню готовности.

В.8 В зависимости от целей проведения оценки готовности технологии до начала оценки по согласованию заинтересованных сторон пороговые значения текущего состояния технологии могут быть изменены.

В.9 Во время проведения оценки эксперты должны предоставить факты, подтверждающие их мнение для обоснования полученных результатов. Соответствующие факты указывают в графе «Обоснование оценки».

В.10 По результатам ответа на изучаемые вопросы текущему состоянию технологии (системе) присваивается соответствующий уровень готовности технологии при условии, что с учетом принятых пороговых значений на все вопросы для данного и всех предыдущих (если имеются) уровней готовности технологии получен ответ «соответствует». При этом по ряду изучаемых вопросов (не по всем) технология (система) может «соответствовать» или «частично соответствовать» более высоким уровням готовности.

Приложение Г
(обязательное)

Определения уровней готовности и их взаимное соответствие

Определения уровней готовности и их взаимное соответствие приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1

Определение УГТ	Определение УГП	Определение УГИ	Определение УГС	Индекс УГС
1 Основные принципы технологии изучены и опубликованы	1 Определены основные факторы, влияющие на производство	1 Интерфейс между технологиями определен с детализацией, достаточной для дальнейшего проектирования взаимодействия	1 Уточнение концепции	0.10—0.39
2 Концепция технологии и/или ее применения сформулирована	2 Определена концепция производства	2 Определена спецификация, характеризующая взаимодействие (способность оказывать влияние) между технологиями через интерфейс		
3 Критические функции и/или характеристики подтверждены аналитическим и экспериментальным путем	3 Подтверждена производственная концепция	3 Достигнута совместимость (общий язык) технологий, позволяющая обеспечить их упорядоченную и эффективную интеграцию и взаимодействие		
4 Компонент и/или макет испытаны в лабораторном окружении	4 Достигнута возможность изготовления технических средств в лабораторных условиях	4 Достигнуто качество взаимодействия и гарантируется интеграция между технологиями		
5 Компонент и/или макет испытаны в окружении, близком к реальному	5 Достигнута возможность изготовления прототипов компонентов системы в соответствующих производственных условиях	5 Достигнут уровень управления технологиями, достаточный, чтобы устанавливать, поддерживать и прекращать взаимодействие	2 Разработка технологии	0.40—0.59
6 Модель системы/подсистемы или прототип продемонстрированы в релевантном окружении	6 Достигнута возможность изготовления прототипов систем или подсистем в соответствующих производственных условиях	6 Интегрируемые технологии могут принять, преобразовать и структурировать информацию по назначению		
7 Прототип системы продемонстрирован в операционном окружении	7 Достигнута возможность изготовления систем, подсистем или их компонентов в условиях, близких к реальным	7 Интеграция технологий была проверена и испытана с достаточной для использования степенью детализации	3 Разработка и демонстрация системы	0.60—0.79

Окончание таблицы Г.1

Определение УГТ	Определение УГП	Определение УГИ	Определение УГС	Индекс УГС
7 Прототип системы продемонстрирован в операционном окружении	8 Испытана пилотная производственная линия, достигнута готовность к началу мелкосерийного производства	7 Интеграция технологий была проверена и испытана с достаточной для использования степенью детализации	3 Разработка и демонстрация системы	0.60—0.79
8 Реальная система завершена и квалифицирована в ходе испытаний и демонстрации	9 Успешно продемонстрирована возможность мелкосерийного производства, подготовлена база для полномасштабного производства	8 Реальная интеграция завершена и проверена испытаниями и демонстрацией в составе системы		
9 Реальная система подтверждена путем успешной эксплуатации (достижения цели)	10 Продемонстрировано полномасштабное производство, внедрена практика бережливого производства	9 Возможность интеграции проверена в применении	4 Производство системы	0.70—0.89
			5 Применение и поддержка системы	0.90—1.00

УДК 658.513.5:006.354 ОКС 03.100.01

Ключевые слова: трансфер технологий, уровень готовности технологий, уровень готовности производства, уровень готовности интеграции, уровень готовности системы

БЗ 2—2018/7

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Половой*

Сдано в набор 09.01.2018. Подписано в печать 27.02.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,18 Тираж 23 экз. Зак. 171

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123001. Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru