

# Имитационное моделирование

Стандарты ГОСТ Р

# Стандарты по моделированию

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
57700.21—  
2020

---

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССАХ  
РАЗРАБОТКИ, ПРОИЗВОДСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ**

**Термины и определения**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ,  
ПРОИЗВОДСТВА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ**

**Термины и определения**

Computer modelling in the processes of development, manufacturing and maintenance of products. Terms and definitions

---

**Дата введения — 2021—06—01**

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает терминологию в области компьютерного моделирования в процессах разработки, производства и обеспечения эксплуатации машиностроительных изделий, включая моделирование собственно изделий (свойств изделий) и связанных с изделием процессов.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 57412 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения

## Общие термины в области компьютерного моделирования

3.1 **виртуальное испытание:** Испытание, производимое методами компьютерного моделирования.

### 3.2

**изделие:** Предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации.

#### Примечания

1 Изделиями могут быть: устройства, средства, машины, агрегаты, аппараты, приспособления, оборудование, установки, инструменты, механизмы, системы и др.

2 Число изделий может измеряться в штуках (экземплярах).

3 К изделиям допускается относить завершенные и незавершенные предметы производства, в том числе заготовки.

[ГОСТ 2.101–2016, пункт 3.1]

### 3.3

**испытания:** Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий.

Примечание — Определение включает оценивание и (или) контроль.

[ГОСТ 16504–81, статья 1]

### 3.4

**модель:** Сущность, воспроизводящая явление, объект или свойство объекта реального мира.

[ГОСТ Р 57188–2016, статья 2.1.1]

### 3.5

**моделирование:** Изучение свойств и/или поведения объекта моделирования, выполненное с использованием его моделей.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.6]

## 3.6

**компьютерная модель** (электронная модель): Модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.7]

## 3.7

**компьютерная модель изделия:** Компьютерная модель, в которой объектом моделирования является изделие.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.10]

3.8 **компьютерная модель процесса:** Компьютерная модель, в которой объектом моделирования является процесс.

## 3.9

**компьютерное моделирование изделия:** Моделирование, выполненное с использованием компьютерной модели изделия.

**Примечание** — Компьютерное моделирование изделия выполняют с целью получения данных, необходимых для принятия решений в процессах разработки, проектирования, производства, сопровождения эксплуатации и других задач в ходе жизненного цикла изделия.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.11]

3.10 **компьютерное моделирование процесса:** Моделирование, выполненное с использованием компьютерной модели процесса.

## 3.11

**программное обеспечение компьютерного моделирования:** ПО КМ: Программы, выполняющие математические расчеты, и программы, предназначенные для подготовки исходных данных, обработки результатов расчета, а также другие вспомогательные программы. Программное обеспечение компьютерного моделирования не является программным обеспечением средств измерений согласно ГОСТ Р 8.654.

[ГОСТ Р 57700.2–2017, пункт 3.1.1]

3.12 **экземпляр изделия:** Индивидуально идентифицируемый образец определенной конструкции.

## Объекты и аспекты компьютерного моделирования

### 3.13

**объект моделирования:** Явление, объект или свойство объекта реального мира.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.2]

### 3.14

**аспект моделирования:** Отдельное свойство или совокупность свойств объекта моделирования, являющихся предметом исследования с помощью моделирования.

[ГОСТ Р 57412–2017, пункт 3.1.3]

**Примечание** — По исследуемому аспекту моделирования КМ подразделяют на:

- функциональные, аспектом моделирования в которых является выделение и описание функций изделия, их структуры и взаимосвязи;
- структурные, аспектом моделирования в которых являются структуры изделия (например, по ГОСТ 2.053);
- геометрические, аспектом моделирования в которых являются преимущественно форма, размеры и свойства, связанные с формой и размерами (например, размеры и допуски по ГОСТ 2.307, шероховатость по ГОСТ 2.309, допустимые отклонения формы по ГОСТ 2.308 и др.);
- физико-механические, аспектом моделирования в которых являются физико-механические свойства изделия и взаимодействие изделия с внешней средой (статика, кинематика, динамика твердого тела, гидро- и газодинамика, деформации, теплопроводность и др.);
- физико-химические, аспектом моделирования в которых являются изменения свойств материалов изделия (коррозионное разрушение материала, старение и т. д.);
- технико-экономические, аспектом моделирования в которых являются взаимосвязанные технические и экономические свойства изделия (например, стоимость жизненного цикла изделия, стоимость послепродажного обслуживания изделий);
- процессные, аспектом моделирования в которых являются процессы, непосредственно связанные с изделием (например, модель технологического процесса изготовления изделия или модель процесса технической эксплуатации изделия).

## **Компьютерные математические модели, их виды и методы моделирования**

**3.15 математическая модель компьютерная:** Модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений.

**3.16 математическая модель компьютерная аналитическая:** Математическая модель, в которой свойства объекта моделирования описываются системой уравнений, для которой может быть найдено аналитическое решение в явном виде.

**Примечание** — Примерами математических моделей указанного типа являются уравнения динамики, для которых могут существовать аналитические решения в явном виде.

**3.17 математическая модель компьютерная численная:** Математическая модель, в которой свойства объекта управления описываются системой уравнений, для которых нахождение решения осуществляется с использованием численных методов.

**Примечание** — Математические модели указанного вида используются для решения задач механики деформируемого твердого тела, теплообмена, гидродинамики и электродинамики и т. д.

**3.18 математическая модель компьютерная имитационная:** Математическая модель, в которой форму и коэффициенты зависимости между параметрами находят путем многократного виртуального испытания с различными входными данными.

**Примечание** — Примерами математических моделей указанного типа являются модели массового обслуживания.

**3.19 математическая модель компьютерная динамическая** (динамическое математическое моделирование): Математическая модель, в которой отображаются возникновение событий во времени или движения объектов через пространство.

**3.20 математическая модель компьютерная интерактивная:** Модель, в которой для ввода исходных данных в ходе моделирования, требуется участие человека.

## **Жизненный цикл компьютерных моделей, их адекватность и корректность**

**3.39 жизненный цикл компьютерной модели:** Набор фиксированных состояний компьютерной модели в ходе ее создания и применения.

**Примечание** — Типовой набор этапов жизненного цикла включает в себя: постановку задачи моделирования, описание моделируемого изделия или процесса, задание допустимого уровня адекватности, создание компьютерной модели, верификация модели, валидация модели, проведение моделирования (получение результатов), обработка результатов моделирования.

**3.40 уровень адекватности модели:** Заданная степень соответствия компьютерной модели объекту моделирования с учетом принимаемых допущений и ограничений.

**3.41 проверка корректности компьютерного моделирования** (верификация модели): Совокупность действий с моделью, результатом которых является подтверждение соответствия компьютерной реализации модели ее исходной математической или информационной модели.

**Примечание** — Для программного обеспечения также используется термин «квалификация программного обеспечения», для численных методов также используется термин «верификация математической модели» (подтверждение корректности решений уравнений математической модели) по ГОСТ Р 57188.

**3.42 проверка адекватности компьютерной модели** (валидация модели): Совокупность действий с моделью, результатом которых является подтверждение ее адекватности моделируемому объекту моделирования.

**Примечание** — Для численных методов также используется термин «валидация математической модели» (подтверждение адекватности математической модели моделируемому объекту) по ГОСТ Р 57188.

# фрагмент стандарта ГОСТ Р 57188

## 2.2 Численное моделирование физических процессов

2.2.1 **алгоритм:** Последовательность действий (операций) en algorithm

2.2.2 **имитационная модель:** Частный случай математической модели процесса, явления, который представляет процесс с определенной точностью en simulation based model

**Примечание** — Имитационная модель обычно строится без знания реальной физики процесса или явления.

2.2.3 **математическое моделирование:** Исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения, применения и изучения их математических моделей en mathematical (numerical) simulation

**Примечание** — Процесс математического моделирования можно подразделить на пять этапов: первый — формулирование законов, связывающих основные объекты модели; второй — исследование математических задач, к которым приводит математическая модель; третий — верификация модели; четвертый — валидация модели; пятый — последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.

2.2.4 **верификация математической модели:** Подтверждение корректности решения уравнений математической модели [2], [3], [4] en mathematical model verification

2.2.5 **валидация математической модели:** Подтверждение адекватности математической модели моделируемому объекту [2], [3], [4] en mathematical model validation

2.2.6 **граничные условия:** Условия, накладываемые на рассчитываемые искомые величины на границах расчетной области en boundary conditions

2.2.7 **начальные условия:** Условия на рассчитываемые искомые величины внутри расчетной области на начальный момент времени моделирования en initial conditions

2.2.8 **замыкающие соотношения математической модели:** Соотношения, дополнительные к законам сохранения (массы, энергии, импульса и др.), служащие для описания модели среды (реология, уравнения состояния) en closure equations (relations) of mathematical model

**Примечание** — В совокупности с законами сохранения, граничными и начальными условиями образуют математическую модель.

# Стандарты по моделированию

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
57700.3—  
2017

---

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Термины и определения

Издание официальное

# Стандарты по моделированию

ГОСТ Р 57700.3—2017

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения .....	2
3.1 Общие термины .....	2
3.2 Определения бизнес-процессов в объективной реальности .....	3
3.3 Определения бизнес-процессов в среде моделирования .....	4
3.4 Численное моделирование рабочих процессов .....	6
Алфавитный указатель терминов на русском языке .....	8
Библиография .....	10

ГОСТ Р 57700.3—2017

---

УДК 001.4:004:006.354

ОКС 01.040.01, 07.020, 07.030

П80

Ключевые слова: моделирование, численное моделирование, динамические процессы, энтропия, термины, определения, социотехнические системы

---

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ  
В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ****Термины и определения**

Numerical modeling of dynamic work processes in sociotechnical systems. Terms and definitions

Дата введения — 2018—05—01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области численного моделирования динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Установленные в стандарте термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий в области численного/математического моделирования, относящихся к моделированию динамических рабочих процессов в социотехнических системах. В стандарте также приведены англоязычные эквиваленты стандартизированных терминов. В стандарте приведен алфавитный указатель терминов на русском языке. Термины, установленные настоящим стандартом, рекомендуются для применения во всех видах документации и литературы (по данной научно-технической отрасли), входящих в сферу работ по стандартизации и/или использующих результаты этих работ.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 34.003—90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств

ГОСТ Р ИСО 14258—2008 Промышленные автоматизированные системы. Концепции и правила для моделей предприятия

ГОСТ Р 57193—2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем

ГОСТ Р ИСО 15704—2008 Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия

ГОСТ Р 57188—2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

### 3 Термины и определения

#### 3.1 Общие термины

3.1.1 **автоматизация деятельности** (activity automation (workflow)): Обеспечение деятельности социотехнической системы инструментальными средствами доступа к требуемой информации, мониторинга процессного исполнения, автоматизации рутинных функций до уровня автоматического исполнения и замещения ими людских ресурсов.

3.1.2 **динамический процесс в социотехнической системе** (dynamic process in sociotechnical system): Динамическая модель бизнес-процесса — отображение изменения информационного потока, характеризующего состояние/свойства вещества/информации в результате целенаправленной последовательной переработки последнего с контролем уровня информационной энтропии.

3.1.3 **информационная энтропия** (information entropy): Математическое ожидание случайной величины, определенной из ансамбля информационного потока, т. е. она характеризует среднее количество информации, приходящейся на один символ в передаваемой группе сообщения.

3.1.4 **исчисление энтропии** (entropy calculus): В данной парадигме социотехнической системы как системы коммуницирующих объектов/субъектов исчисление энтропии соответствует классическому представлению информационной энтропии в рамках теории К. Шеннона с соответствующими математическими моделями.

3.1.5 **концептуализация** (conceptualization): Абстрактное, упрощенное представление сферы деятельности (модель), формируемое для конкретных целей.

3.1.6 **критерий оптимальности** (test for optimality): Признак (сложный, комплексный признак), на основании которого возможен вывод о качественном функционировании системы, об эффективности деятельности, о правильности найденного решения и т. д. [1], [3].

3.1.7 **мера управляемости системы** (controllability criterion): Разность многообразий ( $> 0$ ) между управляющей и управляемой подсистемами, при этом управляющая подсистема системы должна иметь более высокий уровень организации (или большее разнообразие, больший выбор), чем управляемая подсистема, т. е. многообразие может быть управляемо (разрушено) лишь многообразием (принцип Эшби) [1], [3].

3.1.8 **мера устойчивости системы** (sustainability criterion): Характеристика обобщенной энтропии системы, исчисляемой для всех ее компонент (подсистем) и процессов с учетом их весовых коэффициентов в материально-информационном балансе [1], [3].

3.1.9 **миссия (целенаправленность) социотехнической системы** (mission (targeting)): Социально-значимая цель жизнедеятельности (бизнеса) системы.

3.1.10 **онтологический ансамбль** (ontology assembly): Набор таксономий, каждая из которых описывает терминологическое множество конкретного процесса, из процессной иерархии динамического процесса системы.

3.1.11 **онтология** (ontology): Формальное, явное, точное определение (спецификация) используемой концептуализации.

3.1.12 **описание процесса** (process definition): См. процесс.

3.1.13

**рабочий процесс** (work process): Совокупность логически упорядоченных, повторяемых и взаимосвязанных видов деятельности в рамках организационной структуры социотехнической системы с целью достижения решения поставленной задачи, реализации программы действий, целеопределенного преобразования входов процесса в выходы и, в конечном итоге, достижения стратегических целей системы.

[ГОСТ Р 52294—2004, статья 3.1.4]

3.1.14 **символ в динамическом процессе** (dynamic symbol system) социотехнической системы: Термин/группа терминов, принадлежащих онтологическому ансамблю, описывающему область жизнедеятельности системы.

3.1.15 **сообщение в динамическом процессе** (dynamic message): Информационный поток между двумя или более информационными узлами системы.

3.1.16 **социально-значимый результат** (socially meaningful result): Достижение социального эффекта в результате создания материального или нематериального продукта, востребованного социаль-

- Автоматизация деятельности
- Динамический процесс
- Информационная энтропия
- Исчисление энтропии
- Концептуализация
- Критерий оптимальности
- Мера управляемости
- Мера устойчивости
- Миссия СТС
- Онтологический ансамбль
- Онтология
- Рабочий процесс
- Символ в динамическом процессе
- Сообщение в динамическом процессе
- Социально-значимый результат

3.2.10 **результат основного бизнес-процесса** (general goal): Продукт/услуга, создаваемый/ая бизнес-процессом и имеющий/ая ценность для внешних клиентов и/или рынка/ов [4], [5].

3.2.11 **ресурс** (process invoked resource): Материальный, технический или информационный источник, с помощью которого осуществляется исполнение процесса согласно заданной цели.

3.2.12 **управляющие бизнес-процессы** (management processes): Бизнес-процессы, которые ведут к созданию результата управляющего бизнес-процесса и обеспечивают управление основными и вспомогательными бизнес-процессами.

3.2.13 **эффективность бизнес-процесса** (process performance): Соотношение результата процесса и затраченных на его получение ресурсов. Может измеряться на основе различных критериев.

### 3.3 Определения бизнес-процессов в среде моделирования

3.3.1 **валидация** результата процесса (process result validation): Подтверждение на основе представления объективных свидетельств (сертификатов) того, что данный процесс может удовлетворить/исполнить требования, предъявленные к ожидаемому результату.

3.3.2 **верификация результата процесса** (process result verification): Подтверждение экспертизой и/или представлением объективных доказательств того, что конкретные требования к ожидаемому результату полностью реализованы/удовлетворены в соответствии с существующими нормативами.

3.3.3 **взаимодействие в процессе** (process execution): Повторяющийся последовательный информационный и/или материальный обмен, организованный для достижения существующей процессной цели [3].

3.3.4 **взаимодействие процессов** (process interaction): Аналогично взаимодействию в процессе, однако, межпроцессное взаимодействие направлено на достижение целей следующего уровня системного рассмотрения по отношению к уровню в рамках процессов [5].

3.3.5 **вспомогательные процессы** (supporting processes): Процессы, являющиеся формализованным описанием вспомогательных бизнес-процессов.

3.3.6 **группа процессов** (process group): Детализация каждого из процессов верхнего уровня в виде набора взаимосвязанных процессов нижестоящего уровня иерархии.

3.3.7 **декомпозиция стратегической цели** (strategic goal decomposition): При наличии стратегической цели, обладающей количественными/качественными показателями, производится логико-семантическая декомпозиция цели до уровня исполнительных механизмов и соответствующих процессов деятельности.

3.3.8 **математическая модель** (mathematical model): Модель, в которой сведения об объекте моделирования представлены в виде математических символов и выражений, отражающих те или иные физические закономерности системы.

3.3.9 **модель** (model): Совокупность семантических и графических символов связей и отношений между ними, адекватно (согласно уровню, глубине и точности представления) описывающая некоторую рассматриваемую предметную область.

3.3.10 **модель «как должно быть»** («as-to-be» description): Модель, построенная на основе понимания и видения возможности совершенствования процессного управления с точки зрения перспективы развития деятельности организации.

3.3.11 **модель «как есть»** («as-is» description): Модель, описывающая существующую деятельность организации в ретроспективе процессного управления.

3.3.12 **модель бизнес-процесса** (business process model): См. процесс.

3.3.13 **модель деятельности** (activity model/description): Совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих семантических и графических моделей, описывающих различные предметные области деятельности организации (процессы, организационную структуру, знания, полномочия, документы, информационные системы и т. д.).

3.3.14 **оптимизация процесса** (process optimization): Сначала изменение модели процесса, затем самого процесса и только после этого изменение бизнес-процесса организации таким образом, чтобы бизнес-процесс начал отвечать предъявляемым к нему требованиям и обеспечивал более эффективное получение результата.

3.3.15 **основные процессы** (general process): Процессы, являющиеся формализованным описанием основных бизнес-процессов.

- Результат основного бизнес-процесса
- Ресурс
- Управляющие бизнес-процессы
- Эффективность бизнес-процесса
- Валидация
- Верификация результата
- Взаимодействие в процессе
- Взаимодействие процессов
- Вспомогательные процессы
- Декомпозиция стратегической цели
- Математическая модель
- Модель «как должно быть»
- Модель «как есть»
- Модель бизнес-процесса
- Модель деятельности
- Оптимизация процесса
- Основные процессы

3.3.16 **первый (верхний) уровень моделирования** (highest level modeling): Уровень, соответствующий первому уровню декомпозиции стратегической цели системы.

**Примечание** — Анализ эффективности может проводиться также путем сравнения по заданным показателям нескольких процессов, предназначенных для получения определенного конечного результата.

3.3.17 **подпроцесс** (subprocess): Процесс, который выполняется или вызывается из другого (иницилирующего) процесса (или подпроцесса) и который образует часть всего (иницилирующего) процесса. Возможно многоуровневое образование подпроцессов.

3.3.18 **проблема процесса** (process problem): Совокупность характеристик процесса, модели процесса, которые определяют, выявляют «узкие» места процесса, логические и семантические ошибки его описания и позволяют определить возможность направления его оптимизации и совершенствования.

3.3.19 **процедура (детализированный процесс)** (process instance): Описание части работы, которая представляет собой один логический шаг в процессе. Может быть выполнена в ручном режиме, автоматизированном с поддержкой ИТ или автоматическом (роботизированном).

3.3.20 **процесс** (process): Формализованное отображение бизнес-процесса в соответствующей действующим требованиям документальной форме, представленное как координированный (параллельный и/или последовательный) набор логически взаимосвязанных действий для достижения общей (процессной/системной) цели с указанием начала и конца процесса, и информации о конкретных действиях (сотрудники/участники, ассоциированные ИТ, приложения, данные и т. п.)

3.3.21 **процессная иерархия** (process hierarchy): Архитектурно-структурное представление декомпозиции миссии социотехнической системы до конкретной процессной задачи.

3.3.22 **процессы верхнего уровня**; ПВУ (value added processes): Набор основных, управляющих и вспомогательных процессов организации, начиная с которых проводится описание процессов по принципу «сверху — вниз». Описывают на обобщенном уровне всю деятельность организации.

3.3.23 **распределение ролей в процессе** (process role): Механизм соотношения, назначения участников (сотрудников) процесса набору функций (операций), действий. В случае АСУ соотношение участников (персонала) определенным группам автоматизированных процедур.

3.3.24 **результат процесса** (process result): Формализованное описание результата бизнес-процесса.

3.3.25 **реинжиниринг процесса** (business process reengineering): Фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование модели процесса, затем самого процесса с последующим внесением изменений в бизнес-процесс для достижения существенных улучшений в ключевых показателях деятельности организации.

3.3.26 **реорганизация процесса** (process reorganization): Целенаправленное изменение процесса за счет изменения состава его процедур и/или их параметров, логики процесса, системы принятия решений в рамках процесса, информационного обеспечения и т. д.

3.3.27 **референтная модель процесса** (reference model): Модель процесса, созданная для организаций конкретной отрасли путем обобщения лучшего мирового опыта и предназначенная для использования при разработке/реинжиниринге процессов в других организациях той же отрасли.

3.3.28 **роль организационная** (organizational role): Группа участников (сотрудников) процесса (редко индивид), которая обладает и предьявляет набор атрибутов, характеризующих квалификацию и/или навыки, соответствующие их процессно-функциональным обязанностям и полномочиям.

3.3.29 **роль процесса** (process target): Набор функциональных обязанностей, предусмотренных процессом, закрепляемый за определенной должностью/ями.

3.3.30 **сценарий процесса** (process enactment): Один из существующих вариантов выполнения процесса, входящего в группу процессов, представленный в виде набора взаимосвязанных процедур.

3.3.31 **управляющие процессы** (management processes): Процессы, являющиеся формализованным описанием управляющих бизнес-процессов.

**Примечание** — Возможно выделение по значимости достигаемых целей для: потребителей/рынка, учредителей/владельцев, сотрудников организации/предприятия, а также партнеров и поставщиков в краткосрочной и стратегической перспективах.

3.3.32 **уровень процессов** (process level): В любой социотехнической системе существуют процессы, принадлежащие к разным уровням декомпозиций целеполагания и соответственно к разным организационно-структурным уровням.

- Первый (верхний) уровень моделирования
- Подпроцесс
- Проблема процесса
- Процедура
- Процесс
- Процессная иерархия
- Процессы верхнего уровня
- Распределение ролей в процессе
- Результат процесса
- Реинжиниринг процесса
- Реорганизация процесса
- Референтная модель процесса
- Организационная роль
- Роль процесса
- Сценарий процесса
- Управляющие процессы
- Уровень процессов

3.3.33 **уровни моделирования** (modeling level (model's level)): Деятельности социотехнической системы: моделирование процессов деятельности любой социотехнической системы должно реализовываться согласно соответствующим уровням декомпозиции целеположения системы.

3.3.34 **функция** (операция) (activity): Составляющая процедуры — действие исполнителя, состоящее в формировании и изменении ресурсного и/или информационного окружения с целью получения заданного результата, не являющегося самостоятельным продуктом, но значимым в совокупности с подобными для достижения процессной цели.

### 3.4 Численное моделирование рабочих процессов

3.4.1 **алгоритм** (algorithm): Последовательность/план действий (операций), строгое выполнение которых должно приводить к достижению поставленной цели, является определяющей парадигмой современного бизнеса, исследований, производства.

3.4.2

**валидация математической модели** (mathematical model validation): Подтверждение адекватности математической модели моделируемому объекту.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.5]

3.4.3

**верификация математической модели** (mathematical model verification): Подтверждение корректности решения уравнений математической модели.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.4]

3.4.4 **имитационная модель** (simulation based model): Частный случай исполнения математической модели процесса, явления, который представляет процесс с определенной точностью; набор подобных исполнений позволяет выбрать требуемый вариант задания параметров процесса.

3.4.5

**линейная математическая модель** (linear mathematical model): Математическая модель, в которую независимые переменные входят в виде линейных уравнений.  
Примечание — Сумма решений линейной математической модели также является решением.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.19].

3.4.6

**математическая модель динамической системы** (mathematical model of dynamical system): Система уравнений (как правило, интегро-дифференциальных), определяющих изменение состояния системы во времени.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.18].

3.4.7

**математическое моделирование** (mathematical (numerical) simulation): Исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения, применения и изучения их математических моделей.  
Примечание — Процесс математического моделирования можно подразделить на пять этапов: первый — формулирование законов, связывающих основные объекты модели; второй — исследование математических задач, к которым приводит математическая модель; третий — верификация модели; четвертый — валидация модели; пятый — последующий анализ модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.3]

3.4.8

**нелинейная динамическая система** (nonlinear dynamic system): Динамическая система, эволюция которой описывается нелинейными законами.  
[ГОСТ Р 57188—2016, статья 2.2.20]

- Уровни моделирования
- Функция
- Алгоритм
- Валидация модели
- Верификация модели
- Имитационная модель
- Линейная математическая модель
- Математическая модель динамической системы
- Математическое моделирование
- Нелинейная динамическая система

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
57700.20—  
2019

---

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ  
В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Общие положения**

Издание официальное

## Введение

В настоящий момент в Российской Федерации реализуется масштабный проект по созданию «цифровой экономики». Достижение проектных планов требует разработки новых методик управления субъектами экономической деятельности — социотехническими системами (СТС) страны, которые основаны на цифровых моделях деятельности и их дальнейшей реализации.

Разработка нормативного обеспечения поэтапного перехода к цифровой экономике требует от участников экономической деятельности системно-инженерного подхода и унификации широкого спектра применяемых решений в области современных технологий процессного управления на основе математического моделирования. Создание такой нормативной базы позволит создать унифицированное цифровое информационное пространство (УЦИП) для решения задач государственного управления и мониторинга деятельности СТС, обеспечить внедрение современной интеллектуальной модели управления.

Современный уровень развития информационных технологий (ИТ) позволяет и предопределяет использование методов численного моделирования (ЧМ) динамических рабочих процессов (потоков работ) в социотехнических системах (СТС). Для СТС численное моделирование является единственной возможностью оценки качества системы и прогнозирования ее взаимодействия с внешней средой. ЧМ позволяет существенно сократить затраты в ходе анализа, оценки, модификации и реализации архитектуры деятельности СТС.

Настоящий стандарт призван методологически способствовать интеграции внутренних и внешних динамических рабочих процессов (включая технологические) и сквозных процессов формирования целеопределенной ценности СТС на всех этапах жизненного цикла деятельности и должен обеспечить:

- методологическую поддержку реализации цифровой трансформации (ЦТ) системы управления СТС;
- создание единого информационного пространства (ЕИП) СТС;
- согласование и интеграцию ЕИП с УЦИП;
- создание условий реализации ЦТ в рамках решения задачи мониторинга деятельности СТС;
- создание «цифрового двойника» архитектуры деятельности (предприятия) СТС;
- формирование УЦИП интеграции сквозных процессов на отраслевом уровне управления экономикой;
- создание технологии концептуального проектирования для оптимизации разработки новых объектов цифрового производства;
- развитие интеллектуального потенциала и повышение культуры производственных отношений в структурах СТС;
- существенное повышение эффективности деятельности за счет повышения качества принимаемых управленческих решений, снижения уровня искажения ключевых показателей эффективности (КПЭ), снижения числа и последствий операционных рисков и возникновения аварийных ситуаций.

---

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

## Общие положения

Numerical modeling of dynamic workflows in socio-technical systems. General

---

Дата введения — 2020—06—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к методологическим подходам реализации задачи цифровой трансформации социотехнических систем (СТС). К СТС относятся все субъекты экономической деятельности РФ за исключением: индивидуального предпринимательства, микроорганизационных структур, НКО и организационных структур численностью менее 50 человек и объемом выработки менее 1 млн.руб./чел./год.

Объектом стандартизации являются методы анализа, описания, моделирования и программной реализации (цифровой трансформации) динамических рабочих процессов (потоков работ) в социотехнических системах с целью формирования математической модели «цифрового двойника» предприятия и его деятельности, а также этапы реализации проекта по цифровой трансформации СТС.

На основе настоящего стандарта допускается, при необходимости, разрабатывать стандарты, учитывающие особенности выполнения численных моделей конкретных видов социотехнических систем в зависимости от их специфики.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ Р 57700.3 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Термины и определения
- ГОСТ Р 57700.19 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Требования к архитектуре процессов
- ГОСТ Р 57412—2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения
- ГОСТ ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств

### 3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57700.3, ГОСТ Р 57700.19, а также следующие термины с соответствующими определениями:

#### 3.1.1

**объект моделирования:** Явление, объект или свойство объекта реального мира.  
[ГОСТ Р 57412—2017 пункт 3.1.2]

#### 3.1.2

**аспект моделирования:** Отдельное свойство или совокупность свойств объекта моделирования, являющихся предметом исследования с помощью моделирования.  
[ГОСТ Р 57412—2017 пункт 3.1.3]

#### 3.1.3

**моделирование:** Изучение свойств и/или поведения объекта моделирования, выполненное с использованием его моделей.  
[ГОСТ Р 57412—2017 пункт 3.1.6]

3.1.4 **внешняя среда:** Совокупность активных хозяйствующих субъектов, экономических, общественных и природных условий, национальных и межгосударственных институциональных структур, других внешних условий и факторов, действующих в окружении предприятия и влияющих на различные сферы его деятельности.

3.1.5 **открытая система:** Система, которая может существовать лишь при условии активного взаимодействия с окружающей (внешней) средой.

3.1.6 **поток работ:** Последовательность действий, обусловленная логикой взаимосвязи имеющихся ресурсов для достижения/решения поставленной цели, задачи и/или результата с наперед заданными характеристиками и качеством.

3.1.7 **работа:** Акт/действие добавления ценности в совокупный результат по достижению цели.

#### 3.1.8

**жизненный цикл:** Развитие системы, продукта, услуги, проекта или других изготовленных человеком объектов, начиная со стадии разработки концепции и заканчивая прекращением применения.  
[ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010 пункт 4.16]

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

БС — большая система;

ЕИП — единое информационное пространство;

МСБ — модель стратегической балансировки;

РТИ — релятивистская теория информации;

СТС — социотехническая система;

ЧМ — численное моделирование;

ЦТ — цифровая трансформация.

трансформацией деятельности СТС. На рисунке 1 изображена интеграционная модель архитектуры предприятия, демонстрирующая ее многослойную структуру (см. [1])<sup>\*</sup>.

### Модель архитектуры СТС (адаптировано по стандарту NIST)

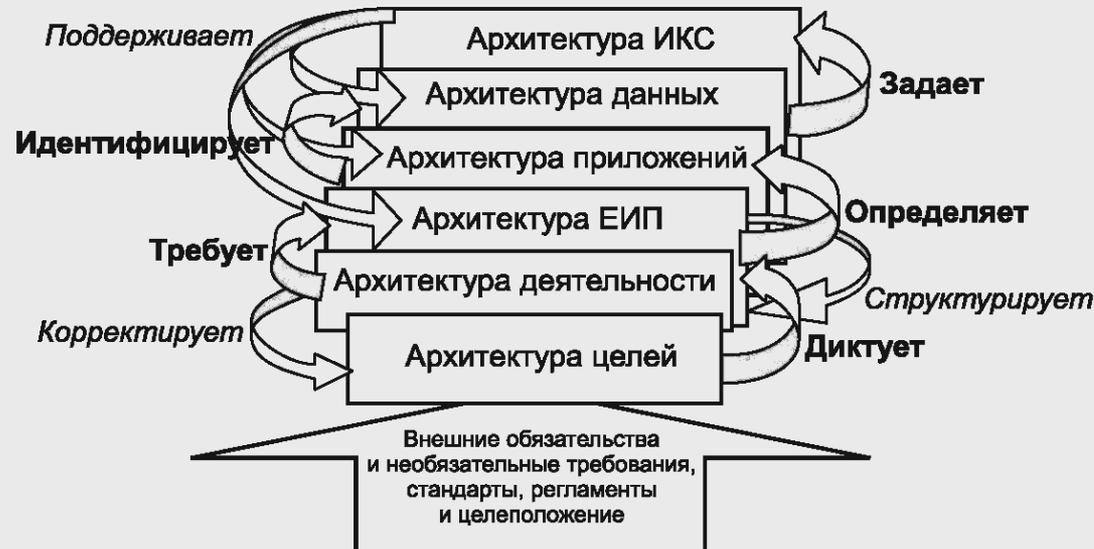


Рисунок 1 — Интеграционная модель архитектуры предприятия

4.2 Внедрение процессного управления должно происходить «сверху — вниз». Это направление соответствует переходу к заданию «архитектуры целей» в форме императивного выполнения требований внешней среды и дальнейшего задания «архитектуры деятельности») и сопровождаться параллельно-последовательным внедрением средств автоматизации (цифровой трансформации) информационного обеспечения деятельности в потоках работ, формированием, обучением, воспитанием новых знаний и культуры производственных отношений, основанных на рефлексии (кроме претензии на прибыль в рефлексивном отношении существуют разные социальные аспекты деятельности и мотивации).

4.3 При этом необходимо инициировать процесс встречного движения «снизу — вверх», синхронизируя автоматизируемые/моделируемые подпроцессы и функции с процессами и функциями «верхнего» уровня (на рисунке 1 обратные связи отображены курсивом направлениями «поддерживает, структурирует, корректирует»).

4.4 Фактически это означает интеграцию и синхронизацию деятельности и ИТ. Для решения этой задачи создается МСБ. МСБ устанавливает правила принятия решений относительно систем поддержки информационного обмена между функциональными системами класса баз данных, баз знаний, управления ресурсами или финансовых систем. Эти правила учитывают объемы и интенсивности информационных потоков, их форматы, участников и их характеристики по подготовленности к управлению цифровыми потоками информации.

## 5 Общие требования к качеству моделирования динамических рабочих процессов социотехнических систем

5.1 Этапу моделирования рабочих процессов (потоков работ) должен предшествовать этап формирования архитектуры деятельности СТС на основании построенного ландшафта стратегических целей, в котором центральным интегрирующим аспектом является построение сквозного процесса деятельности СТС и выделенных групп процессов: управляющих, основных и вспомогательных. Формирование архитектуры деятельности СТС позволяет:

- создать формальное описание СТС как БС;
- сформировать единый понятийный аппарат для эффективного взаимодействия разнообразных по задачам и интересам структур СТС;
- увидеть и проинтегрировать аспекты деятельности, которые могут остаться в тени, в результате использования специализированных методик и подходов к моделированию (BPM, BSC, FDC, Lean, SWOL, ГОСТ ИСО 9000, организационное проектирование и т. д.);
- повторное использование компонентов и решений в масштабе СТС, в первую очередь рост знания системы;
- системное управление текущим состоянием СТС и перспективным, в результате цифровой трансформации.

5.2 При ЧМ рабочих процессов СТС необходимо руководствоваться принципом развития (открытости): модели должны разрабатываться с учетом возможности пополнения и обновления их функций и состава без нарушения их функционирования [3].

5.3 При разработке математической модели динамической системы рабочих процессов СТС необходимо учитывать, что СТС является БС и обладает набором свойств, которые проявляются комплексно, кумулятивно, и/или одновременно. Разрабатываемые модели процессов следует проверять на соответствие следующим требованиям: неаддитивность, эмерджентность, синергичность, целостность, обособленность, централизованность, адаптивность, совместимость и обратная связь системы.

5.4 Дополнительно к 5.3 для основных компонентов, подсистем и рабочих процессов оцениваются параметры обобщенной энтропии системы с учетом их весовых коэффициентов в материально-информационном балансе (см. [1], [4]). Эти параметры характеризуют устойчивость и управляемость СТС.

5.5 При разработке моделей для ЧМ динамических рабочих процессов СТС должны быть выполнены следующие общесистемные требования:

- наличие единого хранилища моделей (репозитария), данных и информации о моделируемых процессах и их участниках (компетенции, квалификации, тесты, психоэмоциональные параметры совместимости и т. д.);
- использование при ЧМ унифицированных нотаций и стандартов для форматов, данных, ПО;
- обеспечение возможности отслеживания изменения в процессных моделях, ПО и данных на протяжении всего жизненного цикла СТС;

- обеспечение возможности сохранения событий, изменений (ролевые, полномочий, замещений, адаптационные и инновационные), реализации операционных рисков и/или преступлений (см. [4]), произошедших в СТС, и отслеживания соответствующих им решений.

5.6 На всех этапах проведения проекта цифровой трансформации СТС необходимо обеспечивать качество модельного рассмотрения, построения и согласования объектов моделирования от ландшафта стратегических целей до функциональных модулей, что достигается в результате структурирования качества модели цифрового двойника на пять критериев (см. 5.6.1—5.6.5).

5.6.1 Синтаксическое качество, где — все используемые символы, высказывания, связи и логика соответствуют словарю и синтаксису используемого языка моделирования; в основе лежит соглашение о моделировании, в котором оговариваются все особенности синтаксиса.

5.6.2 Семантическое качество, где отражается степень адекватности модели к реальности, как для «как — есть», так и для «как — будет»; все используемые символы и высказывания правильны и релевантны решаемой задаче; модель содержит только релевантные задаче символы и высказывания, которые правильны; и определяется двумя свойствами — полнотой и достаточностью.

5.6.3 Прагматическое качество (экономическая эффективность или ценность модели), где обеспечивается степень детализации реального объекта и его внутренних свойств; социальная восприимчивость модельного языка и образа модели реальности; необходимое и достаточное описание модели в зависимости от требований внешней среды и соответственно решаемых задач; не имеет строго формальной категоризации, но имеет существенное влияние на результат моделирования и последующую цифровую трансформацию.

5.6.4 Четвертым критерием является сопоставимость модели принятым в организации нормам, правилам и стандартам, сюда относится оформление модели в соответствующем формате, принятом в организации, доступность ее на общем ресурсе, название модели, нумерация, правильная версия и т. п.

5.6.5 Пятым критерием является актуализация модели, то есть ее обновление вместе с изменениями в организации. Этот критерий для процессного подхода является обязательным требованием, его невыполнение является причиной:

- деградации процессного управления в классическое функционально-пирамидальное,
- пессимизма менеджеров относительно нужности моделирования процессов,
- предубеждения рядовых сотрудников, и демотивации всей рабочей группы.

5.7 Выполнение критериев 5.6.1—5.6.3 позволяет сертифицировать модель для использования. Критерий 5.6.4 является по сути блокирующим, но он блокирует не саму модель, а сущность деятельности, т. к. противоречия, выявленные на этом этапе, могут свидетельствовать о существенных расхождении в понимании сути моделируемых объектов, процессов на разных уровнях менеджмента и руководства, что означает необходимость пересмотра целей моделирования, методов и форм управления, а также отчетной справочной документации. Критерий 5.6.5 становится актуальным при выполнении первых четырех.

5.8 Все этапы численного моделирования архитектуры процессного управления СТС должны проходить верификацию, валидацию и сертификацию (см. [5]), при этом:

- верификация — синтаксическое качество, которое определяется различными автоматизированными процедурами контроля в соответствующих инструментальных методиках и языках моделирования;
- валидация — семантическое качество, которое достигается в результате имитационного моделирования или интерпретации на естественном языке;
- сертификация — прагматическое качество, которое достигается в процессе подтверждения правильности, адекватности и нужности модели для ее реализации в автоматизированной системе управления — цифровом двойнике деятельности СТС.

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
57700.19—  
2019

---

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ  
В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**Требования к архитектуре процессов**

Издание официальное

---

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

## Требования к архитектуре процессов

Numerical modeling of dynamic workflows in socio-technical systems.  
Process architecture requirements

---

Дата введения —2020—06—01

### 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает регламент проведения проекта по цифровой трансформации деятельности социотехнических систем, которые являются современными парадигмами анализа и управления любой производственной, организационной, административной системы, состоящей из непрерывного взаимодействия технико-экономической и социальной подсистем.

Настоящий стандарт устанавливает требования и рекомендации к последовательности этапов реализации проекта, методологическим основам и к задачам, решаемым на каждом этапе.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 57700.3 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Термины и определения

ГОСТ Р 57700.20 Численное моделирование динамических рабочих процессов в социотехнических системах. Общие положения

ГОСТ Р ИСО 19439 Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия

ГОСТ Р ИСО 15704 Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия

ГОСТ 34.601 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания

### 3 Общие требования методологии цифровой трансформации архитектуры процессов

3.1 Архитектура численного моделирования рабочих процессов в социотехнических системах, определяет основные модули, процессы, процедуры и функции, их иерархию, взаимосвязь, способ реализации необходимых характеристик сквозного процесса, внешних воздействий и задач оптимизационного поиска в соответствии с заданными критериями эффективности. Если в результате выбора и действия противоположно направленных критериев оптимизации оптимальное решение не может быть найдено, то ищется максимально гармонизированное решение, позволяющее учесть каждый выбранный критерий вне зависимости от порядка их применения и найти решение за установленное время с использованием выбранных аппаратных средств (вычислительных ресурсов).

3.2 Методология цифровой трансформации деятельности СТС опирается на ГОСТ Р ИСО 19439, ГОСТ Р ИСО 15704, ГОСТ 34.601, ГОСТ Р 57700.3 и ГОСТ Р 57700.20 с проведением оценки ожидаемой экономической, технологической, социальной и культурной эффективности. Она состоит из следующих частей, каждая из которых может и должна реализовываться как самостоятельная программа действий или этап трансформации:

а) любая социотехническая система может существовать только в результате реализации ее стратегии, т. е. набора стратегических целей, представляющих собой как смысл существования самой системы, так и социально значимый результат, востребованный внешней средой. Реализация стратегии СТС достигается в результате совокупности действий, интегрированных и объединенных в сквозном процессе деятельности и его окружении вспомогательными и макропроцессами. Таким образом, первой задачей является формирование адекватного ландшафта стратегических целей СТС, где каждая цель должна быть оценена как минимум в пяти координатах (время, метрики, ресурсы, конкретность, реалистичность/значимость);

б) каждая цель из стратегии системы должна быть декомпозирована до уровня задачи, имеющей для своего решения требуемые и соответствующие материальные и информационные ресурсы, таким образом, декларируемая стратегическая цель СТС должна быть синхронизирована со сквозным процессом деятельности и если есть стратегическая цель высшего уровня (не декларируемая), то и она должна быть синхронизирована со следующими уровнями ландшафта целей (должна быть рассмотрена дуплексная синхронизация «от цели к действию» и наоборот);

в) при выполнении а)—д) решается проблема полной или частичной автоматизации/цифровизации деятельности всей социотехнической системы в рамках обновленной системы ГОСТ 34.601 и/или с использованием готовых программно-аппаратных платформ, с последующей оценкой экономической эффективности от результата внедрения уже автоматизированной системы управления социотехническим субъектом экономической деятельности;

г) в результате реализации этапа в) должен быть создан цифровой двойник предприятия как результат автоматизации деятельности всей социотехнической системы. Цифровой двойник формируется на основе процессной модели предприятия путем декомпозиции бизнес-процессов сверху вниз [этапы г) и д)]. На основе цифрового двойника решаются задачи имитационного моделирования как отдельных направлений деятельности, так и предприятия в целом;

д) имитационное моделирование отдельных процессов требуется для проверки логики последовательности реализации рабочих процессов в динамических режимах и определениях нагрузочных характеристик по входам/выходам функциональных блоков деятельности, что в результате решает задачу оптимизации;

к) ансамбли сформированных динамических рабочих процессов, образующих сквозные процессы, подвергаются имитационному моделированию с учетом баланса вычислительных мощностей (с использованием суперкомпьютеров при необходимости);

л) моделирование отдельных направлений деятельности должно обеспечивать выбор оптимального сценария проведения процессов для достижения стратегических целей всего предприятия как единой социотехнической системы. В случае изменения стратегических целей предприятия цифровой двойник позволит декомпозировать новые цели на уровень отдельных направлений деятельности, проверять реалистичность поставленных целей, а также моделировать бизнес-процессы для нахождения оптимальных путей достижения новых целей;

м) цифровые двойники предприятий в рамках одной отрасли промышленности и/или государственного управления должны обеспечивать формирование интегрированного цифрового двойника данной отрасли в целом. Это обеспечит комплексную автоматизацию отраслей промышленности на уровне Министерств и ведомств Российской Федерации.

3.3 Решение задачи управляемости и устойчивости, указанное в перечислении д) 3.2 позволяет перейти к решению задач управления качеством, рисками и знаниями всей системы в целом до завершения задачи полной цифровой трансформации и автоматизации процессного управления.

**Примечание** — В данном случае надо учитывать, что, следуя доказательству Панченкова А.Н. [1], энтропия является архитектурой системы, записанной в математической форме. При этом энтропия является интегральным индикатором следующих показателей жизнедеятельности социотехнической системы как: устойчивости к внутренним и внешним изменениям, к информационным атакам в том числе, эффективности и управляемости процессов, возникновению центров инновации и источников ошибок, и времени жизни структуры. Здесь перечислены далеко не все аспекты систем, индицируемые и определяемые энтропией.

В некоторых отраслях промышленности архитектура, используемая для численного моделирования рабочих процессов в социотехнических системах, может иметь устоявшиеся и используемые решения, принятые до выхода настоящего стандарта.

3.4 Описание архитектуры, используемой для численного моделирования рабочих процессов в социотехнических системах, должно содержать:

- методы проектирования основных модулей и процессов;
- описание основных модулей, процессов, процедур и функций, их иерархию, взаимосвязь, входные и выходные данные, результаты работы;
- диаграммы потоков данных;
- функциональные блок-схемы;
- диаграммы последовательности или варианты (сценарии) использования архитектуры для основных модулей, процессов, процедур и функций;
- основные тесты для основных модулей и процессов, обеспечивающих соответствие референтным моделям или статистическим данным, или результатам натурального или численного эксперимента. Если невозможно составить тесты для модулей и процессов, то они должны быть составлены для их отдельных компонентов с достаточным набором тестовых сценариев, перекрывающих весь спектр решаемых задач исходных модулей и процессов.

3.5 Архитектура, используемая для численного моделирования рабочих процессов в социотехнических системах, разрабатывается в том числе на стадии эскизного проекта и далее может быть изменена только на стадии технического проекта.

## Приложение А (рекомендуемое)

### Результаты реализации проекта ЦТ

А.1 Комплексная система управления СТС, интегрирующая технологические, информационные и людские ресурсы в единую синхронизированную среду оптимального (многокритериального) действия по достижению стратегических целей без тактических потерь.

А.2 Кратное повышение эффективности всех контуров управления и рабочих процессов за счет:

- оптимизации процессной логики и исключения «ошибок»;
- сквозной автоматизации рабочих процессов на сбалансированных платформах;
- сокращения издержек на непроизводительных операциях и оптимизации управления ресурсами (люди, технологии, информация);
- кратного сокращения времени доступа к требуемой для решения информации за счет сокращения условий неопределенности при поиске информации и использования современных технологических решений;
- оптимизации условий принятия управленческих решений на разных уровнях за счет использования комплексных систем ВІ и предструктурированных данных.

А.3 Интегральное решение задачи управления «знание—качество—риск» на всех уровнях за счет внедрения политики «разумной рефлексии».

А.4 Создание автоматизированной системы сквозного пооперационного мониторинга деятельности с функциями автоматического поощрения/штрафования.

А.5 Сокращение административного, управленческого и контролирующего персонала.

А.6 Повышение/изменение культуры производственных отношений, формирование модели поведения сотрудника типа «ответственной рефлексии» и соответствующее повышение специальных знаний (навыков).

А.7 Формирование видения целей развития и перспектив роста у сотрудников предприятия.

А.8 Глобальное повышение прозрачности и адекватной отчетности деятельности, что принципиально изменяет (уточняет) задачу управления и стратегической коррекции.

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)  
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ  
34.602—  
2020

---

**Информационные технологии**

**КОМПЛЕКС СТАНДАРТОВ  
НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ**

**Техническое задание на создание  
автоматизированной системы**

### **3 Общие положения**

3.1 ТЗ на АС является основным документом, определяющим требования и порядок создания автоматизированной системы, в соответствии с которым проводится разработка АС и ее приемка.

ТЗ на другие виды работ (развитие, модернизация и т. п.) может быть оформлено в соответствии с требованиями настоящего стандарта. При этом название вида работ отражается в наименовании ТЗ.

3.2 ТЗ на АС разрабатывают на систему в целом. АС может функционировать самостоятельно или в составе другой автоматизированной системы.

### **4 Состав и содержание**

4.1 ТЗ на АС содержит следующие обязательные разделы:

- общие сведения;
- цели и назначение создания автоматизированной системы;
- характеристика объектов автоматизации;
- требования к автоматизированной системе;
- состав и содержание работ по созданию автоматизированной системы;
- порядок разработки автоматизированной системы;
- порядок контроля и приемки автоматизированной системы;
- требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу автоматизированной системы в действие;
- требования к документированию;
- источники разработки.

В ТЗ на АС могут быть включены приложения.

**Примечание** — В случае отсутствия требований по разделу, соответствующий раздел сохраняется, и в нем приводится запись об отсутствии требований.

4.6 Раздел «Требования к автоматизированной системе» состоит из следующих подразделов:

- требования к структуре АС в целом;
- требования к функциям (задачам), выполняемым АС;
- требования к видам обеспечения АС;
- общие технические требования к АС.

Состав требований к АС, включаемых в данный раздел ТЗ на АС, устанавливают в зависимости от вида, назначения, специфических особенностей и условий функционирования конкретной автоматизированной системы. В каждом подразделе приводят ссылки на действующие НТД, определяющие требования к автоматизированным системам соответствующего вида.

4.6.1 В подразделе «Требования к структуре АС в целом» указывают следующее:

- перечень подсистем (при их наличии), их назначение и основные характеристики. Дополнительно могут быть приведены требования к числу уровней иерархии и степени централизации АС;
- требования к способам и средствам обеспечения информационного взаимодействия компонентов АС;
- требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой АС со смежными АС, требования к интероперабельности, требования к ее совместимости, в том числе указания о способах обмена информацией;
- требования к режимам функционирования АС;
- требования по диагностированию АС;
- перспективы развития, модернизации АС.

4.6.2 В подразделе «Требования к функциям (задачам), выполняемым АС», приводят перечень функций (задач), подлежащих автоматизации для АС в целом или для каждой подсистемы (при их наличии). В перечень включаются в том числе функции (задачи), обеспечивающие взаимодействие частей АС.

Для каждой функции (задачи) должен быть указан результат ее выполнения и, при необходимости, приведены основные характеристики результата.

При необходимости дополнительно могут быть указаны следующие данные:

- временной регламент реализации каждой функции (задачи);

- требования к реализации каждой функции (задачи), к форме представления выходной информации, характеристики необходимой точности и времени выполнения, требования одновременности выполнения группы функций, достоверности выдачи результатов;

- перечень и критерии отказов для каждой функции, по которой задаются требования по надежности.

4.6.3 В подразделе «Требования к видам обеспечения АС» приводят требования к математическому, информационному, лингвистическому, программному, техническому, метрологическому, организационному, методическому и другим видам обеспечения АС.

4.6.3.1 Для математического обеспечения АС приводят требования к составу, области применения (ограничениям) и способам использования в АС математических методов и моделей, типовых алгоритмов и алгоритмов, подлежащих разработке.

4.6.3.2 Для информационного обеспечения АС приводят следующие требования:

- к составу, структуре и способам организации данных в АС;

- к информационному обмену между компонентами АС и со смежными АС;

- к информационной совместимости со смежными АС;

- по использованию действующих и по разработке новых классификаторов, справочников, форм документов;

- по применению систем управления базами данных;

- к представлению данных в АС;

- к контролю, хранению, обновлению и восстановлению данных.

4.6.3.3 Для лингвистического обеспечения АС приводят следующие требования:

- к языкам, используемым в АС, и возможности расширения набора языков (при необходимости);

- к способам организации диалога;

- к разработке и использованию словарей, тезаурусов;

- к описанию синтаксиса формализованного языка.

4.6.3.4 Для программного обеспечения АС приводят следующую информацию:

- требования к составу и видам программного обеспечения;

- требования к выбору используемого программного обеспечения;

- требования к разрабатываемому программному обеспечению;

- перечень допустимых покупных программных средств (при наличии).

4.6.3.5 Для технического обеспечения АС приводят следующие требования:

- к видам технических средств, в том числе к видам комплексов технических средств, программно-технических комплексов и других комплектующих изделий, допустимых к использованию в АС;

- к функциональным, конструктивным и эксплуатационным характеристикам средств технического обеспечения АС.

4.6.3.6 В требованиях к метрологическому обеспечению АС приводят следующую информацию:

- количественные значения показателей метрологического обеспечения;
- требования к методам (методикам) измерений и измерительного контроля параметров и их характеристик;
- требования к средствам измерений и измерительного контроля;
- требования к метрологическому обеспечению испытаний АС;
- требования к программе метрологического обеспечения АС;
- требования к метрологической совместимости технических средств АС;
- требования проведения метрологической экспертизы технической документации (при необходимости).

4.6.3.7 Для организационного обеспечения АС приводят следующие требования:

- к структуре и функциям подразделений, участвующих в функционировании АС или обеспечивающих эксплуатацию;
- к организации функционирования АС и порядку взаимодействия персонала и пользователей АС;
- к организации функционирования АС при сбоях, отказах и авариях;
- к порядку обеспечения нормативными документами, необходимыми для разработки АС.

4.6.3.8 Для методического обеспечения АС приводят следующую информацию:

- перечень применяемых при разработке и функционировании АС нормативно-технических документов (стандартов, нормативов, методик, профилей и т. п.);

- порядок и правила обеспечения разработчиков АС нормативно-технической документацией.

4.6.4 В подразделе «Общие технические требования к АС» указывают следующее:

- требования к численности и квалификации персонала и пользователей АС;
- требования к показателям назначения;
- требования к надежности;
- требования по безопасности;
- требования к эргономике и технической эстетике;
- требования к транспортабельности для подвижных АС;
- требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов АС;
- требования к защите информации от несанкционированного доступа;
- требования по сохранности информации при авариях;
- требования к защите от влияния внешних воздействий;
- требования к патентной чистоте и патентоспособности;
- требования по стандартизации и унификации;
- дополнительные требования.

4.6.4.1 В требованиях к численности и квалификации персонала и пользователей АС приводят следующее:

- требования к численности персонала и пользователей АС;
- требования к квалификации персонала и пользователей АС, порядку их подготовки и контроля знаний и навыков;
- требуемый режим работы персонала и пользователей АС.

4.6.4.2 В требованиях к показателям назначения АС приводят значения параметров, характеризующих степень соответствия АС ее назначению (при их наличии).



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
57700.44—  
2024

---

# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Термины и определения

### 3 Термины и определения

#### Общие понятия

**1 физический процесс:** Последовательное изменение состояния материального объекта или системы материальных объектов во времени, в результате которого изменяются их физические свойства. physical process

#### Примечания

1 Под физическими свойствами материального объекта понимаются механические, термодинамические, электромагнитные, оптические, молекулярные, ядерные и другие свойства.

2 В контексте компьютерного моделирования физический процесс может быть динамическим (рассматриваемые при моделировании физические свойства изменяются со временем) или стационарным (рассматриваемые при моделировании физические свойства не изменяются со временем). Свойства стационарного процесса характеризуются физическим состоянием исследуемого объекта моделирования.

**2 физическое состояние:** Совокупность значений переменных величин и параметров, характеризующих физический процесс для материального объекта или системы материальных объектов в определенный момент времени. physical state

#### Примечания

1 Примерами физических состояний являются напряженно-деформированное состояние конструкции или стационарное состояние ядерного реактора.

2 В контексте компьютерного моделирования физическое состояние, как правило, рассматривают как частный случай физического процесса: стационарный процесс, в котором отсутствует зависимость функций и величин от времени.

**3 физико-математическое приближение:** Понятие, характеризующее при определенном уровне упрощений и допущений вид уравнений математической физики, решение которых для заданного физического процесса обеспечивает получение исследуемых величин. physical-mathematical approximation

Примечание — Примерами физико-математических приближений с разным уровнем упрощений являются следующие: для процесса движения среды — приближения Навье-Стокса и газовой динамики; для процесса переноса частиц — кинетическое и диффузионное приближения.

**4 физическая модель (процесса):** Вид информационной модели, которая определяет совокупность зависимостей между изучаемыми величинами рассматриваемого(ых) физического(их) процесса(ов). physical model

#### Примечания

1 При разработке физической модели определяют: набор физических законов и замыкающих соотношений, соответствующих изучаемому физическому процессу; величины, оказывающие взаимное влияние на различные физические процессы при мультифизичном моделировании, а также различные факторы (величины и функциональные зависимости), которыми можно пренебречь при моделировании.

2 На основе физической модели разрабатывают математическую модель физического процесса.

**5 математическая модель физического процесса:** Вид математической модели, объектом моделирования которой является физический процесс для изделий, других материальных объектов и (или) природных явлений. mathematical model of physical process

7

**разработка (подготовка) компьютерной модели:** Процесс определения и задания параметров компьютерной модели, характеризующих свойства объекта моделирования.

modeling

**Примечание** — Разработка компьютерной модели может включать создание или импорт геометрической модели объекта моделирования и генерацию сеточной модели (при использовании сеточных методов).

[ГОСТ Р 57700.39—2024, пункт 3.20]

8

**расчет компьютерной модели:** Применение разработанной компьютерной модели и соответствующего программного обеспечения компьютерного моделирования, выполняющего численное решение уравнений математической модели и завершающегося получением результатов компьютерного моделирования.

simulation

[ГОСТ Р 57700.39—2024, пункт 3.21]

**9 программное обеспечение компьютерного моделирования:** Вид программного обеспечения, в состав которого входят программы, выполняющие при компьютерном моделировании расчет компьютерных моделей, задание исходных данных, обработку результатов, а также другие вспомогательные программы.

computer simulation software

**Примечание** — Вспомогательные программы обеспечивают реализацию сервисных (по отношению к расчету компьютерной модели) функций, например: управление вычислениями, пользовательский интерфейс, разработку компьютерной модели, визуализацию результатов моделирования, функции импорта и экспорта и др.

**10 многомасштабное моделирование:** Использование при моделировании математической модели, являющейся иерархией различных математических моделей, описывающих процессы разного масштаба по переменным фазового пространства.

multiscale simulation

**11 мультифизическое моделирование:** Вид моделирования, при котором для изучаемого объекта моделирования учитываются несколько физических процессов, оказывающих влияние друг на друга.

multiphysical simulation

**12 мультифизическая модель:** Составная физическая, математическая или компьютерная модель, обеспечивающая моделирование нескольких физических процессов с учетом их взаимного влияния для изучаемого объекта моделирования.

multiphysical model

**51 динамическая система:** Объект или процесс, для которого определено понятие состояния и на множестве всех состояний установлено взаимно однозначное отображение в некоторую область  $n$ -мерного действительного пространства. dynamical system

**Примечание** — Эта область называется фазовым пространством динамической системы. Изменению состояний динамической системы соответствует движение точки в фазовом пространстве.

**52 нелинейная динамическая система:** Динамическая система, эволюция которой описывается нелинейными законами. non-linear dynamical system

**53 расчетная область:** Область, ограниченная заданными значениями переменных фазового пространства, в которой определена аппроксимация и выполнено решение уравнений математической модели. simulation domain

**54 фазовое пространство:** Пространство, каждая точка которого соответствует одному и только одному состоянию из множества всех возможных состояний физической или математической системы. phase space

**Примечания**

1 В контексте компьютерного моделирования физических процессов фазовое пространство представляет собой совокупность всех возможных значений функции решения.

2 Размерность фазового пространства равна количеству независимых переменных, от которых зависит функция решения. Например, в трехмерной геометрии для процесса газовой динамики размерность фазового пространства равна четырем (функция решения зависит от переменной времени и трех пространственных переменных); для процесса переноса частиц в кинетическом приближении размерность фазового пространства равна семи (функция решения зависит от переменной времени, трех пространственных переменных, двух переменных, определяющих направление полета частицы, и переменной скорости частицы).

**65 статистическое моделирование:** Компьютерное моделирование, основанное на реализации специально разрабатываемых стохастических моделей изучаемых объектов, процессов и (или) явлений. statistical simulation

**66 моделирование случайной величины (в методе Монте-Карло):** Определение случайной величины с заданным законом распределения через исходную случайную величину с равномерным распределением на единичном интервале, полученную с помощью датчика случайных чисел. chance quantity simulation