ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 57296— 2016

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СРЕД

Описание данных для математического моделирования процессов жизненного цикла. Основные положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Т-Платформы» (ОАО «Т-Платформы») совместно с ООО «ИнтеллектуС»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 700 «Математическое моделирование и высокопроизводительные вычислительные технологии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2016 г. № 1822-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Февраль 2020 г.

*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, оформление, 2017, 2020

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 . . . 2
3 Термины и определения . . . 3
4 Общие положения . . . 3
5 Обзор «Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред» . . . 3
6 Интегрированный подход . . . 4
6.1 Основные принципы . . . 4
6.2 Схема анализа объекта . . . 5
6.3 Концептуальная модель данных . . . 6
6.4 Управление знаниями . . . 7
6.5 Информационная модель . . . 7
6.6 Совместная работа . . . 8
6.7 Сервер информационных моделей . . . 8
6.8 Модель зрелости . . . 9
6.9 Классификация систем . . . 10
7 Описание объекта . . . 14
7.1 Определение информационной модели объекта . . . 14
7.2 Требования к извлечению данных . . . 15
8 Жизненный цикл объекта . . . 15
8.1 Определение базового жизненного цикла объекта . . . 15
8.2 Информационное поле жизненного цикла объекта . . . 16
9 Информационные наборы . . . 17
9.1 Базовые наборы информации . . . 17
9.2 Уровень проработки информационной модели . . . 19
9.3 Правила формирования отраслевых базовых наборов . . . 19
9.4 Сечения . . . 19
9.5 Правила проверки корректности базового набора . . . 19
9.6 Правила контроля целостности базового набора . . . 20
9.7 Авторские права и ответственность разработчика базовых наборов . . . 20
10 Трансформация информации . . . 20
10.1 Определение трансформации информации . . . 20
10.2 Определение правил трансформации . . . 21
10.3 Контроль целостности информации при трансформации . . . 21
10.4 Авторские права и ответственность разработчика правил трансформации . . . 21
11 Управление информацией . . . 21
11.1 Управление проектными данными . . . 21
11.2 Процессы . . . 22
11.3 Информационная безопасность . . . 22
12 Библиотеки . . . 22
Приложение А (рекомендуемое) Взаимосвязь с существующими технологиями . . . 23
Библиография . . . 24

Введение

1 Предварительная информация

Управление и анализ информации жизненного цикла объекта является одной из важных задач современной инновационной экономики, так как более 70 % затрат приходится на этап эксплуатации. Одновременно с этим стоит задача постоянного накопления знаний и обеспечения процесса постоянного улучшения объекта в рамках жизненного цикла. В рамках настоящего стандарта под объектом понимается любой антропогенный объект или среда, начиная от инженерных систем, зданий, заводов и заканчивая городской инфраструктурой. Эффективность использования объекта зависит как от результатов проектирования, возможности учесть все необходимые требования заказчика и государства, видов нормативно-регулирующих ограничений, так и от требования этапа производства или строительства и этапа эксплуатации. Одновременно с этим создание объекта сопровождается организационными мероприятиями по управлению деятельностью. Соответственно — эффективности и оптимальности информационной модели, которая сопровождает стадии жизненного цикла объекта. В этом случае необходимо рассматривать объект с разных точек зрения, чтобы охватить организационные, экономические, технологические, научные и другие аспекты, при этом каждый из аспектов требует анализа большого количества параметров, требует применения сложных математических моделей. В дополнение к этому лучшие мировые высокотехнологичные компании активно применяют и продвигают парадигму моделеориентированного проектирования, то есть проектирования на основе моделирования, когда в основу создания нового объекта уже закладываются те или иные целевые функции и характеристики объекта, включающие технические и бизнес-требования, эксплуатационные нагрузки, стоимостные показатели, требования к материалам, эргономике, удобству производства и, в некоторых случаях, возможность утилизации.

В основе моделеориентированного проектирования, эксплуатации и управления бизнесом лежат математические модели: описания процессов, явлений и объектов, элементов конструкций. В конечном итоге такой подход позволяет проанализировать сложные системы в комплексе, такие как здания, городская среда, производственные предприятия, с помощью различных видов математических и имитационных моделей. Именно такие сложные наукоемкие математические модели выступают для подавляющего большинства мировых компаний основным инструментом создания в кратчайшие сроки глобальной конкурентоспособной продукции нового поколения. Антропогенные объекты и среды не являются исключением, а в некоторых случаях представляют собой более сложные системы, которые требуют применения различных подходов к моделированию и обработке информации. Учитывая в дополнение к вышесказанному активное развитие технологии «Интернета вещей и больших данных», мы приходим не только к математическому моделированию, а к информационному моделированию.

Информационное моделирование позволяет проводить комплексный машинный анализ, обеспечивая при этом скорость и легкость доступа для человека к этим данным. В результате комплексного анализа появляется возможность поиска оптимального сочетания стоимости, качества, надежности и оптимизации других характеристик. Под технологией оптимизации понимается процесс выбора характеристик объекта оптимальных с точки зрения технических, функциональных, социально-экономических и культурных аспектов.

Внедрение информационного моделирования требует акцентирования внимания на сотрудничестве всех заинтересованных сторон в рамках всего жизненного цикла объекта и требует интеграции социальных, экономических и технологических факторов.

2 Цель

Целью «Интегрированного подхода к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред» (далее — ИП) является обеспечение интеграции информации и способов ее обработки для поддержания жизненного цикла антропогенного объекта и антропогенной среды. Для этого ИП устанавливает основные принципы информационного моделирования, концептуальную схему анализа объекта и концептуальную модель данных, определяющие значения информации каждого элемента объекта в контексте жизненного цикла на едином информационном поле с учетом всех заинтересованных сторон.

Традиционно каждый аспект антропогенной среды выделяется в отдельную область исследования и рассматривается в отрыве от большого количества связанных параметров других предметных областей. Эта информация сопровождается различными группами пользователей или исследовате-

лей, результатом чего является дублирование информации, одностороннее ее изучение и требует значительных усилий по интеграции. Соответственно, ИП ставит своей целью формирование концепции единого информационного пространства для междисциплинарного анализа и последующего принятия решений.

3 Аудитория, на которую рассчитан настоящий стандарт

Стандарт предназначен для представителей строительной отрасли. Стандарт устанавливает принципы и методы комплексного анализа и информационного моделирования в строительстве и городском планировании. Рекомендован к использованию специалистам по проектированию и проектным организациям, специалистам по информационному моделированию и тем, кто осуществляет управление процессами проектирования, строительства и эксплуатации на протяжении всего ЖЦ объекта:

- архитекторам;
- инженерам;
- дизайн-менеджерам;
- менеджерам по информационному моделированию;
- консультантам по информационному моделированию;
- специалистам по территориальному планированию;
- разработчикам интеллектуальных городских систем,
- разработчикам систем «безопасный город».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АНТРОПОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И СРЕД

Описание данных для математического моделирования процессов жизненного цикла. Основные положения

Integrated approach to lifecycle of anthropogenic objects and enviroument information management. Description of the processes of life cycle given for a mathematical design. Basic provisions

Дата введения — 2018—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие принципы использования «Интегрированного подхода» при использовании информационного моделирования. Данный стандарт в первую очередь применим для сопровождения жизненного цикла инфраструктурных проектов. Описывает объекты, их составляющие компоненты и взаимосвязь математического моделирования с этапами жизненного цикла. Общие принципы настоящего стандарта могут быть адаптированы под любой размер проектной организации или строительного проекта. Настоящий стандарт устанавливает:

- требования к информационным моделям антропогенных объектов и сред на всех стадиях жизненного цикла;
- правила оценки зрелости информационных моделей, разрабатываемых и используемых участниками жизненного цикла антропогенного объекта или среды;
- правила представления и трансформации информации.

Область применения настоящего стандарта распространяется на:

- общую, концептуальную модель данных, подкрепляющую представление всех аспектов жизненного цикла антропогенного объекта или среды;
- исходные данные, предоставляющие общую информацию для многих специалистов в области исследования антропогенных объектов и сред;
- требования к области деятельности и информации по дополнительным исходным данным;
- процедуры регистрации и ведения исходных данных.

Настоящий стандарт распространяется на объекты и процессы информационного моделирования в ходе стадий дизайна/проектирования/строительства/эксплуатации/утилизации:

- городских и сельских поселений, включая селитебные территории;
- производственных территорий;
- ландшафтно-рекреационных территорий;
- зданий и сооружений, в том числе подземных;
- объектов инфраструктуры, в том числе линейной;
- инженерных систем в составе зданий, сооружений и территорий, включая интеллектуальные городские системы и системы безопасности,
- а также на процессы производства и применения строительных материалов, изделий и конструкций.

Настоящий стандарт:

- обеспечивает руководство управлением жизненным циклом на всех уровнях, для всех организаций и для всех типов проектов;
- устанавливает принципы, повышающие эффективность процессов проектирования, строительства и эксплуатации,
- устанавливает общие принципы и единые стандарты применения информационного моделирования.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.051 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения

ГОСТ 2.102 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.511 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения

ГОСТ 34.320 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы

ГОСТ Р 7.0 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения

ГОСТ Р 8.614 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения

ГОСТ Р 27.202 Надежность в технике. Управление надежностью. Стоимость жизненного цикла

ГОСТ Р 34.11 Информационная технология. Криптографическая защита информации. Функция хэширования

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

ГОСТ Р ИСО 9241-210 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование интерактивных систем

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9834-8 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Процедуры работы уполномоченных по регистрации ВОС. Часть 8. Создание, регистрация универсально уникальных идентификаторов (УУИд) и их использование в качестве компонентов идентификатора объекта АСН.1

ГОСТ Р ИСО 10303-11 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 11. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS

ГОСТ Р ИСО/ТО 10303-12 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 12. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS-1

ГОСТ Р ИСО 10303-14 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 14. Методы описания. Справочное руководство по языку EXPRESS-X

ГОСТ Р ИСО 10303-21 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена

ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2 Информационная технология. Взаимосвязь открытых систем. Управление данными и открытая распределенная обработка. Часть 2. Базовая модель

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

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 Информационная технология. Процессы жизненного цикла систем[1)]

ГОСТ Р ИСО 15531-1 Промышленные автоматизированные системы и интеграция. Данные по управлению промышленным производством. Часть 1. Общий обзор

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

ГОСТ Р ИСО 15836 Информация и документация. Набор элементов метаданных Dublin Core

ГОСТ Р ИСО 15926-2 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Интеграция данных жизненного цикла для перерабатывающих предприятий, включая нефтяные и газовые производственные предприятия. Часть 2. Модель данных

ГОСТ Р ИСО/МЭК 19778-1 Информационная технология. Обучение, образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство. Часть 1. Модель данных общего рабочего пространства

ГОСТ Р 57188 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения

[1)] Действует ГОСТ Р 57193—2016 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем».

ГОСТ Р 57269 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Термины и определения

ГОСТ Р 57297 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Библиотеки электронных компонентов с учетом требований комплексного информационного моделирования

ГОСТ Р МЭК 60073 Интерфейс человеко-машинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации

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 «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 датированная 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 принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 57269 и ГОСТ Р 57188.

4 Общие положения

Настоящий стандарт разработан на основе международных и европейских документов в области информационного моделирования зданий, системной инженерии и стандартов построения открытой интегрированной производственной инфраструктуры.

Содержит общую концепцию и формирует взаимосвязь комплекса стандартов «Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред». Стандарт устанавливает цели и задачи описания данных для информационного моделирования процессов жизненного цикла объекта. При этом в качестве объекта понимаются территория, здание и составляющие его подсистемы, сооружения. Стандарт устанавливает основные положения системного/интегрированного подхода к рассмотрению взаимосвязей, обмену информацией и накоплению знаний между всеми системами и участниками в рамках процесса управления жизненным циклом объекта.

Основные положения устанавливают общую методологию использования информационного моделирования и верхнеуровневой схемы информационного обмена на каждом этапе жизненного цикла объекта. Дополнительно стандарт определяет требования к переходу к «Цифровому строительству». Интегрированный подход основан на следующих принципах, подходах и методах:

- всю информацию следует записывать и хранить по правилам семантической сети;
- моделирование установлено в качестве обязательного процесса разработки проекта;
- имитационное моделирование установлено в качестве обязательного процесса обеспечения контроля качества разработанных технических решений;
- всю информацию следует формировать с учетом пространственной привязки;
- для решения задач используется междисциплинарный подход, обеспечивающий перенос опыта из одной отрасли/сферы в другую.

5 Обзор «Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред»

Комплекс стандартов «Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред» состоит из нескольких частей. Каждая часть имеет уникальную функцию (см. таблицу 1).

Таблица 1

Номер части	Наименование части	Функция
1	Основные положения	Настоящая часть представляет обзор «Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред»
2	Термины и определения	Определяет сводный перечень используемых терминов и определений
3	Библиотеки электронных компонент	Определяет концепцию организации библиотеки справочных данных
4	Организация совместной работы	Определяет процессы для обеспечения эффективной совместной работы
5	Управление информацией	Определяет процессы для обеспечения эффективного управления информацией

6 Интегрированный подход

6.1 Основные принципы

6.1.1 Моделеориентированный подход рассматривает объект как систему и учитывает на каждом этапе жизненного цикла следующие аспекты:

- функциональный;
- технический;
- экономический;
- экологический;
- социальный;
- культурный

и другие в зависимости от требований проекта и решаемых задач.

Соответственно, на каждом этапе жизненного цикла объекта формируется информационная модель с необходимым уровнем проработки.

6.1.2 Совместная работа междисциплинарной команды обеспечивает комплексный анализ и вовлечение максимально необходимого/возможного количества участников процесса.

6.1.3 Накопление знаний является неотъемлемой составляющей процесса моделирования на любом этапе жизненного цикла объекта.

6.1.4 Структура модели формируется на основе базовой онтологии [1].

6.1.5 Базовым набором метаданных является Дублинское ядро в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15836.

6.1.6 При разработке моделей рекомендуется использовать современные языки моделирования, основанные на беспричинном (акаузальном) подходе, включающем объектно ориентированное и физическое моделирование.

6.1.7 При декомпозиции объекта рекомендуется использовать компонентную декомпозицию, т. е. декомпозицию системы на физические компоненты.

6.1.8 Планирование вычислительного эксперимента обеспечивается применением методов и приемов планирования эксперимента.

6.1.9 Конкретизация условий и области применения разрабатываемой математической модели исходя из точки зрения.

Примечание — Данный принцип требует построения нескольких математических моделей исследуемого объекта с достаточной степенью адекватности в соответствии с принципом декомпозиции для различных точек зрения.

6.1.10 Опережающая математическая строгость и глубина феноменологического описания явления. В соответствии с принципом 6.1.6 при разработке математических моделей необходимо построение физических закономерностей отдельных явлений на порядок более строгих и глубоких, чем определено постановкой конкретной задачи. Этот принцип дополняет принцип 6.1.8.

6.2 Схема анализа объекта

6.2.1 Концептуальная схема анализа объекта, которая лежит в основе ИП, представлена на рисунке 1 и строится исходя из совокупности точек зрения. Настоящий стандарт обеспечивает процесс интеграции данных в широком контексте. Точка зрения определяет методы и подходы к изучению жизненного цикла объекта и его характеристик.

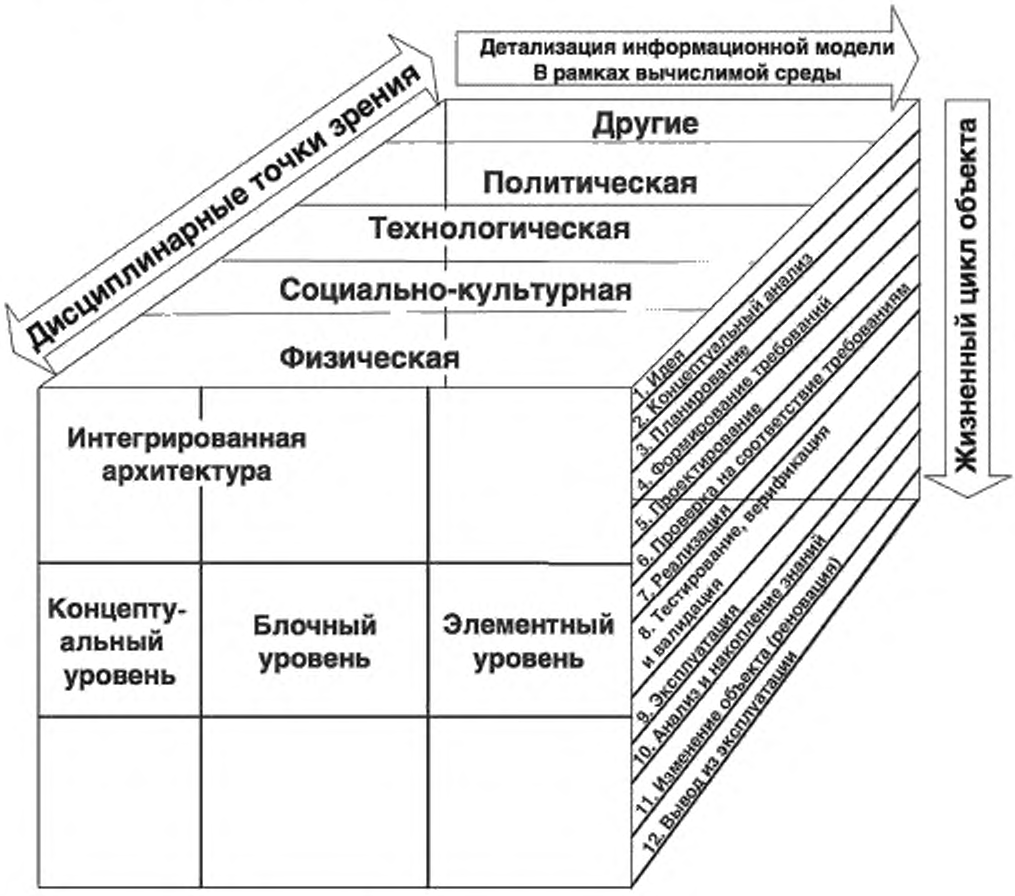

Рисунок 1 — Архитектура ИП

6.2.2 Исходя из выбранной точки зрения, объект необходимо проанализировать с различных видов представления информации в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.

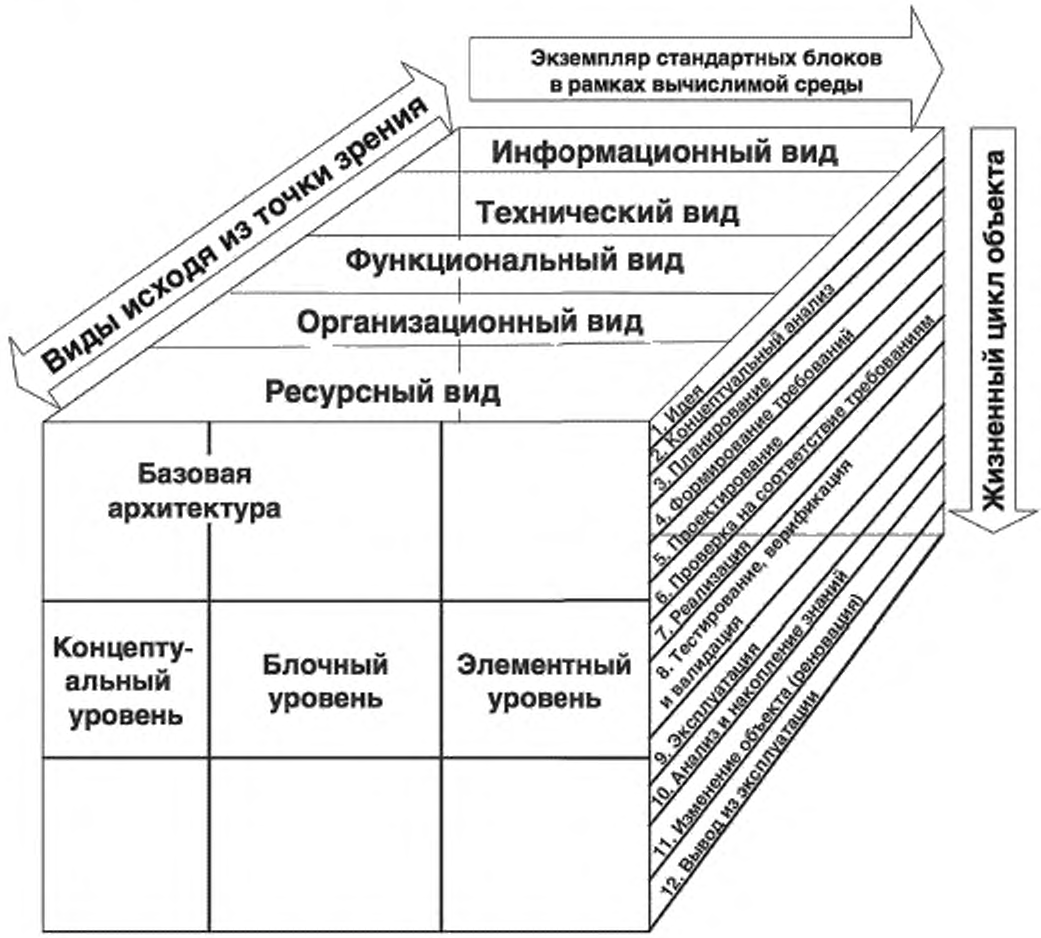

Рисунок 2 — Базовая архитектура вычислимой среды

Каждый вид в соответствии с точкой зрения формирует информационный набор, который определяет способ представления и расчетную модель объекта.

Примечание — В результате рассмотрения объекта с разных точек зрения и исследования разных информационных наборов, описывающих объект, формируется информационная модель сложной динамической системы [2].

6.2.3 При декомпозиции системы определяют подсистемы, которые являются элементами системы для конкретного информационного набора.

6.3 Концептуальная модель данных

6.3.1 Трехсхемная архитектура — в соответствии с ГОСТ 34.320, дополнена обязательными междисциплинарными связями для обеспечения соответствия интегрированной архитектуре (см. рисунок 3).

6.3.2 В соответствии с идеологией открытых данных [3], [4] интеграция означает объединение информации, полученной из нескольких независимых источников, в один логически последовательный набор данных. Для исключения дублирования информации, обобщения ряда областей и представления новой информации при построении модели данных необходимо использовать подход Семантической сети [5].

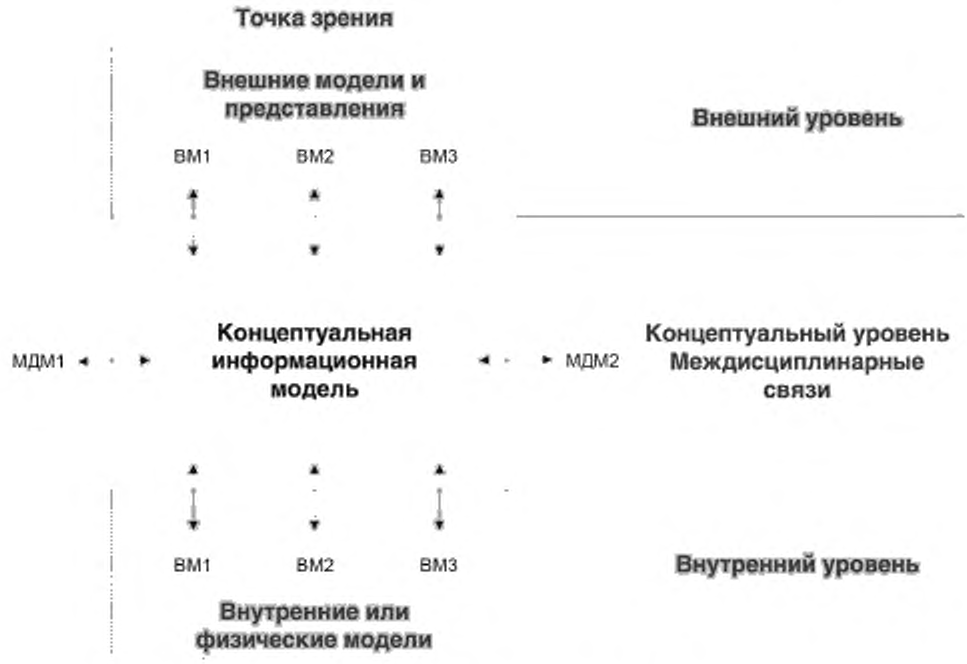

Рисунок 3 — Концептуальная модель данных

6.4 Управление знаниями

6.4.1 На каждом этапе жизненного цикла должен осуществляться менеджмент знаний. При этом за накопление знаний отвечает организация, которая является разработчиком информационной модели. В случае если разработчик не является конечным потребителем информационной модели, то накопленные знания должны передаваться в виде отдельного набора данных информационной модели следующему участнику в соответствии с жизненным циклом объекта.

6.4.2 По завершении очередного этапа жизненного цикла накопленная информация должна быть обработана и передана владельцу объекта для последующего использования в рамках жизненного цикла. Интерес представляет информация по выбору и обоснованию принятых решений, результаты промежуточных исследований моделей и т. д.

6.4.3 Основой накопления знаний является используемая в рамках проекта онтология и связанная с ней семантическая сеть проекта, допускающие автоматическую обработку, в результате которой может быть получена семантическая сеть. При этом знания должны быть организованы так, чтобы отражать естественную структуру экземпляра класса из данной предметной области.

6.4.4 Периодически должна проходить обработка накопленных знаний в соответствии с методикой формирования метазнаний, определяемой для каждой предметной области и каждого проекта отдельно. Периодичность обработки устанавливается в каждой организации исходя из жизненного цикла объекта, требований проекта и необходимости получения обратной связи в соответствии с накопленной информацией.

6.5 Информационная модель

6.5.1 Информационная модель объекта является централизованным источником информации об объекте.

6.5.2 Информационная модель обеспечивает однозначную трансформацию информации об объекте для различных систем моделирования и анализа.

6.5.3 Информационная модель обеспечивает однозначное представление информации для систем отображения.

6.5.4 Информационная модель не должна иметь одинаковых (дублирующих) наборов данных [6].

6.5.5 Информационная модель может состоять из распределенных наборов данных. Ссылки на удаленные наборы данных должны формироваться в соответствии с требованиями языка описания графов [7].

6.5.6 Информационная модель может иметь информационный набор нормативно-технических ограничений, описанных в соответствии со спецификацией [8].

6.5.7 Информационная модель антропогенного объекта может содержать проектные, строительные и эксплуатационные модели в виде отдельных информационных наборов.

6.5.8 Информационная модель антропогенной среды должна содержать картографические данные в соответствии со спецификацией [9] и может содержать другие картографические данные, необходимые для реализации проекта.

6.6 Совместная работа

6.6.1 При использовании ИП должен быть реализован процесс совместного функционирования управления информацией на всех этапах жизненного цикла объекта. Управлению подлежат не только инженерная информация и проектные данные, но и экономическая, логистическая, управленческая, информация о процессах и другая информация, необходимая в рамках проекта.

6.6.2 Для обработки информации должны применяться технологии автоматизации обработки информации и вычислительные методы анализа информации.

6.6.3 Для обеспечения процесса совместной работы должно быть организовано информационное пространство в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 19778-1 и стандарта на Открытые распределенные процессы [10], [11].

6.6.4 Информационное пространство должно обеспечивать функции представления информации для всех участников процесса.

6.6.5 Информационное пространство должно обеспечивать функции контроля качества информационной модели.

6.6.6 Информационное пространство должно обеспечивать функции контроля ограничений, описанных в соответствии со спецификацией [8].

6.6.7 Информационное пространство должно включать сервер информационных моделей для обеспечения синхронизации, целостности и достоверности информационных моделей.

6.6.8 Для обеспечения координации действий всех участников процесса необходимо разработать и описать процессы внедрения и использования информационного моделирования для всех этапов жизненного цикла объекта.

6.7 Сервер информационных моделей

6.7.1 Сервер информационных моделей может быть организован как централизованное хранилище информационных моделей, так и как распределенное хранилище информационных моделей, библиотек электронных компонентов.

6.7.2 Сервер информационных моделей может выполнять роль системы моделирования в составе вычислимой среды.

6.7.3 Сервер информационных моделей может служить репозиторием моделей проекта.

6.7.4 С целью унификации подхода настоящий стандарт устанавливает следующие требования к функциональным характеристикам сервера информационных моделей [11], [12]:

- сервер должен обеспечивать хранение атомарных моделей, параметрических моделей;
- сервер должен обеспечивать формирование многомасштабной модели из атомарных и параметрических моделей для снижения нагрузки при обмене [13];
- сервер должен реализовывать контроль версий до уровня атрибутов информационной модели;
- сервер должен обеспечивать разделения прав доступа к информации;
- должна быть реализована поддержка интеграции с программным обеспечением (ПО) различных производителей по стандартизированному открытому интерфейсу взаимодействия [14], [15];
- должна быть реализована поддержка взаимодействия и обмена информацией с системами математического моделирования,
- должна быть реализована поддержка информации жизненного цикла;
- должна быть реализована поддержка структурирования информации на основе семантики данных и моделей [16], [17], [18];
- должна быть реализована поддержка управления бизнес-процессами и информационными потоками [19].

Примечание — В простейшим случае сервер информационных моделей может быть организован в виде структурированного файлового хранилища с организованным по нему поиском на основе семантических данных. В более сложном виде это может быть база данных с аналогичными требованиями по поиску информации.

6.7.5 Реализация сервера информационных моделей должна соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 10746-2.

6.8 Модель зрелости

Скорость проникновения новых технологий в современной экономике, в частности в строительстве, машиностроении и смежных отраслях, растет, и все более широко применяется компьютерный инжиниринг. Внедрение технологии информационного моделирования проходит определенные уровни развития, которые называют уровнями зрелости [20], [21].

Настоящий стандарт определяет модель зрелости информационной модели (см. рисунок 4) по двум интегральным характеристикам: уровню интегрируемости среды взаимодействия участников процесса и качества (эффективность и оптимальность) информационной модели.

A Очень высокая степень эффективности и оптимальности	A.0	A.1	A.2	A.3	A.4
B Высокая степень эффективности и оптимальности	B.0	B.1	B.2	B.3	B.4
C Повышенная степень эффективности и оптимальности	C.0	C.1	C.2	C.3	C.4
D Нормальная степень эффективности и оптимальности	D.0	D.1	D.2	D.3	D.4
E Пониженная степень эффективности и оптимальности	E.0	E.1	E.2	E.3	E.4
F Низкая степень эффективности и оптимальности	F.0	F.1	F.2	F.3	F.4
G Очень низкая степень эффективности и оптимальности	G.0	G.1	G.2	G.3	G.4
Интегрированный подход Модель зрелости Информационная модель Версия 1.0.2016	Уровень 0 Не интегрируемая среда	Уровень 1 Управляемая объективно ориентированная среда	Уровень 2 Управляемая моделе-ориентированная среда	Уровень 3 Интегрированная среда	Уровень 4 Вычислимая среда

Рисунок 4 — Модель зрелости информационной модели

Модель зрелости определяет уровни технологического развития отрасли, которые классифицируют виды технической и совместной работы для описания и понимания используемых процессов, инструментов и методов для каждого этапа жизненного цикла. Одновременно с этим модель зрелости определяет степень качественности разработки модели, которая определяет качество инженерных изысканий, подтверждаемых результатами математического моделирования, характеристики энергоэффективности разрабатываемого объекта и полноту информационной модели.

При реализации проекта модель зрелости позволяет определить индекс зрелости информационной модели, который расположен на пересечении соответствующей строки и столбца, для конкретизации требований к качеству модели, правил организации совместной работы, интеграции систем и источников данных, требований к организации бизнес-процессов.

Индекс зрелости также используется для определения вспомогательной инфраструктуры, необходимой на соответствующем уровне и с нужной степенью качества, которые определяются экспертно.

Примечание — Уровни определяют соответствие:

- Уровень 0.

САПР+CAM/CAE: чертежи, оформленные бумажными документами или электронным документом. Работа ведется по ЕСКД и СПДС.

Обмен данными: передача не интегрированных файлов посредством доставки документов, публикации электронных документов.

Управление: постпроектное согласование, требующее разрешения противоречий больше, чем сотрудничества.

Математическое моделирование: применяется как обособленный подход для решения узкоспециализированных задач.

- Уровень 1.

САПР+CAM/CAE: управляемый объектно ориентированный САПР в 2D или 3D-формате. Работа ведется по ЕСКД (электронная модель).

Обмен данными: передача не интегрированных файлов посредством доставки документов, публикации электронных документов.

Управление: координация чертежей на уровне узлов. Постпроектное согласование проектных решений с системами финансового учета и управления затратами.

Математическое моделирование: применяется как обособленный подход для решения узкоспециализированных задач. Данные математического и имитационного моделирования передаются в виде электронных или бумажных отчетов.

- Уровень 2.

САПР+CAM/CAE: управляемый моделеориентированный САПР в 3D формате, 2D является производной от 3D-модели. Работа ведется ЕСКД (электронная модель).

Обмен данными: передача не интегрированных файлов посредством доставки документов, публикации электронных документов.

Управление: используются инструменты обеспечения групповых (совместных) работ, обеспечивая общую среду передачи данных. Постпроектное согласование проектных решений с системами финансового учета и управления затратами.

Математическое моделирование: применяется как обособленный подход для решения узкоспециализированных задач. Данные математического и имитационного моделирования передаются в виде электронных или бумажных отчетов.

- Уровень 3.

САПР+CAM/CAE: интегрированная среда управления проектирования в 2D или 3D-формате;

Обмен данными: полностью открытый процесс и интеграция данных с поддержкой обмена данными между расчетными программами системы САПР.

Управление: используются инструменты обеспечения групповых (совместных) работ, обеспечивая общую среду передачи данных. Постпроектное согласование проектных решений с системами финансового учета и управления затратами.

Математическое моделирование: данные математического и имитационного моделирования передаются в виде электронных или бумажных отчетов.

- Уровень 4.

САПР+CAM/CAE: интегрированный в рамках вычисляемой среды в 2D или 3D-формате, все модели могут быть проверены с помощью автоматизированных правил, описанных в соответствии со спецификацией RuleML;

Обмен данными: полностью открытый процесс и интеграция данных с поддержкой обмена данными между расчетными программами системы САПР.

Управление: используются инструменты обеспечения групповых (совместных) работ, обеспечивая общую среду передачи данных. Постпроектное согласование проектных решений с системами финансового учета: применяется как обособленный подход для решения узкоспециализированных задач и управления затратами.

Математическое моделирование: применяется как обособленный подход для решения узкоспециализированных задач. Данные математического и имитационного моделирования передаются в виде электронных или бумажных отчетов.

6.9 Классификация систем

6.9.1 Для обеспечения единообразия классификации антропогенных объектов и сред необходимо использовать базис из 26 системных параметров, приведенных в таблице 2 [22], [23].

Таблица 2 — Перечень системных параметров

Системные параметры	Описание параметра
Параметр № 1 — Упорядоченные и неупорядоченные	Упорядоченными системами называются такие системы, для которых существен порядок их элементов. В противном случае это неупорядоченная система. Пример первого типа системы — натуральный ряд чисел. Пример систем второго типа — толпа
Параметр № 2 — Структурно-точечные, структурно-линейные и структурно-многомерные	Система называется структурно-точечной, когда свойства можно классифицировать исходя из базиса, не имеющие интенсивности. По аналогии с точкой эти свойства называются точечными или свойствами нулевого измерения. Другие линейные свойства, присущие предмету, всегда имеют определенную интенсивность, причем могут изменяться лишь в направлении уменьшения или увеличения этой интенсивности
Параметр № 3 — Системы с опосредованием и без опосредования	В системах «без опосредования» каждый элемент участвует в системообразующем отношении непосредственно, а в другом случае — опосредованно, через другие элементы системы
Параметр № 4 — Регенеративность систем	Регенеративность может быть по субстрату и по системообразующему отношению. В первом случае речь идет о восстанавливаемости элементов системы, во втором — о восстанавливаемости соответствующего системообразующего отношения
Параметр № 5 — Расчлененность систем	Понятие системы включает расчлененные системы и нерасчлененные системы, состоящие всего из одного элемента. Системообразующее отношение в таких системах всегда рефлексивно
Параметр № 6 — Всецелонадежные и невсецелонадежные	Всецелонадежными мы назовем такие системы, которые сохраняют свой характер даже в том случае, если будет уничтожено любое количество их подсистем, за исключением одной
Параметр № 7 — Элементарные и неэлементарные	Система называется элементарной тогда, когда ни одна из ее подсистем не является системой в том же смысле, в каком является сама система
Параметр № 8 — Детерминированность систем	Системообразующее отношение может быть таким, что если нам известны некоторые элементы системы, то на его основе мы можем определить другие
Параметр № 9 — Центрированность	Среди всех элементов системы может быть такой элемент, что отношение между любыми другими элементами системы может быть установлено лишь с помощью отношения к этому центральному элементу. Такие системы можно назвать системами с внутренним центром. Могут существовать и системы с внешним центром. В этом случае центральный элемент, опосредующий отношения между элементами системы, находится вне системы. Системы первого типа можно назвать внутренне центрированными, а второго — внешне центрированными
Параметр № 10 — Одно- и многослойные системы	Все элементы системы могут быть разбиты на группы с одинаковыми компонентами системообразующего отношения. Такие группы можно назвать «слоями» системы
Параметр № 11 — Системообразующее отношение может быть внутренним или внешним по отношению к своим коррелятам	В том случае, когда отношение определяется самой природой соотносящихся объектов, мы будем иметь внутреннюю систему, а противоположность этому — внешнюю систему
Параметр № 12 — Первичность	Этот параметр определяет специфику отношения системообразующего отношения к своему концепту *t*. Следует выделить два случая для объекта *A*, определяющие два значения этого параметра. В одном из них системообразующее отношение обладает свойством *t* само по себе. Свойство *t* здесь является внутренним для него, поэтому *A* является системой, поскольку в ней обнаруживается данное отношение. Его наличия достаточно, чтобы *A* представляло собой систему. В другом случае *t* не является внутренним для отношения. Но это отношение может приобрести свойство *t*, и тогда объект *A* становятся системой, несмотря на то что отношения между ними не изменились. Первый случай определяет класс первичных систем, второй — класс вторичных систем

Продолжение таблицы 2

Системные параметры	Описание параметра
Параметр № 13 — Параметр завершенности	Завершенные системы не допускают присоединения новых подсистем без того, чтобы система превратилась в другую систему. К незавершенным системам возможно присоединение каких-либо дополнительных подсистем. Поскольку значения указанного параметра относятся к субстрату, назовем его субстратной завершенностью. Субстратная незавершенность представляет собой лишь один из аспектов открытости системы. Другим аспектом будет структурная незавершенность или структурная открытость систем
Параметр № 14 — Имманентность	Имманентные системы имеют системообразующее отношение, когда охватывают элементы только данной системы. В неимманентной системе системообразующее отношение охватывает также элементы, выходящие за рамки данной системы. Примечание В отличие от введенного выше понятия структурно открытой системы, которое, вообще говоря, не предполагает незавершенности субстрата, неимманентность системы означает, что для понимания ее функционирования необходимо принять во внимание объекты, находящиеся вне субстрата этой системы
Параметр № 15 — Минимальность — не минимальность	Минимальной системой будет называться система, которая уничтожается при уничтожении любой ее подсистемы. Не минимальной будет, соответственно, система, допускающая удаление каких-либо своих подсистем. Этот параметр отличается от параметра всецелонадежности. Здесь речь идет о сохранении системы при удалении подсистем, там — при сохранении хотя бы одной подсистемы
Параметр № 16 — Уникальность системы	Системообразующее отношение которой может быть реализовано только на одном субстрате. Противоположным значением рассматриваемого параметра будет, соответственно, неуникальность систем. Системообразующее отношение неуникальной системы реализуется и на ином субстрате
Параметр № 17 — Стабильные и нестабильные системы	Стабильные системы допускают те или иные изменения структуры системы без разрушения системы в целом. При этом свойство *t* предполагается неизменным, поскольку его изменение означало бы преобразование системы по определению. Речь идет об изменениях отношения, которые в данной системе могут быть такими, что не приводят к утрате свойства *t*
Параметр № 18 — Стационарность	Параметр, выражающий обратное отношение, — субстрата к структуре. В стационарной системе системные характеристики сохраняются при изменении субстрата
Параметр № 19 — Сильные и слабые системы	Когда вхождение в состав системы существенным образом изменяет вещи, ставшие ее элементами, мы имеем пример сильной системы, в противоположном случае — слабой системы
Параметр № 20 — Элементноавтономные и элементнонеавтономные системы	В системах первого типа каждому элементу присущи основные характеристики системы в целом. Существование таких систем свидетельствует о неточности противопоставления частей системы и ее элементов по способности обладать характеристиками системы в целом
Параметр № 21 — Гомогенные и гетерогенные системы	Первые состоят из однородных элементов, вторые — из разнородных. В тех случаях, когда система представляет собой однородное в качественном отношении целое, ее гомогенность будет означать соответствующую однородность элементов. Предельным случаем гетерогенности будет всецелогетерогенная система, все элементы которой разнородны
Параметр № 22 — Однородность или разнородность функционирования системы	Функционирование можно понять как отношение к какому-то объекту, в частности к среде

Окончание таблицы 2

Системные параметры	Описание параметра
Параметр № 23 — Цикличные и нецикличные системы	Следует различать цикличность элементов и системообразующих отношений. В первом случае мы имеем субстратно-циклические системы, в которых происходят изменения свойств элементов, подчиняющиеся определенному периодическому закону. В других случаях такого закона нет. Вопрос о наличии или отсутствии периодичности в изменении свойств субстрата не всегда является простым; он требует анализа понятия случайного процесса
Параметр № 24 — Цепные и нецепные системы	Под цепной системой мы понимаем такую, системообразующее отношение в которой соотносит каждый элемент не более чем с двумя другими элементами. В предельном случае цепная система является замкнутой, когда элемент соотносится непосредственно с двумя, и только двумя, другими элементами
Параметр № 25 — Отношения систем частичные и полные	Системы мы назовем частичными, в которых отношение установлено не по всем свойствам элементов системы, а лишь по некоторым. Большинство систем именно таково. Система называется полной, когда фундаментальным отношением является отношение, установленное по всем свойствам соотносящихся объектов, разумеется в той мере, в какой они могут быть учтены
Параметр № 26 — Вариативные и невариативные системы	Невариативными называются системы, любое отношение в которых тождественно системообразующему, т. е. обладающему свойством *f*. В вариативных системах, наоборот, имеют место не только системообразующие, а иные, не системообразующие отношения — не обладающие *f*. Применительно к таким системам имеет смысл введение общесистемного понятия состояния. В том случае, когда нам удается упорядочить множество состояний (в частности, во времени), мы получаем обычное понятие состояния

6.9.2 Для обеспечения единообразного подхода к классификации и управлению требованиями необходимо использовать онтологию конструктивных требований в рамках проекта или организации [24], [25].

Примечание — Онтология может строиться эволюционным путем начиная с плоской онтологии и затем категорирующего случаи в соответствующие группы и в конечном счете формирующего отношения подкласса класса, чтобы увеличить глубину таксономии.

В требованиях, построенных описанным выше методом, каждое заявление требования должно быть представлено классом.

6.9.3 При разработке и управлении требованиями необходимо придерживаться следующей структуры формирования требований, приведенной на рисунке 5. При формировании требований к человеко-машинному интерфейсу использовать ГОСТ Р МЭК 60073 и ГОСТ Р ИСО 9241-210.

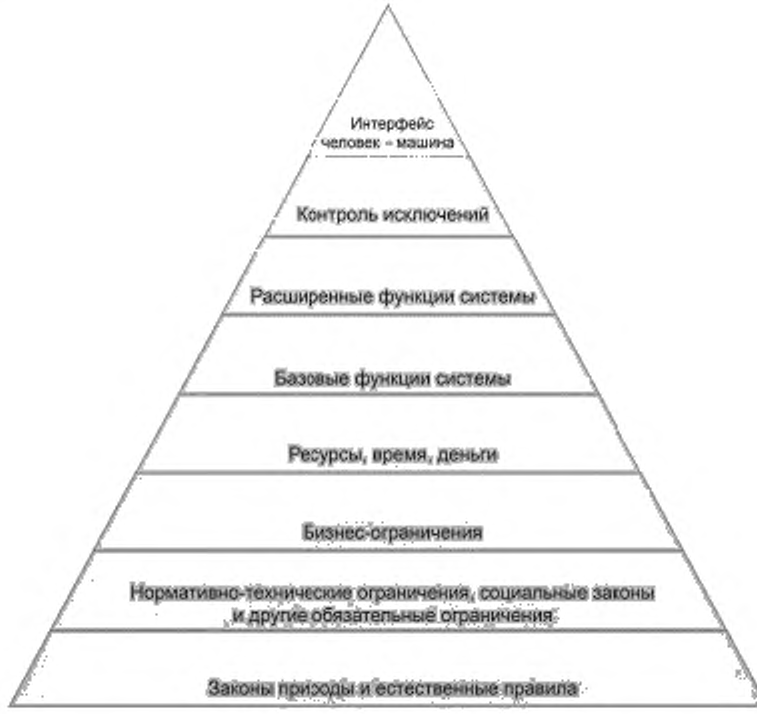

Рисунок 5 — Восемь уровней требований

7 Описание объекта

7.1 Определение информационной модели объекта

7.1.1 Концепция определения информационной модели объекта и его характеристик в рамках настоящего стандарта определена на рисунке 6. Информационная модель может включать определение объекта, информационные наборы, графические представления, соответствующие информационным наборам, алгоритмы и математические модели, правила трансформации [26].

7.1.2 В качестве базовой модели данных описания объекта необходимо использовать стандарт ГОСТ Р ИСО 15926-2.

7.1.3 Для описания геометрии объекта необходимо использовать правила, определенные ГОСТ Р ИСО 10303-11, ГОСТ Р ИСО/ТО 10303-12, ГОСТ Р ИСО 10303-14.

7.1.4 Уникальный идентификационный номер объекта определяется в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 9834-8.

7.1.5 Информационные наборы являются уникальным описанием объекта с учетом точки зрения и предметной области и формируют способ представления объекта в соответствии с предметной областью.

7.1.6 Информационный набор должен предоставлять возможность однозначной трансформации в представление информации другого информационного набора для обеспечения возможности междисциплинарного анализа.

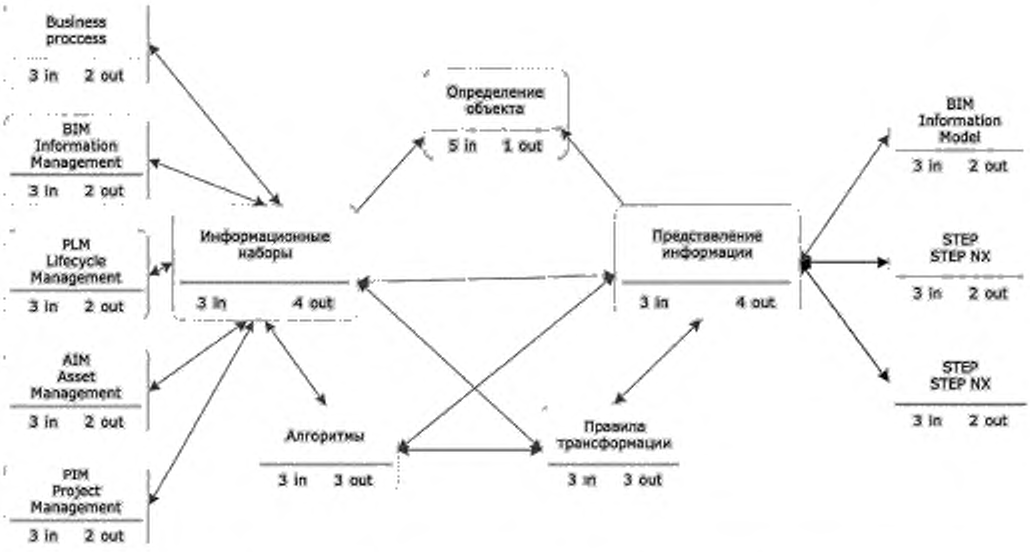

Рисунок 6 — Концепция определения информационной модели объекта через информационные наборы, графическое представление, алгоритмы и правила трансформации

7.2 Требования к извлечению данных

7.2.1 Управление информационной моделью гарантирует, что соответствующие целевые группы пользователей информации могут получить необходимые данные в соответствии требованиями настоящего стандарта [27].

7.2.2 Информационный поток и обмен информацией должен быть управляемым.

7.2.3 Требования к информации относятся к каждой стадии жизненного цикла объекта.

8 Жизненный цикл объекта

8.1 Определение базового жизненного цикла объекта

8.1.1 Базовый жизненный цикл (ЖЦ) системы включает 12 стадий: Идея, Концепция, Планирование, Требования, Проект, Проверка на соответствие требованиям, Реализация, Валидация и Верификация, Эксплуатация, Накопление знаний, Модернизация, Вывод из эксплуатации (см. рисунок 7). Стадии могут выполняться одновременно, с наложением или последовательно. Это зависит от объекта, среды или проекта. На каждой стадии жизненного цикла осуществляется менеджмент знаний.

8.1.2 Базовый жизненный цикл может быть однозначно сопоставлен (трансформирован) с любым жизненным циклом системы, определенном в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 или ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 с целью унификации подходов исследования процессов на различных стадиях жизненного цикла системы [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36]. Одной из важных особенностей данного подхода является возможность сквозного накопления знаний [37].

8.1.3 Базовый жизненный цикл включает контрольные этапы «Проверка на соответствие требованиям», «Верификация и Валидация» и «Ввод в эксплуатацию», на которых могут быть выполнены автоматизированные проверки на основе математических моделей.

8.1.4 Стадии ЖЦ объекта или среды отражают состояния объекта и его изменения [38].

8.1.5 Этапы ЖЦ объекта или среды могут входить в состав стадий и предполагают выполнение определенного объема работ в течение ограниченного времени [39], [40].



Рисунок 7 — Унифицированный жизненный цикл объекта

8.1.6 Процессы ЖЦ отражают те действия, которые должны обязательно выполняться системой для обеспечения эффективной деятельности; определяются как совокупность взаимосвязанных действий, преобразующих входные данные в выходные; одни и те же процессы могут выполняться на различных стадиях (этапах) ЖЦ [41], [42].

8.2 Информационное поле жизненного цикла объекта

8.2.1 Информационное поле жизненного цикла объекта должно охватывать полную информацию жизненного цикла объекта. Информационное поле включает граничные условия для анализа информационной модели объекта. Схема информационного поля представлена на рисунке 8.

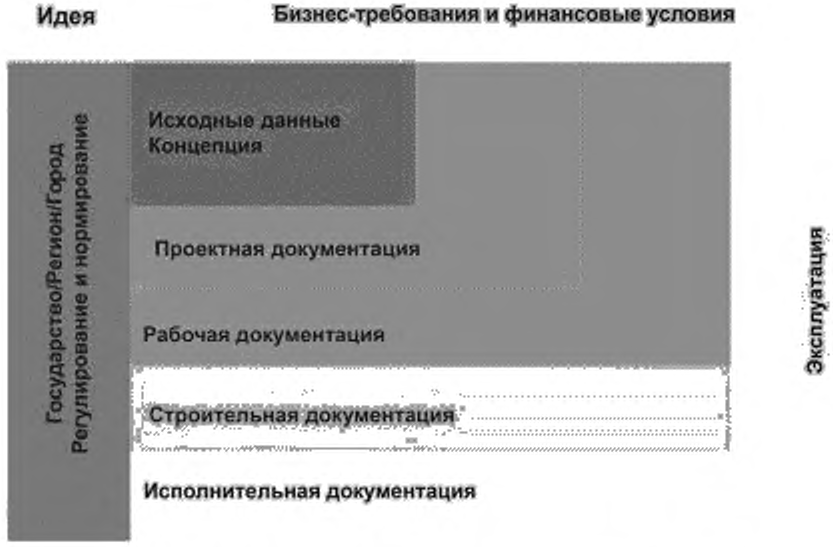

Рисунок 8 — Информационное поле жизненного цикла объекта

8.2.2 Информационное пространство должно являться подмножеством информационного поля.

8.2.3 Анализ информационных моделей объектов в контексте различных сред следует производить в соответствии со схемой анализа, приведенной на рисунке 9 [25], [43], [44].

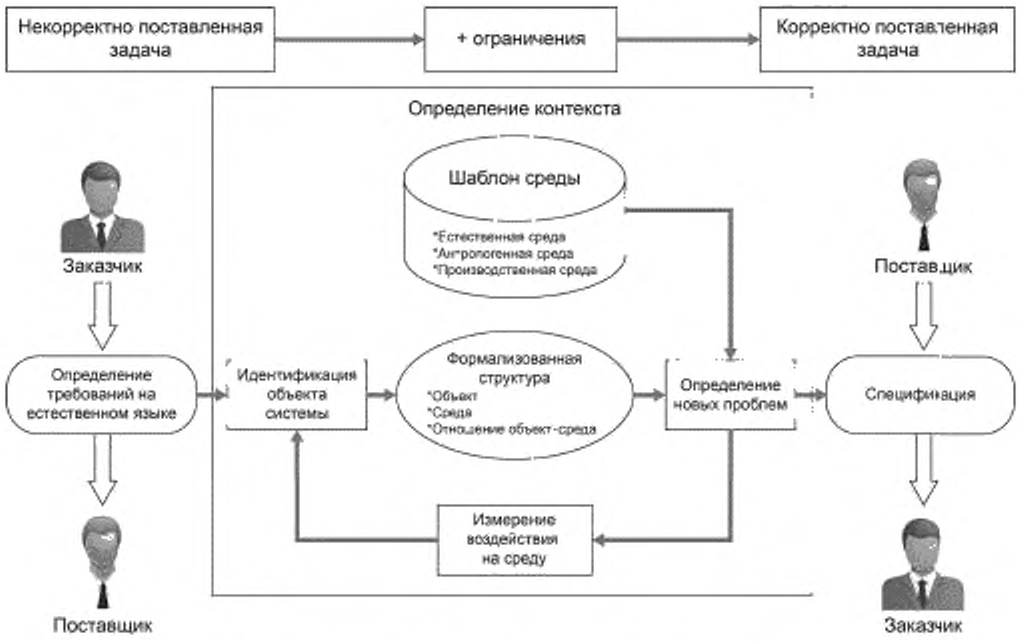

Рисунок 9 — Схема анализа антропогенного объекта и среды

9 Информационные наборы

9.1 Базовые наборы информации

9.1.1 Информационный набор в контексте настоящего стандарта определяет стандартизованное описание характеристик объекта или процесса исходя из точки зрения. Основная задача информационного набора — идентифицировать объект и задачу [45]. Определить вариант и инструмент представления информации.

Задачи, решаемые информационным набором:

- структурирование информации для разных групп потребителей, разных предметных областей для одного объекта;
- однозначная идентификация объекта в соответствии с точкой зрения и предметной областью;
- математическое описание объекта;
- самоописание объекта и задачи, включая: математическое описание, алгоритмическое описание на языке предметной области, рекомендации по выбору решателя;
- полное описание задачи в соответствии с требованиями RDF [9];
- базовое описание стандартных справочных данных, включая информацию, приведенную в ГОСТ Р 8.614;
- другие возможные варианты представления информации о выполняемых функциях и задачах.

Примечание — В рамках настоящего стандарта необходимо обозначить разницу между спецификацией и информационным набором. Спецификация описывает только часть объекта и в некоторых случаях может являться частью информационного набора.

9.1.2 Структура информационного набора формируется на основе базовой онтологии [1].

9.1.3 При формировании информационных наборов рекомендуется в качестве базовых метаданных использовать Дублинское ядро в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 15836.

9.1.4 Описание информационных наборов должно проводиться в соответствии с рекомендациями семантической сети [17], [5], [24], [27].

9.1.5 Информационный набор может быть представлен в двух видах:

9.1.5.1 в виде контейнера, содержащего описание в XML-файле в соответствии с требованиями общих логических схем (CL) [46];

9.1.5.2 в виде контейнера, содержащего ссылки в формате RDF на источники данных.

Примечание — В части 5 ИП к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред будут определены требования к формату файла и способу организации контейнера.

9.1.6 При использовании в информационном наборе математической модели информационный набор должен содержать описание алгоритма на языке MathML 3.0 [47].

Примечание — В случае наличия описания в формате LATEX необходимо использовать стандартные инструменты для конвертации в формат MathML 3.0.

9.1.7 Информационный набор может содержать графические данные, которые должны быть оформлены в соответствии со спецификацией [48] либо в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10303-21.

9.1.8 Концептуальная структура информационного набора должна быть организована в соответствии с набором атрибутов согласно таблице 3. Поля, отмеченные звездочкой, являются обязательными. Автор информационного набора вправе добавлять дополнительные поля.

Таблица 3 — Концептуальная структура информационного набора

Наименование поля	Тип поля
*Идентификационный номер описания объекта	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID, соответствующий описанию объекта
*Идентификационный номер точки зрения	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID, соответствующий точке зрения объекта
*Идентификационный номер информационного набора	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID
Описание объекта: общее текстовое	Текстовое поле не более 1500 знаков
*Правила проверки информационного набора	Текстовые строки URL
*Информация об авторе информационного набора	Текстовое поле не более 200 знаков
*Хеш-сумма информационного набора	Результат обработки данных информационного набора хеш-функцией [функция преобразования массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку фиксированной длины]

9.1.9 Концептуальная структура информационного набора, описывающего точку зрения, определена в таблице 4.

Таблица 4 — Концептуальная структура описания точки зрения

Наименование поля	Тип поля
Идентификационный номер описания объекта	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID, соответствующий описанию объекта
ID точки зрения	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID
Описание решаемой задачи	Текстовое поле не более А4
Тип задачи (детерминированная, стохастическая, иная)	Текстовое
Математическое описание	MathML-документ
Графическое представление	

9.1.10 Для решения конкретной задачи может быть сформирован отдельный информационный набор.

9.1.11 Информационный набор, содержащий в себе другие информационные наборы, является сложным информационным набором.

9.1.12 Вся информация в информационном наборе должна использовать универсальную кодировку, поддерживающую разные языковые кодировки [49].

9.1.13 Обмен информационными наборами может осуществляться в соответствии с требованиями либо ГОСТ 2.511, либо ГОСТ Р 57297, либо в соответствии с корпоративными стандартами и руководствами организации.

9.2 Уровень проработки информационной модели

9.2.1 Уровень проработки информационного набора определяет полноту совокупности информационного набора и правил трансформации, связанных с ним для соответствующей стадии жизненного цикла объекта.

9.2.2 Уровень проработки зависит от точки зрения.

9.2.3 Уровень проработки должен обеспечивать минимально необходимый объем информации для решения задачи в соответствии со стадией жизненного цикла.

9.2.4 Уровень проработки на стадии Идея и Концепция обеспечивает роль контроля минимального достаточного перечня атрибутов и параметров системы для разработки технического задания.

9.2.5 Уровень проработки определяет требования к объему и степени детализации графической информации. Уровни проработки позволяют определить отличия элементов модели без проверки и сравнения свойств (атрибутов) каждого элемента в отдельности.

9.2.6 Уровень проработки элементов в рамках одной информационной модели может быть разным, что будет соответствовать определенным точкам зрения.

9.2.7 Уровень проработки включает следующие обязательные характеристики:

- уровень проработки графической информации;
- уровень проработки математической модели;
- уровень проработки неграфической информации;
- уровень сервиса.

9.2.8 Уровень проработки измеряется относительно полноты онтологии информационного набора.

9.3 Правила формирования отраслевых базовых наборов

Отраслевые базовые наборы формируют интегрированные модели для определенной предметной отрасли или определенной задачи. Наборы этого вида должны быть основаны на атомарных моделях, которые проверены и подписаны цифровой подписью экспертов.

Отраслевые базовые наборы должны содержать модели, определенные в соответствии с требованиями ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.051, ГОСТ Р ИСО 15704 и ГОСТ Р ИСО 15926-2.

Отраслевые базовые наборы определены в ГОСТ Р 57297.

9.4 Сечения

9.4.1 Сечение является выборкой атрибутов и параметров объекта из различных информационных наборов с учетом взаимосвязей для построения междисциплинарного представления информации объекта.

9.4.2 Сечение может быть сопоставлено с уникальным наименованием, и навигация по нему может быть представлена в виде графа.

Примечание — Визуальное описание таких ассоциаций не интуитивно, так как большинство инструментов показывает модели согласно составу или иерархии. В некоторых системах моделирования сечению соответствует понятие квершлага.

9.4.3 Сечение является сложным информационным набором, который формируется на основе информационных наборов в конкретной предметной области или информационных наборов, сформированных для решения конкретной задачи. Существующие связи и отношения между объектами-системами в сечении изображаются различными линиями между объектами.

Примечание — Например, наследование показывает аналогично диаграммам класса UML, в то время как указатели визуализируются с линиями и стрелами. В дополнение к визуализации главная полезность сечений — то, что они служат для анализа междисциплинарных ассоциаций.

9.5 Правила проверки корректности базового набора

9.5.1 При разработке информационного набора должны быть определены и правила автоматической проверки корректности информации.

9.5.2 Правила должны быть описаны на языке RuleML.

9.5.3 Если информационный набор содержит математическую модель, то правила проверки корректности должны описывать тестовые задачи, на основе которых можно осуществить проверку корректности математической модели.

9.6 Правила контроля целостности базового набора

9.6.1 При изменении информационного набора должен автоматически пересчитываться параметр «хеш-сумма».

9.6.2 Расчет хеш-суммы должен осуществляться хеш-функцией в соответствии с ГОСТ Р 34.11.

9.6.3 При работе с информационным набором системы моделирования должны проверять соответствие хеш-суммы рассчитанной хеш-сумме в текущий момент времени.

9.7 Авторские права и ответственность разработчика базовых наборов

9.7.1 Информационный набор обязательно должен содержать информацию об авторе в виде текстового поля, в котором указываются фамилия и инициалы, научная степень и контактная информация.

10 Трансформация информации

10.1 Определение трансформации информации

10.1.1 Трансформация информации в контексте настоящего стандарта определяет правила преобразования информационных наборов в различные представления информации: форматы, графическое представление и т. д.

Задачи, решаемые трансформацией информации:

- однозначное преобразование информационных наборов из одного в другой;
- в некоторых случаях двунаправленное преобразование;
- определение инструмента и способа преобразования данных;
- обеспечение представления информации в различных видах вне зависимости от способа хранения данных в информационном наборе.

Примечание — Например, форматы, предназначенные для хранения и обмена информацией о физико-химических свойствах веществ.

10.1.2 Описание информационных наборов должно проводиться в соответствии с рекомендациями семантической сети [6], [5], [24], [27].

10.1.3 Трансформация информации представляется в виде специализированного информационного набора в виде контейнера, содержащего ссылки в формате RDF на инструменты преобразования данных.

Примечание — В части 5 ИП к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред будут определены требования к формату файла и способу организации контейнера.

10.1.4 При использовании в правиле трансформации математической модели правило трансформации должно содержать описание алгоритма на языке MathML 3.0 [47].

Примечание — В случае наличия описания в формате LATEX необходимо использовать стандартные инструменты для конвертации в формат MathML 3.0.

10.1.5 Концептуальная структура правила трансформации может быть реализована в соответствии с таблицей 5. Поля, отмеченные звездочкой, являются обязательными. Автор информационного набора вправе добавлять дополнительные поля.

Таблица 5 — Концептуальная структура правила трансформации

Наименование поля	Тип поля
*Идентификационный номер точки зрения	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID, соответствующий точке зрения объекта
*Идентификационный номер информационного набора	Числовой идентификатор, формируемый по принципу GUID
Описание правила трансформации	Текстовое поле не более 1500 знаков

Окончание таблицы 5

Наименование поля	Тип поля
*Правила проверки трансформации	Правила, оформленные в соответствии со спецификацией RuleML
*Информация об авторе правила трансформации	Текстовое поле не более 200 знаков
*Хеш-сумма информационного набора	Результат обработки данных информационного набора хеш-функцией [функция преобразования массива входных данных произвольной длины в (выходную) битовую строку фиксированной длины]

10.1.6 Правило трансформации, содержащее в себе другие правила трансформации, является сложным правилом трансформации.

10.1.7 Вся информация в правилах трансформации должна использовать универсальную кодировку, поддерживающую разные языковые кодировки [49].

10.2 Определение правил трансформации

Правила трансформации определяют однозначное преобразование данных из одного формата в другой в соответствии с требованием решаемой задачи.

Правила трансформации определяют взаимно однозначное представление информации для визуализации данных.

Правила трансформации определяют методику анализа результатов термодинамических и других видов вычислений, а также создание средств визуализации результатов термодинамического моделирования.

Правила трансформации формируются на основе алгоритмов преобразования данных.

10.3 Контроль целостности информации при трансформации

10.3.1 При изменении правила трансформации должен автоматически пересчитываться параметр «хеш-сумма».

10.3.2 Расчет хеш-суммы должен осуществляться хеш-фунцией в соответствии с ГОСТ Р 34.11.

10.3.3 При работе с правилами трансформации системы моделирования должны проверять соответствие хеш-суммы рассчитанной хеш-сумме в текущий момент времени.

10.4 Авторские права и ответственность разработчика правил трансформации

10.4.1 Информационный набор обязательно должен содержать информацию об авторе в виде текстового поля, в котором указываются фамилия и инициалы, научная степень и контактная информация.

11 Управление информацией

11.1 Управление проектными данными

В рамках любого проекта должно быть сформировано информационное пространство, включающее общую среду передачи данных.

Процедуры контроля изменения проектных данных должны быть согласованы между целевыми проектными подразделениями так, чтобы работа одного целевого проектного подразделения не изменяла работу другого и чтобы изменения проекта не могли остановить работу информационного пространства.

В некоторых случаях проектные изменения необходимы. Об этом следует сообщать как можно раньше, с помощью методики раннего предупреждения. Изменения должны проводиться только при получении соответствующих разрешений. Учет затрат изменений и записи изменений должны быть точными, чтобы добавить к механизмам обратной связи для конкретного проекта и вообще получение информации.

Информационный менеджер, ответственный за проведение контроля изменений, информирует заказчика/работодателя, используя установленную отчетность от соответствующих менеджеров проектной группы, в том числе сметы (изначальную смету расходов, но как можно скорее полностью уточненный уровень издержек).

Примечание — Детальное описание управления проектными данными будет приведено в части 5 ИП к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред.

11.2 Процессы

В контексте настоящего стандарта все процессы рассматриваются в соответствии с методологией BPMN-S.

Примечание — Детальное описание управления проектными данными и формирование процессов будет приведено в части 4 ИП к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред.

11.3 Информационная безопасность

Для обеспечения вопросов информационной безопасности при применении ИП рекомендуется использовать стандартные средства защиты информации и при необходимости применять специализированные средства.

Примечание — Для корректного обмена защищенными данными предполагается применение стандартов XACML [50] и NGAC.

12 Библиотеки

В контексте настоящего стандарта предполагается, что для обеспечения эффективной работы проектных команд в рамках вычислимой среды необходимо использовать стандартные библиотеки объектов, информационных наборов и правил трансформации. Аналогично данные библиотеки могут быть использованы для повышения эффективности обмена информацией об объектах непрерывных производств, исследовательских центров и проектных организаций.

Библиотеки электронных компонент должны быть сформированы в соответствии с ГОСТ Р 7.0, ГОСТ Р ИСО/МЭК 19778-1.

Библиотеки электронных компонент могут быть реализованы в виде отдельных автоматизированных систем со стандартными интерфейсами.

Информационные наборы, информационные модели и правила трансформации, содержащиеся в библиотеках электронных компонент, должны соответствовать требованиям системы управления качеством в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000.

Информационные модели, входящие в библиотеки электронных компонент, должны содержать информационные наборы, соответствующие требованиям стандарта ГОСТ Р 27.202.

Подробную информацию об использовании библиотек см. в ГОСТ Р 57297.

Приложение А
(рекомендуемое)

Взаимосвязь с существующими технологиями

А.1 Стандарты в области обмена проектными данными

Настоящий стандарт предусматривает интеграцию со стандартами ИЛП (CALS), стандартами единой системы конструкторской документации (ЕСКД), единой системы технологической документации (ЕСПД) и стандартами программной инженерии ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207.

В части обмена данными САПР подразумевается интеграция с группой стандартов ГОСТ Р ИСО 10303 для описания предметных областей, охватываемых этими протоколами.

Ввиду того что настоящий стандарт разрабатывался как интеграция стандартов в области обмена проектными данными строительной отрасли, данный стандарт совместим с международными стандартами в области информационного моделирования зданий [53], [16], [54], [55].

Международные методологии, приведенные ниже, требуют отдельного рассмотрения и разработки руководящих документов:

- PAREX (Parametric Representation and Exchange) [56] — описание параметризованной модели и представление знаний об изделии;

- Формат обмена знаниями KIF (Knowledge Interchange Format) определяет построенный на логике предикатов первого порядка язык представления знаний;

- ГОСТ Р ИСО 15531-1 (MANDATE) — стандарт описания производственного процесса. Стандарт описывает принципы взаимодействия предприятия с внешними партнерами, принципы описания ресурсов предприятия и принципы моделирования информационных и материальных потоков внутри предприятия.

Стандартный обобщенный язык разметки (SGML) описывает технологии, используемые для подготовки, хранения и передачи электронной документации, т. е. наборов данных, предназначенных для восприятия человеком документов. SGML предписывает стандартный формат для встроенных в документ «описательных пометок» (т. е. данных, определяющих не содержание, а структуру и оформление документа) [57], [58].

А.2 Сопоставление жизненных циклов

Для обеспечения совместимости настоящего стандарта с существующими стандартами и методологиями рекомендуется использовать таблицу А.1.

Таблица А.1 — Сопоставление жизненных циклов

Характеристики жизненного цикла	Базовый ЖЦ	ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288	DOD 5000	Р50-605-80—93	ГОСТ Р ИСО 10303 АР239	ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207
Стадия Идея	+	+				+
Стадия Концепция	+		+	+	+	+
Стадия Планирование	+	+	+	+	+	+
Стадия Требования	+	+		+	+	+
Стадия Проект	+	+	+	+	+	+
Стадия Проверка на соответствие требованиям	+					+
Стадия Реализация	+	+	+	+	+	+
Стадия Валидация и верификация	+	+	+	+	+	+
Стадия Эксплуатация	+	+	+	+		+
Стадия Модернизация	+	+	+	+	+	+
Стадия Накопление знаний	+					
Стадия Вывод из эксплуатации	+	+	+	+	+	+

Окончание таблицы А.1

Характеристики жизненного цикла	Базовый ЖЦ	ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288	DOD 5000	Р50-605-80— 93	ГОСТ Р ИСО 10303 AP239	ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207
Менеджмент знаний	+	+	+	+		+
Количество контрольных стадий (автоматическая проверка)	3	1	1	1	1	2
Масштабируемость	+	+		+	+	
Взаимосвязи (между стадиями и участниками жизненного цикла, а также с потребителями/пользователями конечного продукта)	+	+	+	+	+	+

Библиография

[1] ISO 19150-2:2015 Информация географическая. Онтология. Часть 2. Правила разработки онтологий в языке описания онтологий (OWL)

[2] ИСО 15926-1—2004 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Интеграция данных о сроке службы нефтехимических установок, включая установки по добыче нефти и газа. Часть 1. Общее представление и основные принципы

[3] ИСО 21127:2014 Информация и документация. Справочная онтология для обмена информацией о культурном наследии

[4] ИСО/МЭК 10746-2:2009 Информационные технологии. Открытая распределенная обработка. Эталонная модель. Часть 2. Основы

[5] W3C. Semantic Web, http://www.w3.org/2001/sw/

[6] Formalization of Semantic Annotation for Systems Interoperability in a PLM environment Yongxin Liao, Mario Lezoche, Eduardo Loures, Hervé Panetto and Nacer Boudjlida

[7] RDF Interest Group 1999—2004 gost.e-ecolog.ru

[8] RuleML gost.e-ecolog.ru

[9] CityGML Presentation slides and articles gost.e-ecolog.ru

[10] BS 1192—2007 «Совместное производство архитектурных, инженерных и информационных технологий — Кодекс практики»

[11] ИСО/МЭК 19778-1—2015 Информационная технология. Обучение, образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство. Часть 1. Модель данных общего рабочего пространства

[12] ИСО/МЭК ТО 10032—2003 Информационные технологии. Справочная модель управления данными

[13] PAS 1192-2 «Спецификация для управления информацией на этапе капитального строительства/доставка строительных проектов с использованием информационных моделей здания»

[14] ИСО/МЭК 2382:2015 Информационные технологии. Словарь терминов

[15] Р 50.1.041—2002 Информационные технологии. Руководство по проектированию профилей среды открытой системы (СОС) организации-пользователя

[16] ISO/TS 15926-8:2011 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Интеграция данных о сроке службы нефтехимических установок, включая оборудование и сооружения для добычи нефти и газа. Часть 8. Методы исполнения объединения распределенных систем. Внедрение сетевого онтологического языка

[17] IEEE 1484.12.1—2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata

[18] Progress with OntoCAD: A Standardised Ontological Annotation Approach to CAD Systems Chunlei Li, Chris McMahon, Linda Newnes

[19] WFMC-TC-1011 Terminology & Glossary (WFMC-TC-1011, Feb-1999, 3.0)

[20] Succar B. Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders // *Automation in Construction*. 2009. Vol. 18. No. 3. P. 357—375

[21] Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12—21. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.3

[22] Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М., 1978

[23] Урманцев Ю.А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития

[24] W3C Recommendation. OWL 2 Web Ontology Language RDF-Based Semantics (Second Edition) gost.e-ecolog.ru w3.org/TR/owl2-rdf-based-semantics/

[25] Formalization and Classification of Product Requirements using axiomatic theory of Design Modeling Zhen Yu Chen 2006

[26] West M. Developing High Quality Data Models. Morgan Kaufmann. 2011. 408 p.

[27] Richards, M. BIP 2207. Building information management — A standard framework and guide to BS 1192. London: BSI, 2010

[28] Marzia Bolpagni, Angelo Luigi, Camillo Ciribini, The Information Modeling and the Progression of Data-Driven Projects

[29] BIM (Building Information Modelling): New LOD definitions. Level of Development for LOD000 to LOD600 and LOD X00 (gost.e-ecolog.ru) May 2015, Javier Alonso Universidad Politécnica de Madrid

[30] НИР «Разработка стратегии универсального дизайна», по заказу Минпромторг, 2012

[31] Construction industry council. Scope of services. First Edition. London: CIC, 2007

[32] Royal institute of british architects. Plan of work. RIBA, 2013

[33] Network rail. The guide to railway investment projects. Network rail, 2012

[34] Royal institute of british architects. Plan of work. London: RIBA, 2007

[35] Hawkins G. Building Services Job Book — A project framework for engineering services (BG 1/2009). BSRIA, 2009

[36] Construction project information committee. The CPIx protocol CPIc, 2013

[37] Левенчук А. Системно-инженерное мышление. М., TechInvestLab, 2015

[38] ИСО 15686-4:2014 Строительство зданий. Планирование срока службы. Часть 4. Планирование срока службы с использованием информационного моделирования зданий

[39] ИСО 15686-5:2008 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 5. Стоимость эксплуатационного обслуживания

[40] ИСО 15686-3:2002 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 3. Аудит и проверка эксплуатационных показателей

[41] ИСО 15686-7:2006 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 7. Оценивание характеристик для обратной связи относительно данных о долговечности, полученных на практике

[42] ИСО 15686-10:2010 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 10. Время оценки функциональных характеристик

[43] Kujundzic S.M. Methods and Models for Stability, Controllable-Controllability and Reliability Analysis of Systems Motion. M.: Fizmatlit, 2004. 544 c. ISBN 5-9221-0494-2

[44] Мартынов А.С., Артюхов В.В. Системная методология оценки устойчивости природно-антропогенных комплексов. Теория, алгоритмы, количественные оценки

[45] West M. Developing High Quality Data Models (EPISTLE Core Model). http://www.matthew-west.org.uk/documents/princ03.pdf

[46] ИСО/МЭК 24707:2007 Информационные технологии. Общие логические схемы (CL). Структура семейства языков на основе логических схем

[47] ИСО/МЭК 40314:2016 Информационная технология. Математический язык разметки (MathML), версия 3.0, 2-е издание

[48] ИСО 10303-28:2007 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Представление данных о продукции и обмен данными. Часть 28. Методы реализации. Представления XML схем и данных EXPRESS, используя схемы XML

[49] ИСО/МЭК 10646:2011 Информационные технологии. Универсальный набор кодированных символов (UCS)

[50] EXtensible Access Control Markup Language (XACML) Version 3.0 OASIS Standard, 22 January 2013 (gost.e-ecolog.ru oasis-open.org/xacml/3.0/xacml-3.0-core-spec-os-en.html)

[51] ИСО 15686-1:2011 Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование срока службы. Часть 1. Общие принципы и структура

[52]	ИСО 15686-2:2012	Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Часть 2. Методы прогнозирования долговечности
[53]	ISO 9000; ISO/IEC 19770-1:2012	Information technology — Software asset management — Part 1: Processes and tiered assessment of conformance
[54]	BS EN 12973	«Управление значением (стоимостью)»
[55]	BS ИСО 12006-2	«Строительство зданий. Организация информации о строительных работах. Часть 2: Основа для классификации информации»
[56]	ИСО 14959	PAREX Parametric Representation and Exchange
[57]	ИСО 8879	Обработка информации. Текстовые и офисные системы. Стандартный обобщенный язык разметки (SGML)
[58]	ИСО/МЭК 13250:2003	Информационные технологии. Применение типового обобщенного языка разметки (SGML). Тематические планы

УДК 001.4:004:006.354

ОКС 01.040.01,
07.020,
07.030

Ключевые слова: моделирование, жизненный цикл, основные положения, информационная модель

Редактор переиздания *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.М. Поляченко*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 27.02.2020. Подписано в печать 16.04.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов.
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru