ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59780— 2021

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Рекомендации по определению и оценке экологических аспектов производственных процессов

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «НИИ экономики связи и информатики «Интерэкомс» (ООО «НИИ «Интерэкомс»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 020 «Экологический менеджмент и экономика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 октября 2021 г. № 1227-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Общие положения 2
5 Графическое представление единичного производственного процесса 5
6 Концептуальное определение единичного производственного процесса 5
7 Методология определения характеристик процесса 11
8 Представление системы, содержащей единичные производственные процессы 13
Библиография 17

Введение

Сбалансированность экологических и социально-экономических факторов является приоритетной целью устойчивого экономического развития общества, она может относиться к любому состоянию глобальной системы, в которой потребности населения должны удовлетворяться не в ущерб способности будущих поколений удовлетворять свои собственные жизненно важные потребности. Концепция социальной и экологической ответственности перед будущими поколениями находится в непрерывном развитии. Понимание и обеспечение баланса между экологическими, социальными и экономическими системами (которые в идеале должны быть взаимодополняющими друг друга) считаются необходимыми условиями для достижения прогресса в сфере устойчивости, которая уже признана одной из наиболее важных и оказывающей влияние на деятельность человечества.

В настоящем стандарте представлена концептуальная модель единичного производственного процесса (ЕПП-процесса), с помощью которой можно получать формализованные представления.

В настоящем стандарте также приведено графическое представление ЕПП-модели, которая обеспечивает поддержку процессов структурирования системы и визуализации производственной информации.

В настоящем стандарте приведена методология определения характеристик процесса формирования ЕПП-моделей, которые характеризуют экологические аспекты производственных процессов.

Для представления производственной системы в настоящем стандарте приведено концептуальное описание системы, состоящей из нескольких ЕПП-моделей.

Настоящий стандарт можно использовать в качестве дополнения к другим стандартам, имеющим отношение к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и жизненному циклу продукции. Настоящий стандарт наиболее тесно связан с инвентаризационным анализом жизненного цикла, рассмотренным в ГОСТ Р ИСО 14040 и ГОСТ Р ИСО 14044, а также с вопросами управления ресурсами, представленными в ГОСТ Р 55.0.01 и ГОСТ Р 55.0.02.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Рекомендации по определению и оценке экологических аспектов производственных процессов

Environmental management. Guidelines for determination and assessment of environmental aspects of manufacturing processes

Дата введения — 2022—03—01

1 Область применения

В настоящем стандарте устанавливается процедура, предназначенная для определения характеристик производственного процесса любой категории, а также для систематического сбора и описания соответствующей экологической информации.

В настоящем стандарте определена структура и формализованные процедуры идентификации и сбора ключевой информации, необходимой для оценки эффективности производства. Информация по фактической оценке производственных показателей в настоящем стандарте отсутствует.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 55.0.01/ИСО 55000:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Общее представление, принципы и терминология

ГОСТ Р 55.0.02/ИСО 55001:2014 Управление активами. Национальная система стандартов. Системы менеджмента. Требования

ГОСТ Р ИСО 14040 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура

ГОСТ Р ИСО 14044 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации

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 недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями.

Издание официальное

3.1 **составная модель единичного [элементарного] производственного процесса:** Структурированное представление взаимодействий между несколькими ЕПП-моделями.

Примечание — Аналогично ЕПП-модели составную ЕПП-модель можно определять с использованием различных входных/выходных данных, различной производственно-технологической информации, различных преобразований и производственных ресурсов.

3.2 **производственный ресурс:** Физическая (логическая) сущность, способствующая выполнению производственного процесса.

Примечание — Производственные ресурсы включают следующие производственные активы (и не только): оборудование, машины, программное обеспечение, устройства автоматизации, устройства управления, измерительные инструменты, рабочие инструменты и другие ресурсы, например, операторов, материалы, топливо, а также физические установки для подготовки ресурсов к работе.

3.3 **сочетание моделей:** Мероприятие по объединению отдельных ЕПП-моделей для создания составных ЕПП-моделей, которые могут использоваться для определения показателей, наиболее важных для производственной системы или продукции.

3.4 **единичный [элементарный] производственный процесс;** ЕПП-процесс: Минимальный производственный элемент или подпроцесс, который способен создавать добавленную стоимость за счет изменения или преобразования формы, структуры или свойства исходного материала или изделия.

Примечание — ЕПП-процесс — это четко ограниченный и качественно определенный производственный процесс, в рамках которого производится изготовление компонента, сборочного узла или изделия.

3.5 **модель единичного [элементарного] производственного процесса;** ЕПП-модель: Структурированное представление информации, связанной с ЕПП-процессом.

4 Общие положения

Настоящий стандарт устанавливает системный подход к определению характеристик экологических аспектов производственных процессов, описываемых с использованием общепринятых формализованных языков описаний.

Примечания

1 В информационных технологиях формализованные языки используются в тех случаях, когда естественный язык использовать невозможно (например, в математике, логике или при программировании). Символы и формулы в формализованных языках находятся в четко определенных синтаксических и семантических связях друг с другом. Формализованные представления получают с помощью формализованных языков.

2 ЕПП-модель описывают с использованием формализованных языков программирования [например, с помощью расширяемого языка разметки (XML), унифицированного языка моделирования (UML) или языка моделирования систем (SysML)], что расширяет вычислительные возможности и облегчает обмен данными/информацией с другими производственными и аналитическими приложениями, тем самым помогая производителям продукции оценивать, документировать и повышать ее технические характеристики. В настоящем стандарте сознательно применяются языки программирования UML и XML, однако настоящий стандарт не ограничивает использование других языков.

В настоящем стандарте определена структура, и приведено формализованное описание производственных процессов, что обеспечивает согласованность их рабочих характеристик в компьютерно-интерпретируемой форме, эффективный обмен производственной информацией и возможность выполнения ее анализа.

Рисунок 1 иллюстрирует возможности применения настоящего стандарта для переноса посредством графического и формализованного представления производственных ресурсов (например, промышленных роботов, станков и вспомогательного оборудования) реального мира в цифровую среду. При этом информация, необходимая для выполнения тех или иных процессов инженерного анализа (например, оптимизации, моделирования или оценки жизненного цикла), будет характеризоваться полным, стандартизированным и эффективным образом.

Примечание — Настоящий стандарт будет стимулировать разработку новых средств связи производственной информации и методов аналитического расчета необходимых показателей экологической результативности.



В ЕПП-моделях сохраняются цифровые представления реальных производственных ресурсов и систем, необходимых для инженерного анализа (например, для оптимизации, моделирования и оценки жизненного цикла продукции).

Рисунок 1 — Концептуальное представление настоящего стандарта и области его применения

Настоящий стандарт также может поддерживать разработку средств, предназначенных для расширения возможностей принятия решений, при этом облегчая разработку и расширение стандартизированных баз данных и информации.

Примечание — Настоящий стандарт также может поддерживать разработку средств, предназначенных для расширения возможностей принятия решений, при этом облегчая разработку и расширение стандартизированных баз данных и информации.

На рисунке 2 представлена блок-схема, определяющая последовательность описаний в настоящем стандарте. Так, в разделе 5 описывается графическое представление ЕПП-процесса, в разделе 6 приводится концептуальное определение этого процесса, в разделе 7 представлена пошаговая инструкция по определению характеристик производственного процесса формализованными методами, рассмотренными в разделах 5 и 6, в разделе 8 приведено описание способа формирования составной модели системы или ЕПП-сети.

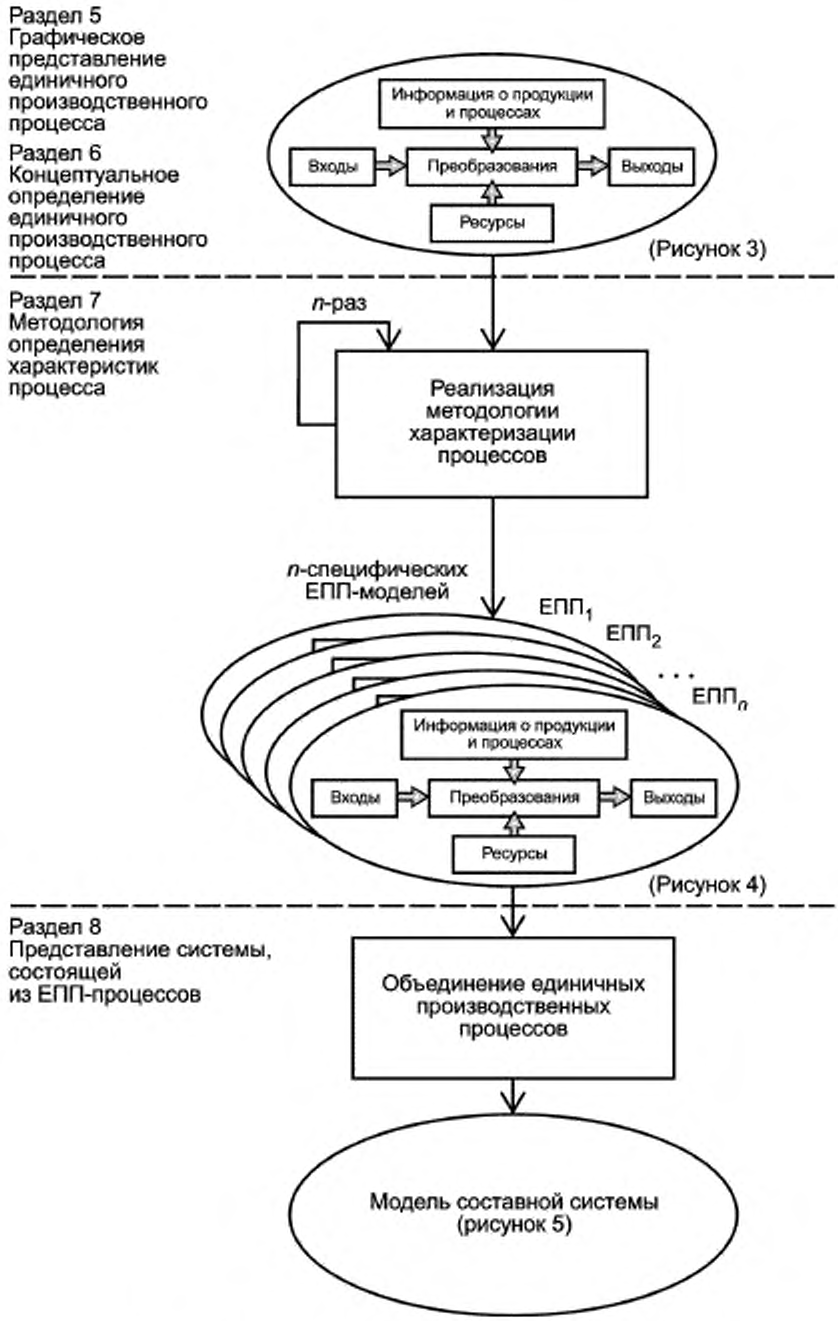

Рисунок 2 — Блок-схема, иллюстрирующая представление и методологию определения характеристик процессов для разработки конкретных ЕПП-моделей и поддержки их сочетания

5 Графическое представление единичного производственного процесса

Графическое представление единичного производственного процесса (см. рисунок 3) упрощает процедуру передачи (обмена) производственно-технологической информации. Графическое представление содержит пять блоков (входы, выходы, информация о продукции и процессах, преобразование и ресурсы) и предназначено для систематического структурирования и визуализации производственной информации.



Рисунок 3 — Графическое представление информации о ЕПП-процессе

Содержимое каждого из этих пяти блоков описано в разделе 6 с использованием унифицированного языка моделирования (UML) для формирования концептуального представления (из которого может быть получено формализованное представление ЕПП-процесса).

6 Концептуальное определение единичного производственного процесса

Рисунок 4 иллюстрирует концептуальное представление ЕПП-процесса в виде диаграммы классов UML. Начиная с определения концепта единичного производственного процесса (UnitManufacturingProcess) в качестве центрального элемента, ЕПП-концепты в прямоугольниках на рисунке 4 описывают в виде UML-классов. Атрибуты концептов описывают как UML-атрибуты и указывают внутри прямоугольников. Взаимосвязи между различными концептами описывают как UML-агрегации/ассоциации и изображают на рисунке 4 с помощью соединительных стрелок. Далее в настоящем разделе определен каждый из изображенных на этом рисунке ЕПП-концепт. При этом курсив используется для выделения имен UML-классов и атрибутов, которые относятся к тому или иному концепту. Атрибуты на рисунке 4 приведены для каждого концепта.

Примечания

1 Информация, содержащаяся в концептуальном определении ЕПП-процесса, специально приведена для обеспечения универсальности ее применения.

2 В 6.2 приведены примеры и семантическая интерпретация концептов и атрибутов, указанных в их концептуальном определении.

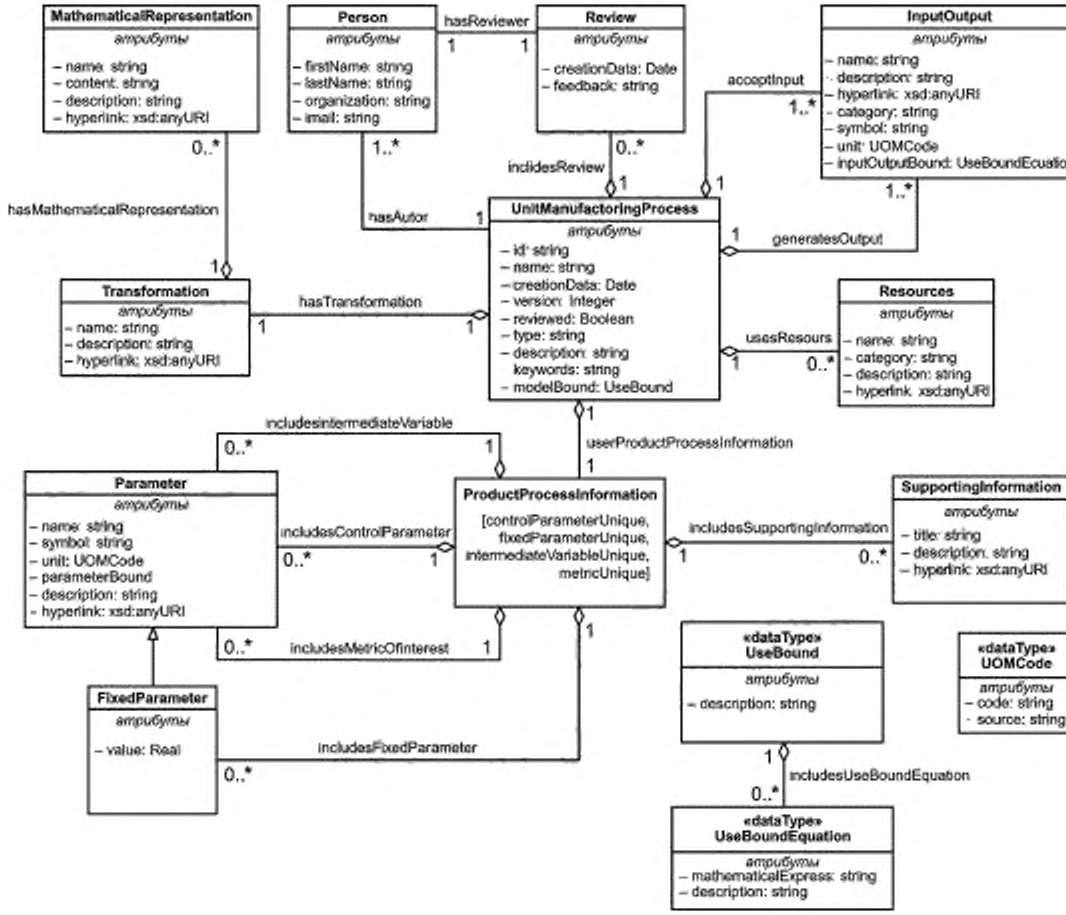

Рисунок 4 — Блок-схема, иллюстрирующая концептуальное определение ЕПП-процесса

Концептуальная модель единичного производственного процесса должна определяться следующими структурными элементами:

- единичный производственный процесс (ЕПП-процесс). Модель физического процесса, осуществляемого в производственной среде, обеспечивает получение добавленной стоимости за счет изменения или преобразования формы, структуры или свойства исходного материала или изделия. Единичный производственный процесс (определяемый концептом UnitManufacturingProcess) принимает данные на входе (определяемые концептом InputOutput) и формирует на выходе данные (определяемые концептом InputOutput), используя при этом информацию о продукции и процессе (определяемые концептом ProductProcessInformation), производственные ресурсы (определяемые концептом Resource), преобразование (определяемые концептом Transformation), отчеты (определяемые концептом Review) и авторов (определяемые концептом Person). Некоторые примеры атрибута «тип» (type) единичного производственного процесса имеют отношение к операциям фрезерования, токарной обработки, литья под давлением/в форму и лазерного плавления порошка на подложке. Примером атрибута «математическое выражение» (mathematicalExpression) в концепте применение граничных выражений (UseBoundEquation) может служить запись типа «15 °C < temperature_ambient (температура окружающей среды) < 40 °C », а примером связанного с ним атрибута «описание» (description) — запись типа «Модель была проверена только в этом диапазоне температур»;

- входы (входные данные). Все физические исходные данные, которые используются для ЕПП-процессов, например, материалы, в частности, сырье или незавершенное производство, расходные

материалы (например, смазка или сжатый воздух), энергия, а также факторы окружающей среды (например, температура, влажность, концентрация твердых частиц, вибрации и удары), которые возникают в процессе производства изделия. Примером атрибута «категория» (category) для входных данных может быть материал, энергия или часть какого-либо процесса, примером атрибута «символ» (symbol) может быть используемое электричество (electricity_used), примером атрибута «код» (code) в типе UOMCode является КВт/час с атрибутом symbol. Примером атрибута mathematicalExpression для концепта UseBoundEquation является элемент electricity_used > 0, а примером связанного с ним атрибута description — запись типа «Для запуска этого процесса необходимо электропитание»,

- выходы (выходные данные). Все физические конечные данные, выходят из ЕПП-модели (например, изделия, полуфабрикаты, отходы и выбросы). Выходные данные для одной ЕПП-модели могут становиться входными данными для другой ЕПП-модели. Примером атрибута symbol является оператор waste_aluminum, примером атрибута category могут быть выбросы, полуфабрикаты или изделия, примером атрибута code в типе UOMCode является запись Кг/м с атрибутом source, примером атрибута mathematicalExpression для типа UseBound является оператор waste_aluminium > 0, а примером связанного с ним атрибута description является запись типа «Возможно, что данный процесс не приводит к образованию каких-либо выбросов»;

- производственно-технологическая информация. Информация, облегчающая оценку преобразований, расчет материалов, энергии и информации, и включающая в себя такие параметры, как геометрические размеры изделия, свойства материалов, программы управления и технологические проекты. Производственно-технологическая информация содержит параметры управления (определяемые концептом Parameter), промежуточные переменные (определяемые концептом Parameter), целевые показатели (определяемые концептом Parameter), фиксированные параметры (определяемые концептом FixedParameter) и вспомогательную информацию (определяемые концептом SupportingInformation). Концепт FixedParameter расширяет возможности концепта Parameter. Технологические параметры разделяются на следующие четыре типа, причем для каждого типа параметра коды единиц измерения, используемые уравнения привязки и описания аналогичны предусмотренным для ввода данных и вывода данных;

- контрольные параметры — параметры, которые можно корректировать для оценки различных вариантов процесса, например, в процессах механической обработки это глубина резания, скорость вращения шпинделя и скорость подачи резца;

- фиксированные параметры — параметры, которые фиксируют путем оценки уравнений преобразования, например, в процессах механической обработки: это удельная энергия резания и твердость материала обрабатываемой детали;

- промежуточные параметры — расчетные параметры, которые необходимы для завершения оценки целевых показателей, например, в процессе фрезерования: время фрезерования заданной площади обрабатываемой поверхности. Время фрезерования необходимо рассчитывать до оценки требуемой машинной мощности;

- целевые показатели — показатели производительности, связанные с тем или иным процессом и используемые для оценки ЕПП-модели (например, стоимости изделия или массы выбросов CO_2 в пересчете на одно изделие);

- вспомогательная информация — все другие соответствующие ссылки на информацию, касающиеся производственного процесса, включая планы производства, технические и производственные характеристики изделий, а также инструкции по их наладке, эксплуатации и демонтажу;

- производственный ресурс — информация относительно технологических ресурсов, например, об оборудовании, инструментах, о приспособлениях, и контрольно-измерительной аппаратуре;

- преобразование — формализованные отношения между входами, выходами и целевыми показателями, осуществляемые посредством использования производственно-технологической информации, а также информации о производственных ресурсах. Преобразование выражается в виде математического представления (определяемого концептом MathematicalRepresentation);

- концепт MathematicalRepresentation — описание или формализованное определение (или и то и другое) преобразования. Примеры атрибута content математического представления содержат выражение типа MathM, модель, управляемую PMML-данными, и ограничение в виде неравенства (в виде выражения на языке MathML), представляющего в производственной модели область технической реализации.

Примечание — MathML — это язык разметки, разработанный Консорциумом World Wide Web (W3C) для описания математических выражений, охватывающих его структуру и содержание. PMML — это стандарт, разработанный группой интеллектуального анализа данных (DMG) с целью формирования прогностических моделей в XML-формате и оказания помощи в их развертывании;

- отчет — экспертная оценка ЕПП-модели, выполняемая экспертом-рецензентом (определяемого концептом Person). Примеры способов, которыми указанная модель может анализироваться — это процедуры независимой технической экспертизы, исследования/анализа (с использованием эмпирических данных) и перекрестной проверки результатов на достоверность (с использованием учебных данных — в случае моделей, управляемых данными).

В таблицах 1—14 приведены атрибуты и взаимосвязи каждого концепта при их концептуальном определении, причем для каждого атрибута указывается тип данных и их описание, а для каждой взаимосвязи с концептом указывается имя связанного с ним концепта, кардинальность этой связи и ссылка, дающая дополнительную информацию.

Примечание — Приведенные ниже таблицы содержат дополнительную информацию, облегчающую реализацию концептуального определения.

Таблица 1 — Описание концепта UnitManufacturingProcess

Атрибут	Тип данных	Описание	
id	String	Описание для идентификации уникального среди ЕПП-моделей дескриптора	
name	String	Имя для идентификации ЕПП-модели	
creationDate	Date	Дата создания ЕПП-модели	
version	Integer	Номер версии ЕПП-модели	
reviewed	Boolean	Указание о пересмотре ЕПП-модели	
type	String	Обозначение по классификации производственных процессов	
description	String	Текстовое описание ЕПП-модели	
keywords	String	Текстовый дескриптор, облегчающий запрос ЕПП-модели	
modelBound	UseBound	Формальное описание действительных границ использования модели	
Взаимосвязь с...	Кардинальность	Концепт	Ссылка
acceptsInput	1...*	*InputOutput*	См. таблицу 2
generatesOutput	1...*	*InputOutput*	См. таблицу 2
usesProductProcess Information	1	*ProductProcessInformation*	См. таблицу 3
usesResource	0...*	*Resource*	См. таблицу 7
hasTransformation	1	*Transformation*	См. таблицу 8
includesReview	0... *	*Review*	См. таблицу 10
hasAuthor	1... *	*Person*	См. таблицу 11

Таблица 2 — Описание концепта InputOutput

Атрибут	Тип данных	Описание
name	String	Имя для идентификации входных или выходных данных
description	String	Текстовое описание входных/выходных данных
hyperlink	URI	Гиперссылка для предоставления вспомогательной информации о входных/выходных данных

Окончание таблицы 2

Атрибут	Тип данных	Описание
category	String	Обозначение в классификации физических входных или выходных данных для производственных процессов
symbol	String	Представление концепции реального мира, пригодной для ее использования в математическом выражении
unit	*UOMCode*	Единица измерений входных/выходных данных, определяемая в таблице кодов единиц измерений
inputOutputBound	*useBoundEquation*	Математическое выражение для действующих границ входных/выходных данных

Таблица 3 — Описание концепта ProductProcessInformation

Взаимосвязь с...	Кардинальность	Концепт	Ссылка
includesControlParameter	0...*	*Parameter*	См. таблицу 4
includesIntermediateVariable	0...*	*Parameter*	См. таблицу 4
includesMetricOfInterest	0...*	*Parameter*	См. таблицу 4
includesFixedParameter	0...*	*FixedParameter*	См. таблицу 5
includesSupportingInformation	0...*	*SupportingInformation*	См. таблицу 6

Таблица 4 — Описание концепта Parameter

Атрибут	Тип данных	Описание
name	String	Имя для идентификации параметра
symbol	String	Представление концепции реального мира, пригодной для ее использования в математическом выражении
unit	*UOMCode*	Единица измерений параметра, определяемая по таблице кодов единиц измерений
parameterBound	*UseBoundEquation*	Математическое выражение действующих границ параметра
description	String	Текстовое описание параметра
hyperlink	URI	Ссылка для предоставления вспомогательной информации о параметре

Таблица 5 — Описание концепта FixedParameter

Атрибут	Тип данных	Описание	
value	Real	Численное значение, установленное для концепта *FixedParameter*	
Взаимосвязь с...	Кардинальность	Концепт	Ссылка
extends	1	*Parameter*	См. таблицу 4

Таблица 6 — Описание концепта SupportingInformation

Атрибут	Тип данных	Описание
title	String	Заголовок для идентификации вспомогательной информации
description	String	Текстовое описание вспомогательной информации
hyperlink	URI	Ссылка на вспомогательную информацию

Таблица 7 — Описание концепта Resource

Атрибут	Тип данных	Описание
name	String	Имя для идентификации концепта *Resource*
category	String	Обозначение по классификации производственных ресурсов
description	String	Текстовое описание концепта Resource
hyperlink	URI	Ссылка для предоставления вспомогательной информации о концепте *Resource*

Таблица 8 — Описание концепта Transformation

Атрибут	Тип данных	Описание	
name	String	Имя для идентификации концепта *Transformation*	
description	String	Текстовое описание концепта *Transformation*	
hyperlink	URI	Ссылка для предоставления вспомогательной информации о концепте *Transformation*	
Взаимосвязь с…	Кардинальность	Концепт	Ссылка
includesMathematical Representation	1... *	*MathematicalRepresentation*	См. таблицу 9

Таблица 9 — Описание концепта MathematicalRepresentation

Атрибут	Тип данных	Описание
name	String	Имя для идентификации концепта *MathematicalRepresentation*
content	String	Формализованное выражение концепта *MathematicalRepresentation*
description	String	Текстовое описание концепта *MathematicalRepresentation*
hyperlink	URI	Ссылка для предоставления вспомогательной информации о концепте *MathematicalRepresentation*

Таблица 10 — Описание концепта Review

Атрибут	Тип данных	Описание	
creationDate	Date	Дата создания концепта *Review*	
feedback	String	Текстовое описание концепта *Review* в ЕПП-модели	
Взаимосвязь с…	Кардинальность	Концепт	Ссылка
hasReviewer	1	*Person*	Автор отчета (см. таблицу 11)

Таблица 11 — Описание концепта Person

Атрибут	Тип данных	Описание
firstName	String	Имя автора
lastName	String	Фамилия автора
organization	String	Наименование организации, с которой связан автор
email	String	Адрес электронной почты автора

Таблица 12 — Описание концепта UOMCodeData

Атрибут	Тип данных	Описание
code	String	Текстовый код, соответствующий таблице кодов для единиц измерений
source	String	Текстовое описание, содержащее источник таблицы, определяющей единицу измерения кода

Таблица 13 — Описание концепта UseBoundDataType

Атрибут	Тип данных	Описание	
description	String	Текстовое описание концепта *UseBound*	
Взаимосвязь с…	Кардинальность	Концепт	Ссылка
includesUseBoundEquation	0...*	*UseBoundEquation*	См. таблицу 14

Таблица 14 — Описание типа данных для концепта UseBoundEquation

Атрибут	Тип данных	Описание
mathematicalExpression	String	Формализованное математическое выражение концепта *UseBoundEquation*
description	String	Текстовое описание концепта *UseBoundEquation*

7 Методология определения характеристик процесса

7.1 Общие положения

Методология определения характеристик процесса должна включать процедуру определения конкретных ЕПП-моделей для оценки экологических и иных аспектов, связанных с производственными процессами. Данная методология должна формироваться в соответствии с 7.2—7.4.

7.2 Определение ЕПП-процессов и ключевых показателей эффективности

При определении ЕПП-процессов и ключевых показателей эффективности (KPI-показателей) следует выбирать те ЕПП-процессы, характеристики которых необходимо получить (например, процесса уплотнения, показанного на рисунке 5).

Следует указывать границы, которые охватывают один или несколько ЕПП-процессов с целью идентификации и выбора информации, специфической для этих процессов.

Примечание — Производственно-технологическая информация может оказаться либо общей для нескольких ЕПП-процессов (например, информация о скорости подачи материала), либо специфичной для какого-либо конкретного ЕПП-процесса (например, информация о температуре впрыска литьевой массы). Кроме того, дополнительная специфическая информация касательно того или иного процесса может содержать важные рекомендации по выбору подходящего технологического оборудования, инструментов и приспособлений (например, информацию относительно конфигурации деталей, технических характеристик, число полостей в пресс-форме и выбора материала для литья под давлением).

Следует выбирать соответствующие KPI-показатели, обеспечивающие контроль за процессом и соответствие продукции установленным требованиям.

7.3 Определение информации, специфической для ЕПП-моделей

Используя графические и формализованные представления, требуется определить и собрать информацию, необходимую для разработки конкретных ЕПП-моделей. Эта информация содержит входные данные, производственные ресурсы, информацию о продукции и процессах и выходные данные для выбранной ЕПП-модели.

Определение информации, специфической для ЕПП-моделей, включает:

а) определение входных данных. Входные данные, которые вводят в ЕПП-процесс, могут быть связаны с промежуточной продукцией, незавершенным производством, сырьем, смазкой, энергией и

внешними факторами (например, с температурой, влажностью, содержанием твердых частиц, вибрациями и ударами), которые имеют место в процессе изготовления продукции. Для процесса уплотнения порошковой массы, как это показано на рисунке 5, входные данные содержат такие показатели, как электроэнергия, смешиваемый порошок, смазка и влажность;

б) идентификацию выходных данных. Выходные данные для ЕПП-процесса связаны с продукцией, полуфабрикатами, выбросами и отходами. К примеру, для процесса уплотнения выходными данными является уплотненная часть, обычно называемая «зеленой частью», и отходы. Отходы от процесса уплотнения — это отбракованные детали, остатки порошка, смазки, тепло и шум;

в) идентификацию производственно-технологической информации. Производственно-технологическая информация содержит все сведения, необходимые для настройки или контроля процесса (или же и того и другого). Такие информационные элементы, как геометрические параметры детали, индикаторы, свойства материала, инструкции по настройке и эксплуатации, планы обеспечения качества продукции, графики и программы контроля, входят в состав этой информацию о продукции и процессах. Рисунок 5 иллюстрирует процесс уплотнения порошка на примере производственно-технологической информации;

г) идентификацию производственных ресурсов. Ресурсы включают в себя все технологические ресурсы, такие как оборудование, приспособления, инструменты и контрольно-измерительную аппаратуру. В случае процесса уплотнения ресурсами будут прессы, соответствующие инструменты и приспособления.

7.4 Идентификация функций преобразования

Идентификация функций преобразования включает:

а) преобразование материалов. Необходимо идентифицировать специфическую для каждого конкретного материала информацию (например, об изменении массы, фазового состояния, структуры, деформации и упрочнения материала). В ЕПП-процессе на рисунке 5 преобразованием материала считается уплотнение порошка.



Рисунок 5 — Графическое представление конкретной ЕПП-модели процесса уплотнения порошковой массы

б) преобразование энергии. Преобразованием энергии может быть химическое, электрическое, тепловое, механическое и электромагнитное преобразование. В данной ЕПП-модели преобразованием энергии считается преобразование электрической энергии в гидравлическую, механическую и тепловую энергию;

в) преобразование информации. Преобразование информации связано с такими элементами, как производственные KPI-показатели эффективности производства (например, производительность и общая эффективность оборудования), а также экологические KPI-показатели (например, энергоэффективность, материалоэффективность и эффективность использования водных ресурсов).

Каждый тип преобразования (т. е. преобразование материалов, энергии или информации) при оценке ЕПП-модели необходимо классифицировать с учетом области его применения. Например, экологические KPI-показатели могут реализовываться в виде целевого показателя или ограничения реализуемости.

Примечание — Для представления процессов используются графические и формализованные методы построения конкретных ЕПП-моделей, которые характеризуют экологические аспекты производственных процессов. Формализованные методы сбора и обмена информацией приводят к высокой согласованности этих характеристик и помогают создавать консолидированную базу данных-результатов измерений состояния окружающей среды. Согласованность характеристик будет гарантировать эффективный обмен расчетными аналитическими данными и данными о состоянии окружающей среды. Примером подобного использования данных является предоставление специфической информации о процессах в базу данных для инвентаризационного анализа жизненного цикла (LCI), которые будут поддерживать более детальную и точную оценку жизненного цикла (LCA).

Конечными результатами применения методологии определения характеристик процесса являются графическое и формализованное представление конкретной ЕПП-модели (моделей), например, графическое представление, показанное на рисунке 5. Подобные представления являются необходимыми входными данными при создании модели системы, которая состоит из ЕПП-моделей, с помощью которых можно определять (согласно разделу 8) конкретные планы производства деталей, узлов или изделий между собой.

8 Представление системы, содержащей единичные производственные процессы

Для реализации ЕПП-модели и описания конкретных планов производства деталей, узлов или изделий (см. рисунок 6) следует сформировать модель системы, составленной из нескольких связанных между собой ЕПП-моделей. Подобный подход позволяет распространять результаты оценки экологической результативности за пределы отдельного процесса на всю производственную систему или на само изделие, а также проводить сравнение различных производственных вариантов изготовления деталей или продукции.

Рисунок 6 — Схематическое представление системы, составленной из множества ЕПП-моделей

Составная модель должна представлять собой структуру обобщенной ЕПП-модели, характеризующей систему или подсистему производственной установки.

На рисунке 7 приведено концептуальное представление составной системы, для создания которой необходимо, чтобы происходил обмен информацией о продукции/процессах, входными/выходными данными или информацией о производственных ресурсах между ЕПП-моделями, входящими в составную ЕПП-модель. Связующие переменные обеспечивают предоставление необходимой информации через систему ЕПП-моделей для надлежащего представления составной системы.

Связующая переменная определяется ссылками на «исходную ЕПП-модель» и «целевую ЕПП-модель», которые совместно используют информацию, однако они не обязательно должны следовать друг за другом. Например, в непрерывной производственной линии параметры, связанные с последующим процессом, могут влиять на контроль и рабочие характеристики предшествующих производственных операций. В подобном сценарии информация, передаваемая из предшествующей «исходной ЕПП-модели», может быть связана с последующей «целевой ЕПП-моделью».

Составная система (определяемая концептом *ComposedSystem*) содержит по меньшей мере два элементарных производственных процесса (определяемых концептом *UnitManufacturingProcess*). Каждая ЕПП-модель в составной ЕПП-системе может соответствовать другим моделям.

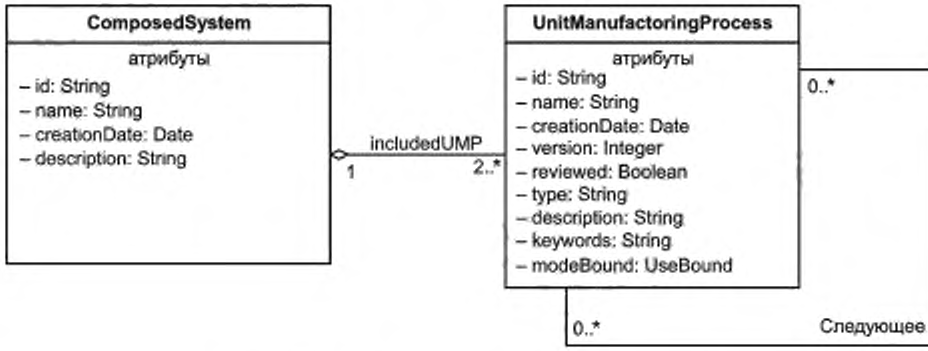

Рисунок 7 — Определение концепта *ComposedSystem*

В таблицах 15 и 16 показаны атрибуты и взаимосвязи с концептом *ComposedSystem*. Для каждого атрибута указывается тип данных и приводится его описание, а для концепта *ComposedSystem* — имя связанного с ним концепта, кардинальность отношений и ссылки, позволяющие получать дополнительную информацию.

Таблица 15 — Описание концепта *ComposedSystem*

Атрибут	Тип данных	Описание
id	String	Уникальный дескриптор для идентификации сети ЕПП-моделей
name	String	Имя для идентификации составной системы
creationDate	Date	Дата создания модели
description	String	Описание составной системы

Таблица 16 — Описание концепта *ComposedSystem*

Взаимосвязь с...	Кардинальность	Концепт	Ссылка
includesЕПП	2... *	*UnitManufacturingProcess*	ЕПП-элемент, который принадлежит составной системе (см. таблицу 1)

Составную систему оценивают с использованием значений, присвоенных параметрам для преобразований в этой системе.

Для создания возможностей формирования ЕПП-модели и облегчения объединения ее параметров следует рассмотреть различные варианты именования или других обозначений для классификации параметров этой модели. На рисунке 8 приведен пример определения связей между ЕПП-моделями в составной системе путем согласования выходных данных $ЕПП_x$ с входными данными $ЕПП_y$. На рисунке 8 также представлена совокупность ЕПП-моделей (соответствующих процессам заполнения, прессования и выталкивания заготовок) для создания составной ЕПП-модели (соответствующей процессу уплотнения порошка).



Рисунок 8 — Пример составной системы связанных ЕПП-моделей, иллюстрирующий технологическую линию изготовления изделий методом порошковой металлургии

Библиография

[1] Расширяемый язык разметки (XML). Рекомендации, версия 1.0, Консорциум W3C; доступны по ссылке http://gost.e-ecolog.ru

[2] Унифицированный язык моделирования (UML), версия 2.5.1. Группа управления объектами; доступна по ссылке gost.e-ecolog.ru

[3] W3C XML Определение XML-схемы (XSD) 1.1, Консорциум W3C; доступно по ссылке gost.e-ecolog.ru Schema

[4] Язык математической разметки (MathML). Консорциум W3C; доступен по ссылке gost.e-ecolog.ru

[5] Язык разметки прогнозной модели (PMML), версия 4.3, Data Mining Group; доступен по ссылке gost.e-ecolog.ru pmml/v4-3/ GeneralStructure.html

УДК 502.3:006.354 ОКС 13.020.40

Ключевые слова: экологический менеджмент, определение характеристик, составная модель, устойчивость, преобразование, единичный производственный процесс, устойчивое производство

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 27.10.2021. Подписано в печать 12.11.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,52.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

gost.e-ecolog.ru