

Modeling and Estimation of Vertical Vibration Loadings of a Vehicle

The modeling of vertical displacement components of a vehicle which are the most dangerous to a driver and car are considered.

Keywords: modeling, vibration loading, vehicle

Получено 07.05.10

УДК 519.81

А. Д. Крутихин, аспирант

Ижевский государственный технический университет, Воткинский филиал;

А. П. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент

Ижевский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА «АСМП»

Описывается информационное обеспечение автоматизированной системы мониторинга производства «АСМП». Данная система реализует методику мониторинга многономенклатурных машиностроительных производств, основанную на теории сложности и методах штрихкодирования.

Ключевые слова: автоматизированная система мониторинга, штрихкод, производственный цикл

В работах [1–4] была описана методика мониторинга многономенклатурных машиностроительных производств, основанная на теории сложности и методах штрихкодирования. Ее последующей реализацией стала автоматизированная система мониторинга производства «АСМП». В ходе работы над системой было разработано информационное обеспечение, представленное ниже.

Основу информационного обеспечения составили функциональные схемы процесса мониторинга, диаграммы последовательностей (System Sequence Diagram, SSD) и диаграммы классов языка моделирования UML (от англ. Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования), а также структура БД автоматизированной системы.

Функциональная схема работы автоматизированной системы

Разработанная модель прогнозирования длительности межоперационных перерывов (МОП), модель прогнозирования длительности производственного цикла (ПЦ) и общий алгоритм процесса мониторинга [1–3] могут быть реализованы в виде взаимосвязанных модулей автоматизированной системы: модуль прогнозирования и модуль мониторинга.

Для описания взаимной работы модулей, а также всего процесса в целом, в соответствии со стандартом IDEF0, была разработана функциональная схема процесса «Производство изделия» и этапа «Производство» (рис. 1, 2).

Рассмотрим функции каждого из модулей и его связь с этапами, представленными на схемах.

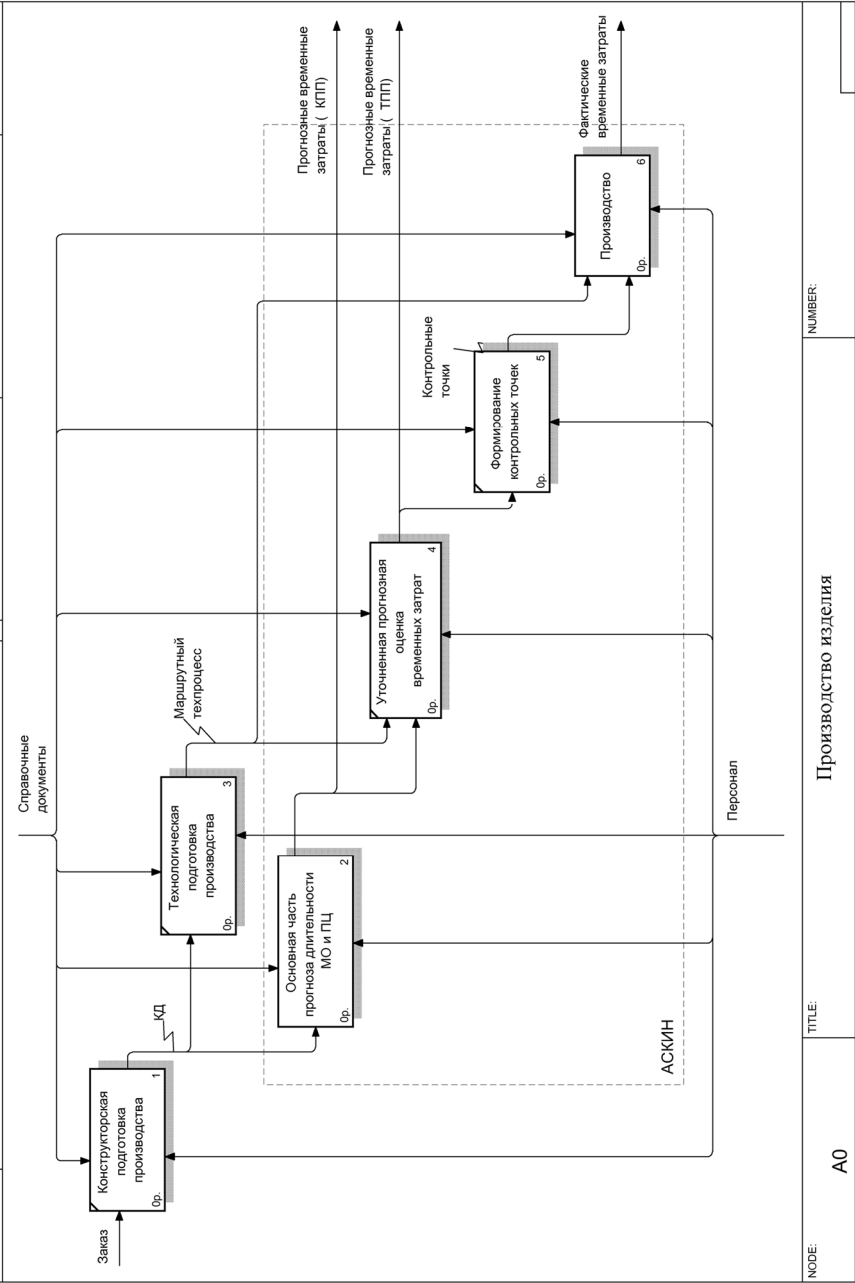


Рис. 1. Функциональная схема процесса «Производство изделия»

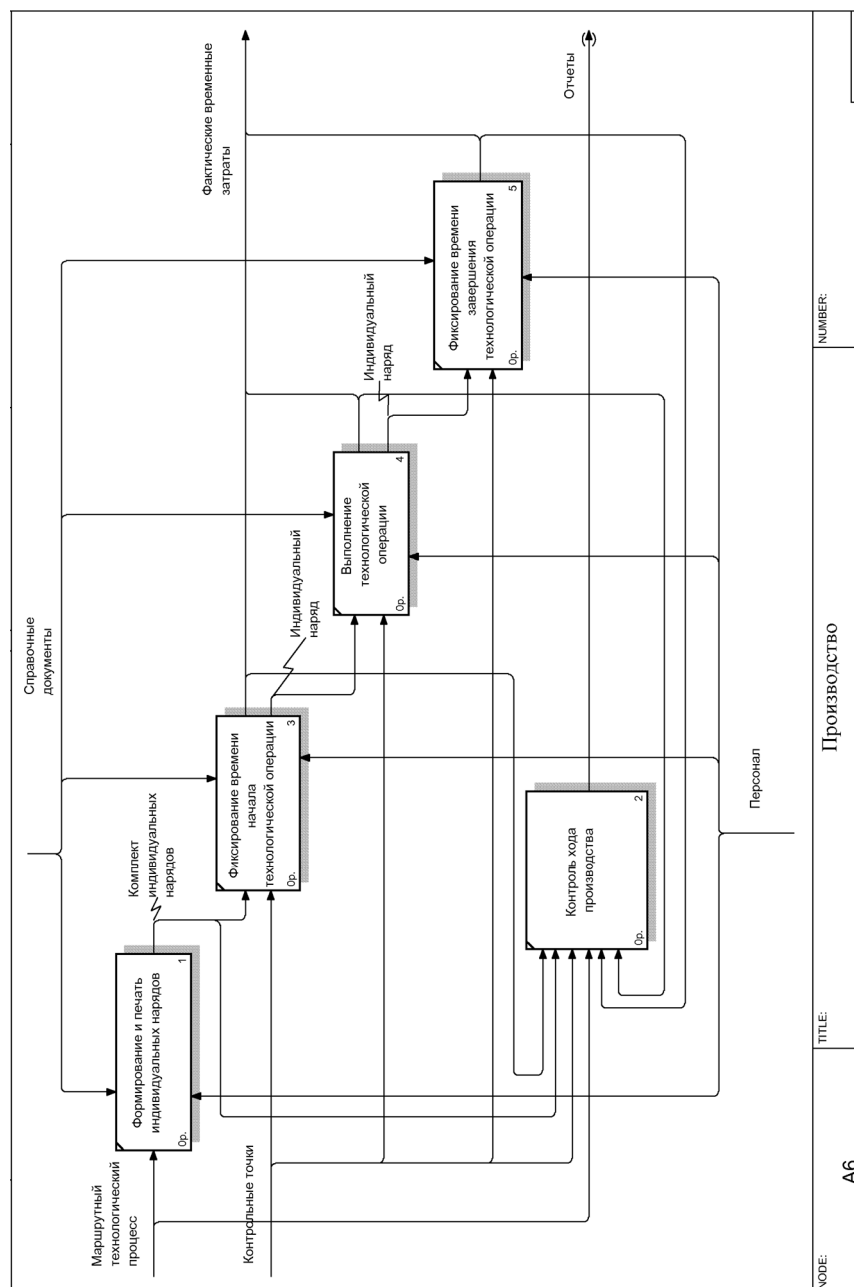


Рис. 2. Функциональная схема этапа «Производство»

Модуль прогнозирования участвует в задачах «Основная часть прогноза длительности МОП и ПЦ», «Уточненная прогнозная оценка временных затрат» и обеспечивает реализацию следующих функций:

- выполнение подготовительной части прогноза;
- прогноз величины межоперационного перерыва для отдельных пар технологических операций;
- расчет длительности производственного цикла на этапе конструкторской подготовки производства (КПП), в соответствии с определенной системой наиболее вероятным технологическим маршрутом;
- уточненная прогнозная оценка временных затрат, выполняемая после этапа технологической подготовки производства (ТПП), в соответствии с утвержденным технологическим маршрутом.

Модуль мониторинга участвует в задачах «Формирование контрольных точек», «Фиксирование и печать индивидуальных нарядов», «Фиксирование времени начала технологической операции», «Фиксирование времени завершения технологической операции» и «Контроль хода производства». Основными функциями модуля являются:

- сбор статистических данных для выполнения подготовительной части прогноза;
- формирование контрольных точек на основании данных, полученных от модуля прогноза;
- печать индивидуальных нарядов;
- контроль хода производства;
- формирование отчетов, отражающих состояние производственного процесса.

Подготовительная часть прогноза не была выделена в отдельную задачу на функциональной схеме, так как она является совокупностью подзадач «Фиксирование и печать индивидуальных нарядов», «Фиксирование времени начала технологической операции», «Выполнение технологической операции», «Фиксирование времени завершения технологической операции», выполняемых в рамках задачи «Производство».

Алгоритм взаимодействия пользователя с системой

Автоматизированная система должна обеспечивать два основных режима работы: подготовительный и основной. Главной задачей подготовительного режима является сбор статистических данных с целью выполнения подготовительной части прогноза. Длительность данного этапа зависит от скорости накопления статистических данных, которая, в свою очередь, определяется объемами производства. После окончания сбора статистических данных и выполнения подготовительной части прогноза система может быть переведена в основной режим работы. Основным режимом обеспечивает выполнение всех ранее описанных функций.

С точки зрения разработчика очень важным является иметь представление об алгоритме взаимодействия пользователя с разрабатываемой системой. Для этой цели были построены диаграммы последовательностей (SSD) языка моделирования UML для каждого из режимов работы автоматизированной системы (рис. 3, 4).

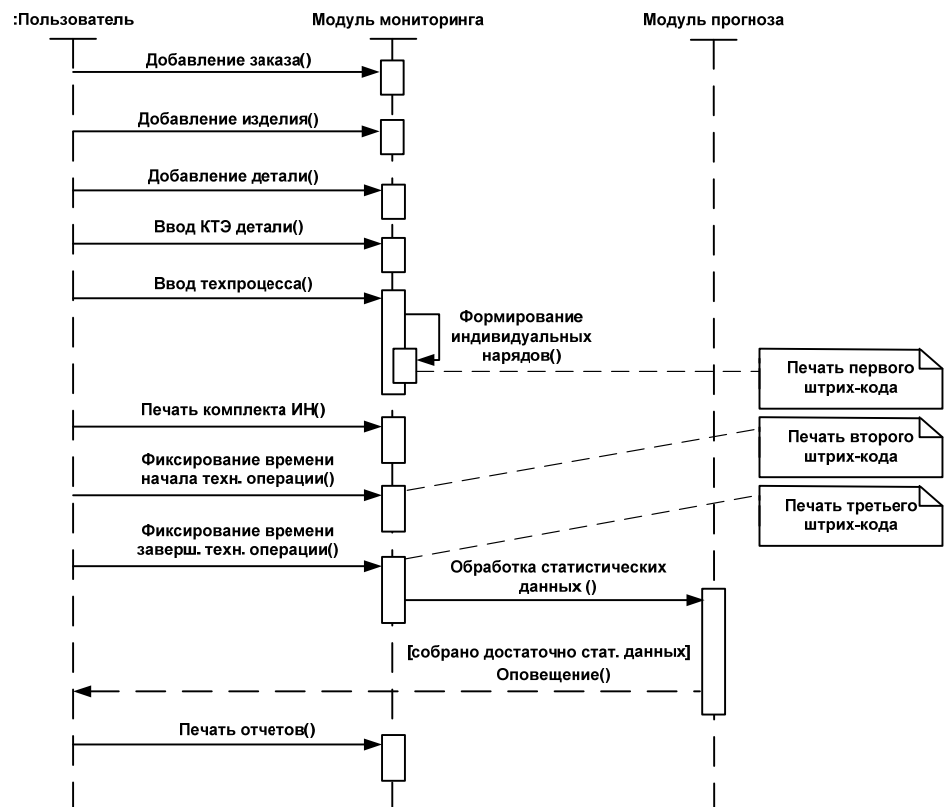


Рис. 3. Диаграмма последовательностей для подготовительного режима работы автоматизированной системы

Диаграмма классов автоматизированной системы

Для представления информационной модели одним из перспективных средств является диаграмма классов языка UML. Диаграмма классов описывает типы объектов системы и различного рода статические отношения, которые существуют между ними.

На первоначальном этапе разработки информационной модели была построена диаграмма абстрактных классов, представленная на рис. 5. В самом низу иерархии находится класс «*Monitoring*» (Мониторинг), агрегирующий практически все остальные классы. Классы «*Order*» (Заказ) и «*Department*» (Подразделение) связаны с классом «*Monitoring*» отношением агрегации. Для связей указана кратность «1..*». Это означает, что мониторинг должен включать как минимум один отслеживаемый заказ и как минимум одно подразделение, для которого ведется сбор статистических данных.

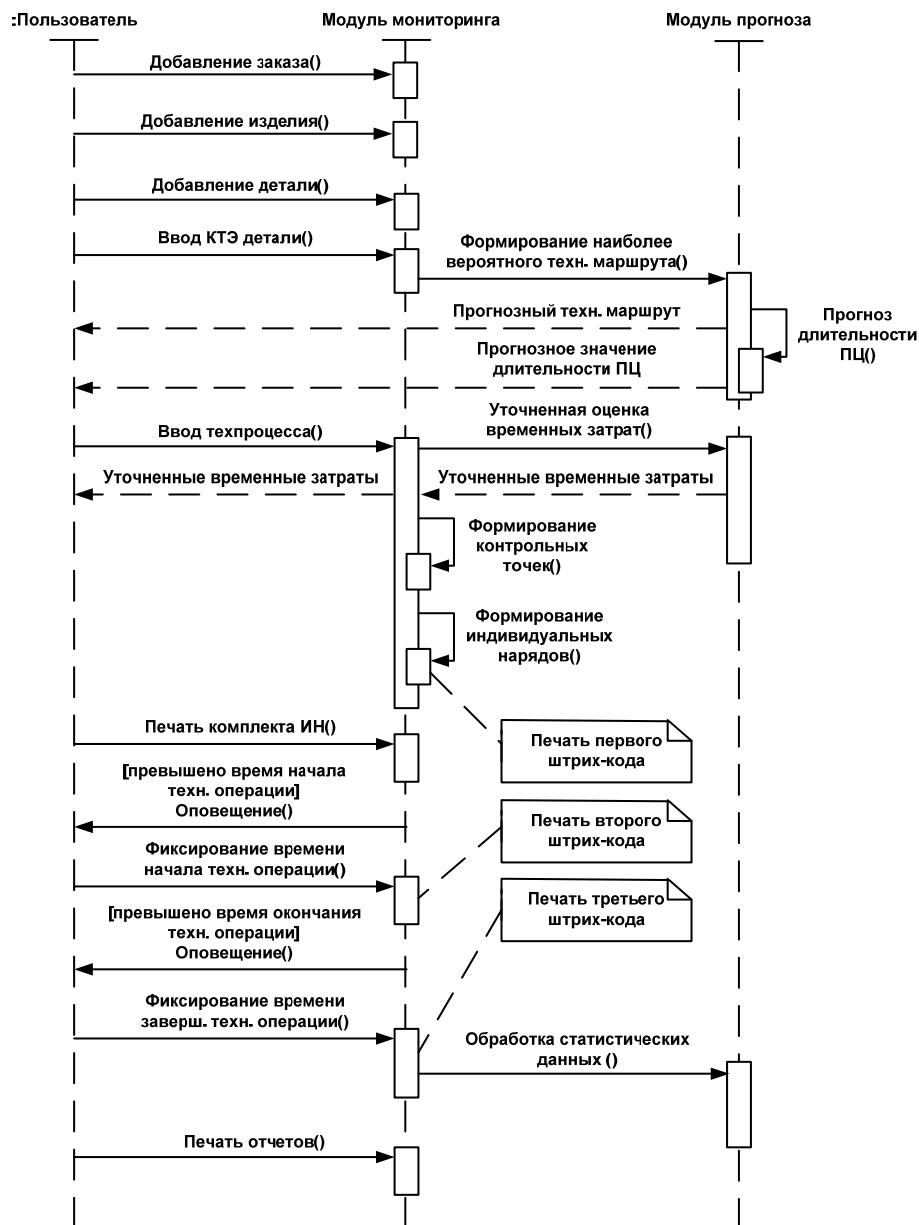


Рис. 4. Диаграмма последовательностей для основного режима работы автоматизированной системы

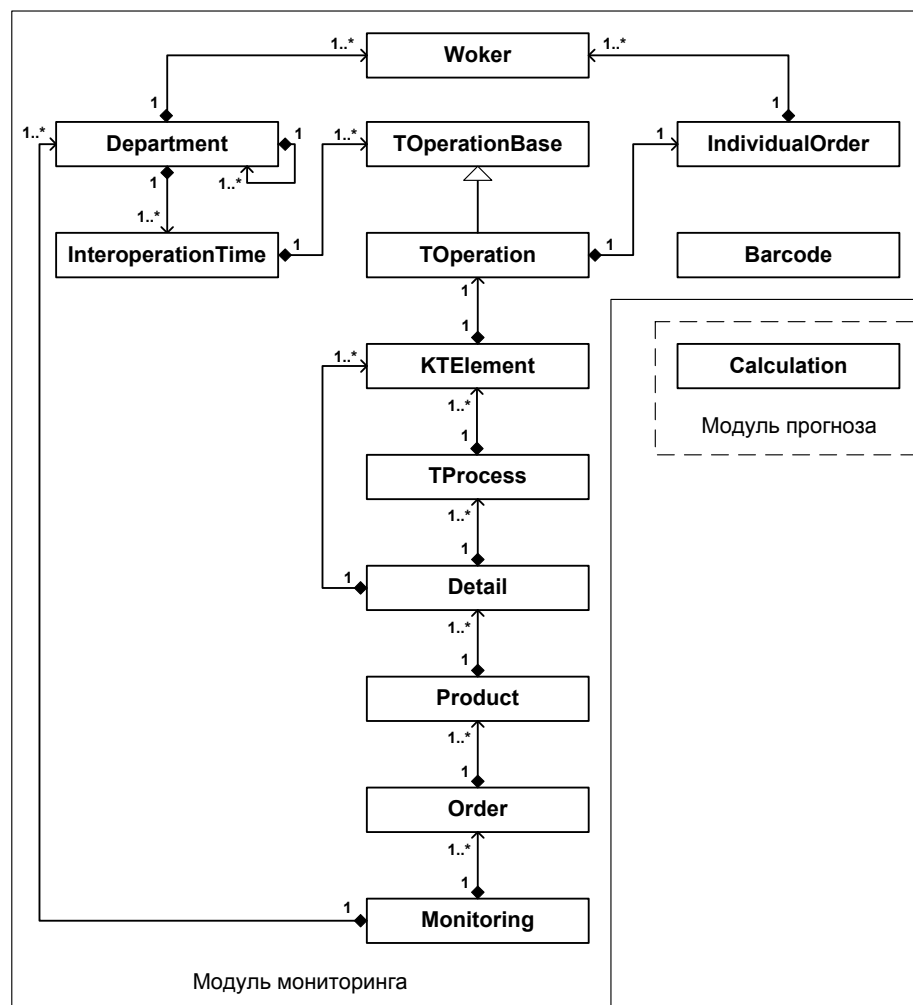


Рис. 5. Диаграмма абстрактных классов автоматизированной системы

Класс «Order» агрегирует класс «Product» (Изделие), который, в свою очередь, агрегирует класс «Detail» (Деталь). Из чего следует, что заказ должен включать одно или более изделие, а изделие должно состоять как минимум из одной детали.

Класс «Detail» агрегирует классы «TProcess» (Технологический маршрут) и «KTElement» (КТЭ), используя кратность «1..*». При этом «TProcess» также агрегирует класс «KTElement». Согласно предложенной выше методике, одним из результатов этапа КПП является формирование множества КТЭ изготавливаемой детали. Данное множество представлено связью «Detail» – «KTElement». На основании полученного множества разрабатывается прогнозный технологический маршрут, который показан связью «Detail» – «TProcess». Рабочий технологический маршрут, сформированный после этапа ТПП, также представлен связью «Detail» – «TProcess».

Класс «*KTElement*» агрегирует класс «*TOperation*» (Технологическая операция), который является производным от базового класса «*TOperationBase*». Используемая кратность «1..1» для связи «*KTElement*» – «*TOperation*» говорит о том, что одному КТЭ соответствует одна технологическая операция.

Класс «*TOperation*» представляет конкретную технологическую операцию, выполненную на определенном рабочем месте. «*TOperationBase*» является базовым и отображает лишь общую информацию, такую, как код операции и наименование.

Каждой операции обычно соответствует один индивидуальный наряд, поэтому связь между таблицами «*TOperation*» и «*IndividualOrder*» (Индивидуальный наряд) имеет кратность «1..1». Для каждого индивидуального наряда формируется штрихкод, за данное действие отвечает класс «*BarCode*» (Штрихкод).

Класс «*Worker*» (Рабочий) агрегируется классами «*Department*» и «*IndividualOrder*».

Класс «*InteroperationTime*» (Межоперационный перерыв) представляет МП для пары ТО («*TOperationBase*») в рамках определенного подразделения («*Department*»).

Класс «*Calculation*» (Расчет) предназначен для расчета прогнозной длительности производственного цикла и величины МП, на этапе КПП, а также для расчета данных показателей на этапе ТПП.

После уточнения атрибутов и операций, соответствующих абстрактным сущностям, была получена диаграмма классов, представленная на рис. 6.

Рассмотрим основные свойства и методы классов автоматизированной системы, представленные на рис. 6.

Класс «Barcode»

Методы:

PrintFirstBarcode(...) – Выполняет печать первого штрихкода на индивидуальном наряде;

PrintSecondBarcode(...) – Выполняет печать второго штрихкода на индивидуальном наряде;

PrintThirdBarcode(...) – Выполняет печать третьего штрихкода на индивидуальном наряде;

ReadBarcode():string – Считывает штрихкод с индивидуального наряда.

Класс «Calculation»

Методы:

CheckEnoughStatData(d:Department):boolean – Проверяет, достаточно ли собрано статистических данных;

CalculatePrognosedPC(kte: list<KTElement>): Tprocess – Рассчитывает прогнозный технологический маршрут;

CalculatePCTime(p:TProcess): float – Рассчитывает длительность ПЦ для указанного технологического маршрута;

CalculateITTTime(p:TProcess): float – Рассчитывает время МОП для указанного технологического маршрута;

CreateControlPoints(p: TProcess) – Создает контрольные точки (сроки начала и завершения ТО) для указанного технологического маршрута;

ProcessStatisticsData(p:TProcess) – Выполняет обработку собранных статистических данных.

Класс «Department»

Свойства:

Name: string – Наименование подразделения;

ITimes: list<InteroperationTime> – Список МОП, в рамках данного подразделения.

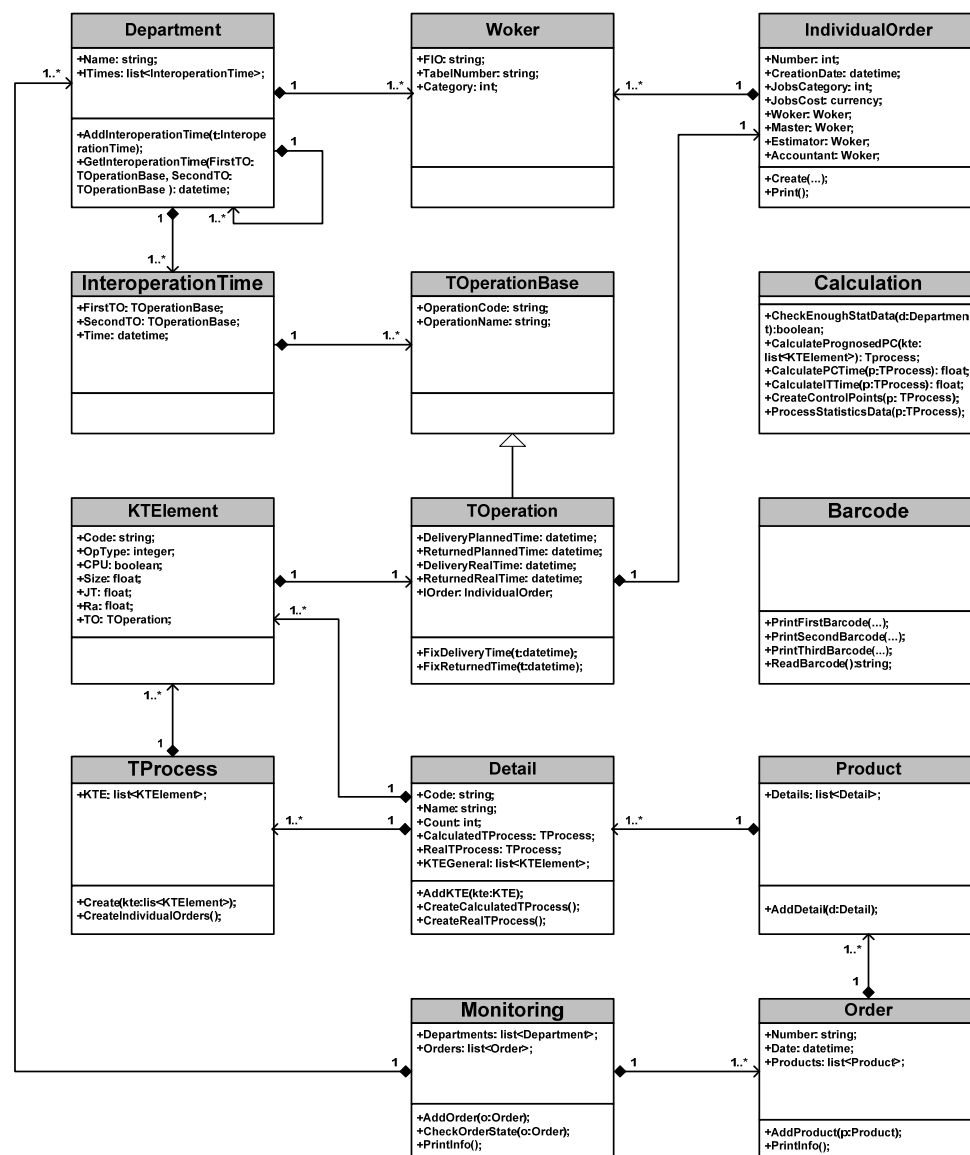


Рис. 6. Диаграмма классов автоматизированной системы

Методы:

AddInteroperationTime(t: InteroperationTime) – Добавляет МОП в список *ITimes*;

GetInteroperationTime(FirstTO: TOperationBase, SecondTO: TOperationBase):

datetime – Возвращает величину МОП для указанной пары технологических операций.

Класс «Detail»Свойства:

CalculatedTProcess: TProcess – Прогнозный технологический маршрут;

RealTProcess: TProcess – Рабочий технологический маршрут;

KTEGeneral: list<KTElement> – Множество КТЭ, сформированное на этапе КПП.

Методы:

AddKTE(kte:KTE) – Добавляет КТЭ в *KTEGeneral*;

CreateCalculatedTProcess() – Создает прогнозный технологический маршрут;

CreateRealTProcess() – Создает рабочий технологический маршрут.

Класс «IndividualOrder»Свойства:

Number: int – Номер индивидуального наряда;

CreationDate: datetime – Дата создания;

JobsCategory: int – Категория работы;

JobsCost: currency – Стоимость работы;

Worker: Worker – Рабочий;

Master: Worker – Мастер;

Estimator: Worker – Нормировщик;

Accountant: Worker – Учетчик.

Методы:

Create(...) – Создает индивидуальный наряд;

Print() – Выполняет печать индивидуального наряда.

Класс «InteroperationTime»Свойства:

FirstTO: TOperationBase – Первая ТО в МОП;

SecondTO: TOperationBase – Вторая ТО в МОП;

Time: datetime – Время МОП.

Класс «KTElement»

Свойства: *Свойства КТЭ.*

Класс «Monitoring»Свойства:

Departments: list<Department> – Список подразделений, участвующих в сборе статистических данных;

Orders: list<Order> – Список отслеживаемых заказов.

Методы:

CheckOrderState(o:Order) – Проверяет состояние заказа. В случае необходимости происходит оповещение диспетчера.

Класс «Order»Свойства:

Number: string – Номер заказа;

Date: datetime – Дата заказа;

Products: list<Product> – Список изделий в заказе.

Методы:

AddProduct(p:Product) – Добавляет изделие в заказ;

PrintInfo() – Возвращает информацию о ходе выполнения заказа.

Класс «Product»Свойства:

Details: list<Detail> – Список деталей, входящих в состав изделия.

Методы:

AddDetail(d:Detail) – Добавляет деталь в изделие.

Класс «TOperation»

Свойства:

DeliveryPlannedTime: datetime – Плановое время начала ТО;

ReturnedPlannedTime: datetime – Плановое время завершения ТО;

DeliveryRealTime: datetime – Фактическое время начала ТО;

ReturnedRealTime: datetime – Фактическое время завершения ТО;

IOrder: IndividualOrder – Индивидуальный наряд.

Методы:

FixDeliveryTime(t:datetime) – Фиксирует время начала ТО;

FixReturnedTime(t:datetime) – Фиксирует время завершения ТО.

Класс «TProcess»

Свойства:

KTE: list<KTElement> – Множество КТЭ, используемых в рамках данного технологического маршрута.

Методы:

Create(kte: list<KTElement>) – Создает технологический маршрут, для указанного множества КТЭ;

CreateIndividualOrders() – Создает индивидуальные наряды для данного технологического маршрута.

Класс «Worker»

Свойства:

FIO: string – ФИО;

TabelNumber: string – Табельный номер;

Category: int – Категория.

Структура базы данных

Основой автоматизированной системы является реляционная база данных. Она используется для хранения заказов, участвующих в мониторинге, множества КТЭ, входящих в состав детали и соответствующих им технологических операций, а также множества других данных, используемых в процессе работы системы.

Инфологическая модель базы данных автоматизированной системы представлена на рис. 7.

Практически каждая таблица БД связана с определенным классом объектной модели автоматизированной системы (рис. 6). Так, например, класс «Order» взаимодействует с таблицей «Заказ», класс «Worker» с таблицей «Рабочий», класс «TProcess» с таблицей «Технологический процесс» и т. д. Как правило, один экземпляр класса, т. е. один объект, представлен одной записью во взаимосвязанной таблице.

Даталогическая модель базы данных автоматизированной системы представлена на рис. 8.

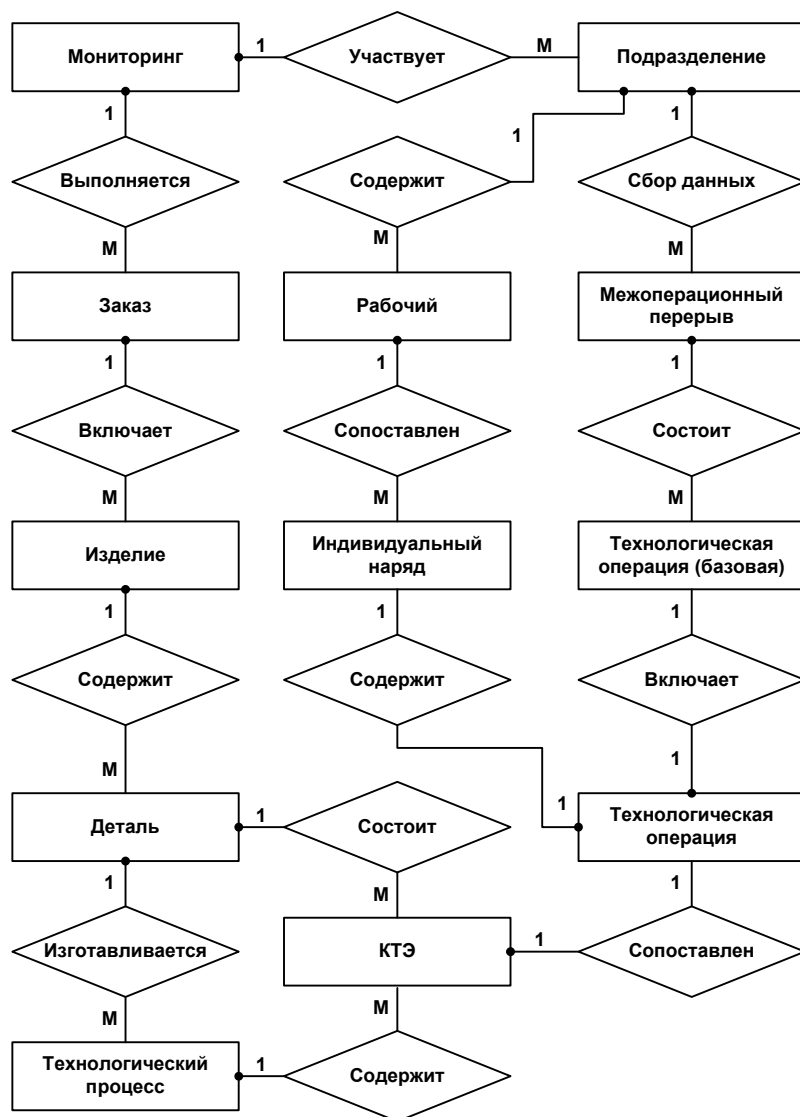


Рис. 7. Инфологическая модель базы данных автоматизированной системы

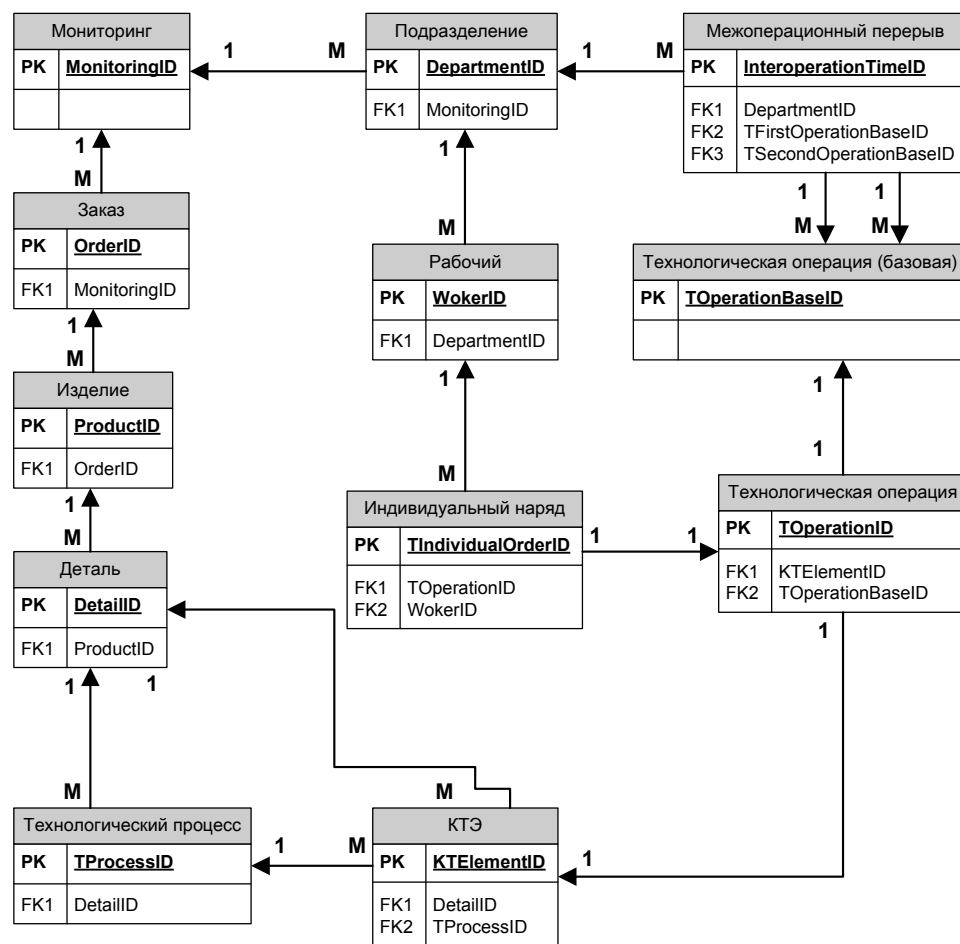


Рис. 8. Дatalogическая модель базы данных автоматизированной системы

Представленное информационное обеспечение позволяет создать автоматизированную систему мониторинга многономенклатурных машиностроительных производств, отличительной особенностью которой является возможность выполнять прогноз длительности производственного цикла и величины межоперационных перерывов на ранних этапах подготовки производства.

Список литературы

1. Крутихин А. Д., Кузнецов А. П. Мониторинг многономенклатурных машиностроительных производств на основе теории сложности и методов штрихкодирования // Естеств. и техн. науки. – 2008. – № 5. – С. 301–306.
2. Крутихин А. Д., Кузнецов А. П. Организация мониторинга многономенклатурных машиностроительных производств на основе теории сложности и методов штрихкодирования // Автоматизация и соврем. технологии. – 2009. – № 2. – С. 3–9.
3. Крутихин А. Д., Кузнецов А. П. Методика прогнозирования длительности производственного цикла на основе теории сложности и методов штрихкодирования // Изв. Сам. науч. центра Рос. акад. наук. Спец. вып. «Актуальные проблемы машиностроения», 2009.

4. Крутихин А. Д. Апробация методики прогнозирования длительности производственного цикла (подготовительная часть) // Изв. Сам. науч. центра Рос. акад. наук. Спец. вып. «Актуальные проблемы машиностроения», 2009.

* * *

A. D. Krutikhin, Postgraduate, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

A. P. Kuznetsov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

Dataware of Production Monitoring

The dataware of production monitoring automated system is described. The system realizes a method of monitoring of multiproduct engineering industries, based on complexity theory and methods of bar-coding.

Keywords: *automated monitoring system, bar-code, production cycle*

Получено 14.04.10

УДК 621.315

Е. В. Субботин, старший преподаватель;

А. Г. Щербинин, доктор технических наук, профессор;

Н. М. Труфанова, доктор технических наук, профессор
Пермский государственный технический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПОЛИМЕРА В ЭКСТРУДЕРАХ С НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ШНЕКА

Предлагается пространственная математическая модель зоны плавления пластицирующего экструдера с барьерным шнеком. Проведены численные исследования и сравнительный анализ работы экструдеров с классической и неклассической геометрией шнеков.

Ключевые слова: математическая модель, шнек экструдера, численное исследование

Зона плавления является одной из самых протяженных функциональных зон пластицирующего экструдера [1, 2]. В пределах этой зоны происходит плавление твердой пробки под действием тепла, подводимого от корпуса и шнека, и тепла, выделяющегося в результате работы сил вязкого трения расплава полимера.

Твердая полимерная пробка плавится до тех пор, пока она не станет физически нестабильной и не разрушится. Частицы твердого разрушившегося полимера смешиваются с расплавом и продолжают плавиться за счет теплопроводности. Поскольку теплопроводность полимеров относительно низка, процесс плавления нерасплавленных частиц протекает медленно. В результате возможна ситуация, при которой частицы полимера достигнут выходного сечения шнека, что явно нежелательно.

С целью повышения качества расплава полимера производителями экструзионного оборудования были разработаны многочисленные конструкции шнеков с улучшенными характеристиками. В последние годы широко стали использовать шнеки с дополнительным (барьерным) гребнем (рис. 1). В зоне плавления таких шнеков располагается вторичный гребень, разделяющий канал шнека на два: канал твердой фазы, в котором происходит транспортировка и плавление твердого полимера, и канал жидкой фазы (канал расплава), служащий только для переноса и го-