

*А.Р. РУЗМЕТОВ*, асс. НТУ «ХПИ», г. Харьков

## **МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАШИННО-РУЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

Ця стаття про організацію системи автоматизованого проектування структури й нормування машинно-ручних технологічних операцій

This article about organization of the system of the computer aided designing structure and standertizations machine-manual technological operation

Существенное сокращение сроков технологической подготовки производства достигается при использовании систем автоматизированного проектирования (САПР ТП) и нормирования технологических процессов (САН ТП).

При этом система должна удовлетворять следующим требованиям:

— соответствовать рассчитанным нормам времени по существующей нормативной базе;

— понятна специалистам-технологам, нормировщикам машиностроительных предприятий

— без проблем интегрироваться в информационную систему предприятия.

На сегодняшний день разработаны и распространены в промышленности ряд систем автоматизированного проектирования технологических процессов: КОМПАС/АВТОПРОЕКТ, T-FLEX/ТехноПро, TechnologiCS, ADEM, CADMECH/TECHCARD [5].

Эти системы на высоком уровне решают организационные задачи технологического проектирования. Однако задача нормирования если и решается, то на примитивном уровне. Например, в ТехноПро для некоторых переходов предусмотрено чтение по одной реляционной таблице с данными по режимам или неполному штучному времени. Но реализация чтения рядов таблиц, отработка формул и коррекция рассчитанных значений по паспортным данным станка потребует использования встроенной интеллектуальной компьютерной среды.

САР «НОРМА» является подсистемой программного комплекса, осуществляющего имитационное моделирование ГПС, разработанную на кафедре ТММС НТУ "ХПИ" проф. Шелковым А.Н. [4], поэтому её работу можно рассматривать только во взаимодействии с другими подсистемами этого комплекса. На этапе проектирования задействованы такие подсистемы как диспетчер производственных заданий (ДПЗ), генератор имитационных моделей производственных модулей (ГИМПМ).

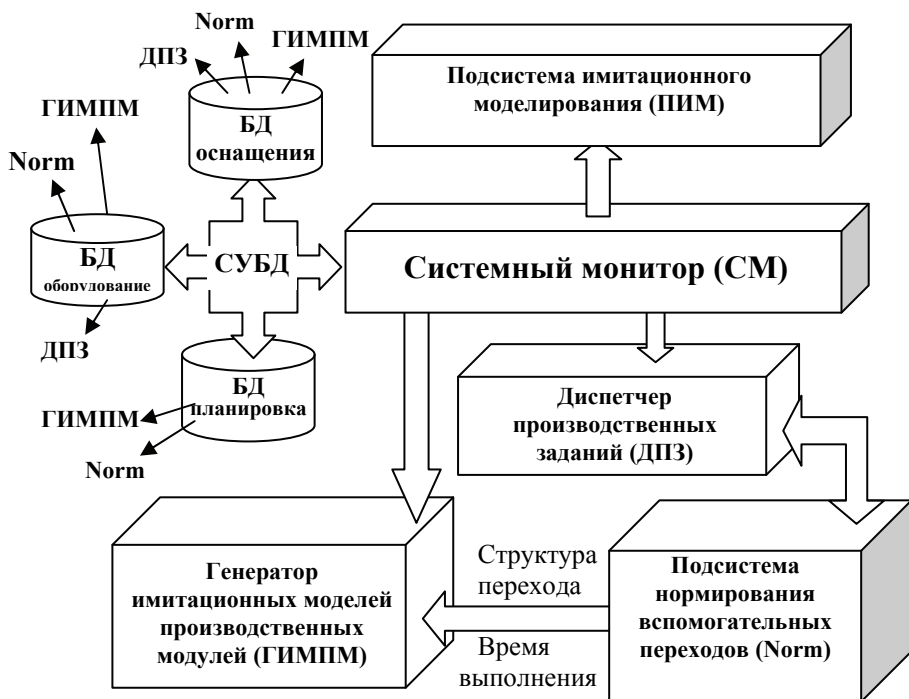


Рис. 1. Структура системы моделирования

ДПЗ подготавливает формулировку производственного задания на некоторый внутриоперационный вспомогательный переход. Программа ГИМПМ (Proedit) снабжает модель геометрическими параметрами объектов рабочего места и пространственными параметрами планировки рабочего места, временем работы основного оборудования, что, в сумме с техническими и контактными характеристиками объектов, дает возможность сформировать структуру имитационной модели в системе GPS..

Управляющие модели транспортно-накопительного и обрабатывающего оборудования синтезируются Генератором имитационных моделей производственных модулей (ГИМПМ). Основой для его работы являются графические изображения примитивов узлов и механизмов ГПС, хранящиеся в базе данных (БД оборудование), а так же технологическая информация о режимах их работы (БД процесс).

Полученная управляющая программа в системе ГИМПМ встраивается в систему имитационного моделирования ГПС, в рамках которой функционирует рассматриваемый модуль.

Технические характеристики, определяют тип и возможность взаимодействия объектов, субъекта и предмета труда при изменении

состояния технических систем (способы взаимодействия элементарных конструктивных поверхностей)

Для решения каждой из этих задач существуют соответствующие способы, основанные на технической реализации этих объектов. То есть соответствие технической реализации систем объектов элементной базе процессов при решении вспомогательных задач технологического процесса. Можно выделить относительно устойчивую группу наиболее часто применяемых способов работы на участке механической обработки (таблица 1.), которая в достаточной мере характеризует технические возможности объекта.

Таблица 1.

Перечень основных функций объектов рабочей среды.

Основные функции	Описание
Захват	Объект воздействия утрачивает степени свободы за счет руки, инструмента;
Транспортирование	Изменение параметров пространственных отношений и значений координат в системе рабочего места
Ориентирование	Изменение угловых параметров устанавливаемой поверхности относительно установочной
Установка (снятие)	Объект воздействия утрачивает степени свободы за счет сочленения его установочных (базовых) поверхностей с установочными (базовыми) поверхностями средства воздействия.
Крепление (раскрепление)	Объект воздействия утрачивает все степени свободы и жестко удерживается на месте установки (базирования).
Хранение	Объект воздействия утрачивает некоторые степени свободы после установки в месте хранения (в средстве хранения).
Управление	Параметрическое изменение состояния технических систем
Измерение	Получение значений параметров объектов
Защита	Посредничество в отношении к активной зоне и объекту воздействия

Решение технологической задачи требует соответствующего технического оснащения и определенной организации рабочего места. Поэтому, в информационной базе необходимо отразить зависимости формы детали, базирующих, ориентирующих, крепежных поверхностей от способа установки и закрепления детали в приспособлении, технологических параметров режима обработки и технической реализации основного оборудования – к способу настройки станка, характеристикам измеряемых

поверхностей и их расположения в системе детали, конструкции измерительного инструмента – к способу измерения.

Для выбора микроэлементов – действий и их комплексов, соответствующих заданным техническим критериям достижения, диктуемых технологией и отображенных в базе декларативных знаний, состояний рабочего места организована база микроэлементов машинно-ручной работы и условий их реализации.

Каждый объект рабочей среды должен обладать достаточным набором признаков для его идентификации в контексте решения технологической задачи. Все множество технологически значимых объектов в базе декларативных знаний представлено в виде реляционно-связанных таблиц, в которые заносится информация, касающаяся как структуры каждого объекта, характеристик его элементов, так и связанных с этим объектом технических и технологических функций, которые он выполняет в ходе реализации технологического процесса.

Часть декларативной базы, касающаяся структуры объекта состоит из баз данных основных характеристик объектов (DB\_MainCO), базы данных характеристик исполнительных частей (DB\_ExecPC), базы данных характеристик исполнительных поверхностей. (DB\_ExecSC) и базы данных контактных характеристик исполнительных поверхностей. (DB\_ExecSCC).

Формат базы данных основных характеристик объектов представлен в табл. 2.

Таблица 2.

Формат базы данных основных характеристик объектов.

Объект (название)	Технологический статус	Масса	Тип	Габариты	Координаты		Степень свободы объекта
					Линейные	Угловые	
NameO	TechS	Weight	Type	Dimen	LC	AC	DFO
Symbol	Symbol	Numeric	Symbol	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric

В этой таблице графа «Объект» (NameO) несет название сущности в символьном формате. «Технологический статус» (TechS) – принадлежность объекта к определенному классу технологических объектов («основное оборудование», «приспособление», «режущий, измерительный и вспомогательный инструменты», «технологическая зона (обработки, хранения и т.д.)», «производственная мебель» и др.), формат символьный. Масса (Weight) – в килограммах, формат числовой. Тип (Type) – техническая принадлежность объекта к определенному классу технических объектов (станки, рабочие столы, рабочие шкафы, стеллажи, тара, транспорт, инструмент, установочные элементы, крепежные элементы, элементы управления,), классификация символьная.

Габариты (Dimen) – высота, длина, ширина в миллиметрах формат числовой. Координаты Линейные (LC) центра системы координат объекта в

абсолютной системе, формат числовой. Координаты угловые (AC) центра системы координат объекта в абсолютной системе, формат числовой. Степень свободы объекта (DFO), формат числовой.

По графе «NameO» с базой данных основных характеристик объектов связана база данных характеристик исполнительных частей объектов (DB\_ExecPC).

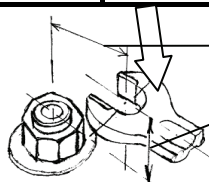
«Исполнительная часть объекта» (ExecP) – название рабочей части объекта, несущей определенную функциональную нагрузку (вилка гаечного ключа, рабочий клин выколотки, рабочие губки тисков, кулачки патрона и т.д.), формат символьный. «Исполнительные характеристики рабочей части объекта» (Execform), определяющие её функциональные параметры (H-резьба M20×1,5, ключ 16 мм, индикатор 0,01 мм и.д.), формат символьный. «Внутренние координаты» «линейные» (ILC) «угловые» (IAC) – координаты исполнительной части объекта в его системе координат, формат числовой. «Форма» (Form) – форма исполнительной части объекта (цилиндрическая, плоская, фасонная), формат символьный. «Габариты» (Dimen) – габариты по длине, высоте и ширине, в миллиметрах, формат числовой. «Текущая основная функция» (Basfunc) – функция, посредством выполнения которой происходит достижение рабочим комплексом необходимого состояния реализации технологии (табл. 1), формат символьный. «Текущий этап активизации» – этап активизации в достижении определенного функционального состояния, формат символьный.

Множество этапов активизации определенных функциональных фаз объектов соответствует множеству основных функций средств активизации (табл. 3). «Название» (Stagactiv) – формат символьный. «Средство активизации» (Meanact) – приспособление (инструмент, рука и т.д.), с помощью которого возможно достижение этого функционального состояния.

Таблица 3.

Формат базы данных характеристик исполнительных частей объектов.

Исполнительная часть объекта	Исполнительные характеристики	Внутренние координаты		Форма	Габариты	Текущая основная функция
		Линейные	Угловые			
ExecP	Execform	ILC	IAC	Form	Dimen	Basfunc
Symbol	Symbol	Numeric	Numeric	Symbol	Numeric	Symbol



Текущий этап активизации		
Название	Средство активизации	Значения отношений
Stagactiv	Meanact	Relat
Symbol	Symbol	Symbol

«Значения отношений» (Relat) – параметры отношений (табл. 5), которые необходимо получить ради достижения некоторого этапа активизации определенного функционального состояния, формат числовой.

Таблица 5.

Перечень отношений, действующих на рабочем месте

Лингвистическая переменная	Название отношения
COT, град	Изменение ориентирования туловища субъекта относительно места назначения.
S, м	Расстояния между субъектом и объектом в горизонтальной плоскости
S <sup>b</sup> , м	Расстояния между субъектом и объектом в вертикальной плоскости
DDF, кол. степ. св.	Лишение степеней свободы объекта 1 субъектом
SM, м	Расстояния между объектом 1 и объектом 2 (местом назначения)
YR, град	Угол между устанавливаемыми и установочными поверхностями (от 30 <sup>0</sup> до 180 <sup>0</sup> )
INC, кол. степ. св	Лишение степеней свободы объекта 1 объектом 2 (приспособлением, поверхностью)
FFF,	Усилие фиксации (крепления, перемещения)
CS, уровень задействования	Изменение состояния технической системы по инструкции
ESD, мм	Точные размеры расстояний и углов между контрольными и измеряемыми элементами.
PR, состояние	Состояние объекта производства
CPS, тип положения	Изменение рабочего положения субъекта
CSA, уровень внимания	Внимания (при измерениях и настройке на размер)

По графе «ExecP» с базой данных характеристик исполнительных частей объектов связана база данных характеристик исполнительных поверхностей (DB\_ExecSC). Её формат представлен в табл. 6. «Элемент поверхности» (Surface) – номер элементарной, несущей в данный момент некоторую технико-технологическую функцию поверхности, формат числовой. «Тип поверхности» (Surform) – название из перечня типовых поверхностей (плоская, цилиндрическая (внешняя, внутренняя), сферическая, коническая и т.д. поверхности), формат символьный.

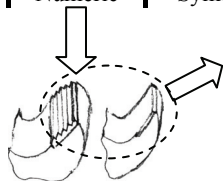
«Внутренние координаты» «линейные» (ILC) «угловые» (IAC) – координаты функциональной поверхности исполнительной части объекта в её системе координат, формат числовой. «Параметры образующей» (Sizeform) – соответствующий определенному типу поверхности характеристический параметр в направлении движения, формат символьный. «Параметры направляющей» (Direct) – соответствующий определенному типу поверхности характеристический параметр в направлении движения образующей, формат символьный.

Контактные характеристики элемента поверхности «Трение» (Frict), «Плоскостность» (Planen), «Прочность» (Durab), «Шероховатость» (Rough), «Температура» (Temper) – характеризуют физические характеристики поверхностей при взаимодействии с ними исполнительных технических элементов, формат символичный, так как значения носят нечеткий лингвистический характер.

Таблица 6.

Формат базы данных характеристик исполнительных поверхностей (DB\_ExecSC).

Элемент поверхности	Тип поверхности	Внутренние координаты		Параметры образующей	Параметры направляющей
		Линейные	Угловые		
Surface	Surform	ILC	IAC	Sizeform	Direct
Numeric	Symbol	Numeric	Numeric	Symbol	Symbol



Контактные характеристики элемента поверхности				
Трение	Плоскостность	Прочность	Шероховатость	Температура
Frict	Planen	Durab	Rough	Temper
Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Symbol

Другая часть декларативной базы, представляет собой базу знаний об условиях достижения необходимых технических состояний объектов рабочего места для реализации ими требуемых технологических функций. Реляционная связь базы знаний условий выполнения объектом основных функций (KB\_MainRF) организована через графу «NameO» базы данных основных характеристик объектов. Её формат представлен в табл.7.

Таблица 7

Формат базы знаний об условиях выполнения объектом основных функций (KB\_MainRF).

Условия выполнения объектом основных функций			
Основные функции	Рабочая часть (поверхность)	Значения отношений	Предмет воздействия (поверхности)
Basfunc	Workpart (surface)	Relat	Subinf
Symbol	Symbol	Symbol	Symbol

«Основные функции» (Basfunc) – функции, посредством выполнения которых происходит достижение рабочим комплексом необходимых состояний реализации технологии (табл. 1), формат символичный. «Рабочая

часть (поверхность)» (Workpart (surface)) – функциональный элемент объекта, посредством которого происходит достижение нужных состояний технологической системы, формат символьный. «Значения отношений» (Relat) – значение лингвистической переменной в символьном формате и её параметрическое описание в числовом формате, характеризующие состояние выполнения некоторой функции (табл. 5) из графы Basfunc. «Предмет воздействия» (Subinf) - функциональный элемент объекта, на который направлены воздействия в достижении нужных состояний технологической системы, формат символьный.

По графе Basfunc с базой знаний условий выполнения основных функций связана база знаний этапов и условий активизации основных функций объекта. Формат этой базы знаний представлен в табл. 8.

Таблица 8.

Формат базы знаний об этапах и условиях активизации основных функций объекта (KB StageMF).

Этапы и условия активизации основных функций объекта			
Этапы активизации основных функций	Средство активизации (объект, часть объекта, поверхность)	Значения отношений	Предмет воздействия (поверхность, часть предмета)
Stagactiv	Meanact (object, part, surface)	Relat	Subinf
Symbol	Symbol	Symbol	Symbol

В этой базе знаний «Этапы активизации основных функций» (Stagactiv) – этапы подготовки исполнительного элемента к выполнению функции из графы Basfunc, формат символьный. «Средство активизации (объект, часть объекта, поверхность)» (Meanact) – это объект или его элемент, посредством которого исполнительный элемент переходит на соответствующий этап активизации (табл. 2) из графы Stagactiv, формат символьный. (Relat) – значение лингвистической переменной в символьном формате (табл. 5) и её параметрическое описание в числовом формате, характеризующие достижение некоторого этапа активизации из графы Stagactiv. «Предмет воздействия (поверхность, часть предмета)» (Subinf) – исполнительный элемент средства воздействия, конструктивно связанный с элементом из графы Workpart, формат символьный.

База процедурных знаний содержит информацию, касающуюся элементарных действий и типовых методов работы. В силу того, что система проектирования использует для работы процедурные знания представленные в виде фреймов, то и структура этой части информационной базы должна соответствовать фреймовой модели.

Принцип представления информации отличается от базы декларативных знаний ориентировкой на диапазоны допустимых значений параметров. Эта



часть состоит из баз данных микроэлементов (NameME), базы данных диапазонов допустимых значений параметров отношений для реализации микроэлементов (MKBRangeR), базы знаний допустимых значений параметров характеристик исполнительных частей средств воздействия. (МКВ\_ExecP), базы знаний допустимых значений параметров характеристик поверхностей исполнительных частей. (МКВ\_ExecS) и базы знаний допустимых значений параметров характеристик объектов воздействия (МКВ\_ObjectCh).

Формат базы данных диапазонов допустимых значений параметров отношений характеристик объектов представлен в табл. 9:

Таблица 9.

Формат базы для реализации микроэлементов (MKBRangeR)

Микроэлемент (название)	Комментарии
ME	Comment
Symbol	Symbol



Диапазоны допустимых, для реализации микроэлементов, значений параметров отношений					
Рабочая часть (поверхность) средства труда	Допустимые начальные значения отношений		Предмет воздействия (поверхность, часть предмета)	Диапазон изменений значений отношений	
Workpart	Relat		Subinf	Relat	
	R <sub>min</sub>	R <sub>max</sub>		ΔR <sub>min</sub>	ΔR <sub>max</sub>
Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Symbol	Symbol

В этой базе знаний «Микроэлемент» (ME) – название микроэлемента-действия, формат символьный. «Комментарии» (Comment) – расшифровка аббревиатуры – обозначения микроэлемента. «Допустимые начальные значения отношений» и «Диапазон изменений значений отношений» (Relat) – название отношения (табл. 5) и, характеризующие диапазон его возможных значений (R<sub>min</sub>—R<sub>max</sub>), лингвистические переменные с соответствующими параметрами, формат символьный и числовой. «Объект воздействия (поверхность, часть объекта)» (Subinf) – название объекта, на который направлены воздействия рабочей части средства воздействия, формат символьный.

Общие характеристики исполнительных частей средств воздействия отображены в таблице 10.

«Исполнительные характеристики» (Execform) – определяют функциональные параметры исполнительной части, формат символьный. «Форма» (Form) – ограничения на тип формы исполнительной части средства воздействия, формат символьный. «Габариты» (Dime<sub>min</sub> - Dime<sub>max</sub>) –

ограничения на габаритные параметры исполнительной части, формат числовой.

Таблица 10.

Формат базы знаний допустимых значений параметров характеристик исполнительных частей средств воздействия (МКВ ExecP)

Исполнительные характеристики	Форма	Габариты		Функциональная фаза	Этап активизации
Execform	Form	Dime <sub>min</sub>	Dime <sub>max</sub>	Basfunc	Stagactiv
Symbol	Symbol	Numeric	Numeric	Symbol	Symbol

«Функциональная фаза» (Basfunc) – функциональная специализация средства воздействия (табл.1), необходимая для применения соответствующего микроэлемента действия, формат символьный. «Этап активизации» (Stagactiv) – этап подготовки исполнительного элемента (табл. 2) средства воздействия к выполнению функции из графы Basfunc, формат символьный.

Формат базы процедурных знаний о допустимых геометрических характеристиках исполнительного элемента средства воздействия представлены в таблице 11.

Таблица 11.

Формат базы знаний допустимых значений параметров характеристик поверхностей исполнительных частей. (МКВ ExecS)

Элемент поверхности	Тип поверхности	Параметры образующей	Параметры направляющей
Surface	Surform	Sizeform	Direct
Numerical	Symbol	Numeric	Numeric

«Элемент поверхности» (Surface) – номер элемента поверхности, формат числовой, «Тип поверхности» (Surform) – необходимый тип поверхность из перечня типовых поверхностей, формат символьный. «Параметры образующей» (Sizeform) – лингвистическое ограничение на соответствующий определенному типу поверхности характеристический параметр в направлении движения, формат символьный. «Параметры направляющей» (Direct) – лингвистическое ограничение на соответствующий определенному типу поверхности характеристический параметр в направлении движения образующей, формат символьный.

Формат базы знаний допустимых значений параметров характеристик предметов труда. (МКВ\_ ObjectCh) представлен в таблице 12.

Таблица 12.

Формат базы знаний допустимых значений параметров характеристик объекта воздействий. (МКВ\_ ObjectCh)

Допустимые параметры объекта воздействий					
Технологический статус	Масса		Тип	Габариты	
TechS	$M_{\min}$	$M_{\max}$	Type	$Dime_{\min}$	$Dime_{\max}$
Symbol	Numeric	Numeric	Symbol	Numeric	Numeric

«Технологический статус» (TechS) – ограничение на принадлежность объекта воздействия к определенному классу технологических объектов, формат символьный. «Масса» ( $M_{\min}$  –  $M_{\max}$ ) – ограничения по массе объекта воздействия, формат числовой. «Тип» (Type) – ограничение на принадлежность объекта воздействия объекта к определенным классам технических объектов, формат символьный. «Габариты» ( $Dime_{\min}$  –  $Dime_{\max}$ ) - ограничения на габаритные параметры объекта воздействия, формат числовой.

Исходные данные технологического характера предоставляет диспетчер производственных заданий. Они извлекаются из общих характеристик и формулировок технологических переходов соответствующей документации и несут в себе:

- информацию о номенклатуре технических средств, используемых для осуществления операции (основное оборудование (Б), приспособление (ПР), режущий (РИ), измерительный (СИ), вспомогательный (ВИ) инструменты);
- физические и геометрические характеристики детали и заготовки (масса (МД и МЗ), сопротивление нагрузкам ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ), габариты ( $A \times B \times C$ ), исполнительные размеры);
- некоторые технические особенности установки и крепления детали (базовые поверхности (БАЗА 1, БАЗА2, и т.д.) и под крепление (КРЕП1, КРЕП2 и т.д.));
- свойства целевых ситуаций по переходам и особенности их достижения (способ действия («установить», «снять», «расточить»), объект воздействия («деталь», «приспособление», «станок»), средство воздействия («ключ гаечный», «оправка разжимная» «штангенциркуль»);
- порядке смены целевых ситуаций от перехода к переходу.

Данные, касающиеся технического характера эксплуатации объектов (параметры сопрягаемых поверхностей, перечни возможных функций и методы активизации определённых функциональных состояний) рабочей среды извлекаются и заносятся в базу декларативных знаний из сопровождающей их технической документации (инструкции по эксплуатации, чертежи приспособления, руководства по обучению) или на основании эмпирических данных технологов, рабочих – экспертов по оборудованию и оснащению (опыт работы).

Организационные параметры рабочего места можно автоматически получить из генератора имитационных моделей, который располагает информацией, о планировке рабочего места (координаты ( $X=<\text{значение}, м>$ ,  $Y=<\text{значение}, м>$ , угол= $<\text{значение}, градусы>$ ) и линейные размеры оборудования и производственной мебели), последовательности, времени смены и расстояниях между объектами, работы основного оборудования и других технических средств.

Порядок подготовки информационной базы состоит из таких этапов:

1. Приведение в соответствие всех используемых согласно технологии объектов или их исполнительных частей определенным физическим и геометрическим характеристикам,

2. Определение функциональной нагрузки каждого из объектов, задействованных в осуществлении вспомогательного перехода или подготовки к его осуществлению,

3. Определение путей достижения соответствующих функциональных состояний исполнительных частей объектов.

Например, нужно произвести проектирование машинно-ручной работы по установке заготовки в приспособление на токарно-винторезном станке:

1. Заносим характеристики технологически значимых объектов в базу данных основных характеристик (Рис. 2):

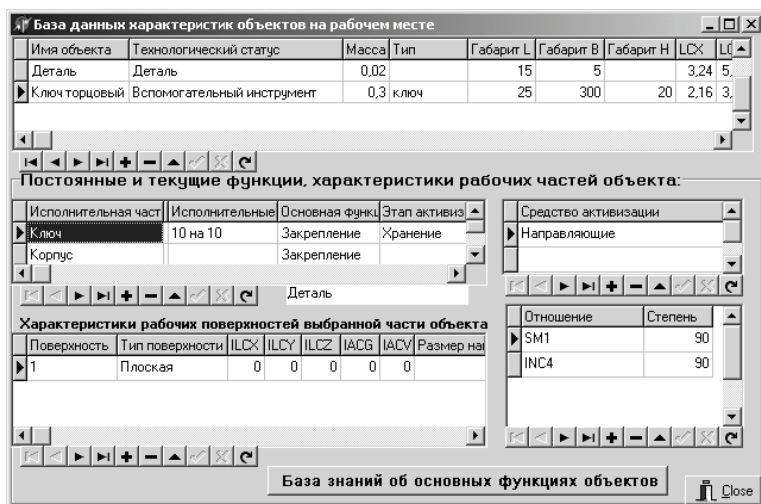


Рис. 2. Рабочее окно базы данных характеристик объектов рабочего места.

2. Формируем элементарные методы работы для выделения необходимых технологически значимых свойств отдельных элементарных объектов (Рис. 3).

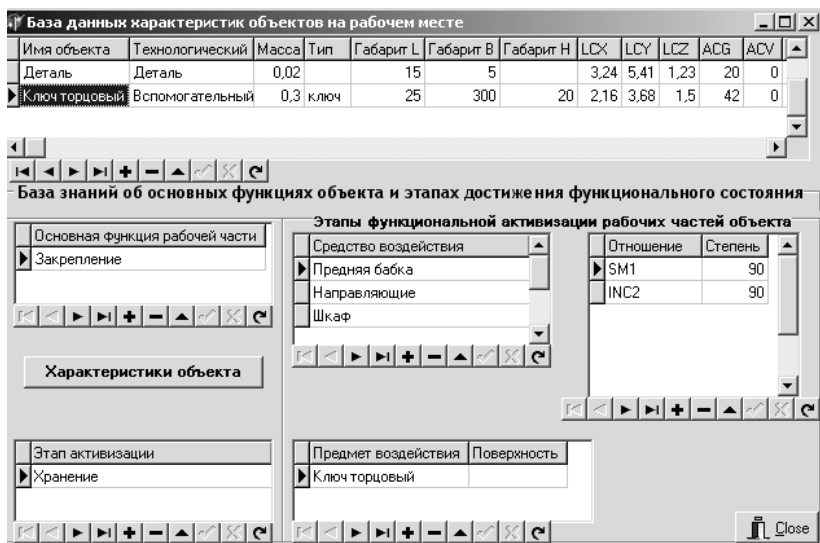


Рис. 3. Рабочее окно базы знаний элементарных методов работы.

3. Каждой совокупности признаков выделения технических свойств, нечетко соответствует некоторый микроэлемент работы согласно рекомендациям по применению созданной микроэлементной базы (Рис.4, 5):

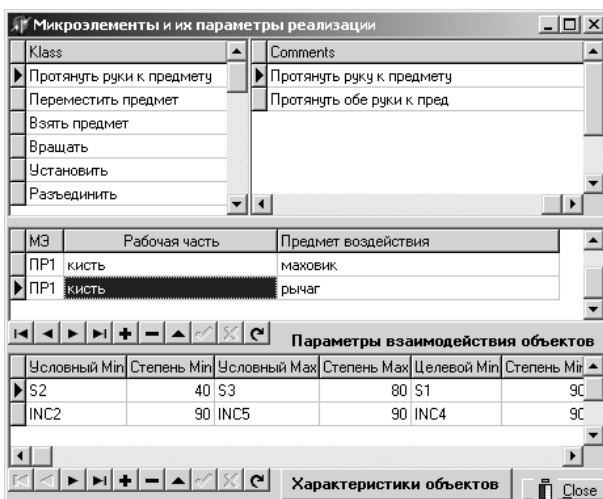


Рис. 4. Рабочее окно базы знаний фреймовой структуры микроэлементов работы.

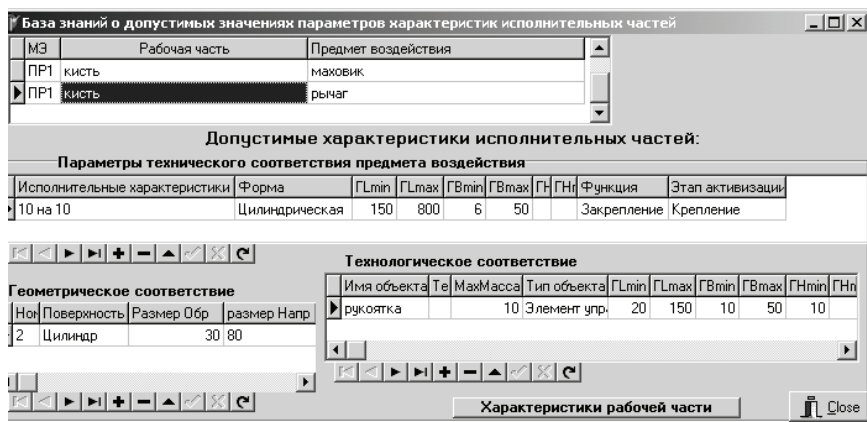


Рис. 5. Рабочее окно базы диапазонов функционального соответствия предмета воздействия параметрам исполнительной части приспособления, инструмента.

Таким образом, создана информационная база объектов рабочего места, которая позволяет рассматривать их технические свойства с позиции требуемой функциональности, приведена информационная база процедурных знаний микроэлементов и типовых комплексов методов работы. Раскрыты особенности взаимодействия системы проектирования и нормирования методов работы САР «НОРМА» со средой моделирования «ГИМПМ».

**Список литературы:** 1. Тимофієв Ю.В., Шелковой А.Н., Рузметов А.Р., Концур С.А. Аналитический подход к оценке временных характеристик рабочего места станочника // Високі технології в машинобудуванні. Збірник наукових праць – Харків: НТУ “ХП”.- 2002. - Вип.1. – С. 370 - 376. 2. Базовая система микроэлементных нормативов времени (БСМ-1) //Методические и нормативные материалы. М.: Экономика, 1989 г 3. Шелковой А.Н., Рузметов А.Р. Классификация задач формализации перемещений рабочего на основе анализа его психофизиологических характеристик //Високі технології в машинобудуванні: Збірник наукових праць – Харків: НТУ “ХП”.- 2004. - Вип., 2(9). – С. 270 - 275. 4. Шелковой А.Н., Рузметов А.Р. Представление трудового процесса в виде декларативных и процедурных знаний семантической сети С.72–76 // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ “ХП”. - 2005.- №39. – С. 133 - 137. 5. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учебник для вузов / Корчак С.Н., Кошин А.А. и др. — М.: Машиностроение, — 1988. — 352 с.

Поступила в редколлегию 28.09.10