

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ГАБРОВО
Катедра „Машиностроене и уредостроене“

маг. инж. Росен Симеонов Иванов

**ТЕХНОЛОГИЧНА ПОДГОТОВКА НА
ПРОИЗВОДСТВОТО И РАЗРАБОТВАНЕ НА
УПРАВЛЯВАЩИ ПРОГРАМИ ЗА СЕРИЙНО
ПРОИЗВОДСТВО В СРЕДА НА ИНТЕГРИРАНА
СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ НА
ИНЖЕНЕРНИЯ ТРУД ”PROTECH”**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на

ДИСЕРТАЦИЯ

за присъждане на образователна и научна степен
“доктор”

по област на висше образование „Технически науки”
научно направление „Машинно инженерство”
научна специалност „Технология на машиностроенето”

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:

проф. д-р инж. Стефан К. Къртунов

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Проф. Ангел Диков

Проф. Михаил Кършаков

Габрово, 2014 г.

Дисертационният труд е с обем 121 стр. и се състои от увод, шест глави, заключение, приноси и литература с 106 заглавия, като 90 са на български, и 16 на английски език. Дисертацията съдържа 62 фигури и 2 таблици.

В автореферата всички означения (номерацията на фигурите, точките на заглавията, таблиците и формулите) са според означенията в дисертацията.

Дисертационният труд е обсъден и насочен към защита на разширен катедрен съвет на катедра “Машиностроене и уредостроене” при Технически университет – Габрово на 19.03.2014г.

Изказвам най-сърдечна благодарност на научния си ръководител проф. д-р инж. Стефан Къртунов, с чиято помощ и напътствия е свързано не само разработването на настоящата дисертация, но и цялостното ми израстване като научен работник.

Благодаря на целия колектив на катедра „Машиностроене и уредостроене“, Габрово за компетентните мнения и препоръки на различни етапи от обсъждане на дисертацията.

Сърдечно благодаря на консултанта проф.Ангел Диков за помощта при разработване на дисертационния труд.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на открито заседание пред научно жури на 2014 г., от часа в зала на Технически университет – Габрово.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на катедра “Машиностроене и уредостроене”, Технически университет – Габрово.

Автор: маг. инж. Росен Симеонов Иванов

Заглавие: Технологична подготовка на производството и разработване на управляващи програми за серийно производство в среда на интегрирана система за автоматизация на инженерния труд ”Protech”

Тираж: 30 бр.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Същност на система "Protech"

Основната цел на автоматизацията на производствените процеси е да се намалят сроковете за изработване и да се повиши качеството на произвежданите изделия. Самото въвеждане на машини с цифрово -програмно управление позволява бърза настройка и гъвкавост. Едновременно с това се работи интензивно и за автоматизация на труда на инженерите - проектанти, съобразно нарастващите изисквания на пазара, които водят до необходимостта от разработка на все по - сложни конструкции и съответни технологични процеси, при това във все по- кратки срокове.

С напредване на съвременните технологии, машини и все по-високи изисквания за качество на изделията, както и все по-кратките срокове за изпълнението им, е необходимо проектиране и внедряване на системи за планиране и програмиране на автоматизираните производствени процеси в машиностроенето. Съобразно тези изисквания е дадено начало на работа върху система, отговаряща на всички тези изисквания и стандарти.

Цел и задачи на дисертационния труд

Да се разработи интегрирана система "Protech" за технологична подготовка на производството и съставяне на управляващи програми за серийно производство. За постигане на целта на настоящото изследване е необходимо да се решат следните задачи:

1. Да се разработи структурна схема на система "Protech", главен алгоритъм на работа;
2. Да се създадат модули за автоматизирана система "Protech"и развият алгоритми за тяхната работа :
 - модул за планиране;
 - модул за програмиране;
 - модул за изчисляване цикъла на живот на продукта PLM :
3. Да се изработи програмно осигуряване на система "Protech" на база алгоритмите на отделните модули и БД;
4. Да се изработи методика за работа със система "Protech";
5. Да се направят практически изследвания със система "Protech" и анализират постигнатите резултати в примерно серийно производство.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА I. ОБЗОР И АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩОТО ПОЛОЖЕНИЕ

1.1. Системи за цифрово програмно управление

Основната задача, която следва да се реши в съвременното машиностроително производство, успоредно с усъвършенстването на конструкциите на машините, увеличаването на тяхната дълготрайност и надеждност при работа е снижаването на себестойността на произведените изделия. За решаването на тази основна задача е необходимо да се повишава производителността на труда на базата на комплексната механизация и автоматизация на производството. Автоматизираното производство изисква строго спазване на техническите условия и висока технологична култура, с което косвено се спомага за повишаване качеството на машиностроителните изделия.

1.7.2. Предназначение на автоматизираните системи

Автоматизираните CAD (компютърно подпомагане на дизайна) системи са предназначени за проектиране на елементи, възли и конструкции и разработка на техническата им документация. Те имат възможности за дизайнерско оформяне на конструираните елементи (детайлите) и конструкции и създаване на техни изображения и видеоклипове, демонстриращи работата на механизми и машините.

Предназначението на CAE (компютърно подпомагане на инженерната дейност) системите е компютърен инженерен анализ на елементи и конструкции – якостно-деформационен анализ и оптимизация, кинематичен и динамичен анализ и оптимизация на механизми, изследване на температурни полета и напрежения и др.

С помощта на CAM (компютърно подпомогнато производство) системите се разработва технологична документация и програми за управление на металообработващи машини и технологични процеси. Съвременните CAD системи могат да бъдат самостоятелен програмен пакет или част от CAD – CAE – CAM. Към самостоятелните програмни пакети се вграждат модули от CAE и CAM системи, разработени от други фирми, така че да се постигнат функциите на CAD – CAE – CAM програмните пакети.

Същността на CAP/CAD/CAM системи, се изразява в автоматизирана връзка между конструиране, технология и производство, пример за тяхната взаимовръзка е показан на (табл.1.2.)

Връзка между CAD/CAM/CAE модулите

	Възможности на системата	Специализирани системи	Област на приложение
CAD	Изработване на повърхнини и 3-D модели с възможност за приложение и манипулация в САМ среда.	Pro/ENGINEER Autodesk Inventor SolidWorks	Технологична и конструктивна разработка на детайли и изделия в автоматизираното машиностроене.
CAM	Проектиране на работните траектории на инструменти върху вече моделиран детайл, избор на определен модел и клас машина с ЦПУ, извеждане на оперативна програма в текстови вид.	Pro/ENGINEER PowerMILL Unigraphics FeatureCAM	Инсталиране и зареждане в машини с ЦПУ, с цел изработка на крайно изделие.
CAE	Компютърно планиране и проектиране на производството.	Genoa (CAD – SigraPh).	Автоматизирано технологично проектиране на машинното производство.

Начинът се използва при CAD-системи с интегрирани NC-модули и непълно разработени функции за програмиране. Това решение е подходящо при детайли-геометрични комплекси, предназначени за обработване на оборудване с ЦПУ по 3-5 оси.

1.10. Изводи към първа глава

Автоматизираното проектиране застъпено при конструирането на изделията, без те да се обвързват с ТПП за тяхното изработване. Не е известен подход за интегрирано взаимосвързано с цикъла на живот изработване.

1. Въз основа на направения литературен обзор е анализирано моментното състояние в машиностроенето по отношение внедряване на автоматизираните CAD/CAM/CAE системи, компютърни интегрирани системи (СІМ) и приложение на

металорежещи машини с цифрово програмно управление (ЦПУ) с цел подобряване на автоматизираните процеси в даденото производство.

Отбелязани са основните методи и специфика на работа, цели и постигнати резултати, приложимостта и предимствата на разгледаните системи .

2. През последните няколко години се наблюдава тенденция към модернизиране на машинното оборудване в голяма част от действащите фирми в машиностроителния бранш в България. 3.

Необходимо е да се разработи интегрирана система за автоматизирано програмиране, планиране и прототипиране на производството, структурната и схема , главен алгоритъм на работа, интерфейс и програмно осигуряване, както и да се разработят база данни чрез информационно осигуряване. Такова обединяване на етапите в технологичната подготовка на производството представлява иновация за машиностроенето.

ГЛАВА II. СТРУКТУРНА СХЕМА НА ИНТЕГРИРАНА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ИНЖЕНЕРНИЯ ТРУД, "PROTECH"

2.1. Същност на система "Protech"

Основната цел на автоматизацията на производствените процеси е да се намалят сроковете за изработване и да се повиши качеството на произвежданите изделия. Самото въвеждане на машини с цифрово -програмно управление позволява бърза настройка и гъвкавост. Едновременно с това се работи интензивно и за автоматизация на труда на инженерите - проектанти, съобразно нарастващите изисквания на пазара, които водят до необходимостта от разработка на все по - сложни конструкции и съответни технологични процеси, при това във все по- кратки срокове.

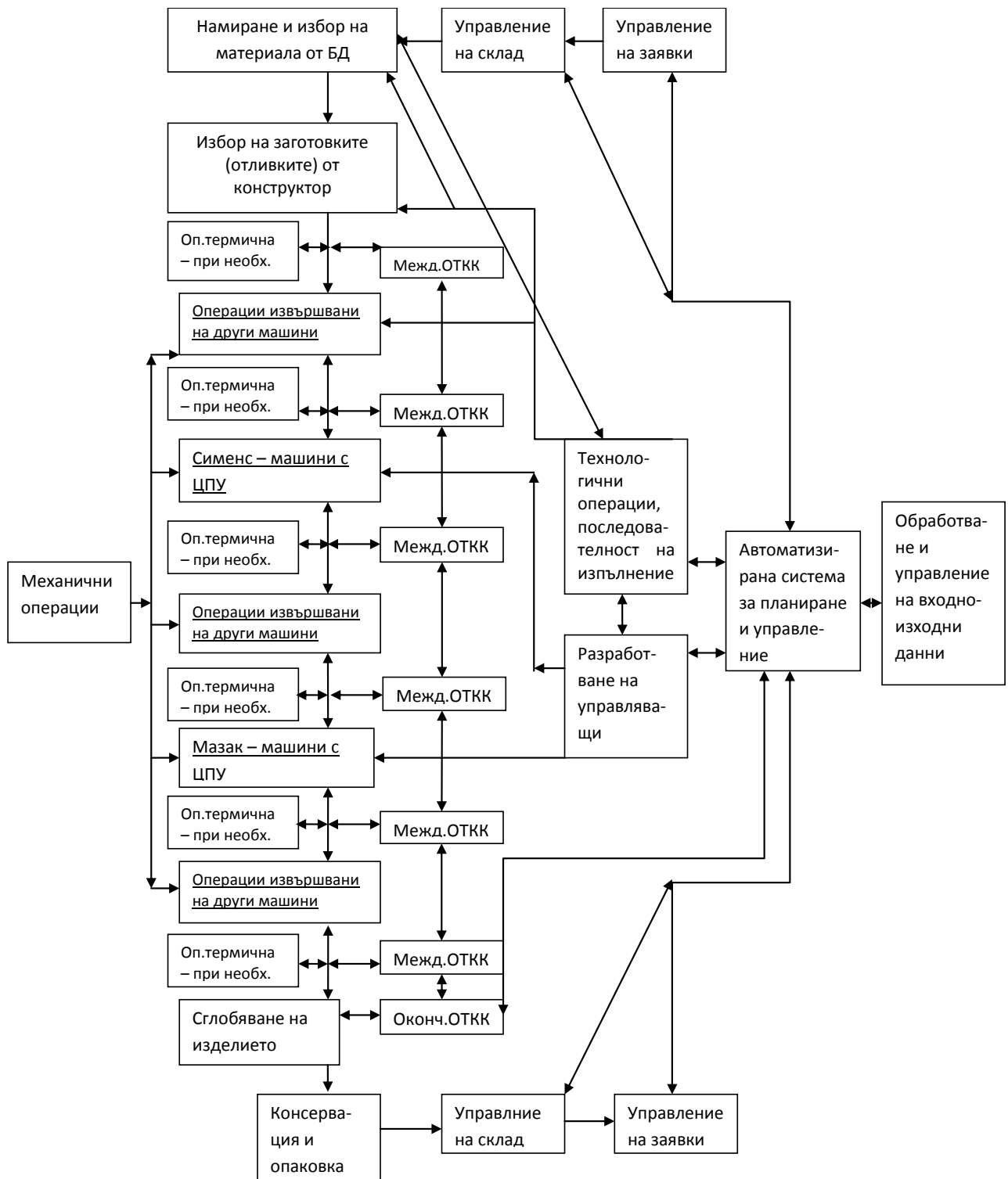
С напредване на съвременните технологии, машини и все по-високи изисквания за качество на изделията, както и все по-кратките срокове за изпълнението им, е необходимо проектиране и внедряване на системи за планиране и програмиране на автоматизираните производствени процеси в машиностроенето. Съобразно тези изисквания е дадено начало на работа върху система, отговаряща на всички тези изисквания и стандарти.

2.2. Блок-схема на система „Protech“

Същността на действие на система „Protech“ е постоянен контрол, обмен и актуализация на информацията на технологично-производствения преход в реално време. Чрез тези действия се следи всеки един етап на изработка на изделията, тяхното

качество, спазване на сроковете за изпълнение, складовата наличност и продажбите.

На (фиг.2.1.)е показана блок-схема на взаимовръзката и трансфера на данни между отделните модули на система „Protech”.



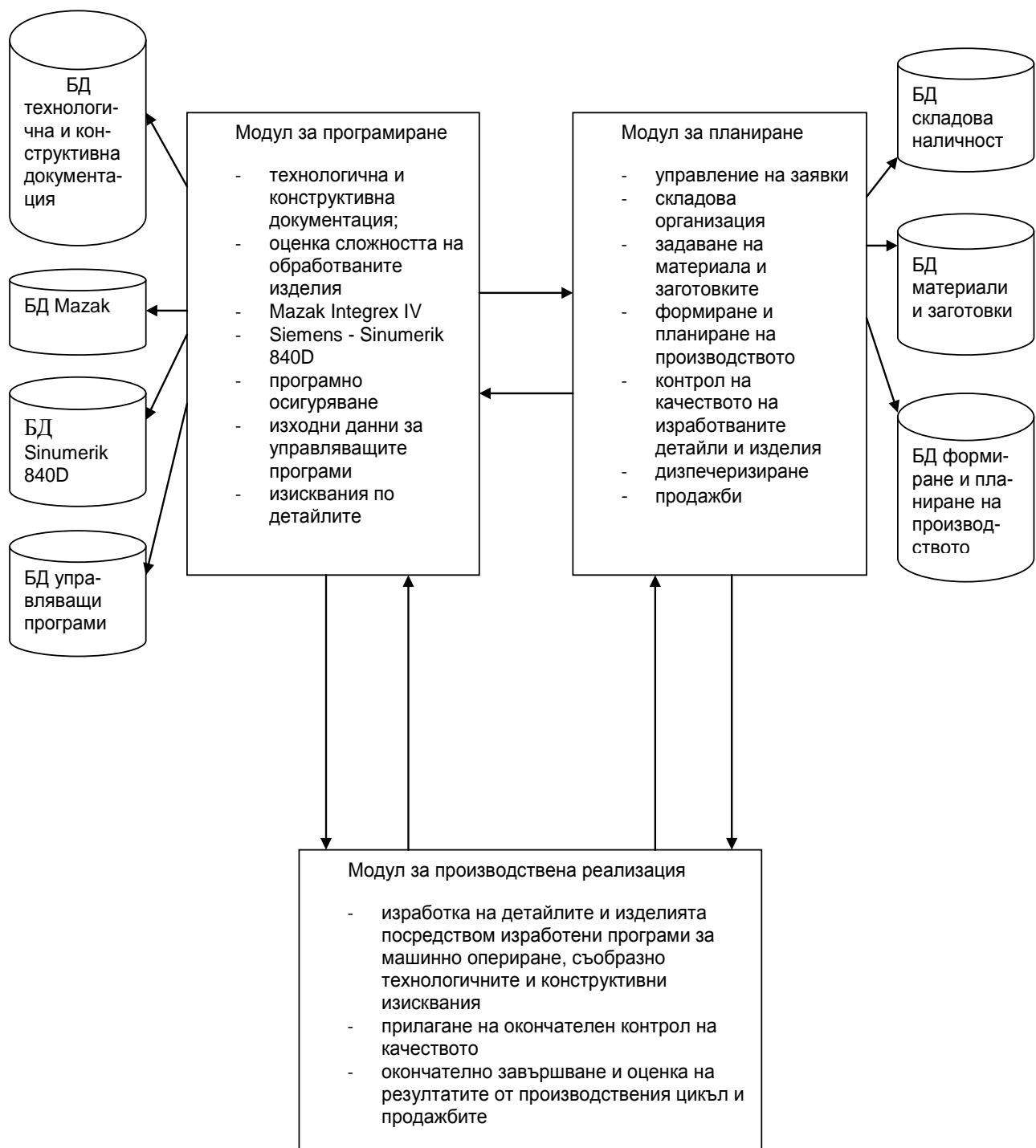
Фиг.2.1.Блок-схема на взаимовръзката и трансфера на данни между отделните модули на система „Protech”

Блок-схемата на автоматизирана система „Protech” е следствие на последователността на производствения процес в примерно производство.

Обезпечаването на този вид трансфериране на информация се извършва посредством персонални компютри свързани в единна мрежа. Всяко едно звено е снабдено с необходимия хардуер и софтуер гарантиращ пълноценна и адекватна според изискванията работа. Машините в производствения отдел са снабдени с вграден компютър, като неделима част от градивната им система, като по този начин та също са свързани в единната мрежа на системата „Protech”. По този начин може да бъде подавана и изисквана информация от технолога-програмист директно от работният му персонален компютър към машината и обратно без да се налага персоналното присъствие на същия на работния пулт на машината. На база тази последователност е разработена блок-схема на автоматизирана система „Protech”, състояща се от три основни модула: - планиране на производството, програмиране на управляващи програми, производствена реализация и оценка на жизнения цикъл на продукта.

На (фиг.2.2.) е даден обмен на данни между трите модула на системата „Protech”, като в случая е акцентирано върху секторите за планиране, програмиране и производство. Посредством базата данни, с които оперират технолозите-програмисти, се оценява спецификата и сложността на изработваните изделия и детайли. На база тази оценка се изгражда технологичната последователност на обработка, като се насочва в основно направление за обработване на машини със система за управление Mazak - Mazatrol или Siemens – Sinumerik 840D. Съставят се оперативни програми за съответните системи и машини, като от организационна гледна точка трябва да са подготвени необходимите приспособления, инструментална екипировка и уреди за контрол на качеството. Определя се материала за заготовките, като в случая има постоянен контрол и обмен на информация със складовата база. След оценка на сложността на изделието се определя оптималния срок за изпълнение на заявката. По време на целия планов, технологичен и производствен процес на производството, обработката и обмен на информация между трите сектора е постоянен.

Подава се информация при всяко едно текущо и окончателно контролиране на качеството на детайлите и изделията, какъв процент от тях са годни или негодни. При извършване на консервацията и опаковката на готовата продукция се регистрира даденото количество, след което се предвижва към сектора за складово съхранение.



Фиг. 2.2. Блок-схема на автоматизирана система „Protech”, състояща се от три основни модула

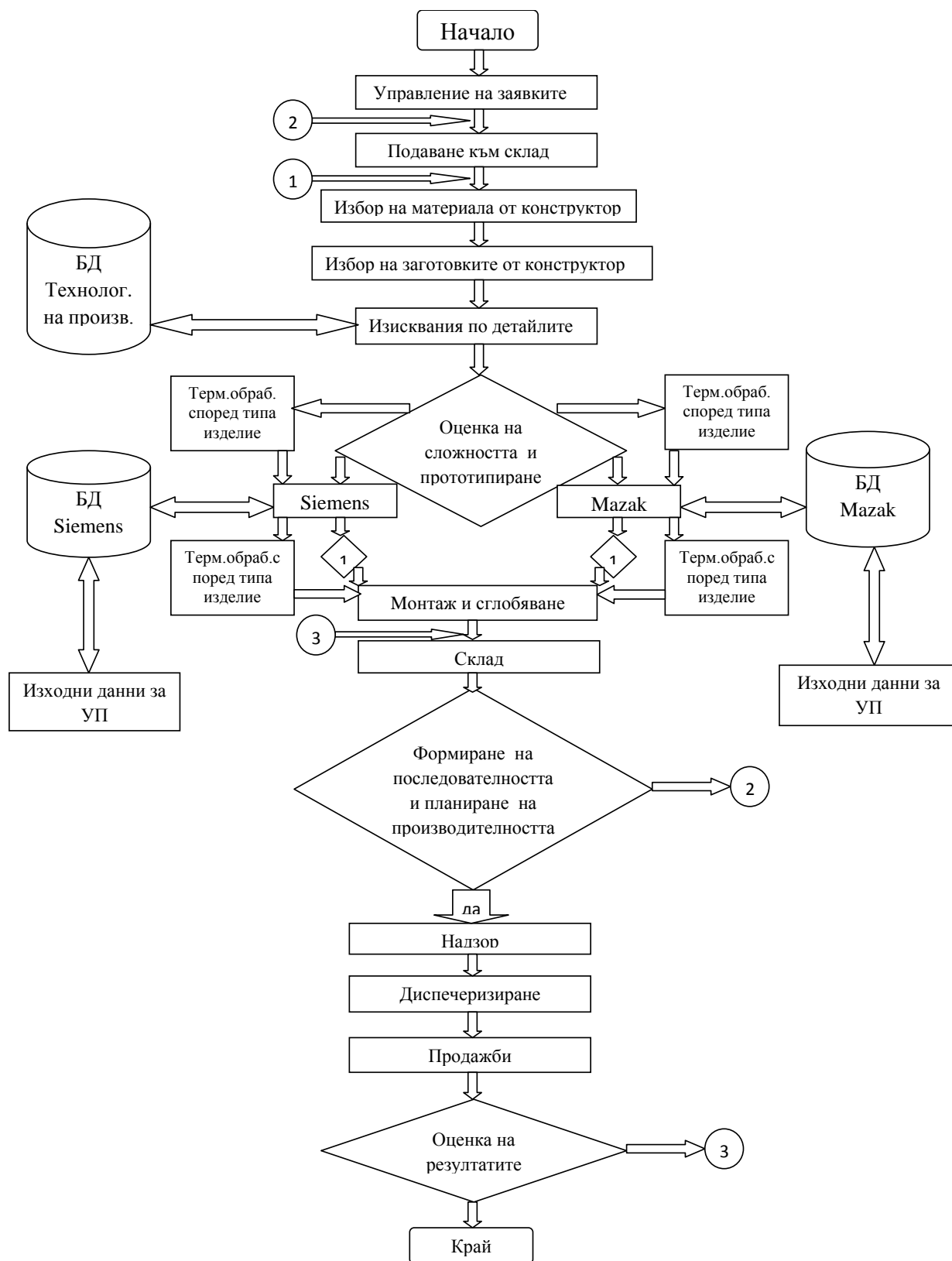
2.3. Главен алгоритъм на системата „Protech”

Главният алгоритъм на автоматизирана система работи по блоково –йерархичен принцип. Получените резултати от работата на системата се анализират и при необходимост процеса се повтаря до получаване на оптимални изходни параметри.

В общ вид алгоритмичната последователност на системата “Protech” следва серийното производство и представлява:

- начало на програмно-производствения процес;
- приемане и управление на заявките за изделията;
- подаване и обработване на информацията съобразно складовата наличност;
- определяне вида на материала от конструктор - технолог;
- определяне на заготовките от конструктор (съобразно технологичната документация);
- изисквания по детайлите (определят се според конструктивно-технологичната документация);
- оценка на сложността и прототипиране – извършва се от технолозите - програмисти изработващи оперативните програми за машините с цифрово програмно управление;
- според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването технолога задава необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите технологични преходи съпровождащи производствения процес;
- насочване на детайлите за обработка към системата за ЦПУ Mazak или Sinumerik 840 след технологичната оценка за сложност;
- сглобяване – окомплектоване на изделията съставени от няколко отделни детайла ;
- складиране на готовите изделия;
- формиране и планиране на производството;
- надзор и контрол на качеството;
- диспечеризиране;
- продажби на готовата продукция;
- оценка на икономическите, технологичните и производствени резултати - ;
- завършване на програмно-плановия процес „Protech”.

На (фиг.2.3.) е показана алгоритмичната схема на работа на системата за програмиране и планиране на производството „Protech”.



Фиг.2.3. Главен алгоритъм на системата „Protech”

2.4. Изводи към втора глава

Показан е общ вид на алгоритмичната последователност на система "Protech", както и блок-схема на взаимовръзките и обмена на данни между отделните модули участващи в системата. "Protech" се отличава от срещаните се в практиката подобни системи, че съдържа модули за оказаните дейности. Такова обединяване на етапите на технологичната подготовка на производството представлява иновация за машиностроенето.

1. Разработена е нова, интегрирана система за автоматизирано ТПП, структурна схема и главен алгоритъм на работа, на който се базират на автономност и възможност за развитие на модулите, диалогов режим и относителна независимост от техническото осигуряване.

2. Главният алгоритъм на системата работи по-блоково-йерархичен принцип. Резултатите се анализират и ако е необходимо процесът се повтаря до оптимални изходни параметри.

3. Необходимо е да се разработят три отделни модула и техните алгоритми на работа, представени в следващата глава.

ГЛАВА III.МОДУЛИ НА СИСТЕМА "PROTECH"

3.1. Технологично планиране

Началото на технологичното планиране е поставено съобразно спецификата и особеностите на изделията и детайлите, които ще бъдат изработвани, като се цели оптимална технологичност на изработката, високо качество на металообработване, също така постигане на необходимите конструктивни показатели на точност на номиналните размери. Всички тези показатели са съобразени с определени срокове за изпълнение заявени от клиента. Конструктор-технолога определя вида и материала на заготовката (прътов материал, отливка, обемно шампована заготовка), след което съобразно изискванията и спецификата на детайлите и изделията се определя последователността на обработван на машините. Извършва се технологична оценка на сложността на изработване базиран на три основни критерия: - К1 форма на детайла – призматичен или ротационен детайл; К2 брой на преходите, които ще се извършат на машината за едно базиране съобразно капацитета на инструменталния магазин – 30 бр. инструменти при Siemens – Sinumerik, 42 при Mazak – Integrex; К3 броя установки на една операция. След като се определи по кой технологичен път ще се изработват изделията и детайлите, се преминава към подготвителните механични

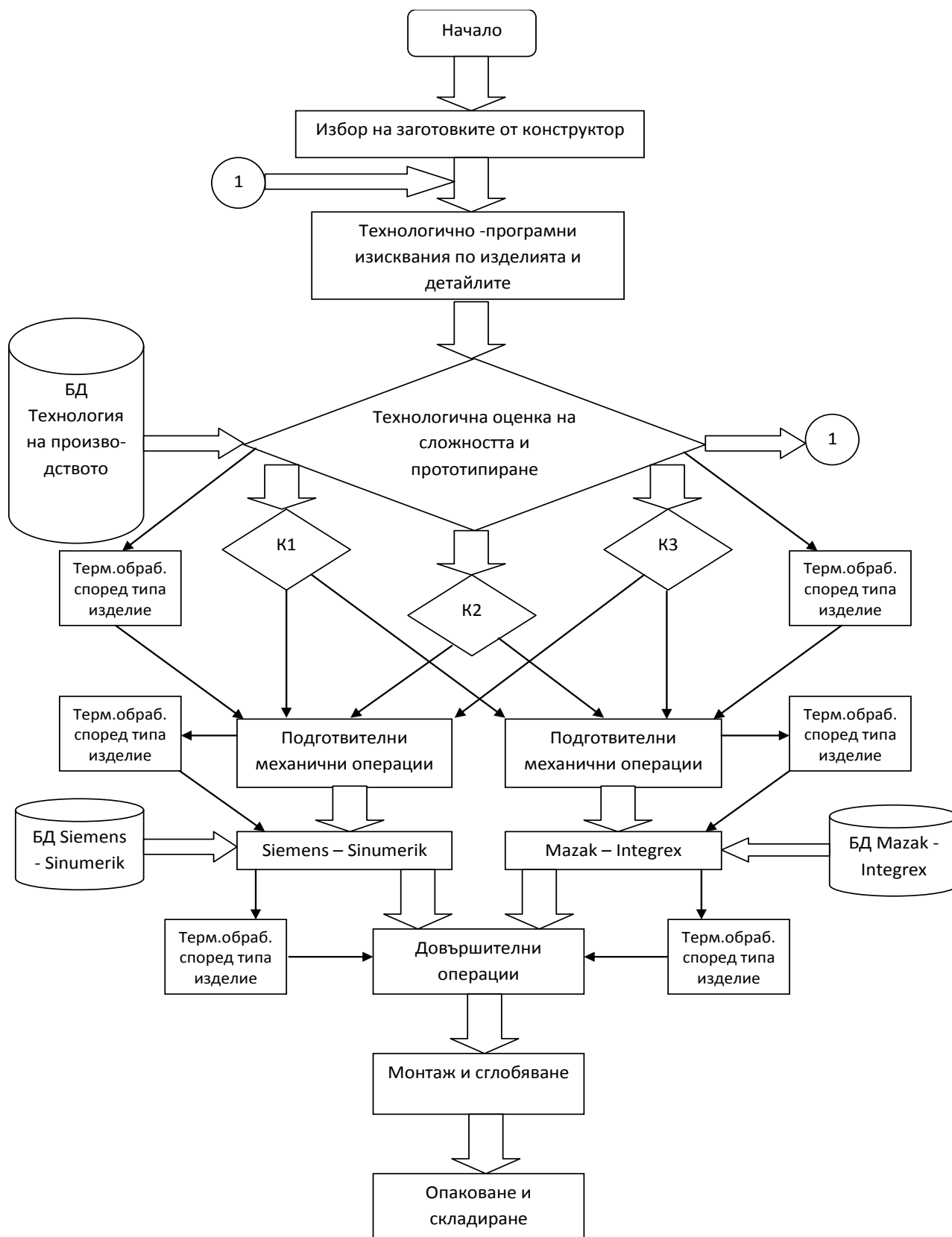
обработки, съответно съобразени за системата Siemens – sinumerik, системата Mazak – Integrex. Според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването му се задават необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите операции съпровождащи производственият процес. Продължава се с довършителните операции, след което се завършва с опаковане и складиране на детайлите и изделията със съответната регистрация в системата ”Protech” .

3.1.1. Алгоритъм за технологично планиране

Последователност при алгоритъм на работа на модула за технологично планиране:

- начало на технологичното планиране;
- конструктор определя заготовките от които ще се изработват детайлите;
- технолог-програмиста задава технологично-програмните изисквания по изделията и детайлите съобразно с техническата документация ;
- според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването му технолога задава необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите технологични преходи съпровождащи производственият процес;
- изготвя се технологична оценка на сложността като се използва БД от технология на производството и съобразно трите основни критерия:
 - К1 форма на детайла – призматичен или ротационен детайл;
 - К2 брой на преходите, които ще се извършат на машината за едно базиране;
 - К3 броя установки на една операция и от там се определя дали обработката ще се извършва на Mazak – Integrex или на Siemens – Sinumerik (със съответните БД) или и на двете съответно една след друга, ако има несъответствие процеса се връща (1) към избор на заготовките и там наново ;
- извършване на довършителни механични операции според зададената технология ;
- сглобяване - окомплектоване на изделията съставени от няколко отделни детайла ;
- опаковане и засклаждане.

На (фиг.3.1.) е представен алгоритъм за технологичното планиране и последователност технологичните преходи.



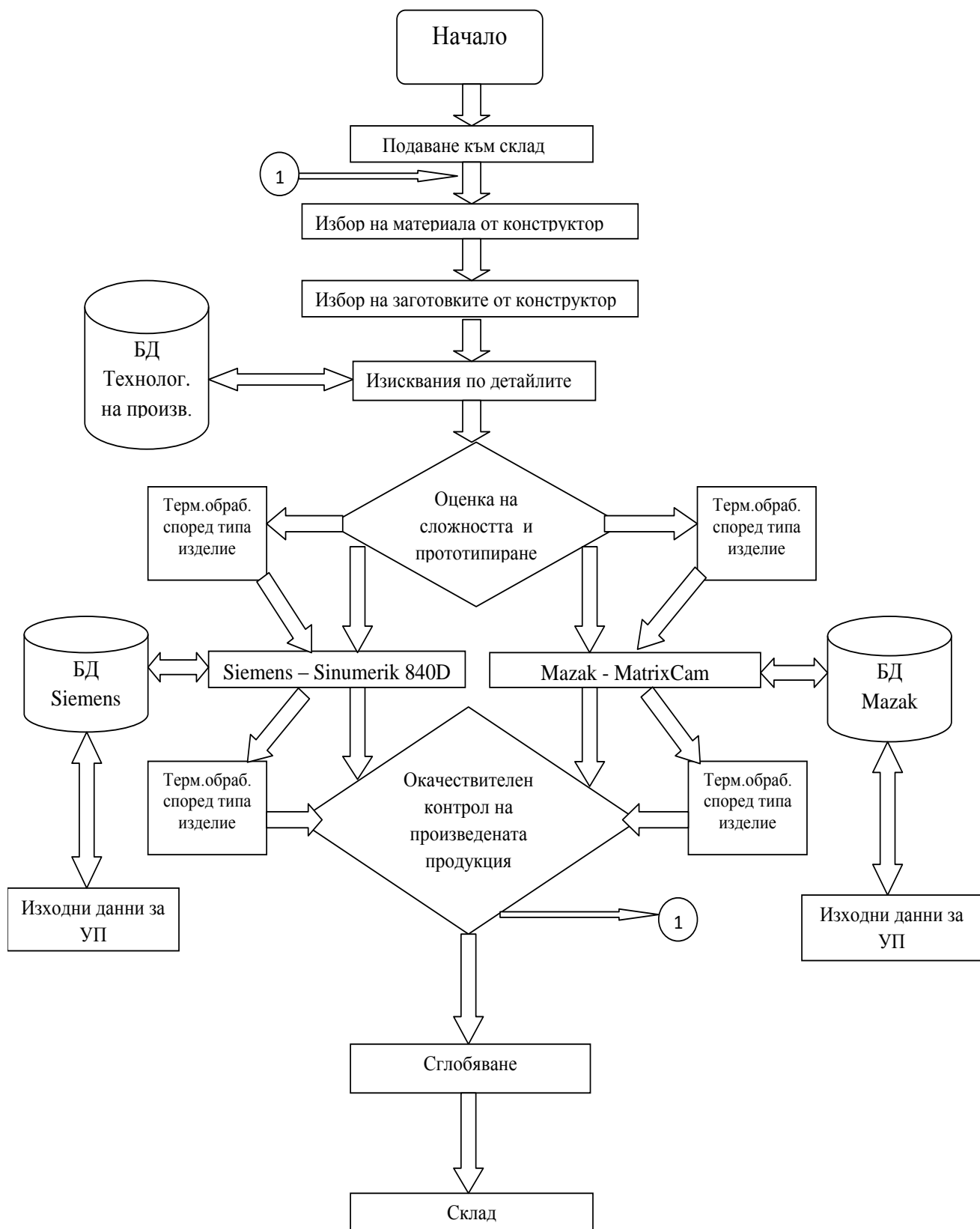
Фиг. 3.1. Алгоритъм на работа на модула за технологично планиране и последователност на преходите

3.2. Алгоритъм за контрол на технологичните преходи

Последователност на алгоритъма на работа за контрол на технологичните преходи (фиг. 3.2.):

- начало на процеса ;
- подаване към склада на материал ;
- определяне на конкретен материал от конструктора;
- определяне на заготовките от конструктора ;
- въвеждане на изисквания към детайлите от технолога съобразно БД въведени в системата;
- технологична оценка на сложността на изделията и детайлите определена от технолог-програмиста ;
- според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването технолога задава необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите технологични преходи съпровождащи производственият процес;
- в следствие оценката за сложност на изделието се извършва обработка на една от двете системи за ЦПУ Mazatrol – Integrex или на Siemens – Sinumerik ;
- според оценката за сложност на изделието се назначава и извършва текущият и окончателен контрол върху произведената продукция и след това се определя дали е годна или не, ако има частичен или пълен брак се задава на ново произвеждане на въпросната продукция (алгоритмично действие – връщане към склад и избор на материал (1));
- довършителни операции – в зависимост от технологичните изисквания на детайла (изделието) се извършват тези операции необходими за пълното му завършване;
- монтаж и сглобяване – при изделие съставено от две или повече елемента се извършва окомплектоване на всички съставни части и тяхното сглобяване в сборна единица;
- засклаждане на готовата продукция.

На (фиг.3.2.) е представен алгоритъм за контрол на технологичните преходи.



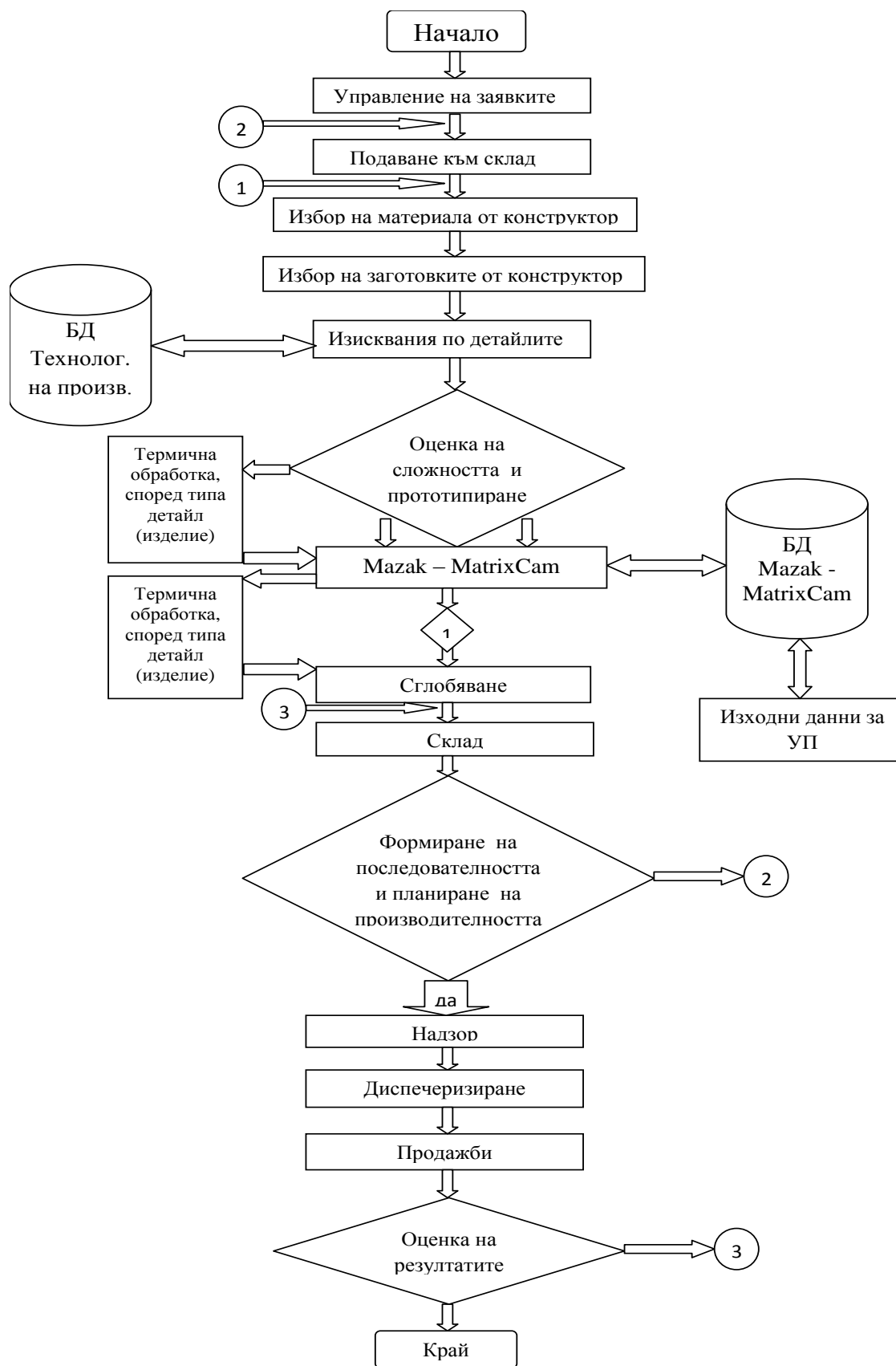
Фиг. 3.2.Алгоритъм за контрол на технологичните преходи

3.4.2. Алгоритъм на работа при система за цифрово програмно управление на Mazak

Последователност на алгоритъма на работа за контрол на технологичните преходи (фиг. 3.3):

- начало на процеса ;
- подаване към склада на материал ;
- определяне на конкретен материал от конструктора;
- определяне на заготовките от конструктора ;
- въвеждане на изисквания към детайлите от технолога съобразно БД въведени в системата;
- технологична оценка на сложността на изделията и детайлите определена от технолог-програмиста ;
- според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването технолога задава необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите технологичните преходи съпровождащи производственият процес;
- в следствие оценката за сложност на изделието се извършва обработка на автоматизирана система Mazatrol – Mazatrol;
- довършителни операции – в зависимост от технологичните изисквания на детайла (изделието) се извършват необходимите операции за пълно завършване на продукта ;
- монтаж и сглобяване – при сглобено изделие се извършва окомплектоване на всички съставни детайли и тяхното сглобяване в сборна единица;
- складиране на готовата продукция;
- формиране и планиране на производството;
- надзор и контрол на качеството;
- диспечеризиране ;
- продажби на готовата продукция ;
- оценка на икономическите, технологичните и производствени резултати ;
- завършване на програмно-плановия процес.

На (фиг.3.8.) е показан алгоритъм на работа на Mazak – Mazatrol при интегриране в автоматизирана система “Protech”:



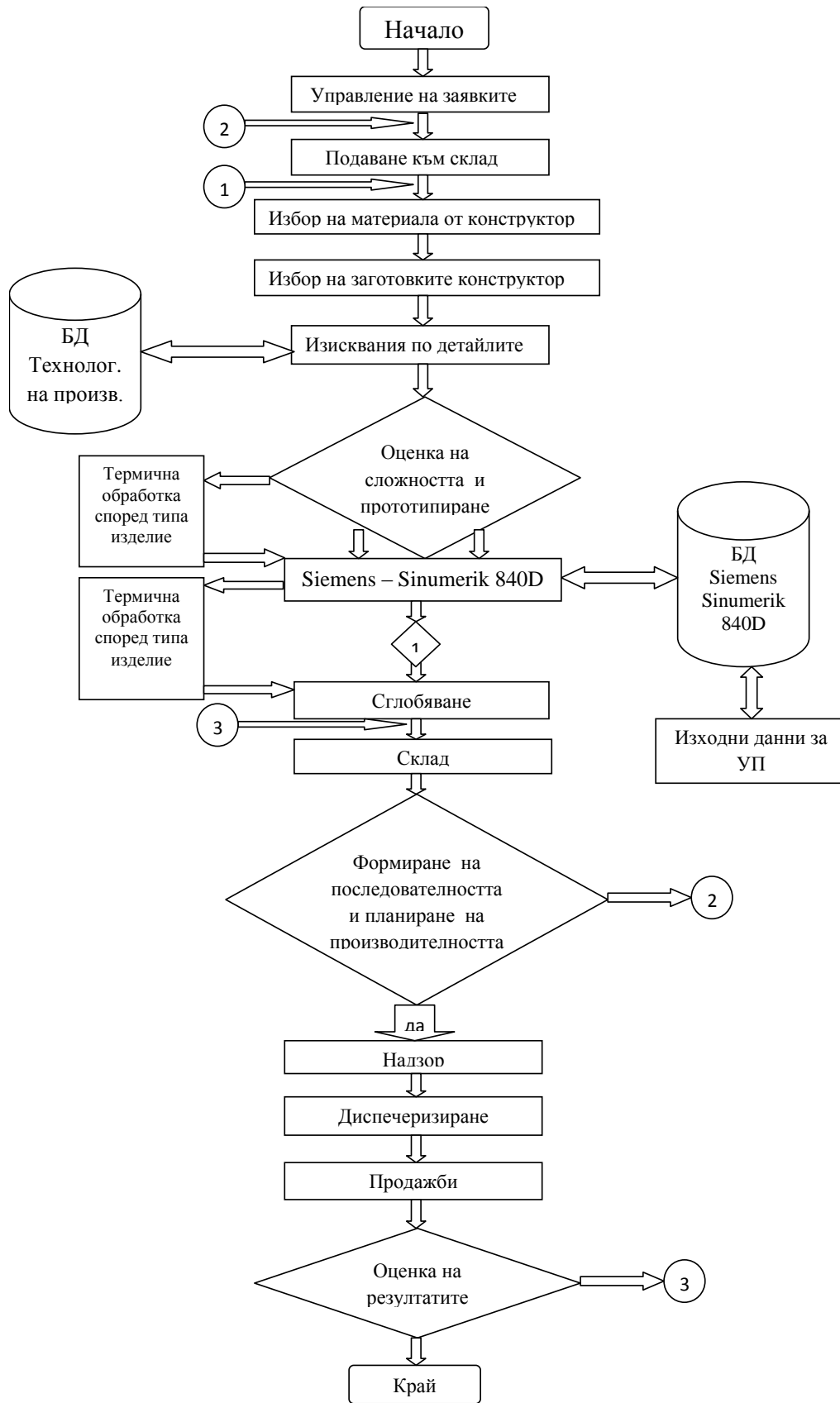
Фиг. 3.8. Алгоритъм на работа на Mazak – Mazatrol

3.4.6.Алгоритъм на работа при система за цифрово програмно управление на Siemens - Sinumerik 840D

Последователност на алгоритъма на работа на автоматизирана система Siemens - Sinumerik 840D:

- начало на процеса ;
- подаване към склада на материал ;
- определяне на конкретен материал от конструктора;
- определяне на заготовките от конструктора ;
- въвеждане на изисквания към детайлите от технолога съобразно БД въведени в системата;
- технологична оценка на сложността на изделията и детайлите определена от технолог-програмиста ;
- според специфичните конструктивно-технологични изисквания на детайла (изделието) и съответният материал за изработването технолога задава необходимите термични обработки съобразени и извършени спрямо другите технологичните преходи съпровождащи производственият процес;
- в следствие оценката за сложност на изделието се извършва обработка на автоматизирана система Siemens - Sinumerik 840D
- довършителни операции – в зависимост от технологичните изисквания на детайла (изделието) се извършват необходимите операции за пълно завършване на продукта ;
- монтаж и сглобяване – при сглобено изделие се извършва окомплектоване на всички съставни детайли и тяхното сглобяване в сборна единица;
- складиране на готовата продукция;
- формиране и планиране на производството;
- надзор и контрол на качеството;
- диспечеризиране ;
- продажби на готовата продукция ;
- оценка на икономическите, технологичните и производствени резултати ;
- завършване на програмно-плановия процес.

На (фиг.3.14.) е показан алгоритъм на работа на Siemens - Sinumerik 840Dпри интегриране в автоматизирана система “Protech”:



Фиг. 3.14. Алгоритъм на работа на Siemens – Sinumerik,

3.5. Съвместно планиране, програмиране и последователност на работа между двата модула и автоматизирана система “Protech”

При разработване и проектиране на технологичните операции, последователност и етапи на обработка, взаимовръзката и синхронизирането между двата модула за програмиране и системата “Protech” е от огромно значение от гледна точка на оптимизиране на времето за настройка, машинното време за обработка, спецификата и конструктивните изисквания на обработваните детайли, както и последващият текущ и окончателен контрол на крайното изделие.

Системите за контрол и програмиране на управляващи програми на Mazak – Integex IV и Siemens – Sinumerik 840D са основна градивна част от системата за планиране и програмиране на автоматизираното производство “Protech”. Основният им принос в тази структура е проектиране и изпълнение на производствения цикъл, като част от компактно и единно структурирано серийно производство.

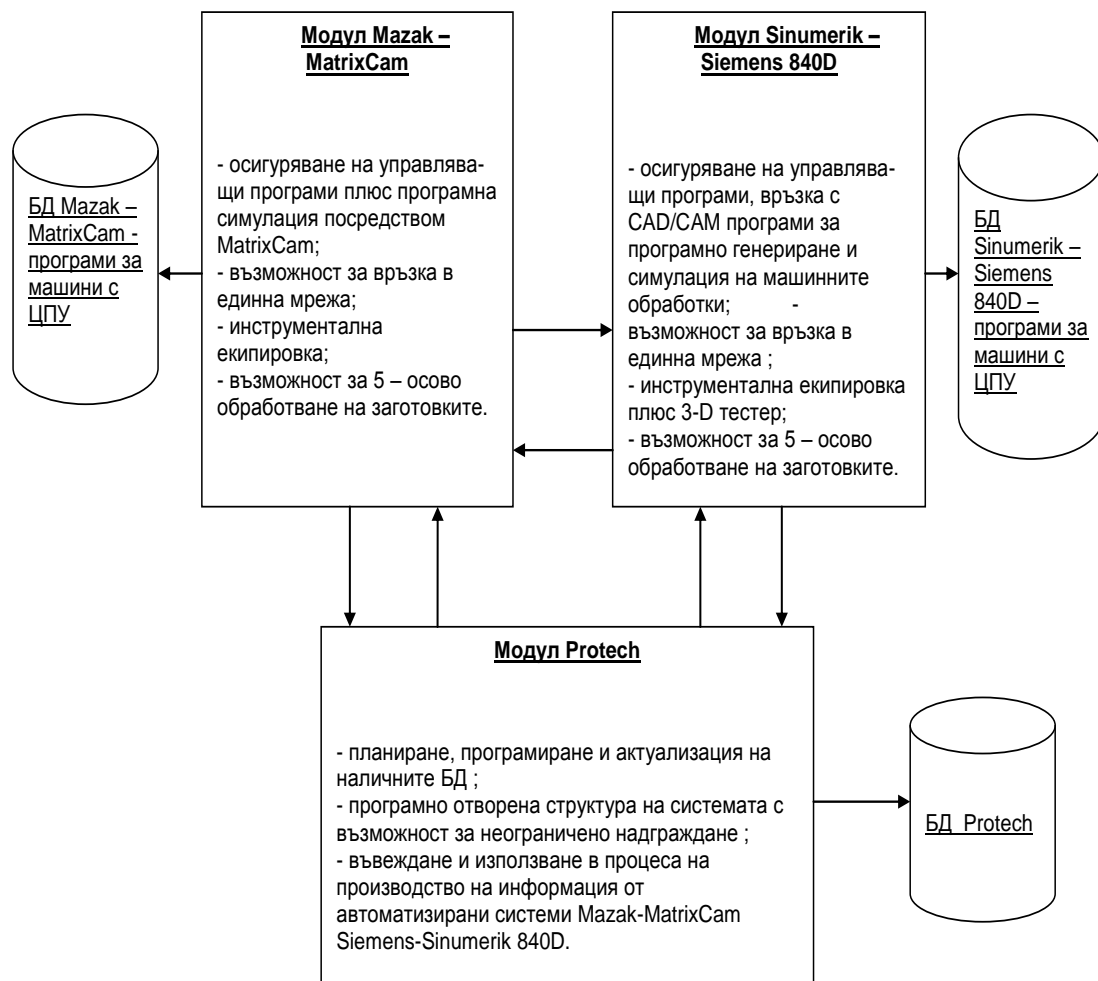
Като цяло системата “Protech” е изградена от няколко специализирани модула подсигуриращи бързо и качествено изпълнение на операционните процеси в дадена фирма, а именно: - модул за програмиране на управляващи програми за ЦПУ (Mazak и Siemens), модул за планиране и управление на производството, съставен от под-модули за управление на заявки, управление на склад, поредност на технологичните операции, контрол на технологичните операции. Всеки един от тези модули е с развит и строго дефиниран алгоритъм на работа. Вграждането и синхронизацията на работата между модулите за програмиране на Mazak – Integex IV и Siemens – Sinumerik 840D и системата “Protech” се изразява в няколко последователни етапа на планиране и изпълнение. В самото начало на структурата на “Protech” е поставено подаване на заявките, дефиниране на материала в складовата база и от там определяне на заготовките от конструктор. Изготвя се конструктивна и технологична документация съобразно, която се задава спецификата на обработване на машините с ЦПУ (Mazak и Sinumerik), подготовка на приспособленията за установяване и закрепване на заготовките към машините, също така спомагателни приспособления за измерване на изработваните детайли и изделия, инструменти за обработване и съответните държачи за тях. Чрез специално подбран софтуер за CAD/CAM системи се подготвят необходимите управляващи програми за машините, като в частност при Mazatrol програмирането съществува опция за вграждане на ISO подпрограми в стандартна програма за Mazak .

Според спецификата и оценка на сложността на детайлите се избира, коя от

двете системи за програмиране на ЦПУ ще ги обработва. По преценка на технолога-програмист е възможно и двете системи да бъдат приложени за опериране, като се проектира последователността на обработка, съобразно технологичността на изделието. След приключване на опериране на системите за ЦПУ, процесът продължава според технологичното планиране до заскладяване, диспечеризиране, продажба и оценка на резултатите.

При планиране и изпълнение на всички основни етапи на работа с автоматизираната система “Protech” се актуализират и обработват входно-изходните данни в системата с цел пълна ефективност и постоянна взаимовръзка между съставните модули и персонала опериращ със системата.

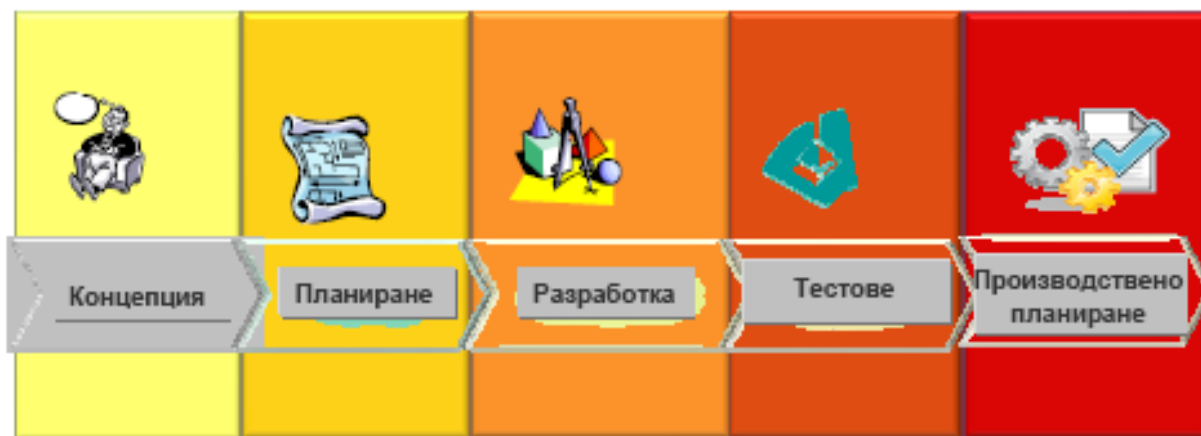
На (фиг.3.20) е показана блок-схема на връзката между автоматизираните системи Mazak-MatrixCam, Siemens-Sinumerik 840D и Protech:



Фиг.3.20. Блок-схема –Mazak-Matrixcam / Siemens-Sinumerik 840D/Protech

3.6.8. Модул за планиране цикъла на живот на продукта в система “Protech”

PLM модула обединяват свързани помежду си приложения за комуникация, интеграция на другите участващи под-модули в автоматизирано проектиране, визуализация и други решения в система “Protech”. На(фиг. 3.24.) е показана принципна последователност на реализация на PLM модула при система “Protech” .



Фиг.3.24. Етапи на PLM модула

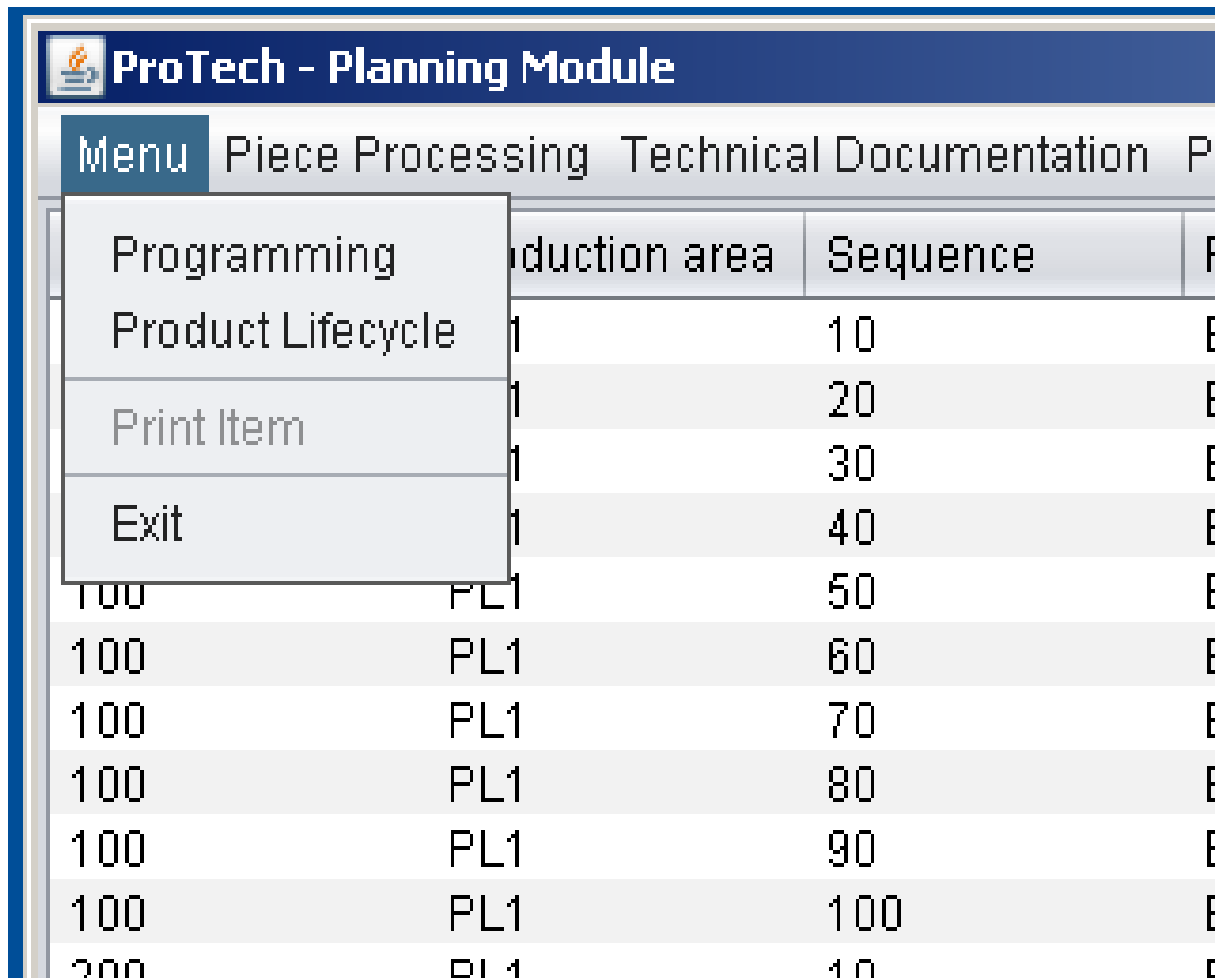
Концепцията на PLM позволява повишаване на ефективността на развойната и производствената дейност чрез:

- точно предаване на изискванията към изделието от поръчителя на заданието
- съхраняване на законови нормативи за изделието в единна информационна единица
- ускоряване на процесите за събиране на информация при започване на нов проект
- намаляване на вероятността от грешки поради работа с неактуални данни

Проектите за разработка на нов продукт, без PLM модул, може да не бъдат в състояние да се справят с измерванията, представянето на продукта или преглед на проектите. В тази PLM технология са вградени измерването и контрола, статус на резултатите или оценки на риска. Управлението на тези важни етапи по разработването на нов продукт, може да бъде представено като напредък на проекта, представен като графика на критични за проекта графици и параметри.

На (фиг.3.25.) е показано стартиране на модула в система, чрез встъпване на главното меню **Menu** което води към другите два модула на програмата – **Programming** и **Product Lifecycle**. От него можем да разпечатаме подробна

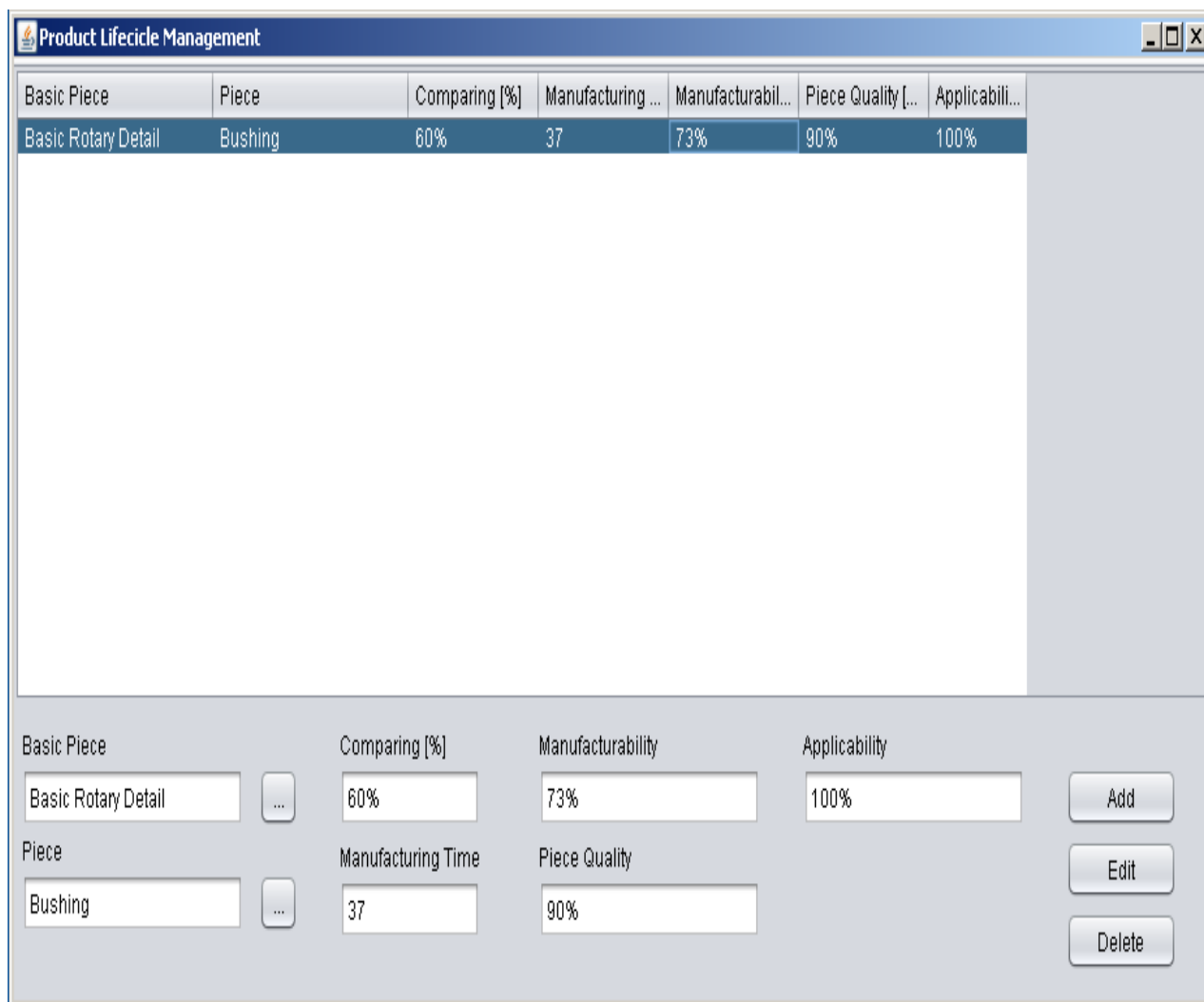
спецификация на планирания производствен цикъл. Това става чрез селектиране на документ от таблицата и избиране на **PrintItem**.



Фиг.3.25. Предходно меню, от което се избират менюто за програмиране и менюто за оценка на жизнения цикъл на продукта

Product Lifecycle Management модулът дава най-модерната концепция на планиране на жизнения цикъл на изделието детайла (PLM) в разработването на автоматизирани системи за инженерен труд. В този модул можем да се сравнява основната информация между **Базов детайл** и **Продукт**, който се планира да бъде произведен в среда на автоматизирана система “Protech”.

На (фиг. 3.26.) е показано менюто **Product Lifecycle Management** в системата “Protech”:



Фиг. 3.26. Оценка на жизнения цикъл на продуктите

3.7. Изводи към трета глава

1. Разработени са алгоритми на работа за технологична последователност на операциите и алгоритъм за контрол на технологичните преходи.

2. Разработени са алгоритми на работа на автоматизирани системи Mazak – Mazatrol и Siemens – Sinumerik840D.

3. Разработена е блок-схема на взаимовръзката между автоматизираните системи ”Protech”, Mazak – Mazatrol и Siemens – Sinumerik840D.

4. Разработени са основните функции и възможности на модула за планиране цикъла на живот на продукта PLM.

ГЛАВА IV. ПРОГРАМНО И ТЕХНИЧЕСКО ОСИГУРЯВАНЕ НА СИСТЕМА ”PROTECH”

4.1. Основни данни

Програмният продукт към настоящия момент е разработен, като е заложена програмна функция за надграждане и развитие на настоящите модули, както и въграждане на нови при необходимост от такива. Представени са модули за осигуряване на инструменталната екипировка, метод на въвеждане и обработване параметрите на инструментите, които ще вземат пряко участие в производственият цикъл на детайлите и изделията. Наименованията и дефинирането на инструментите са изцяло съобразени с изискванията на системите за управление и програмиране на машините с ЦПУ. При въвеждането в програмата на даден металообработващ инструмент се въвеждат неговите работни режими, като се има в предвид взетите от някой от най-реномираните световни фирми производители (Walter, Kennametal, Ceratizit) на режещи инструменти дадени препоръчителни режими на рязане според вида на обработвания материал. **4.2.**

Изисквания към програмното и техническо осигуряване

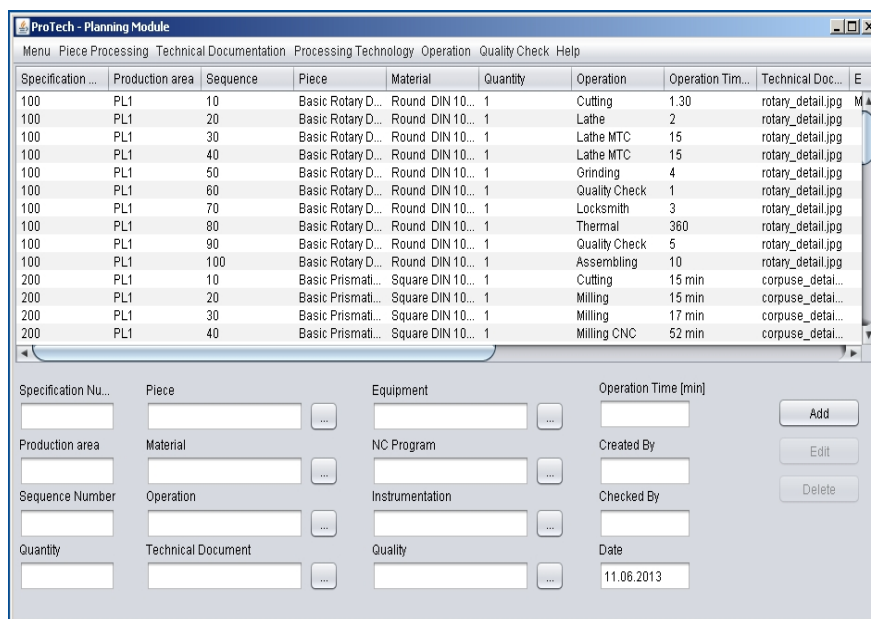
Техническа информация за програмния продукт Protech :

- Графичния интерфейс и ядрото са разработени на Java SE; -
- Софтуер за графично редактиране и компилиране NetBeans IDE v7.3; -
- Данните се съхраняват в база данни на ApacheDerby; -
- Процесор - AMD Athlon 64x2 Processor 5200+2.71 GHz ; -
- Инсталирана RAM памет - 2 GB; -
- Операционна система - Windows XP, Windows 7 (32, 64 bit).

4.3. Модул за планиране на производствения цикъл

За да бъде максимално безпроблемно внедряването на един нов продукт в производството е необходимо да планираме внимателно всяка една стъпка и всеки етап от производственият процес. Това е реализирано плавно и поэтапно чрез автоматизирана система ”Protech”.

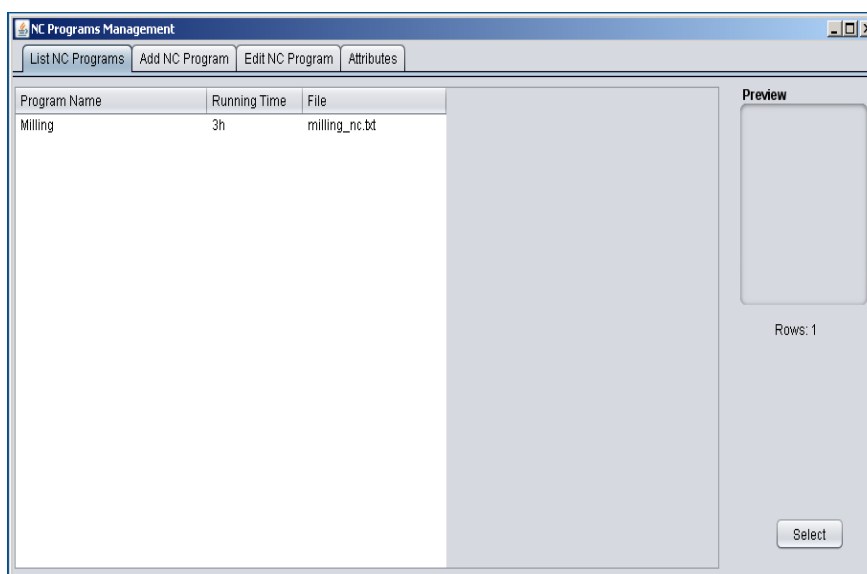
След стартиране на програмата се отваря основният прозорец – **Planning Module** (Модул за планиране)(Фиг. 4.1.):



Фиг. 4.1. Модул за планиране

4.4. Модул за програмиране на машините с цифрово програмно управление

От полето **NC Program**(Фиг. 4.2.)се избира **NC** програмата, с която ще се обработва съответния детайл. Тази **NC** програма е файл, който е генериран от CAD/CAM програмен продукт и с цел по-добро управление на файловете се въвежда в БД на системата "Protech".

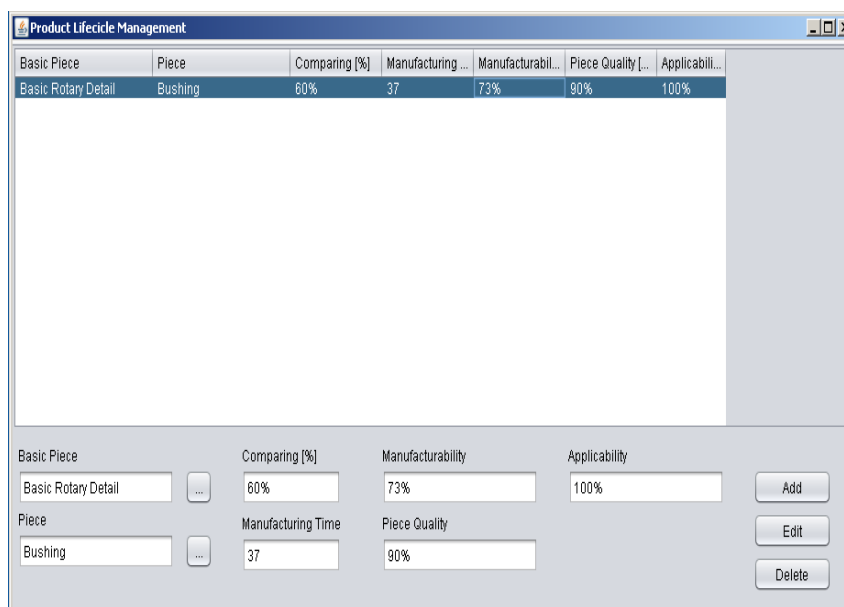


Фиг. 4.2. Модул за програмиране в система "Protech"

4.5. Модул за управление и оценка на жизнения цикъл на продуктите

Модулът дава най-модерната концепция на планиране на жизнения цикъл на изделието детайла (PLM) (Фиг. 4.3) в разработването на автоматизирани системи за инженерен труд.

В този модул можем да се сравнява основната информация между **Базов детайл** и **Продукт**, който се планира да бъде произведен. Информацията е показана в таблица и данните в нея се въвеждат от полетата под нея. Въвеждането и редактирането на информацията става чрез бутоните в дясно от полетата.



Фиг. 4.3. Оценка на жизнения цикъл на продуктите

4.5. Изводи към четвърта глава

1. Представени са основните данни за програмното осигуряване на автоматизирана система "Protech", както и нейните програмни възможности.

2. Пояснени са техническите и програмни изисквания, необходими за успешното поддържане и експлоатация на автоматизирана система "Protech".

3. Показани са главните програмни менюта в автоматизирана система "Protech" на трите основни модула на програмата, а именно:

- модул за производствено планиране;
- модул за програмирана на металорежещи машини с ЦПУ;
- модул за планиране жизнения цикъл на продукта PLM.

ГЛАВА V.МЕТОДИКА ЗА РАБОТА СЪС СИСТЕМА ”PROTECH”

5.1. Въведение

Разработен е програмен продукт с основна цел да се планира, програмира и контролира производственият цикъл посредством система за автоматизация на инженерния труд ”Protech” или т.н. PLM-системи за оценка цикъла на живот на изделията . На (фиг. 5.1.) е показана титулната страница на автоматизирана система ”Protech”.



Фиг.5.1. ”Protech”

Разделен е на три основни модула:

- планиране на производствения цикъл;
- програмно планиране и подsigуряване;
- управление и оценка на жизнения цикъл на продуктите;

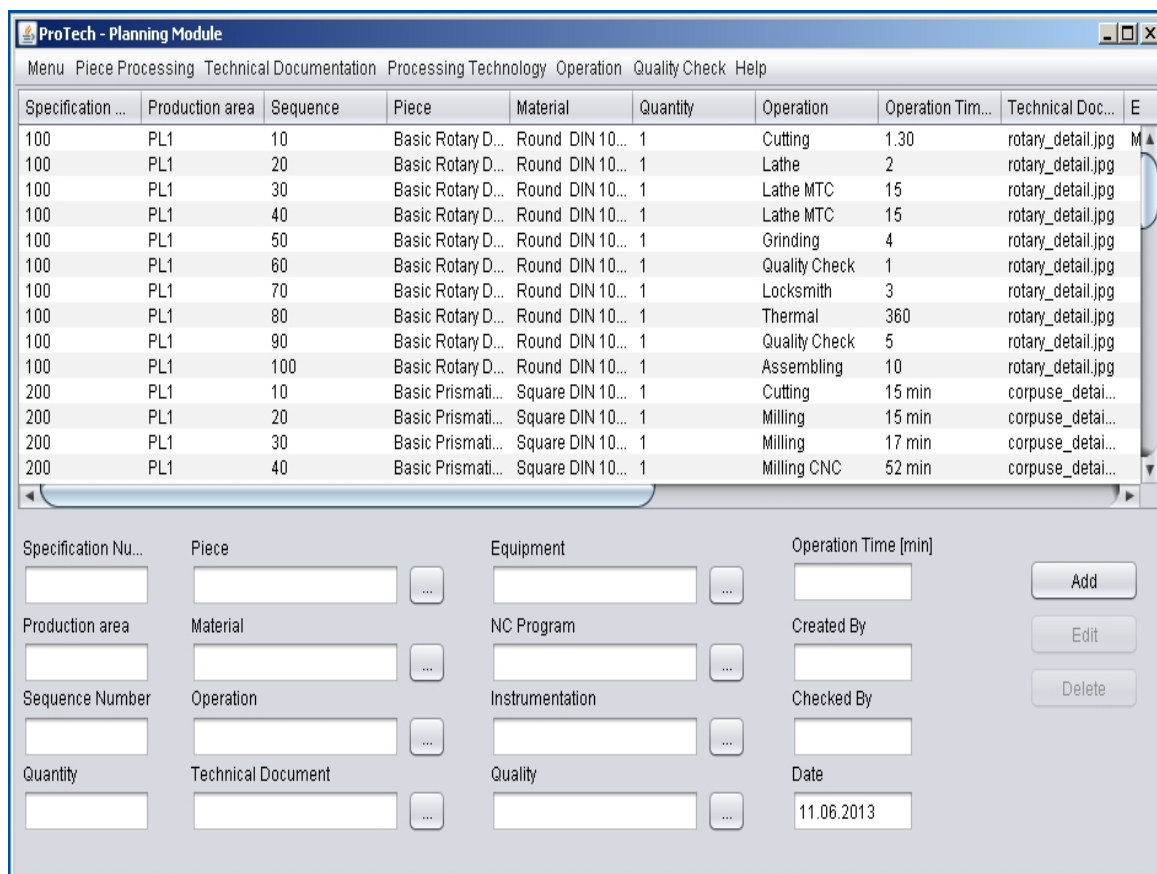
5.2. Модул за планиране на производствения цикъл

След стартиране на програмата се отваря основният прозорец – **Planning Module** (Модул за планиране)(Фиг. 5.2.).

Описание на

дейностите в под-менютата на **PlanningModule**:

- при натискане на курсора в полето **Specificationnumber** – избира се номера на спецификация на изработваното изделие;
- при натискане на курсора в полето **Productionarea** – избира се цеха в който ще се изработва изделието;



Фиг. 5.2. Модул за планиране на производството

- при натискане на курсора в полето **Sequence number** – избира се пореден номер на обработващ преход ;
- при натискане на курсора в полето **Quantity** - въвежда се количеството изделия/детайли който трябва да бъдат изработени;
- при натискане на курсора в полето **Piece** – въвежда се изделието/детайла, който ще се изработва;
- при натискане на курсора в полето **Material** – избира се марката стомана от която ще се изработва детайла ;
- при натискане на курсора в полето **Operation** – избира се конкретна обработка (фрезование , струговане, шлифоване и т.н.);
- при натискане на курсора в полето **Technical document** – въвежда се конкретната техническа документация необходима за изработването на изделието;
- при натискане на курсора в полето **Equipment** – избира се машината, на която ще се извършва обработката ;
- при натискане на курсора в полето **NC Program** – въвежда се управляваща програма за ЦПУ машина, на която ще се обработва детайла;

- при натискане на курсора в полето **Instrumentation** – избира се измервателна екипировка посредством която ще се контролира точността на обработения детайл при дадена машинна манипулация;

- при натискане на курсора в полето **Quality** – посочва се конкретен размер, който трябва да бъде измерен и съответно спазен в рамките на допускателен по техническа документация;

- при натискане на курсора в полето **Operationtime** – въвежда се машинното време за обработка при даден машинен преход;

- при натискане на курсора в полето **Createdby** – въвежда се името на длъжностното лице разработило дадената спецификация;

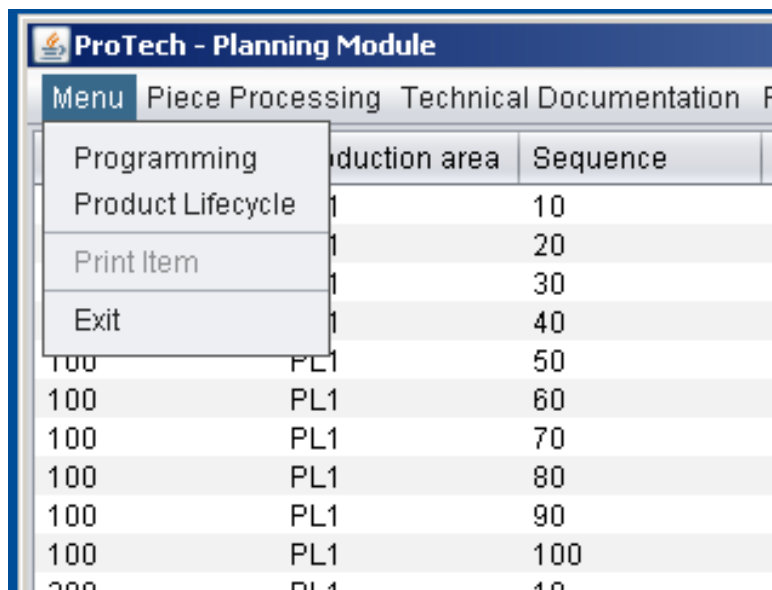
- при натискане на курсора в полето **Checked by** – въвежда се името на длъжностното лице, което ще провери разработената спецификация;

- при натискане на курсора в полето **Date** – въвежда се дата на реализиране на разработката;

- при натискане на курсора върху бутона **Add** – започва процес на създаване на нова спецификация;

- при натискане на курсора върху бутона **Edit** – може да се редактира конкретна спецификация избрана от основното меню;

- при натискане на курсора върху бутона **Delete** – може да се изтрие конкретна спецификация избрана от основното меню.

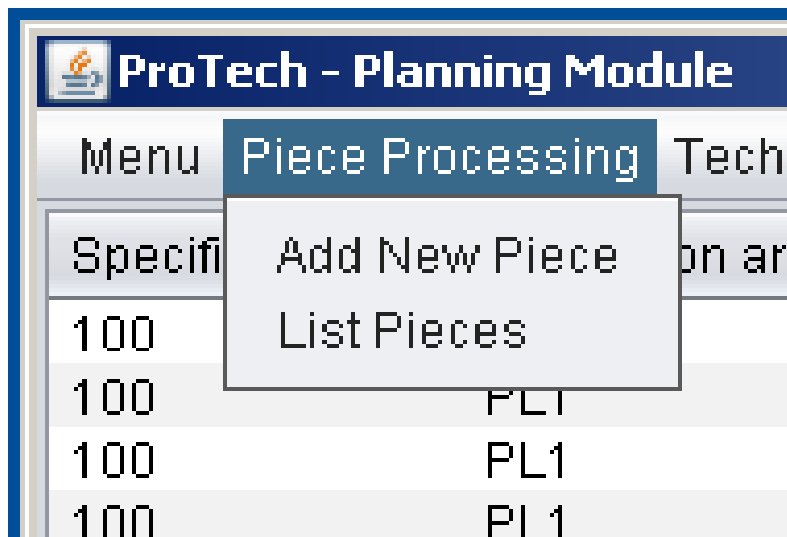


Фиг. 5.3 Избор на подменю

5.3. Основни менюта на програмата

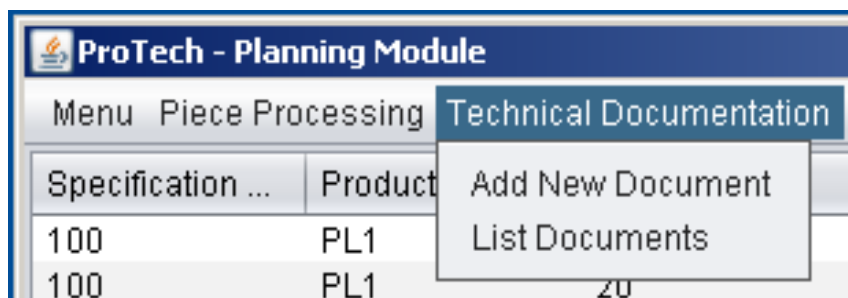
В горния край на прозореца е разположен Toolbar, съдържащ основните менюта на модула. Главното меню **Menu**(Меню) води към другите два модула на програмата – **Programming** (Програмиране) и **Product Lifecycle**(Цикъл на живота на продукта). От него може да се разпечата подробна спецификация на планирания производствен цикъл. Това става чрез селектиране на документ от таблицата и избиране на бутона **Print Item**от падащото меню - принтиране на дадената позиция (**Фиг. 5.3**).

Менюто **Piece processing** препраща към прозореца за въвеждане и управление на нови продукти **Add New Piece**. От под-менюто **List Pieces** се извиква списък с всички въведени продукти (**Фиг. 5.4**).



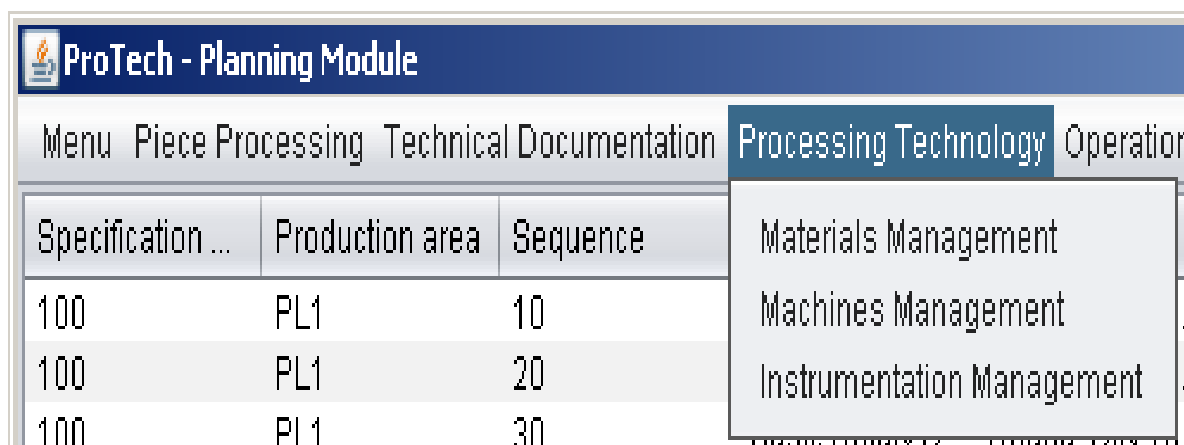
Фиг. 5.4. Внедряване на детайл

От менюто **Technical Documentation** е възможно да се въведат документи, съпътстващи продукта, който се изработва. Те могат да бъдат 2D и 3D чертежи, текстови документи и електронни таблици (**Фиг. 5.5**).



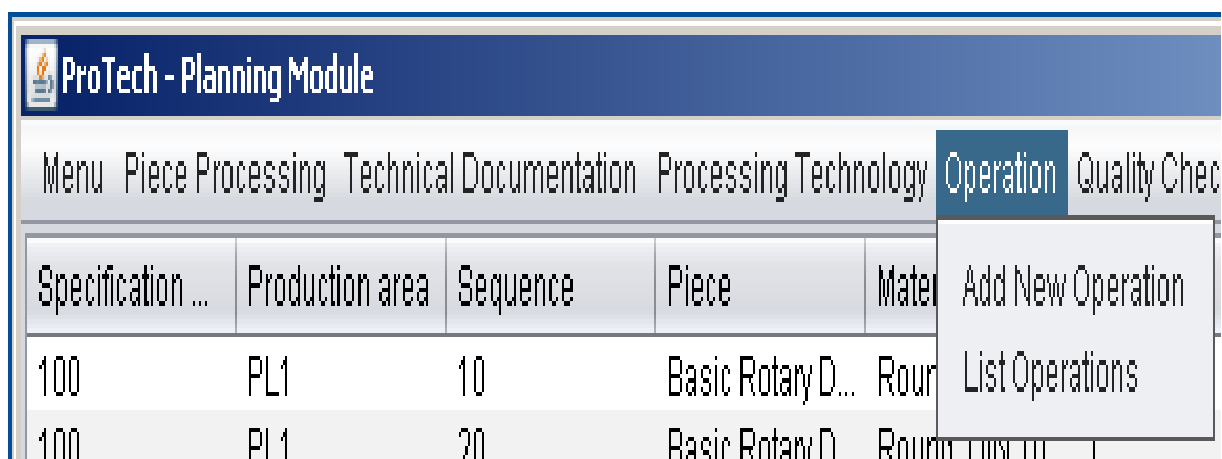
Фиг. 5.5. Техническа документация

Менюто **Processing Technology** води към три под-менюта, които са свързани с планирането на материали **Materials Management**, необходими за производството на крайния продукт. Машините, с които разполага съответното производствено предприятие и техните спецификации могат да бъдат добавени в **Machines Management**, а оборудването, с което ще се правят контролни измервания и информацията за тях се въвеждат в **Instrumentation Manageme (Фиг. 5.6).**



Фиг. 5.6. Процеси за формиране на технологията за изработване на детайла – изделието

В менюто **Operation** се задават всички операции и обработки, през които ще премине продуктът (Фиг. 5.7).



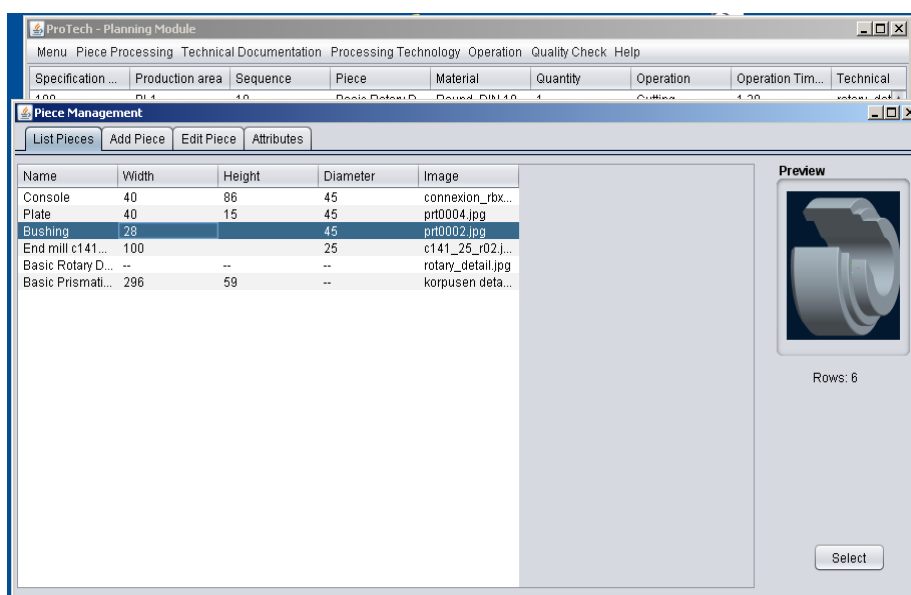
Фиг. 5.7. Подмодул операции

Всичко, свързано с качеството по време на производствения път на изделието и през всеки един етап се задава в от менюто **Quality Check – проверка на качеството (Фиг. 5.8).**



Фиг. 5.8. Проверка на качеството

- **Piece** - полето се попълва от предварително въведени данни за детайла/продукта, който ще се изработва. Това става посредством кликане върху бутона до полето. В следствие ще се отвори нов прозорец. Чрез селектиране на съответния ред от таблицата се избира съответния детайл/продукт, който ще се изработва и се потвърждава избора като се кликва върху бутона **Select** (Фиг. 5.9).



Фиг. 5.9. Piece - детайл

5.7.1. Спецификация на операциите – Specification of operations

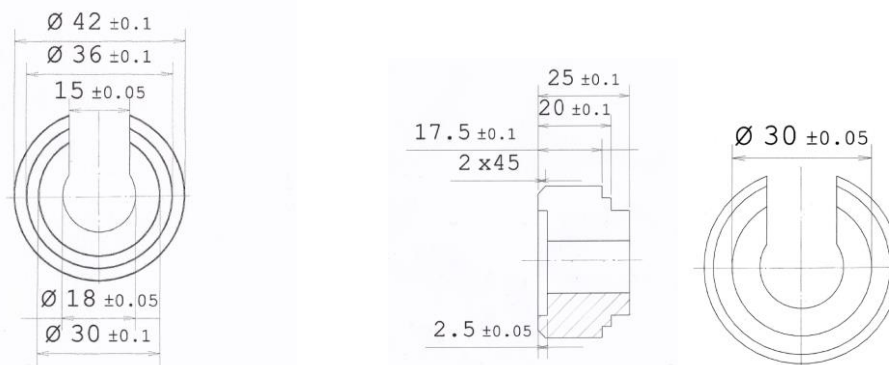
В следващите редове е пояснена всяка една стъпка от плановата технологична бланка на автоматизирана система "Protech", като е направен превод от английски език на всички операции, обработки, машини, инструменти, приспособления, материали – марки стомани, параметри на детайлите (изделията), уреди и установки за контролиране качеството на произведената продукция и т.н.

Поради големият обем на спецификацията, тук е показана само част от нея.

Specification of operations

Specification Number	10001		
Quantity	300		
Piece		Name	Bushing
		Width	28
		Height	
		Diameter	45
Material		Type	Round DIN 1013
		Tool steels DIN	1.1730
		Diameter (mm)	42
		Weight (kg/m)	10.88

- **Specification number** – задаване на спецификационен номер – 10001; **Quantity** – количество детайли за изработване – 300 бр.; **Piece** – детайл: **Name** - име на детайла - **Bushing** – втулка; **Width** – ширина на заготовката – 28мм; **Height** – височина на заготовката – в дадения пример има два параметъра (височина не се задава) ; **Diameter** – диаметър на заготовката – 45мм; **Material** - материал от който ще се изработва детайла ; **Type** - тип – прътов материал кръгло сечение, стандарт по DIN 1013; **Toolsteels** – избор на инструментална стомана по DIN – марка 1.1730 ; **Diameter (mm)** – диаметър на изработвания детайл - 42 мм ; **Weightkg/m** – тегло на материала от който ще се изработва детайла. На фиг.5.21. е показан общ вид на заготовката на детайл **Втулка**, даден като примерен вариант за разработване в автоматизирана система ”Protech” със съответните габаритни размери зададени от конструктор-технолога:



Фиг.5.22. Детайл Втулка

5.8. Изводи към пета глава

Разгледани са основните оперативно-програмни стъпки при работа с автоматизираната система ”Protech”. Обърнато е внимание на главните модули и съответните под-модули съставлящи програмата, както и техните работни параметри,

чрез които се обработва и програмира информацията, необходима за технологично-производственото планиране и реализация на изделията. Използвани са базата данни със съответните инструменти, машини, техническа документация, оборудване и материали.

1. Разработена е методика за работа на система "Protech".
2. Разработена е спецификация на операциите под формата на PDF файл с окончателна базова информация от програмната и планова дейност на "Protech"

ГЛАВА VI. ПРАКТИЧЕСКИ РЕЗУЛТАТИ

Към настоящия момент са проведени изследвания чрез автоматизирана система "Protech" на територията на фирма "Аркус" – АД гр. Лясковец, като данните са за повишаване на качеството и темпа на производителност на територията на фирмата. Понастоящем се правят въстъпителни практически опити за внедряване на системата на територията на фирма "Импулс" – гр. Габрово .

Системата за автоматизирано ТПП е внедрена в учебния процес по дисциплините Технология на машиностроенето и уредостроенето и Производствена техника. Разработката е започната с договор М – 1211/18 и завършена с договор М – 1308/13 към УЦНИТ ма ТУ – Габрово. Програмното осигуряване е заведено като основно средство към УЦНИТ под инв.№210100000004 и е апробирано на конференцията MASTA – 2013 в Баня Лука , Република Сръбска. Осъществена е консултация и е получено окончателно становище от професор Ангел Диков.

Всички изследвания са насочени към подобряване на ефективността и намаляване на времето за ТПП в предприятията със серийно производство. По този начин разработката съответства на формулираните цел и задачи, както и на съвременното ниво на CAD/CAM/CAP системите. С използването на резултатите от дисертационния труд се разкриват възможности за бъдещи разработки.

Забележка: В дисертационния труд са приложени становище от проф. Ангел Диков и служебна бележка от фирма "Аркус" – гр. Лясковец.

ОБЩИ ИЗВОДИ

В дисертационния труд са обобщени и анализирани технологичните подходи, възможности методи и особености на системата за планиране и програмиране на автоматизираното производство "Protech". Акцентирано е върху технологичното класифициране и разпределение към подсистемите Siemens - Sinumerik и Mazak – Integrex.

Показано е софтуерното осигуряване на дадената програма "Protech"и ползите от нейното приложение в производството. Предоставени са налични база данни за

въвеждане на основната технологична информация за изделията и детайлите и дефиниране на металообработващите инструменти. Чрез този продукт се проследява технологичната последователност и спецификата при производствения процес на машините с ЦПУ, пряката връзка и зависимост на отделните модули при обработката и обмяна на протичащата актуална информация. Пояснени са основните оперативно-програмни стъпки при работа с автоматизираната система "Protech". Обърнато е внимание на модули и съответните под-модули, съставлящи програмата, както и техните работни параметри, чрез които се обработва и програмира информацията, необходима за технологично-производственото планиране и реализация на изделията. Използвани базата данни внедрени в модулите, които съдържат със съответните инструменти, машини, техническа документация, оборудване и материали.

1. Създадена е нова структура на специализирана интегрирана система за ТПП
2. Разработен е главен алгоритъм на работа и алгоритми на отделните модули на система "Protech".
3. Приложен е оригинален модел на БД и интерфейс за връзка между отделните модули

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Разработен е дисертационен труд за технологична подготовка на производството и разработване на управляващи програми за серийно производство в среда на интегрирана система за автоматизация на инженерния труд "Protech".

За постигане на конкретни резултати в настоящото изследване са решени следните приноси :

А. Научно-приложни приноси:

1. Разработена е обща структурна схема и главен алгоритъм на работа на автоматизирана система "Protech", като са приложени необходимите блок-схеми, БД и конкретни начини на работа;
2. Разработени са структурите и алгоритмите на работа на отделните модули на автоматизирана система "Protech" по отношение на планиране, програмиране и определяне цикъла на живот на продукта PLM ;
3. Разработено е програмно осигуряване на автоматизирана система "Protech"

Б. Приложни приноси:

4. Разработена е подробна методика за работа на системата "Protech"
5. Представени са практически резултати от работата на системата "Protech" в реалното производство, системата е внедрена в учебния процес с конкретен пример.

ПУБЛИКАЦИИ КЪМ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Иванов Р., Анализ на съвременното машиностроене в България относно използването на системи за автоматизиране и програмиране в производството, 50 години ТУ – Варна, 04.04.2012г.
2. Иванов Р., С. Къртунов, Работа с модули за програмиране на управляващи програми за машини с цифрово програмно управление на Mazak – Integrex IV и Siemens – Sinumerik 840D в среда на система "ProTech", Созопол, АДП – 21-23.06.2012г., ISSN 1310-3940, стр.550-555.
3. Ivanov R., S.Kartunov, Programming, planning and prototyping in a serial production with an integrated system for automation of the engineers work "Protech", " 9-th International conference "Standardization, prototypes and quality : a means of Balkan countries cooperation ", Tirana, Albania – 05-06.10.2012
4. Иванов Р., С. Къртунов, И.Стоянов, Методика за работа със система за автоматизация на инженерния труд "ProTech", Созопол, АДП –2013г., ISSN 1310-3946, стр.561.
5. Ivanov R., S.Kartunov, Software provisioning of the "ProTech" integrated engineering automation system, " 9-th International Scientific and Practical Conference ", Rezekne , Latvia , June 20-22, 2013., ISSN 1691-5402.
6. Ivanov.R, S.Kartunov, System for automation of engineers work "ProTech", "First International Conference 3E – Energy, Environment and Efficiency, Galati , Romania 18-21.09. 2013.

Допълнителни публикации в подкрепа на дисертационния труд:

1. Иванов Р., П.Рачев, Модул за технологично планиране и управление на автоматизираното производство в среда на система "ProTech", Варна, МНК по механика "Ф.Ж. Кюри" - Варна 8-10.09.12г. Докладът е отпечатан и в списание Машиностроене и машинознание, ISSN 1312-8612.

2. Ivanov R., S.Kartunov, P.Rachev, Presentation of system for automation of the engineers work "ProTech", "MASTA – 2013", Banja Luka, Republika Srpska, 20-21.12.2013.

ANNOTATION

In the dissertation work are summarized and analyzed technological approaches , methods and options features of system planning and programming of automated manufacturing "Protech". Emphasis is on technical classification and distribution towards subsystems to Siemens - Sinumerik and Mazak - Integrex.

Shown is software equipment of a program and the benefits of its application in production. Presented is available database for introducing core technology product information and details and definition of machine tools. Through this product one can track out technological sequence and specificity in the manufacturing process of the machines with numerical control (CNC), direct connection and dependence of different modules in the processing and exchange of ongoing updated information .

Explained are the main operational program steps for working with the automated system "Protech". Attention is paid to the main modules and corresponding sub-modules making up the program and their operating parameters, through which program information necessary for technological production planning and marketing of the products is processed. Used is available database is used embedded in the modules that contains information for the appropriate tools, machines, technical documentation, equipment and materials.

