

УДК: 519.17

DOI:10.30987/2658-6436-2021-2-49-57

М.В.Терехов, В.С. Заикин, А.В. Аверченков

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Статья посвящена теме повышения эффективности производства на основе разработки автоматизированной системы планирования производства. Результатом работы стал программный модуль автоматизации. Полученные результаты были применены для повышения скорости выпуска изделий на предприятии.

Ключевые слова: эффективность производства, автоматизированная система.

M.V. Terekhov, V.S. Zaikin, A.V. Averchenkov

INCREASING INDUSTRIAL EFFICIENCY BASED ON DEVELOPING AN AUTOMATED PRODUCTION PLANNING SYSTEM

The article is devoted to the issue of increasing industrial efficiency based on developing an automated production planning system. The work finding is a software automation module. The results obtained are applied to increase the production rate at the enterprise.

Keywords: industrial efficiency, automated system.

Повышение эффективности производства на основе разработки автоматизированной системы планирования производства

Исследование проводилось опираясь на необходимость повышения конкурентоспособности продукции многономенклатурных машиностроительных предприятий на основе совершенствования системы нормирования труда и повышения эффективности деятельности предприятий, в частности в оценке трудоемкости изготовления изделий, нормирования технологических процессов, создании информационной модели изделия.

Основной трудностью ручного планирования производства является сложность обработки большого количества информации о поступающих в работу деталях. Для этого необходимо иметь большое количество сотрудников, отвечающих за перемещение деталей между операциями, отвечающих за распределение порядка выполнения деталей на операциях, отвечающих за назначение приоритетов к выполнению определенных единиц оснастки.

Неверное распределение порядка выполнения деталей может привести к «пролеживанию» деталей, которые могут занимать маленький промежуток времени на одной операции, но позже, на другой операции, эта же деталь может оказаться трудоемкой до такой степени, что будет обрабатываться несколько смен или даже дней. Данная ситуация может привести к переносу сроков сдачи оснастки.

Чтобы предприятию оставаться конкурентоспособным в условиях нынешнего рынка, необходимо выпускать детали в кратчайшие сроки и за максимально возможно низкую цену.

Без правильного планирования производства предприятие не сможет конкурировать с иными предприятиями и может в будущем закрыться.

Автоматизация задач планирования производства в настоящее время является, очевидно, актуальной темой. В связи с данным фактором ряд российских фирм-разработчиков программного обеспечения предлагает встраивать в системы управления производством и системы планирования производства.

Для создания программного модуля были проанализированы следующие моменты:

- структурная схема предприятия;
- оснащенность предприятия производственным оборудованием;
- оснащенность предприятия аппаратными и программными средствами автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства изделий.

Далее были обозначены назначение и область применения разрабатываемого программного модуля.

Целью, преследуемой при разработке автоматизированной подсистемы, является сокращение сроков выпуска продукции путем автоматизации трудоемких и рутинных работ по ведению оснастки.

Для достижения данной цели были выделены основные задачи:

- разработка баз данных для хранения полной информации о всех единицах оснастки;
- разработка пользовательского интерфейса для всех пользователей системы;
- разработка алгоритма работы с модулями автоматизированной подготовки технологической документации и автоматизированного расчета времени обработки деталей;
- разработка алгоритма параллельной работы пользователей в системе.

Разработанная автоматизированная подсистема включает в себя базу данных производимых изделий, базу данных о пользователях системы, базу данных о расположении каждой детали.

Процесс работы автоматизированной библиотеки должен длиться непрерывно:

- получение входных данных от подсистемы автоматизированной подготовки технологической документации;
- получение входных данных от подсистемы автоматизированного расчета времени изготовления деталей;
- анализ приоритетов изготовления единиц оснастки;
- непрерывный вывод актуальных данных о местоположении каждой детали запущенной единицы оснастки;
- сбор информации о состоянии завершенности каждой детали;
- указывание на пролеживание деталей на операции;
- сбор информации о фактическом времени изготовления детали для дальнейшего анализа;
- вывод списка задания для технологов-программистов для подготовки управляющих программ.

Далее происходила разработка структура автоматизированной системы.

Следующим шагом стала разработка всех видов обеспечений для программного модуля, согласно ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения». Для программного модуля было выделено 7 видов обеспечения:

- математическое обеспечение;
- информационное обеспечение;
- лингвистическое обеспечение;
- программное обеспечение;
- техническое обеспечение;
- методическое обеспечение;
- организационное обеспечение.

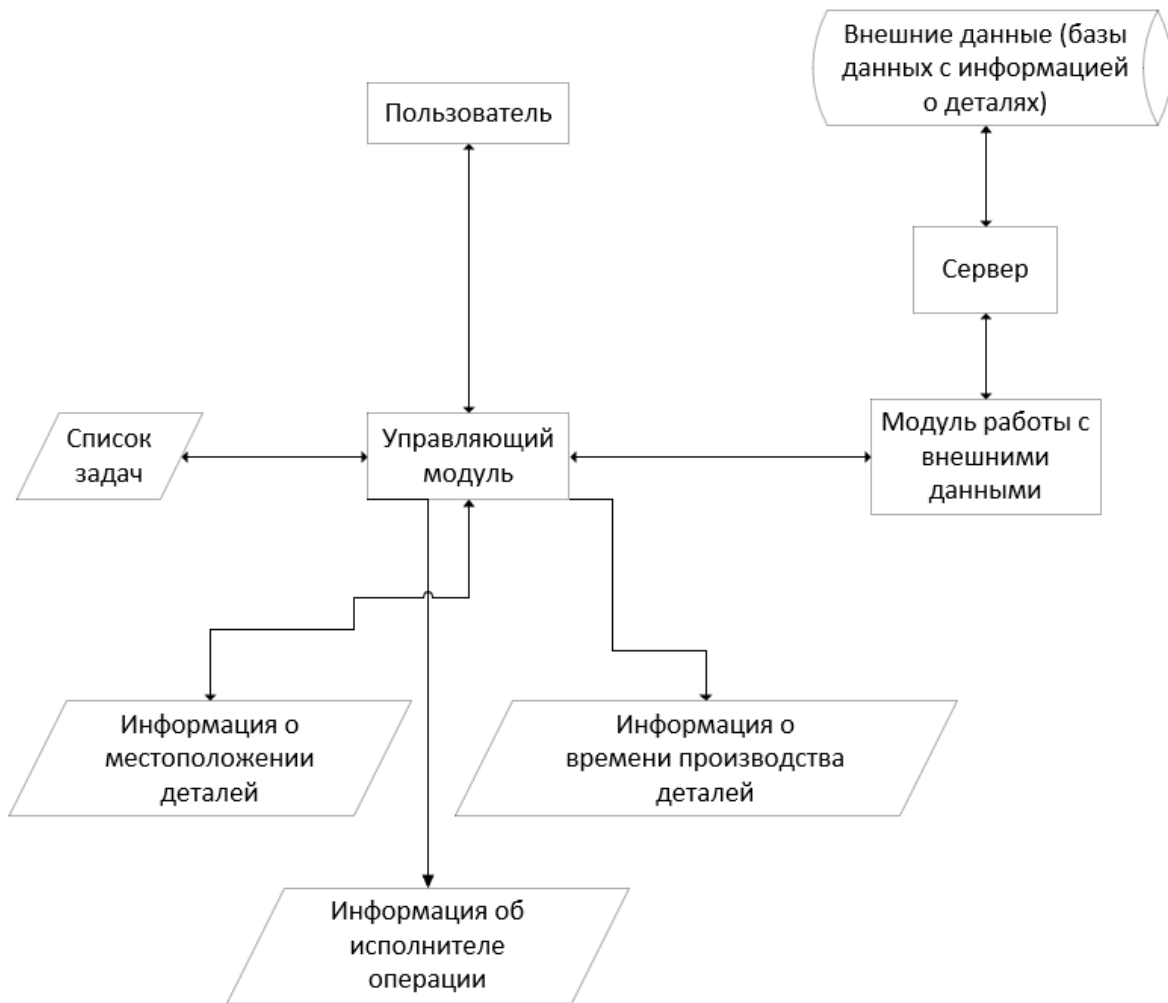


Рис. 1. Структурно-функциональная схема автоматизированной системы

Математическое обеспечение, согласно ГОСТ указанному выше, может включать в себя математические модели, структурно-функциональные модели разрабатываемой автоматизированной подсистемы планирования производства (рис. 1), методы решения задач и алгоритмы, необходимые для выполнения автоматизированного проектирования. Для разрабатываемой подсистемы планирования производства в качестве математического обеспечения выделен алгоритм работы программы по передаче информации от пользователя к серверу (рис. 2).

В данном примере показаны параметры подключения к базе данных, строка запроса с параметром name, в качестве которого выступает шифр оснастки, необходимый пользователю. Далее происходит запрос к базе данных для получения ссылки на технологическую ведомость данной оснастки. Далее выполняется функция createUnitTable, которая создает отдельную таблицу для каждой детали оснастки согласно полученной информации из технологической ведомости. После выполнения данного фрагмента кода в базе данных появляются несколько таблиц: таблица целой оснастки со списком деталей, входящих в нее, и таблица каждой детали с операциями, которые необходимо выполнить для выпуска детали.

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве информационного обеспечения для разрабатываемой подсистемы планирования производства были разработаны структура таблиц для хранения данных.

```

public void parseExcelToDB(String name)
{
    connectionStringBuilder = new SqlConnectionStringBuilder();
    connectionStringBuilder.DataSource = "DSX-ПК\\SQLEXPRESS";
    connectionStringBuilder.InitialCatalog = "kremniy_arp";
    connectionStringBuilder.IntegratedSecurity = true;
    connection = new SqlConnection(connectionStringBuilder.ToString());

    try
    {
        string query = String.Format("SELECT unitLink FROM dbo.unitsTable WHERE unitName='{0}'", name);
        string unitLink = "";
        SqlCommand cmd = new SqlCommand(query, connection);
        connection.Open();
        SqlDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
        while (reader.Read())
        {
            unitLink = reader["unitLink"].ToString();
        }
        this.exWB = ex.Workbooks.Open(unitLink,
            Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing,
            Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing,
            Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing,
            Type.Missing, Type.Missing);
        this.exSheet = (Excel.Worksheet)ex.Worksheets.get_Item(1);
        query = "";
        createUnitTable(exSheet, name);
    }
    catch (Exception exc)
    {
        MessageBox.Show(exc.Message);
    }
    finally
    {
        if (connection != null) { connection.Close(); }
        terminateExcelProcesses();
    }
}

```

Рис. 2. Фрагмент кода, для распознавания данных о запущенной оснастке

В качестве СУБД для управления данными в базе данных в данной работе использовалась программа MS SQL 2019. MS SQL 2019 является продуктом разработки компании Microsoft, также как и язык программирования C#, о котором написано в лингвистическом обеспечении подсистемы и среду разработки Visual Studio 2019. Это позволяет с легкостью работать совместно с базой данных и средой разработки из-за встроенных в Visual Studio встроенных инструментов взаимодействия. На рис. 3 представлена часть таблицы с данными об операциях детали. Таблица содержит в себе номер операции (operationNumber), название операции (operationName), дата начала операции (operationStartDate), отметка о выполнении операции (operationDone), дата конца операции (operationEndDate), отметка о необходимости наличия управляющей программы для операции (operationProgramNeeded), отметка о наличии управляющей программы для операции (operationProgramExists), информация об исполнителе операции (operationExecutor), расчетное время выполнения операции (operationEstimatedTime) и фактическое время выполнения операции (operationActualTime).

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве лингвистического обеспечения автоматизированной подсистемы планирования производства был выделен язык программирования C#.

Данный язык выбран по следующим принципам:

- объектно-ориентированность;
- статическая типизация;
- поддержка делегатов;
- поддержка атрибутов;
- поддержка обобщенных типов и методов;
- поддержка итераторов;

- поддержка LINQ;
- поддержка разработки в среде Visual Studio;
- встроенные механизмы работы с базами данных.

operationNumber	operationName	operationStartDate	operationDone	operationEndDate	operationProgramNeeded	operationProgramExists	operationExecutor	operationEstimatedTime	operationActualTime
1	0	Заг.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	5	Измерит.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
3	10	Отжиг	2020-06-16	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
4	15	Вр.фрез	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
5	20	Пл-шлиф	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
6	25	фрез. ЧПУ	NULL	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL
7	30	Слес.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
8	35	Терм.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
9	40	Слес.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
10	45	Пл-шлиф	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
11	50	эроз (вырез)	NULL	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL
12	55	фрез. ЧПУ	NULL	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL
13	60	Пл-шлиф	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
14	65	эроз (прош)	NULL	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL
15	70	Измерит.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
16	75	Пл-шлиф	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
17	80	фрез. ЧПУ	NULL	NULL	NULL	1	NULL	NULL	NULL
18	85	Измерит.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
19	90	Слес.	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Рис. 3. Фрагмент таблицы данных об операции детали 4Пф642.01.001 «Вставка верхняя»

В качестве вспомогательного языка был выбран язык SQL. Это язык запросов к базам данных.

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве программного обеспечения автоматизированной подсистемы планирования производства было выделено следующее общесистемное ПО – ОС Microsoft Windows 10, по причине того, что данная система уже внедрена на предприятии.

В качестве специального ПО при разработке автоматизированной подсистемы планирования производства было выделено следующее:

- Microsoft SQL Server 2019 для работы с базой данных;
- Microsoft Excel 2016 для получения данных от других подсистем, входящих в общий комплекс автоматизации технологической подготовки производства на предприятии;
- Microsoft Visual Studio 2019 для разработки программного кода разрабатываемой подсистемы.

В качестве демонстрации примера работы с Microsoft Visual Studio при разработке ниже представлены скриншоты разрабатываемой программы и фрагменты кода.

Главное окно разработанной программы представлено на рис. 4.

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве технического обеспечения были разработаны следующие технические требования:

- мышь и клавиатура для ввода данных в систему;
- подключение по локальной сети к серверному компьютеру для передачи и получения актуальных данных;
- операционная система: Microsoft Windows 10;
- тип ЦП: процессор компании Intel или AMD с тактовой частотой более 2 ГГц;
- свободное место на диске рабочего места: более 1 Гб;
- предустановленное ПО: Microsoft Excel версии 2016 и выше.

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве методического обеспечения для разрабатываемой подсистемы были разработаны указания для сотрудника по использованию разработанной подсистемы.

При запуске системы пользователю необходимо обновить список оснастки для получения актуальной информации о запущенных единицах оснастки, выбрать необходимую единицу оснастки для получения актуальных данных о всех деталях, входящих в оснастку. Далее у пользователя с должностью «распределитель» есть возможность поставить метку о выполнении какой-либо операции детали; технологам-программистам можно выбрать себе

задачу из пула задач для подготовки управляющей программы, заместителю начальника по подготовке производства и начальнику по подготовке производства доступна полная информация о состоянии всех единиц оснастки, выводится информация о пролеживании деталей, а также о фактическом времени изготовления деталей для дальнейшего анализа.

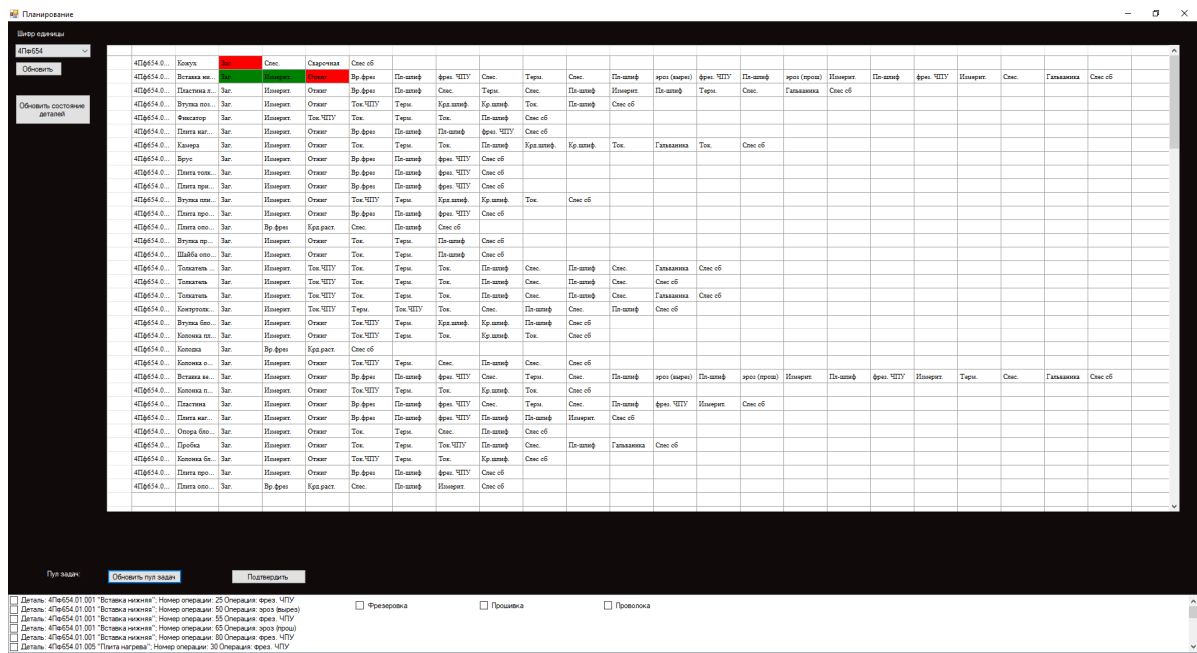


Рис. 4. Главное окно разработанной автоматизированной подсистемы планирования производства

Согласно ГОСТ, указанному выше, в качестве организационного обеспечения для разрабатываемой подсистемы были разработаны следующие положения:

- к работе с автоматизированной подсистемой допускаются рабочие любой квалификации;
- для внедрения разрабатываемой подсистемы на производство разработать перечень технических средств;
- подготовить планы дальнейшего развития подсистемы с упором на нужды предприятия;
- подготовить машинные носители информации для хранения актуальной документации, используемой в подсистеме, а также хранения последней версии программы;
- разработать стандарты предприятия для возможности работы с подсистемой автоматизированного планирования производства;
- разработать план обучения пользователей работы с разрабатываемой подсистемой планирования производства.

Далее происходило тестирование разработанной подсистемы.

Разработанная автоматизированная подсистема планирования производства представляет собой программный продукт, способный выполнить отдельную часть автоматизации подготовки производства.

Рассмотрим реальный случай использования автоматизированной подсистемой планирования производства.

Например, распределитель работ забирает деталь 4Пф654.01.002 «Вставка литниковая» с заготовительной операции для того, чтобы передать ее дальше по операциям.

Чтобы выполнить это ему необходимо поставить метку о выполнении заготовительной операции. Для этого необходимо нажать на клетку «Заг.» правой кнопкой мыши и нажать кнопку «Выполнено» из выпадающего списка в строке таблицы с именем 4Пф654.01.002 «Вставка литниковая» (рис. 5).

4Pф654	4Pф654.01.001	4Pф654.01.002	4Pф654.01.003	4Pф654.01.004	4Pф654.01.005
Копух	Вставка литника	Пластина литниковая	Втулка подшипниковая	Флансатор	Плита катриза
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб

Рис. 5. Отметка о выполнении заготовительной операции детали 4Пф654.01.002 «Вставка литниковая»

Далее распределитель работ должен отнести деталь на контрольный участок и поставить отметку, о том, что деталь находится на данном участке. Чтобы это сделать пользователю необходимо нажать на клетку «Измерит.» правой кнопкой мыши, находящуюся после заготовительной операции, и из выпадающего списка выбрать пункт «В работе» (рис. 6).

4Pф654	4Pф654.01.001	4Pф654.01.002	4Pф654.01.003	4Pф654.01.004	4Pф654.01.005
Копух	Вставка литника	Пластина литниковая	Втулка подшипниковая	Флансатор	Плита катриза
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб

Рис. 6. Результат работы программы при отметке распределителя работ о переходе детали от одной операции к другой

Далее вся введенная информация поступает на сервер и отображается у других пользователей системой (рис. 7).

4Pф654	4Pф654.01.001	4Pф654.01.002	4Pф654.01.003	4Pф654.01.004	4Pф654.01.005
Копух	Вставка литника	Пластина литниковая	Втулка подшипниковая	Флансатор	Плита катриза
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.	Тарн.
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)	эроз (акрил)
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)	эроз (проис)
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб
По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф	По-шафф
фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ	фрез. ЧПУ
Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.	Спец.
Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника	Гальваника
Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб	Спец сб

Рис. 7. Общее окно программы у пользователей после введения данных о перемещении деталей

На данном рисунке представлены операции, выделенные различными цветами. Для упрощения понимания были выбраны зеленый цвет, указывающий на успешную завершенность операции; желтый цвет указывает на то, что деталь перешла на данную операцию и над ней ведутся работы; красный цвет сигнализирует о том, что деталь находится на данной операции более трех дней и до сих пор не завершена.

Список литературы:

1. Ушаков, Д. М. Введение в математические основы САПР : курс лекций / Д. М. Ушаков. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 208 с. — ISBN

References:

1. Ushakov, D. M. Introduction to the mathematical foundations of CAD: a course of lectures / D. M. Ushakov. - 2nd ed. - Saratov: Vocational education, 2019

- 978-5-4488-0098-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87987.html> (дата обращения: 08.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Литовка, Ю. В. Основы проектирования баз данных в САПР : учебное пособие / Ю. В. Литовка, И. А. Дьяков, А. В. Романенко [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 97 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64152.html> (дата обращения: 08.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Латышев, П. Н. Каталог САПР. Программы и производители. 2014-2015 / П. Н. Латышев. — 4-е изд. — Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. — 694 с. — ISBN 978-5-91359-142-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90432.html> (дата обращения: 08.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Головицына, М. В. Основы САПР : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-4497-0921-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102040.html> (дата обращения: 08.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Аверченков, В. И. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. И. Аверченков, А. А. Жолобов, Ж. А. Мрочек [и др.]. — Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. — 216 с. — ISBN 978-5-89838-539-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/7009.html> (дата обращения: 08.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
6. Аверченков, А.В. Автоматизация выбора инструментальной стратегии обработки элементарных поверхностей / М.В. Терехов, А.В. Аверченков, А.А. Мартыненко // Вестник Брянского государственного технического университета. — Брянск: БГТУ, 2011.- №2 (30). — С. 86 – 92.
- ..-- 208 p. - ISBN 978-5-4488-0098-6. - Text: electronic // Electronic library system IPR BOOKS: [site]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/87987.html> (date accessed: 06/08/2021). - Access mode: for authorization. users.
2. Litovka, Y. V. Basics of database design in CAD: a tutorial / Y. V. Litovka, IA Dyakov, AV Romanenko [and others]. - Tambov: Tambov State Technical University, EBS ASV, 2012. -- 97 p. - Text: electronic // Electronic library system IPR BOOKS: [site]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/64152.html> (date accessed: 06/08/2021). - Access mode: for authorization. users.
3. Latyshev, P.N. CAD catalog. Programs and manufacturers. 2014-2015 / P. N. Latyshev. - 4th ed. - Moscow: SOLON-PRESS, 2016. -- 694 p. - ISBN 978-5-91359-142-5. - Text: electronic // Electronic library system IPR BOOKS: [site]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/90432.html> (date accessed: 06/08/2021). - Access mode: for authorization. users.
4. Golovitsyna, M.V. Fundamentals of CAD: a tutorial / MV Golovitsyna. - 3rd ed. - Moscow: Internet University of Information Technologies (INTUIT), IPR Media, 2021. - 268 p. - ISBN 978-5-4497-0921-9. - Text: electronic // Electronic library system IPR BOOKS: [site]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102040.html> (date accessed: 06/08/2021). - Access mode: for authorization. Users.
5. Averchenkov, V.I. Machines with CNC in mechanical engineering. Part 1: textbook for universities / V. I. Averchenkov, A. A. Zholobov, J. A. Mrochek [and others]. - Bryansk: Bryansk State Technical University, 2012. -- 216 p. - ISBN 978-5-89838-539-2. - Text: electronic // Electronic library system IPR BOOKS: [site]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/7009.html> (date accessed: 06/08/2021). - Access mode: for authorization. Users.
6. Averchenkov, A.V. Automation of the choice of an instrumental strategy for processing elementary surfaces / M.V. Terekhov, A.V. Averchenkov, A.A. Martynenko // Bulletin of the Bryansk State Technical University. - Bryansk: BSTU, 2011.- No. 2 (30). - S. 86 - 92.

Статья поступила в редколлегию 28.04.2021.

Рецензент: канд. техн. наук, доц.,

Брянский государственный технический университет

Филиппова Л.Б.

Статья принята к публикации 13.05.2021.

Сведения об авторах

Терехов Максим Владимирович

Кандидат технических наук, доцент,
Доцент каф. «Компьютерные технологии и системы»
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет»,
E-mail: malt86@mail.ru

Заикин Владислав Сергеевич

аспирант кафедры «Компьютерные технологии и
системы», Брянского государственного технического
университета, по специальности «Информатика и
вычислительная техника», профиль «Системы
автоматизированного проектирования».
E-mail: vladzaickin@yandex.ru

Аверченков Андрей Владимирович

д.т.н., доцент, старший научный сотрудник
«Институт конструкторско-технологической
информатики Российской академии наук»
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru

Information about authors:

Terekhov M.V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department “Computer
technologies and systems” of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education (FSBEI HE)
“Bryansk State Technical University”
E-mail: malt86@mail.ru

Zaikin V.S.

Postgraduate student of the Department “Computer
Technologies and Systems” of Bryansk State Technical
University, majoring in “Informatics and Computer
Engineering”, profile “Computer Aided Design Systems”
E-mail: vladzaickin@yandex.ru

Averchenkov A.V.

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Senior Researcher of the “Institute of Design and
Technological Informatics of the Russian Academy of
Sciences”
Тел.: +7 (4832) 58-83-62
E-mail: mahar@mail.ru