

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению курсового проекта для студентов
направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»)
всех форм обучения*

Воронеж 2021

УДК 532:533(075.8)

ББК 22.253я7

Составители:

канд. техн. наук, доц. М. И. Попова,

канд. техн. наук, доц. О. И. Попова

Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: М. И. Попова, О. И. Попова. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 27 с.

Методические указания предназначены для оказания методической помощи студентам при выполнении курсового проекта.

Предназначены для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») при выполнении курсового проекта по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ АППвМ.pdf.

Ил. 8. Табл. 5. Библиогр.: 44 назв.

УДК 532:533(075.8)

ББК 22.253я7

Рецензент - А. В. Демидов, канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В курсовом проекте по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств» студент должен показать способность самостоятельно решать задачи автоматизации технологических процессов, умение творчески мыслить, использовать новейшие технические достижения в области автоматизации и управления, применять полученные знания в конкретных условиях.

Перед выполнением курсового проекта (КП) необходимо хорошо изучить технологический процесс (объект), выявить его положительные стороны и недостатки, сформулировать требования к разработке системы управления. Качественно решить задачи курсового проектирования можно только на базе глубокого анализа технической литературы, в том числе - периодической и патентной, оценки эффективности автоматизируемого технологического объекта и путей его совершенствования.

КП по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» на тему «Проект автоматизированного участка для изготовления...(название детали)» может быть естественным продолжением курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения».

Выполнение КП позволяет проанализировать разработанную технологию с точки зрения применения её в условиях автоматизации производственного процесса и процесса подготовки производства.

Следует учесть, что при разработке и проектировании автоматизированного участка особое значение имеет определение структуры основных и вспомогательных отделений, обеспечивающих эффективную подготовку производственного процесса.

Отсутствие в установленные сроки на участке необходимых заготовок, инструментов, технологической оснастки, документации и т.п. сведет на нет все затраты на внедрение дорогостоящего высокоавтоматизированного оборудования.

Цели курсового проекта

- получение практических навыков по разработке технологических процессов изготовления деталей в условиях высокоавтоматизированных производств;
- освоение принципов конструкторско-технологического обеспечения процессов изготовления изделий и подготовки производства;

- освоение методов проектирования современных высокоавтоматизированных производственных систем,
- освоение принципов рационального применения средств автоматизации технологических процессов, оборудования, различных объектов, применяемых в современном производстве.

Задачи курсового проекта

- Разработать базовый технологический процесс изготовления конкретной детали.
- Усовершенствовать базовый технологический процесс изготовления конкретной детали так, чтобы деталь можно было бы обрабатывать на автоматизированном участке, с минимальным участием производственного персонала.
- Освоить основные принципы проектирования автоматизированных участков для изготовления конкретных изделий.
- Установить распределение функций и функциональные связи между структурными подразделениями (отделениями) в общей системе управления автоматизированным участком при подготовке производства.
- Произвести пространственную увязку всего оборудования, транспортной и складской системы, основных и вспомогательных отделений, формируя тем самым автоматизированное производство заданной детали.
- Выбрать средства автоматизации технологических процессов, рабочих мест.
- Выявить и оптимизировать методы и приемы обработки, контроля, сборки в условиях автоматизированного производства.

2. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка

Объём пояснительной записки (ПЗ) - 30-40 с, выполняется на листах с рамками. Шрифт – *Times New Roman* 14, отступ абзаца – 1,25, межстрочный интервал – 1,5, выравнивание в тексте – *по ширине*. Формулы имеют сквозную нумерацию вне зависимости от раздела.

Пояснительная записка включает:

1. Титульный лист.
2. Задание на курсовое проектирование, распечатывается на одном листе с двух сторон.
4. Аннотация.
3. Содержание.
5. Введение.
6. Раздел 1.
7. Раздел 2.
8. Раздел 3.
9. Заключение.
10. Список использованных источников.
11. Приложение.
12. Ведомости к графической части.

2.1. Содержание разделов

РАЗДЕЛ 1. Разработка базового технологического процесса изготовления детали

- 1.1. Анализ конструкции детали.
- 1.2. Выбор метода получения заготовки.
- 1.3. Разработка базового технологического процесса.
- 1.4. Расчет режимов резания и норм времени.

РАЗДЕЛ 2. Проектирование автоматической линии

- 2.1. Обоснование необходимости автоматизации заданного технологического процесса.
- 2.2. Характеристика автоматизируемого технологического процесса.
- 2.3. Анализ путей автоматизации заданного процесса (на основе обзора литературы и патентных материалов).
- 2.4. Разработка структурной схемы автоматической линии.
- 2.5. Выбор и компоновка технологического оборудования.
- 2.6. Планировка автоматической линии.
- 2.7. Составление и анализ циклограммы автоматической линии.

РАЗДЕЛ 3. Разработка участка цеха с размещением автоматической линии

- 3.1. Расчет потребного количества основного технологического оборудования на проектируемом участке цеха.
- 3.2. Определение габаритных размеров участка цеха.
- 3.3. Выбор метода и средств контроля, автоматизированного склада.
- 3.4. Выбор и компоновка транспортных средств, вспомогательного оборудования.

2.2. Графическая часть

Объём графической части курсовой работы - 2 листа формата A1 (594x841 мм).

Графическая часть может содержать следующее:

- 1. Чертеж детали (A3)
- 2. Общий вид автоматизируемого технологического участка с размещением средств автоматизации (A1).
- 3. Циклограмму и блок-схему алгоритма работы автоматической линии (A2).
- 4. Чертеж средства автоматизации (A1).

Содержание графической части курсового проекта

На планировке автоматизированного участка изображается выбранная сетка колонн. Показывается размещение автоматизированного склада. В соответствии с разработанным технологическим процессом показывается размещение металлорежущих станков на участке. Размещение станков относительно колонн, автоматизированного склада и между собой должно соответствовать принятым нормативам. Кроме металлорежущих станков и другого технологического оборудования, предназначенного для обработки детали согласно разработанной технологии, изображаются все основные и вспомогательные подразделения, необходимые для обеспечения бесперебойной работы участка, автоматизированный склад. Показываются транспортные пути (топология) перемещения всех грузов участка. Указывается, где рабочие места и оборудование в случае необходимости обслуживаются операторами. Показывается система удаления отходов. На участке в обязательном порядке должно быть предусмотрено место для расположения системы управления участком.

2.3. Аннотация

Аннотация объёмом 0,5-1 страница должна кратко отражать основное содержание курсовой работы. В тексте аннотации должны содержаться сведения, раскрывающие сущность выполненной работы. В аннотацию включаются также сведения об объёме РПЗ, количестве иллюстраций, таблиц, наименований используемых источников.

2.4. Введение

Во введении должна быть отражена тема курсовой работы, ее цель и задачи. Оно должно содержать оценку современного состояния решаемой технической задачи. Во введении необходимо чётко сформулировать, в чём заключается актуальность работы, и обосновать целесообразность разработки заданной темы, увязав её с общими проблемами развития машиностроения. Объём введения - 2-3 страницы.

2.5. Разработка базового технологического процесса изготовления детали

1. Анализ конструкции детали

В этом пункте необходимо описать служебное назначение детали, ее конструктивные особенности исходя из её служебного назначения, провести анализ конструкции детали с точки зрения возможности автоматизации ее обработки. Необходимо провести анализ чертежа детали по методике, применяемой при выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения». При этом особое внимание следует обратить на возможность представления сборочного чертежа, узла и чертежа детали в электронном виде.

При анализе технологичности детали устанавливают, на сколько конструкция детали соответствует требованиям минимальной трудоёмкости, материалоемкости и экономичности изготовления.

По чертежу изделия определяется шероховатость поверхности – это совокупность неровностей с относительно малыми шагами (расстоянием между вершинами характерных неровностей измеренного профиля), образующих рельеф поверхности и рассматриваемых в пределах участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности и равна базовой длине. Шероховатость 25, 12,5, 6,3, 3,2, 0,8 поверхности ответственных деталей машин.

Для ряда классных размеров, характеризующих точность изделия, под которой понимается степень соответствия изготовления детали заданному эталону или образцу, необходимо указать величины допусков с указанием качества.

По совокупности перечисленных признаков делается вывод о технологичности изделия, отмечается возможность использования для ее производства стандартных методов изготовления заготовок, мерительного и режущего инструмента.

Все основные показатели, характеризующие технологичность изделия, заносятся в таблицу вида (табл. 1).

Таблица 1

Анализ технологичности изделия

N	Требования	Признаки технологичности	Оценка признака («+» ; «0» ; «—»)
1	К конструкции детали	Наличие базовых поверхностей	
2		Доступность всех поверхностей для механической обработки	
3		Наличие конструктивных элементов, повышающих трудоемкость	
4		Наличие внутренних поверхностей	
5		Наличие внутренних резьбовых отверстий больших диаметров	
6		Наличие труднообрабатываемых диаметральных уступов с радиусом скругления в пределах 0,5...7,0 мм	
7		Контролепригодность	
8	К режущему инструменту	Возможность применения высокопроизводительных методов обработки	
9		Необходимость дополнительных технологических операций для получения высокой точности обрабатываемых поверхностей	
10		Достаточность использования стандартных режущих и измерительных инструментов	

2. Выбор метода получения заготовки

При выборе метода получения заготовки следует принять такой метод, который обеспечит высокое качество структуры материала и максимальное приближение размеров и форм заготовки к размерам и формам детали, пусть даже этот метод по экономическим расчетам будет не самый дешевый.

4. Разработка маршрутной технологии обработки детали

Необходимо описать требования, предъявляемые к технологическим процессам обработки изделий в условиях автоматизированного производства. Дать им характеристику, отметить их особенности. Далее следует представить маршрутную технологию, по методике, применяемой при выполнении курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения».

Состав переходов при обработке поверхностей детали представляется в виде табл. 2. Заполняя табл. 2., знак “+” в таблице ставится, если указанный переход необходим при обработке данной поверхности и знак “-“, если такой переход не нужен.

Таблица 2

Состав переходов при обработке поверхностей детали

Наименование перехода	Номера поверхностей								
	1	2	3	4	5	6	7	...	n
1 Фрезерование	+	-	-	-	-	-	-	+	+
2 Точение (черновое)	+	+	+	+	+	+	+	+	-

Маршрутная технология представляется в виде табл. 3.

Таблица 3

Маршрутная технология обработки (название детали)

№ Операции	Операцион ный эскиз	При пуск мм	Длина раб.хода ,мм	Частота вращения n, мин ⁻¹	Подача, S, мм/об	Глуб ина резан ия t, мм	Расчетное время обработки t _р , мин	Модель оборудова ния
1	2	3	4	5	6	7	8	

На эскизе детали к той или иной операции необходимо выделить поверхности, подлежащие обработке.

2.6. Проектирование автоматической линии

Обоснование необходимости автоматизации заданного технологического процесса

Данный раздел начинается с характеристики заданного объекта автоматизации. Кратко описывается его конструкция и принцип работы, приводятся основные технические параметры, оценивается уровень автоматизации. Следует помнить, что характеристика технологического объекта и анализ его работы нужны не сами по себе, а для обоснования необходимости автоматизации объекта или повышения уровня автоматизации. Необходимость автоматизации технологического объекта должна быть показана в двух аспектах: с социально-экономической точки зрения и с точки зрения требований самого технологического объекта. В начале следует подвести к решению поставленной задачи с позиций экономики предприятия. Необходимо укрупнено определить и указать источники экономической эффективности, например, повышение производительности труда, высвобождение рабочей силы, улучшение качества продукции, повышение надёжности оборудования, социальный эффект - замена неквалифицированного, монотонного труда творческим трудом и т.д. Далее необходимо проследить логику совершенствования объекта, пути устранения недостатков, возможность автоматизации или повышение её уровня.

Затем приступить к разработке маршрутной технологии обработки детали на автоматизированном участке. При разработке маршрутной технологии следует выполнить следующие условия:

- следует соблюдать те требования, которые предъявляются к технологическим процессам в условиях автоматизированного производства;
- для обработки детали следует применять станки с ЧПУ, за исключением тех случаев, когда их применение не оправдано с экономической точки зрения или невозможно (например, при выполнении протяжных операций). При разработке маршрутной технологии производится оценка целесообразности применения высокоскоростных современных станков с ЧПУ.

Выбор оборудования. В пункте, посвященном выбору оборудования для обработки детали в условиях автоматизированного производства необходимо обосновать выбор модели станка и привести все основные его характеристики.

Следует помнить, что при выборе оборудования для каждой операции следует отдавать предпочтение тем станкам, которые могут обеспечить обработку за одну установку максимально возможного количества поверхностей (многоцелевые, обрабатывающие центры).

Необходимо выбирать современные высокоскоростные станки с ЧПУ, не снятые с производства.

Укрупненный расчет продолжительности обработки детали на каждой операции проводится с целью определения количества станков на участке.

Разработка планировки автоматизированного участка, определение основных и вспомогательных отделений, необходимых для обеспечения бесперебойного функционирования автоматизированного участка включает в себя:

1. Разработка планировки участка

Одной из основных задач, решаемых при проектировании автоматизированных систем, в частности, автоматизированных участков, является задача оптимального распределения функций между человеком и техникой. Степень разделения функций между человеком и автоматическими устройствами определяется обычно конкретными условиями производства, уровнем его автоматизации, особенностями технологических процессов обработки изделий, принятых на данном предприятии, финансовыми возможностями предприятия. От компоновки участка в значительной степени зависят объем капиталовложений, эксплуатационные расходы и характеристики его функционирования.

Прежде всего, на планировке указывается выбранная сетка колонн. При разработке планировки участка необходимо соблюдать нормы в отношении площадей, отводимых под различные типы станков, расстояний между станками и размеров проездных путей. При компоновке участка следует стремиться к обеспечению прямо точности транспортировки деталей от одной рабочей позиции к другой.

Важную роль в организационном построении автоматизированных участков имеют автоматизированные склады, в которые поступают и из которых формируются все материальные грузопотоки заготовок, обработанных изделий, инструментов и технологической оснастки, необходимые для автономного функционирования участка. Начинать планировку автоматизированного участка следует с выбора типа и модели автоматизированного склада.

а) Выбор автоматизированного склада

Склады осуществляют взаимодействие участка с внешними по отношению к нему участками цеха, а также другими цехами. Кроме того,

автоматизированный склад выполняет функции диспетчера по организации грузовых потоков на самом участке.

Автоматизированная складская система участка предназначена для приема, хранения нормативного запаса, выдачи в производство и учета исходного сырья, основных материалов и заготовок, вспомогательных материалов, порожней тары, инструмента и приспособлений, сменных захватов и запасных частей для станков и промышленных роботов; накопления и временного хранения готовых изделий, отходов производства, бракованных деталей с целью обеспечения эффективного производственного процесса на автоматизированном участке.

Склад состоит из различных сочетаний следующих технологических зон:

- зона выдачи грузов
- зона - внутри заводской транспорт;
- зона хранения грузов;
- зона укладки деталей или изделий в транспортно-складскую тару;
- зона приема и выдачи грузов из зоны хранения во вспомогательные отделения;
- зоны приема и выдачи грузов на транспорт, обслуживающий автоматизированный участок.

Наиболее распространенный автоматический стеллажный склад состоит из следующих элементов:

- стеллажных конструкций;
- автоматических штабелирующих машин;
- транспортно-складской тары;
- устройств для перегрузки тары (порожней или груженой) со штабелирующей машины на накопитель;
- устройств для передачи тары с накопителя на транспортную систему участка или в обратном направлении;
- технических средств систем автоматического управления складом.

Наибольшее распространение в автоматизированных участках получили автоматизированные склады стеллажного типа, которые обслуживаются автоматическими кранами-штабелерами.

Для перегрузки тары с грузом с крана-штабелера на накопитель (например, конвейерного типа) транспортной системы участка или в обратном направлении используют специализированные приемные секции стеллажа.

После того, как выбран тип и модель автоматизированного склада, определяется его расположение относительно принятой сетки колонн. Расположение склада будет определять расположение как основного

технологического оборудования, так и вспомогательных отделений, обеспечивающих бесперебойную работу участка:

- отделения приема-выдачи (ОПВ);
- отделения подготовки операционных комплектов (ОПОК);
- отделения подготовки столов спутников (ОПСС);
- контрольного отделения(КО) и т.п.

Эти отделения располагаются по отношению к автоматизированному складу таким образом, чтобы зоны приема и выдачи грузов из зоны хранения могли обслуживаться роботом-штабелером склада. Для этого используются устройства для перегрузки грузов со штабелирующей машины на накопитель.

Одна из секций склада заменяется таким перегружателем, и груз поступает непосредственно в отделение (ОПОК, ОПСС, КО).

В ПЗ должно быть приведено описание функционального назначения каждого отделения и даны их характеристики.

Площади отделений рассчитываются в соответствии с нормативами вспомогательных подразделений.

Каждое отделение обслуживается одним или несколькими рабочими.

б) Размещение станков на участке

Следующим этапом компоновки автоматизированного участка является размещение на участке непосредственно металлорежущих станков.

Тип и модель станка для каждой операции технологического процесса обработки детали были выбраны в технологическом разделе курсовой работы.

Основные требования при размещении станков на участке

- обеспечение непрерывности и ритмичности производства;
- сокращение длительности производственного цикла и минимизации межоперационных заделов (незавершенного производства);
- максимальная мобильность и компактность производства;
- применение станков с ЧПУ.

Станки располагаются на участке таким образом, чтобы обеспечить свободный доступ транспортных средств к рабочим зонам станков при транспортировке заготовок от одной рабочей позиции к другой.

Одним из неоспоримых достоинств применения станков с ЧПУ является возможность введения многостаночного обслуживания.

2. Транспортные средства на участке

(разработка топологии грузопотоков)

Главной технической особенностью автоматизированных участков является необходимость перемещения предметов производства между рабочими позициями, где выполняются технологические операции, а при необходимости – накопление и хранение их в определенном положении.

Для перемещения грузов на автоматизированном участке применяются различные транспортные средства, работающие в автоматическом режиме (беспилотные транспортные средства (БТС), транспортные роботы и т.п.). Выбор соответствующей модели транспортного средства зависит от габаритов и веса заготовки, протяженности транспортных путей, моделей станков, типов перегружателей. При проектировании участка необходимо выбирать наиболее экономичные и надежные типы и модели транспортных средств.

На планировке участка следует показать траекторию (топологию) грузопотоков на участке.

Топология движения грузов выбирается исходя из условия минимальных временных и энергетических затрат. В случае применения нескольких транспортных средств транспортные пути должны иметь разьезды и вокзалы. Автоматическое передвижение самоходных тележек по транспортным путям участка осуществляется с помощью специальных устройств наведения: индукционного или фотоэлектрического.

В ПЗ необходимо указать модели средств для транспортировки заготовок и установки их на рабочие позиции, с обязательным обоснованием выбранных моделей и указанием основных характеристик.

3. Размещение на участке вспомогательного оборудования

Помимо основного технологического оборудования на планировке изображаются позиции и хранения заготовок, инструментов, позиции ожидания для транспортных средств, средства защиты рабочих зон и транспортных путей, системы удаления отходов и т.п. В том случае, если станок (группа станков) обслуживается оператором, необходимо показать его положение относительно станка.

Разработка структурной и функциональной схем системы управления участком включает в себя:

1) Системы и средства автоматического контроля (активного и пассивного), применяемые на автоматизированном участке. Активным называется контроль, выполняемый в процессе обработки и результаты которого влияют на ход технологического процесса. Как правило, все станки с ЧПУ снабжаются системами активного контроля состояния режущего инструмента, уровня вибраций на станке, значений крутящих моментов и т.п. Необходимо описать, какие параметры контролируются в процессе обработки при выполнении той или иной технологической операции и какие методы и средства при этом применяются.

2) Средства автоматической настройки инструмента на станке и вне него. Настройка инструмента за пределами станка позволяет значительно сократить время; повысить точность настройки, поскольку настройку инструмента производят в специальных отделениях (ОПОК), с использованием соответствующего оборудования и инструмента; значительно повысить производительность оператора станка, поскольку настроенный инструмент устанавливается в стандартные блоки оправки.

Сам процесс с заполнения магазина или револьверной головки настроенным инструментом позволяет исключить влияние субъективных факторов. Необходимо описать средства, применяемые для настройки инструмента за пределами станка.

3) Системы и средства диагностики технического состояния оборудования.

Своевременная диагностика состояния станка и инструмента позволяет своевременно отреагировать на различные отклонения и принять необходимые меры. Это особенно необходимо в условиях автоматизированного производства.

В этом пункте следует описать, какие методы и средства применяются для диагностики основных параметров станка и инструмента.

4) Система удаления отходов от станков и всего автоматизированного участка в целом. Уборка стружки, удаление производственных отходов на автоматизированных участках является очень важным вопросом, поскольку может существенно повлиять на производительность как отдельного станка, так и всего участка в целом. Необходимо описать, каким образом убирается стружка от станков различных групп, какие при этом применяются средства (транспортёры, шнеки, щетки, вакуумные системы и т.п.).

2.7. Расчет потребного количества основного технологического оборудования на проектируемом участке цеха

В качестве основного технологического оборудования в механообрабатывающих цехах в условиях серийного и массового производства используются металлорежущие станки с ЧПУ различного назначения, которые классифицируются по множеству признаков, и прежде всего, по виду реализуемой технологической операции.

Количество оборудования на механическом участке рассчитывается по трудоемкости (по видам работ с учетом годовой программы выпуска):

$$C_p = \frac{T}{F_{\text{э}} \cdot K_B}, \quad (1)$$

где T – годовая трудоемкость по видам работ (операциям).

$F_{\text{э}}$ – годовой эффективный фонд времени работы одного станка в часах.

K_B – коэффициент выполнения норм. $K_B = 1,1$;

C_p – расчетное количество станков по операциям.

$F_{\text{э}} = ((D_k - D_v - D_{\text{пр}}) \cdot T_s - T_{\text{сокр}}) \cdot C \cdot (1 - a/100)$,

где

D_k – количество календарных дней в году (365).

D_v – количество выходных дней в году (104).

$D_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году (8).

T_s – продолжительность рабочей смены (8,2).

$T_{\text{сокр}}$ – количество часов сокращения рабочей смены в предпраздничные дни (6).

C – количество смен (2).

a – процент потерь времени работы на ремонт и регламентированные перерывы (3%).

$F_{\text{э}} = ((365 - 104 - 8) \cdot 8,2 - 6) \cdot 2 \cdot (1 - 3/100) = 4013$ часов.

Коэффициент загрузки будет равен:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{\text{пр}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пр}}$ – принятое количество оборудования.

C_p – расчетное количество станков по операциям.

Под **нормированием технологических процессов** понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций.

Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

На основе технически обоснованных норм времени устанавливают расценки, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \quad (3)$$

где L - длина обработки, мм;

S - подача, мм/об;

n - частота вращения шпинделя, мин⁻¹;

i - число рабочих ходов (проходов).

$$L = L_0 + L_1 + L_2, \quad (4)$$

где L_0 - длина обрабатываемой поверхности в направлении обработки, мм;

L_1 - длина врезания, мм;

L_2 - перебег режущего инструмента, мм.

Расчеты необходимого количества оборудования на участке сводим в табл. 4.

Таблица 4

Необходимое количество оборудования на участке

Номер операции	Наименование операции	Расчетное количество станков, Ср	Принятое количество станков, Спр	Коэффициент загрузки оборудования, Кз
1	Токарная	4,93	5,00	0,99
2	Фрезерная	4,93	5,00	0,99
3	Шлифовальная	2,56	3,00	0,85
4	Сверлильная	2,56	3,00	0,85
5	Строгальная	1,58	2,00	0,79
6	Зубонарезная	1,58	2,00	0,79
7	Долбежная	1,58	2,00	0,79
Итого		19,71	22,00	0,90

График загрузки оборудования.

Таблица 5

Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Кол-во станков	Модель оборудования	Габаритные размеры, м	Мощность станка, кВт	
				Одного	Всех
Токарно-винторезный	5	16K20Ф3	3,36x1,71x1,75	10	50
Вертикально-фрезерный	5	6P13Ф3	3,62x4,15x2,76	7,5	45
Вертикально-сверлильный	3	2M55	2,665x1,02x3,43	5,5	16,5
продольно-строгальный	3	7Б210	9,5x4,5x3,4	50	150
Зубофрезерный	2	53А80	2,897x1,18x2,25	12,5	25
Долбежный	2	7410	6,07x4,335x5,3	55	110
Плоскошлифовальный	2	3Д 723	4,6x2,17x2,13	17	51

Средний коэффициент загрузки оборудования $K_z \text{ ср} = 0,86$.

Необходимые для выполнения курсового проекта расчеты можно выполнить как вручную, так и с помощью специализированной программы, написанной в табличном процессоре Microsoft Excel.

Для упрощения использования данных таблиц разработано специализированное приложение PlantCAD, позволяющее ввести исходные данные, необходимые для расчета и получить автоматизированный расчет (рис. 1).

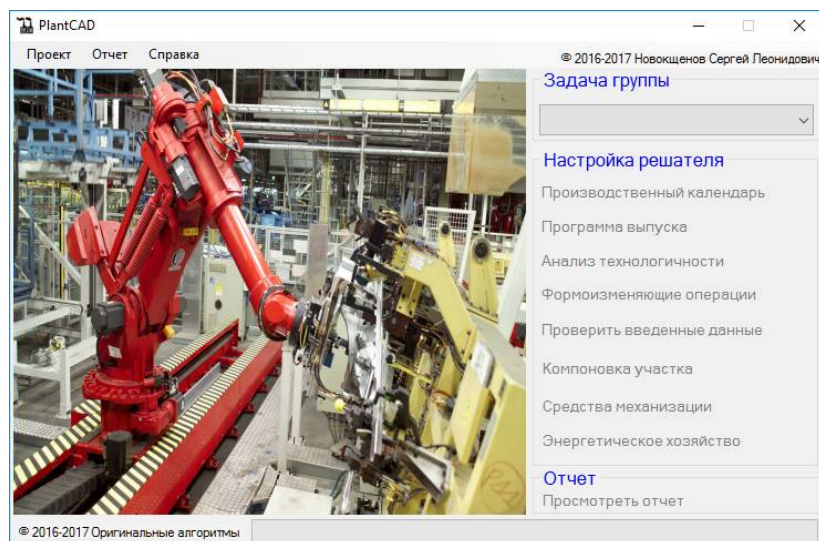


Рис. 1. Главное диалоговое окно PlantCAD

Результатом выполненных расчетов является построение пооперационного графика технологической загрузки основного технологического оборудования (рис. 2).

Рис. 2. Задание параметров производственного календаря

Программа выпуска изделия

Тип производства

Кол-во изделий, шт./год

Масса изделия, кг

Принять значения

Программа выпуска изделия

Тип производства

Массовое

Крупно-серийное

Серийное

Мелкосерийное

Единичное

Принять значения

Рис. 3. Задание количества изготавливаемых изделий

Выберите тип изделия

Изделие типа "Болт"

Изделие типа "Гайка"

Изделие типа "Шайба"

Изделие типа "Вал"

Изделие типа "Шестерня"

Изделие типа "Шкив"

Изделие типа "Стакан"

Изделие типа "Втулка"

Изделие типа "Рычаг"

Марка материала

Принять значение

Анализ технологичности

Рис. 4. Выбор типа изделия

Анализ технологичности

Требование	№	Признак технологичности	Оценка признака "+", "-", "0", "+/-"
К конструкции детали	1	Наличие базовых поверхностей	
	2	Доступность всех поверхностей для механической обработки	
	3	Наличие конструктивных элементов, повышающих трудоемкость	
	4	Наличие внутренних поверхностей	
	5	Наличие внутренних резьбовых отверстий больших диаметров	
	6	Наличие труднообрабатываемых диаметральных упоров с радиусом округления в пределах 0,5..7,0 мм	
	7	Контролепригодность	
К режущему инструменту	8	Возможность применения высокопроизводительных методов обработки	
	9	Необходимость дополнительных технологических операций для получения высокой точности обрабатываемых поверхностей	
	10	Достаточность использования стандартных режущих и измерительных инструментов	

Ок

Технологичность изделия =

Далее >>

Рис. 5. Анализ технологичности

Вид и параметры технологической операции

Токарные работы	Фрезерные работы	Шлифовальные работы	Сверловочные работы
L =	L =	L =	L =
S =	S =	S =	S =
n =	n =	n =	n =
f =	f =	f =	f =
Ок	Ок	Ок	Ок
Строгальные работы	Зачисточные работы	Резьбонарезные работы	Дополнительные работы
L =	L =	L =	L =
S =	S =	S =	S =
n =	n =	n =	n =
f =	f =	f =	f =
Ок	Ок	Ок	Ок

Принять, отменить

Рис. 6. Модуль определения количества оборудования

Компоновка участка

Схема

Схема размещения

Тип: токарный

Количество: 1

Навигационные кнопки: ↑, ↓, ←, →, Turbo, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, ESC, OK

Рис. 7. Компоновка технологического оборудования в PlantCAD

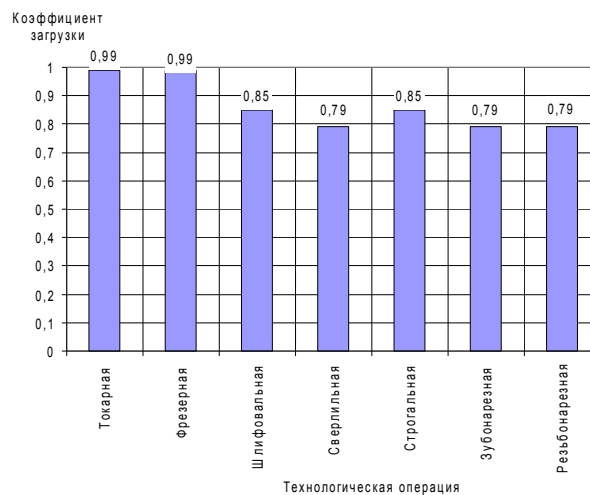
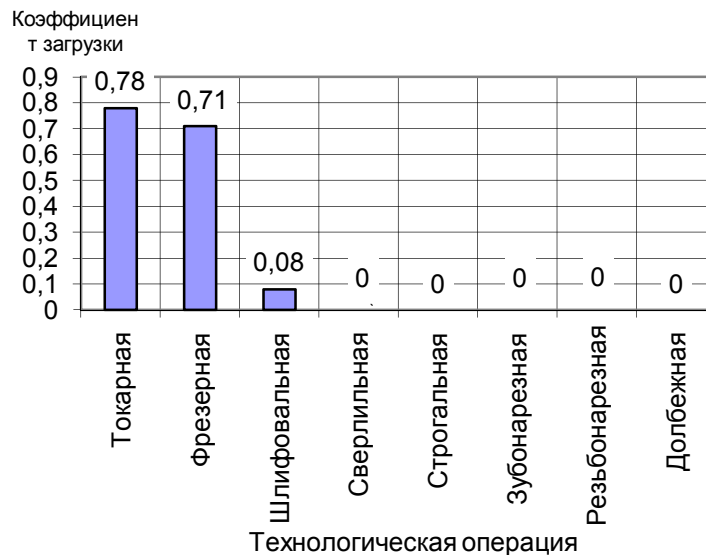


Рис. 8. Пример последовательности ввода данных и виды графиков загрузки оборудования для различных изделий

2.8. Заключение

В заключении кратко освещаются основные проектные решения, формулируются выводы по результатам выполненной работы, оцениваются полнота технических решений поставленных задач, преимущества и недостатки разработанной автоматизированной линии, указываются перспективы дальнейшего совершенствования.

Список использованных источников

Список должен содержать сведения обо всех источниках (книгах, журнальных статьях, патентах, технической документации), использованных при курсовом проектировании. Сведения приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шишмарев В.Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2007. – 364 с.
2. Капустин Н.М. Комплексная автоматизация в машиностроении: учебник для студентов вузов. - М.: Академия, 2005. – 365 с.
3. Автоматизация производственных процессов машиностроении: учебник для студентов вузов / под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высшая школа, 2004. - 416 с.
4. Капустин Н.М. Автоматизация машиностроения: учебник для студентов вузов. - М.: Высшая школа, 2003. – 223 с.
5. Волчкевич Л.И. Автоматизация производственных процессов: учебное пособие для студентов вузов. - М.: Машиностроение, 2005. – 379 с.
6. Основы автоматизации машиностроительного производства: учебник для вузов / под ред. Ю. М. Соломенцева. - М.: Высшая школа, 2001. - 312 с.
7. Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 240 с.
8. Автоматизация типовых технологических процессов и установок /А.М. Корытин и др.- М.: Энергоиздат, 1988. - 432 с.
9. Шемелин В.К. Проектирование систем управления в машиностроении: учебник для студентов технических вузов. - М.: Станкин, 1998. -254 с.
10. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов / Ф.Я. Изаков, В.Р. Казадаев и др. - М.: Агропромиздат, 1988. - 183 с.
11. Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении: Альбом схем и чертежей: учебное пособие для вузов / под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Машиностроение, 1989. - 192 с.
12. Вальков В.М., Вершин В.Е. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. - Л.: Политехника, 1991. - 269 с.
13. Елизаров И.А и др. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2004. - 180 с.
14. Кругляк К. Промышленные сети: цели и средства // Современные технологии автоматизации. - 2002. - № 4. С. 6 -16.
15. Гусев С. Краткий экскурс в историю промышленных сетей // Современные технологии автоматизации. - 2000. - № 4. С. 78 -84.
16. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / под ред. А.С. Ключева. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.

17. Емельянов А.И., Копник О.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. - М.: Энергия, 1974. - 499 с.
18. Справочник проектировщика АСУТП / под ред. Г.Л. Смилянского. - М.: Машиностроение, 1983. - 527 с.
19. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / под ред. В.И. Круповича и др. - М.: Энергоиздат, 1982. - 416 с.
20. Ключев А.С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля. - М.: Энергоиздат, 1983. - 376 с.
21. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. - М.: Машиностроение, 1973. - 606 с.
22. Руководство по проектированию систем автоматического управления / под ред. В.А. Бесекерского. - М.: Высш. шк, 1983. - 296 с.
23. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие / под ред. А.С. Ключева. - М.: Энергоатомиздат, 1989.
24. Емельянов А.И. и др. Практические расчёты по автоматике. - М.: Машиностроение, 1967. - 316 с.
25. Разработка и оформление конструкторской документации радио - электронной аппаратуры: справочник / под ред. Э.Т. Романычевой. - М.: Радио и связь, 1989. - 448 с.
26. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 256 с.
27. Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера. - Ставрополь: АРГУС, 2009. - 100 с.
28. Митин Г.П., Хазанова О.В. Системы автоматизации с использованием программируемых контроллеров: учебное пособие. - М.: ИЦ МГТУ «Станкин», 2005. - 136 с.
29. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. - СПб. : Профессия, 2009. - 592с.
30. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 608 с.
31. Чернов Е.А. Проектирование станочной электроавтоматики.- М.: Машиностроение, 1989.- 304 с.
32. Мишель Э. и др. Программируемые контроллеры: пер. с фран. -М.: Машиностроение, 1986. - 172 с.

33. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин. Методы измерения. - Л.: Энергоатомиздат, 1987.
34. Лебедев А.М. и др. Следящие электроприводы станков с ЧПУ. - М.: Энергоиздат, 1988. - 223 с.
35. Алиев И.И. Электрические аппараты: справочник. – М.: РадиоСофт, 2004. – 256 с.
36. Электрические и электронные аппараты: учебник для вузов / под ред. Ю.К. Розанова. – М.: Информэлектро, 2001. – 412 с.
37. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. – М.: Энергия, 1988. – 720 с.
38. Михайлов О.П., Стоколов В.Е. Электрические аппараты и средства автоматизации. - М.: Машиностроение, 1982. - 183 с.
39. Усов А.А., Светников В.А. Станочные гидроприводы: справочное пособие. - М: Машиностроение, 1982. - 212 с.
40. Датчики теплофизических и механических параметров: справочник в трех томах. Т.1 (Кн.1) / под общ. ред. Ю.Н. Коптева. - М.: Изд-во ИПРЖР, 1998. - 458 с.
41. Датчики теплотехнических и механических величин: справочник / А.Ю. Кузин, П.П. Мальцев. - М.: Энергоатомиздат, 1996.
42. Температурные измерения: справочник / под ред. О.А. Геращенко. - Киев: Наук. думка, 1989. - 704 с.
43. Бунин В., Аноприенков В. SCADA-системы: проблемы выбора // Современные технологии автоматизации. - 1999. - № 4. - С. 6 -24.
44. Локотков А. Что должна уметь SCADA // Современные технологии автоматизации. - 1998. - № 3. - С. 44 -46.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	3
2. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2.1. Содержание разделов.....	5
2.2. Графическая часть.....	6
2.3. Аннотация.....	7
2.4. Введение.....	7
2.5. Разработка базового технологического процесса изготовления детали.....	7
2.6. Проектирование автоматической линии.....	10
2.7. Расчет потребного количества основного технологического оборудования на проектируемом участке цеха.....	16
2.8. Заключение.....	22
Библиографический список.....	23

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта для студентов
направления 15.03.01 «Машиностроение»
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»)
всех форм обучения

Составители:

Попова Маргарита Ивановна

Попова Ольга Ивановна

В авторской редакции

Подписано к изданию 08.11.2021.

Уч.-изд. л. 1,7.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14