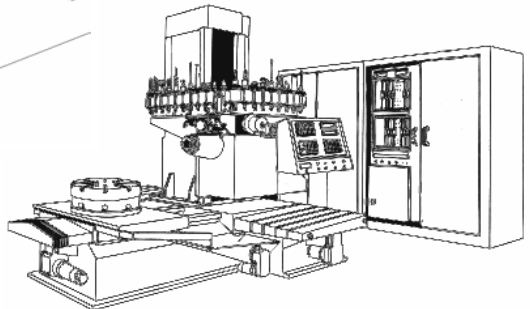
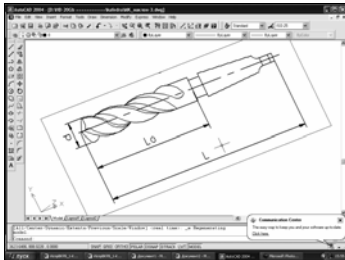
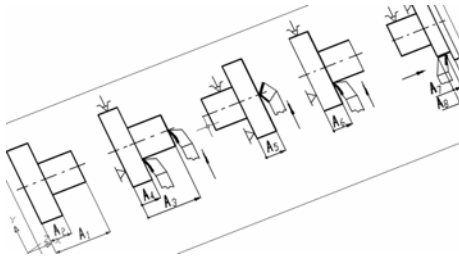
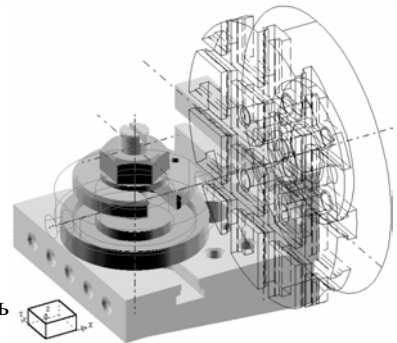


ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

по направлению 552900 «Технология, оборудование
и автоматизация машиностроительных производств»



№	Диаметр	Длина	Материал	Тех. условия	№	Диаметр	Длина	Материал	Тех. условия
1	10	100	Ст 3	100	1	10	100	Ст 3	100
2	12	120	Ст 3	120	2	12	120	Ст 3	120
3	14	140	Ст 3	140	3	14	140	Ст 3	140
4	16	160	Ст 3	160	4	16	160	Ст 3	160
5	18	180	Ст 3	180	5	18	180	Ст 3	180
6	20	200	Ст 3	200	6	20	200	Ст 3	200
7	22	220	Ст 3	220	7	22	220	Ст 3	220
8	24	240	Ст 3	240	8	24	240	Ст 3	240
9	26	260	Ст 3	260	9	26	260	Ст 3	260
10	28	280	Ст 3	280	10	28	280	Ст 3	280
11	30	300	Ст 3	300	11	30	300	Ст 3	300
12	32	320	Ст 3	320	12	32	320	Ст 3	320
13	34	340	Ст 3	340	13	34	340	Ст 3	340
14	36	360	Ст 3	360	14	36	360	Ст 3	360
15	38	380	Ст 3	380	15	38	380	Ст 3	380
16	40	400	Ст 3	400	16	40	400	Ст 3	400
17	42	420	Ст 3	420	17	42	420	Ст 3	420
18	44	440	Ст 3	440	18	44	440	Ст 3	440
19	46	460	Ст 3	460	19	46	460	Ст 3	460
20	48	480	Ст 3	480	20	48	480	Ст 3	480
21	50	500	Ст 3	500	21	50	500	Ст 3	500
22	52	520	Ст 3	520	22	52	520	Ст 3	520
23	54	540	Ст 3	540	23	54	540	Ст 3	540
24	56	560	Ст 3	560	24	56	560	Ст 3	560
25	58	580	Ст 3	580	25	58	580	Ст 3	580
26	60	600	Ст 3	600	26	60	600	Ст 3	600
27	62	620	Ст 3	620	27	62	620	Ст 3	620
28	64	640	Ст 3	640	28	64	640	Ст 3	640
29	66	660	Ст 3	660	29	66	660	Ст 3	660
30	68	680	Ст 3	680	30	68	680	Ст 3	680
31	70	700	Ст 3	700	31	70	700	Ст 3	700
32	72	720	Ст 3	720	32	72	720	Ст 3	720
33	74	740	Ст 3	740	33	74	740	Ст 3	740
34	76	760	Ст 3	760	34	76	760	Ст 3	760
35	78	780	Ст 3	780	35	78	780	Ст 3	780
36	80	800	Ст 3	800	36	80	800	Ст 3	800
37	82	820	Ст 3	820	37	82	820	Ст 3	820
38	84	840	Ст 3	840	38	84	840	Ст 3	840
39	86	860	Ст 3	860	39	86	860	Ст 3	860
40	88	880	Ст 3	880	40	88	880	Ст 3	880
41	90	900	Ст 3	900	41	90	900	Ст 3	900
42	92	920	Ст 3	920	42	92	920	Ст 3	920
43	94	940	Ст 3	940	43	94	940	Ст 3	940
44	96	960	Ст 3	960	44	96	960	Ст 3	960
45	98	980	Ст 3	980	45	98	980	Ст 3	980
46	100	1000	Ст 3	1000	46	100	1000	Ст 3	1000



Ярославль
2004

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный технический университет
Кафедра «Технология машиностроения»

2526

Рекомендовано советом
машиностроительного
факультета

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

по направлению 552900 «Технология, оборудование
и автоматизация машиностроительных производств»
(для студентов дневной и заочной форм обучения)

Методические указания

Ярославль 2004

УДК 621.7+621.9

МУ 7-04. Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению 552900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» (для студентов дневной и заочной форм обучения): Методические указания / Сост: О.Н.Калачев, Ю.А. Легенкин, А.В. Оборин, В.Т. Сеницын; А.М. Шапошников; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль, 2004. – 40 с.

Представлены общие вопросы организации выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра, а также ее содержание и состав. Изложены общие требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части работы. Подробно описана последовательность выполнения каждого раздела пояснительной записки с указанием литературных источников, откуда можно взять необходимый для выполнения работы материал. Приведены примеры выполнения, реферата, углового чертежного штампа и его заполнения, технологической документации.

Ил. 2. Библиогр. 48 назв.

Рецензенты: кафедра «Технология машиностроения» ЯГТУ (зав. кафедрой к.т.н., доцент Янчевский Ю. В.); А.М. Трофимов, канд. техн. наук, доцент, заместитель генерального директора по техническому перевооружению производства ОАО «ИФО».

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа выполняется после завершения обучения по всем предметам учебного плана (в 8 семестре студентами дневного отделения и в 6 семестре студентами заочного отделения). Она имеет своей целью: подготовить студентов к самостоятельной разработке и решению технологических проблем механической обработки и сборки деталей машин различного функционального назначения, используя знания, полученные ими за предшествующий период обучения по естественнонаучным, специальным и социально-экономическим дисциплинам. В ходе достижения этой цели решаются следующие задачи:

- выявить знания, умения и навыки студентов по различным дисциплинам учебного плана;
- ознакомить студентов с методикой выполнения различных частей квалификационной работы и принципами решения производственных задач на базе полученных ими знаний;
- развить у студентов навыки и умения самостоятельной инженерной деятельности, используя литературные, справочные, патентные и руководящие материалы для решения производственных проблем.

К защите допускаются квалификационные работы, подписанные консультантами, руководителем работы и заведующим кафедрой «Технология машиностроения». При ее защите студент делает доклад на 10-15 минут, который строится по следующей схеме:

- тема квалификационной работы и ее актуальность;
- исходные данные к проекту и обоснование путей решения задачи с учетом литературных данных и патентных исследований;
- кратко излагается содержание всех разделов расчетно-пояснительной записки с выделением тех решений, которые предложены лично студентом, с показом иллюстративных материалов, развешиваемых в порядке их упоминания в докладе;
- выводы и практические рекомендации (по личному вкладу студента в каждом разделе выпускной квалификационной работы);
- экономическая эффективность предложенных в проекте решений.

В докладе не следует подробно рассказывать о содержании изображенного на каждом листе материала.

Главное в докладе – донести до членов государственной квалификационной комиссии основное ее содержание и личный вклад студента в выполнение каждого раздела. Показать ценность полученных результатов, умение анализировать и обобщать литературные данные, результаты патентных поисков, а также экспериментальные данные и результаты исследований, если при выполнении квалификационной работы они проводились.

II. ТЕМА И ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА

Тематика выпускных квалификационных работ бакалавров формируется обычно на базе конкретных машиностроительных предприятий, где проходят производственную практику студенты дневного отделения или работают студенты заочного отделения.

В качестве базового варианта используется технология обработки детали и оснащение процесса действующего производства. Он должен быть детально проанализирован студентом во время практики, после чего намечаются мероприятия по его совершенствованию при выполнении выпускной квалификационной работы.

Объектами проектирования являются детали различных машин средней сложности основного производства машиностроительных предприятий. Ими могут быть разные по конструкции и служебному назначению детали, например, валы, оси, втулки, диски, зубчатые колеса, рычаги, кронштейны, корпуса и др. Детали, выбранные в качестве объектов для выпускной квалификационной работы, должны быть достаточно трудоемкими в изготовлении и содержать 10-15 операций или позиций механической обработки, иметь разнообразные поверхности и конструктивные элементы: отверстия, шпоночные пазы, шлицы, резьбы, зубья. К большинству поверхностей или элементов детали должны предъявляться высокие требования по точности и шероховатости.

Тема выпускной квалификационной работы бакалавра формулируется обычно в следующем виде: **«Технологический процесс механической обработки детали (наименование и номер)»**.

В задании указывается название темы, годовая программа выпуска изделий, которые подлежат изготовлению, методическая литература, применяемая при выполнении работы, консультанты по отдельным разделам квалификационной работы и сроки ее завершения. Оно

должно быть подписано руководителем работы, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» и студентом.

III. СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляется к защите в виде расчетно-пояснительной записки, чертежей, демонстрационных плакатов, технологической документации (маршрутных и операционных карт механической обработки), описания методики автоматизированного решения на ЭВМ различных проектных задач механообработки и распечаток полученных результатов.

Расчетно-пояснительная записка включает в себя следующие составные части с указанным ориентировочным объемом:

Титульный лист	1 с.
Задание на выпускную квалификационную работу	1-2 с.
Реферат	1 с.
Содержание	1-2 с.
Введение	1 с.

РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Анализ исходных данных	4-6 с.
2. Анализ базового (заводского) технологического процесса изготовления детали.....	4-7 с.
3. Патентные исследования.....	4-5 с.
4. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	2-3 с.
5. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	4-7 с.
6. Экономическая часть.....	3-5 с.
7. Охрана труда.....	2-4 с.

РАЗДЕЛ КОНСТРУИРОВАНИЯ

1. Станочное приспособление.....	4-6 с.
2. Режущий инструмент.....	8-10 с.
3. Металлорежущий станок.....	15-20 с.

РАЗДЕЛ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Расчет режимов резания.....	4-6 с.
2. Выявление и расчет технологических размерных цепей.....	5-8 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	1-2 с.
-------------------------	--------

Список использованной литературы	1-2 с.
Итого (без приложений)	65-98 с.

Приложения

- «А» Ведомость выпускной квалификационной работы.
- «Б» Маршрутные карты технологического процесса.
- «В» Операционные карты технологического процесса.
- «Г» Описание примененного в работе патента.
- «Д» Спецификация станочного приспособления.
- «Е» Спецификация режущего инструмента.
- «Ж» Спецификация металлорежущего станка.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

При выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра необходимо руководствоваться стандартами, имеющимися в читальном зале библиотеки и их электронными версиями на сервере ЯГТУ:

- ◆ **СТП 701-99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению»;**
- ◆ **СТП 702-99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению титульных листов и основных надписей»;**
- ◆ **СТП 703-99 «Проекты курсовые и дипломные. Требования к оформлению графической части машиностроительных чертежей».**

Текст расчетно-пояснительной записки печатается на принтере персонального компьютера на бумаге формата А4 (210×297) с одной стороны листа. Шрифт принтера Times New Roman обычный № 14, на странице должно располагаться от 40 до 50 строк с расстоянием между ними 1 интервал, при включении опции «автоматического переноса» слов текста и опции «выравнивание текста по ширине». Размер полей устанавливается в соответствии со стандартом предприятия **СТП 701-99**: левого не менее 30 мм, нижнего и верхнего не менее 20 мм, правого не менее 10 мм.

При печатании текста на пишущей машинке формулы, латинские и греческие буквы вписываются от руки. Допускается выполнение пояснительной записки от руки с чертежным написанием букв текста.

Нумерация страниц текста пояснительной записки и приложений должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, на нем номер не ставится. На последующих страницах номер проставляют арабскими цифрами внизу листа по центру.

Основная часть текста делится на разделы, подразделы (объемом не менее двух-трех страниц) и, в случае необходимости, на пункты.

Разделы, подразделы и пункты нумеруются арабскими цифрами. При этом цифры, разделенные точками, означают последовательно порядковый номер раздела, подраздела (в пределах каждого раздела) и пункта (в пределах каждого подраздела). Например: 3.1.4 – четвертый пункт первого подраздела третьего раздела. После номера раздела, подраздела и пункта, в конце названия заголовка точка не ставится. Введение и заключение (выводы и практические рекомендации) не нумеруют.

Каждый раздел начинают с новой страницы. Заголовок пишут непосредственно вслед за номером посередине строки, не подчеркивают и слова в нем не переносят. После заголовка на странице должно быть не менее двух строк текста. Заголовок подразделов начинают с абзацного отступа, причем в конце заголовков точку не ставят, а между ним и текстом делают пробел в одну или две строки. Номер пункта начинается с абзаца. Текст пункта начинают непосредственно вслед за его заголовком.

Перечисления требований, указаний, положений и другие пояснения выделяют дефисом «–», дальнейшую детализацию обозначают так: 1); 2); или а); б).

Список литературы снабжается заголовком «Список использованной литературы» и включает только те источники, на которые есть нумерованные ссылки в тексте записки. Очередность источников должна соответствовать порядку появления ссылок на них в тексте пояснительной записки выпускной квалификационной работы.

Титульный лист оформляется на бланках, выдаваемых кафедрой.

Задание содержит его номер и название выпускной квалификационной работы, исходные данные для проектирования и сроки выполнения работы.

Реферат кратко отражает сущность разработанных в проекте задач и содержит количество страниц, иллюстраций и таблиц в расчетно-пояснительной записке, объем графической части (образец реферата в приложении «А» данных методических указаний).

Содержание указывает точное название разделов и подразделов расчетно-пояснительной записки с их нумерацией и номером страницы, с которой они начинаются. Не допускается какое-либо сокращение названий и их перефразировка.

Введение кратко обосновывает актуальность и необходимость выполнения данной квалификационной работы бакалавра.

РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Содержит следующие подразделы и пункты:

1. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

В данном разделе рассматривается служебное назначение и конструкция детали (объект производства), технологичность конструкции детали, определяется тип производства.

1.1. Служебное назначение и конструкция детали

Приводится краткое описание служебного назначения изделия и детали, входящей в это изделие, условия их работы и конструктивные особенности. Анализируются технические требования, предъявляемые к детали. Из описания назначения и конструкции детали устанавливаются основные поверхности и размеры, оказывающие наибольшее влияние на выполнение деталью служебного назначения. Анализ детали производится по всем ее обрабатываемым поверхностям с рассмотрением точности получаемых размеров и шероховатости поверхностей, их взаимного положения.

Это дает возможность выбирать оптимальные методы обработки каждой из рассмотренных поверхностей обрабатываемой детали.

Если назначение детали неизвестно, следует описать назначение ее поверхностей. Рассматривая поверхности детали, необходимо присваивать каждой из них буквенные обозначения, например: плоскость **А**, торец **Б**. Эти же обозначения должны быть нанесены на соответствующие поверхности в чертеже.

В этом же разделе приводятся также данные о материале детали: химический состав, механические и другие свойства, которые размещаются в отдельных таблицах (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав стали 45 (ГОСТ 1050-88), массовой доли %

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не более			
0,40...0,50	0,17...0,37	0,50...80	0,045	0,045	0,30	0,30

Кроме этого, следует дать заключение относительно правильности выбора материала для данных условий работы детали в изделии, целесообразности его замены другими марками материала и какими именно.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа является выявление недостатков конструкции детали по сведениям, содержащимся в чертеже и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

При технологическом контроле чертежа обращается внимание на наличие всей информации, необходимой для изготовления детали: необходимые проекции, разрезы и сечения, наличие всех размеров с допускаемыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм и взаимного расположения поверхностей, материал детали, характер термической обработки, масса детали и др.

Анализ технологичности конструкции сводится к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, обработки детали высокопроизводительными методами.

Мероприятия по улучшению технологичности конструкции должны обеспечить снижение себестоимости изготовления детали при заданном служебном назначении.

Качественная оценка технологичности конструкции производится с учетом материала детали, его обрабатываемости, стоимости, рациональности геометрических форм детали и требований к качеству ее поверхности, правильности простановки размеров, требуемых допусков, возможности рационального способа получения заготовки.

При количественной оценке показателей технологичности могут рассматриваться: масса детали, коэффициент использования материала; коэффициент точности обработки; коэффициент шероховатости поверхностей; уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости.

При анализе используются рекомендации по технологичности конструкций, приведенные в справочной литературе [1 - 4].

Если чертеж детали в результате технологического контроля и качественного анализа технологичности оставлен без изменения и рассматривается только один вариант технологического процесса обработки, то уровень технологичности как сравнительный показатель по использованию материала, точности обработки, шероховатости и технологической себестоимости равен единице.

Все возможные предложения по улучшению показателей технологичности и улучшению конструкции приводятся в пояснительной записке.

1.3. Выбор типа производства

Так как в задании на квалификационную работу регламентируется годовой объем выпуска конкретной детали, то исходя из данного положения, разработка технологического процесса механической обработки детали в квалификационной работе предусматривается в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства. Исходя из заданных типов производства, определяется коэффициент закрепления операций. Порядок расчета коэффициента закрепления операций приводится в работах [3, 4].

2. Анализ базового технологического процесса изготовления детали

Анализ существующего (базового) варианта технологического процесса проводится с точки зрения обеспечения заданного качества детали и производительности обработки. Проведение анализа является основой для выдвижения предложений по его улучшению и модернизации.

Содержание и степень углубленности обработки анализа зависят от различных факторов: конструкции детали, применяемых методов обработки, реальных производственных условий. В общем случае анализ базового варианта технологического процесса должен включать следующие основные вопросы:

- а) рациональность метода получения заготовки для данного производства;
- б) соответствие реальной заготовки чертежу в отношении фактических припусков на обработку и выполнения технических требований;
- в) правильность выбора черновых и чистовых баз, соблюдение принципа единства баз;
- г) правильность установки последовательности операций процесса для обеспечения заданной точности размеров детали;
- д) соответствие параметров применяемого оборудования требованиям данной операции;

- е) соответствие режимов резания прогрессивным;
- ж) степень оснащённости операции (станочные приспособления, режущие и вспомогательные инструменты, средства технического контроля);
- з) применение высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материала его режущей части;
- и) брак при обработке и причины его возникновения.

Не допускается заменять анализ технологического процесса только его описанием или переписыванием сведений из технологических карт.

3. Патентные исследования

Патентные исследования проводятся в соответствии с ГОСТ 15011-96.

4. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; конструктивные размеры и формы поверхностей детали; объем выпуска деталей.

При выполнении квалификационной работы приводится краткий анализ существующего метода получения заготовки на заводе. В анализе должны быть отражены: экономичность метода в условиях завода; технологический процесс получения заготовки; его положительные и отрицательные стороны; качество заготовки; причины брака и возможности его устранения. Приводятся данные о себестоимости метода получения заготовки в условиях завода, его трудоемкости, производительности, материалоемкости (коэффициент использования материала).

На основании произведенного анализа, изучения передовых методов получения аналогичных заготовок на других предприятиях, а также литературных данных и технико-экономического обоснования может быть предложен оптимальный для данных условий производства метод получения заготовки.

При разработке технологического процесса метод получения заготовки может приниматься аналогичным существующему методу на данном заводе, меняться без изменений в технологическом процессе механической обработки или меняться с существенными изменениями на ряде операций механической обработки.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный. Так как стоимость заготовки не изменяется, она не учитывается при определении технологической себестоимости детали.

Во втором случае предпочтение отдается заготовке, характеризующейся более высоким коэффициентом использования материала и меньшей стоимостью.

В двух рассмотренных случаях можно принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее стоимость до определения технологической себестоимости детали и выбора варианта процесса ее механической обработки.

В третьем случае вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение отдается заготовке, которая обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали. Если же сопоставимые варианты окажутся равноценными, предпочтение отдается заготовке с более высоким коэффициентом использования материала.

Выбор метода получения заготовки и его технико-экономическое обоснование приводятся в работах [3, 4].

5. Разработка технологического маршрута обработки

Характер технологического процесса механической обработки в квалификационной работе определяется типом производства и особыми условиями проектирования, указанными в задании.

В квалификационной работе разрабатывается единичный маршрутно-операционный технологический процесс. В этом случае на все операции оформляется подробная маршрутная карта, а для одной-двух операций, по которым производится технико-экономическое сравнение вариантов обработки, – операционные технологические карты и карты эскизов. В

маршрутной карте указывается содержание операций и переходов, выдерживаемые размеры, оборудование и т.д.

На данном этапе производится выбор технологических баз, методов обработки поверхностей и установление общей последовательности обработки, средств технологического оснащения; назначение и расчет припусков, режимов резания. Для обоснования выбора технологических баз выполняется автоматизированное построение и решение технологических размерных цепей (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

5. 1. Выбор технологических баз

При выборе технологических баз следует учитывать основные принципы базирования – принципы единства и постоянства баз.

В процессе выбора **баз для черновой обработки** исходят из следующих положений:

1) при обработке заготовок, полученных литьем и штамповкой, необработанные поверхности следует принимать в качестве баз только на первой операции (при последующей обработке использование их не допускается);

2) у деталей, не подвергающихся полной обработке, технологическими базами для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются;

3) в качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, имеющих более высокую точность размеров и малую шероховатость (они не должны иметь литейных прибылей, литников, линий разъема, окалины и других дефектов, что способствует повышению точности базирования).

4) если у заготовки обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз на первой операции следует принимать поверхности с наименьшими припусками, тем самым при дальнейшей обработке исключается возможность появления необработанных мест (чернот) на этих поверхностях.

При выборе **баз для чистовой обработки** учитывается следующее:

1) наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки: одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства;

2) особенно важным при чистовой обработке является соблюдение принципа совмещения баз, т.к. при этом окончательно выдерживается заданная точность детали (при совмещении технологической и измерительной баз погрешность базирования равна нулю);

3) базы для окончательной обработки должны иметь высокую точность размеров и геометрической формы, малую шероховатость поверхности и не должны деформироваться под действием сил резания, зажима и собственного веса заготовки.

В общем случае за базы принимают поверхности, от которых задан размер на чертеже, определяющий положение обрабатываемой детали.

Оценка точности базирования при выполнении каждой операции может характеризоваться следующими моментами. При соблюдении принципа единства баз в случае выдерживания заданных размеров погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования для рассматриваемых размеров на этом заканчивается.

При несовпадении технологической и измерительной баз выявляются размерно-геометрические связи между ними путем построения технологической размерной цепи, из числа звеньев которой выбирается технологический размер, подлежащий контролю при выполнении данной обработки. Это позволяет косвенно контролировать заданный на чертеже размер. Рассчитывается допуск выбранного технологического размера путем решения размерной цепи. Если рассчитанный допуск выдержать на данной операции затруднительно, то ищется возможность сокращения погрешности базирования за счет увеличения точности обработки тех или иных составляющих звеньев размерной цепи, т.е. производится перерасчет допусков звеньев.

Рекомендации по выбору технологических баз и оценке точности базирования приведены в работах [4 - 6].

С учетом рассмотренных положений производится выбор технологического процесса.

5.2. Выбор методов обработки

Выбор метода обработки зависит от конфигурации детали, ее конструктивных размеров, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

Решение задач выбора метода и конкретного вида обработки облегчается при использовании справочных таблиц экономической точности обработки [2] в которых содержатся сведения о технологических возможностях обработки резанием различными методами, типовые маршруты обработки различных поверхностей. С помощью этих таблиц выбираются окончательный и предварительный методы обработки, а также устанавливаются промежуточные методы.

5.3. Технологический маршрут обработки

На данном этапе разрабатывается общий план обработки с указанием последовательности, состава и содержания операции. Результаты работы оформляются в виде маршрутной карты технологического процесса (Приложение «Б» данных методических указаний).

Последовательность операций назначают исходя из следующих основных положений:

- 1) в первую очередь обрабатываются поверхности, которые будут являться технологическими базами для последующих операций;
- 2) операции, на которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов заготовки, нужно выполнять на ранних стадиях обработки;
- 3) первыми следует обрабатывать поверхности, не требующие высокой точности;
- 4) отверстия сверлятся в конце технологического процесса, за исключением тех случаев, когда они служат базами;
- 5) заканчивается процесс изготовления детали обработкой той поверхности, которая должна быть наиболее точной и имеет основное значение для эксплуатации детали. Если она была обработана ранее, до выполнения других смежных операций, может возникнуть необходимость в ее повторной обработке;
- 6) если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, механическая обработка разбивается на две части: до термической обработки и после нее;
- 7) технический контроль намечают после тех операций, где вероятно повышенная доля брака, перед ответственными операциями, а также в конце обработки детали.

При рассмотрении содержания операции число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовки и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых выдерживаются жесткие требования по точности и шероховатости поверхности, выделяются в отдельную операцию.

Рекомендации по выбору последовательности обработки для обеспечения экономической точности обработки на металлорежущих станках приведены в работе [6]. Разработка маршрута механической обработки существенно облегчается при использовании типовых технологических маршрутов механической обработки деталей для разных условий производства [7]. Наименование операции должно соответст-

вывать требованиям классификатора технологических операций в машиностроении и приборостроении [8].

Если в состав технологического процесса механической обработки входят операции обработки на станках с ЧПУ, то методика проектирования таких операций приведена в работах [6, 9 - 12].

При разработке единичного маршрутного технологического процесса ссылки на инструкции по технике безопасности приводятся в маршрутной карте перед наименованием операции в графе «наименование и содержание операции» или в графе «обозначение документа». Средства защиты работающих должны быть указаны в графе «приспособления и вспомогательный инструмент». Примеры заполнения маршрутных и операционных карт технологических процессов приведены в приложениях методических указаний (Приложения Б и В).

5.4. Выбор оборудования и технологической оснастки

При проектировании технологического процесса в заданных условиях производства, где основными являются станки универсального профиля, выбор оборудования сводится к подбору типа станка по размерам его рабочей зоны в соответствии с размерами обрабатываемой детали, с учетом допустимых чисел оборотов (частоты вращения), подачи и мощности для принятого метода обработки.

Для расчета мощности, необходимой для обработки, выбирается переход, в котором одновременно участвует несколько инструментов или при обработке одним инструментом применяются наибольшая подача, глубина и скорость резания.

На выбор типа станка в значительной степени оказывают влияние требуемая точность размеров, формы детали и шероховатость ее обрабатываемых поверхностей. Станок должен быть наиболее простым для данной операции, обеспечивать оптимальные режимы обработки, заданную точность операции, занимать меньшую производственную площадь, иметь меньшую стоимость.

Сведения по оборудованию приведены в работах [3, 10, 13, 14].

Применяемые станочные приспособления могут быть универсальными, стандартными и специальными [15 - 17].

Выбор режущих инструментов производится исходя из условий обработки с учетом: вида станка, метода обработки, режимов и условий работы; материала обрабатываемой детали, ее размеров и конфигурации; требуемой точности обработки и шероховатости поверхностей; типа производства и заданного объема выпуска деталей; стоимости

инструмента и затрат на его эксплуатацию по соответствующим стандартам и справочной литературе [13, 18 - 28].

5.5. Определение промежуточных припусков и технологических размеров механообработки

При выполнении квалификационной работы используется расчетно-аналитический метод определения межпереходных размеров, получаемых в процессе механической обработки деталей, припусков и допусков на них. Расчетно-аналитический метод учитывает многие факторы, действующие в процессе обработки, и выполняется по формулам, приведенным в работах [6, 29].

Расчет производится обычно для одного диаметрального и одного линейного размеров, имеющих наибольшую точность и наименьшую шероховатость. Результаты расчета представляются в табличной форме [6]. Затем выполняется графическая схема расположения номинальных промежуточных размеров, их припусков и допусков. После проверки правильности выполненных расчетов производится сравнение размеров заготовки, полученных расчетно-аналитическим методом, и размеров заготовки на действующем предприятии, после чего делается вывод о возможности перевода заводской заготовки в более высокий класс точности.

Для расчета линейных технологических размеров используется программа KON7, которая автоматически выявляет и решает технологические цепи, учитывает погрешность базирования, рассчитывает припуски исходя из заданной точности конечных размеров детали (см. раздел «Автоматизация проектирования»).

5.6. Определение режимов резания и норм времени

В квалификационной работе режимы резания определяются аналитически для четырех разнотипных операций, эскизы которых представлены в графической части квалификационной работы, по формулам, приведенным в работе [13], на остальные операции технологического процесса режимы резания находятся по нормативным данным работ [30, 31] в зависимости от выбранного типа производства и принятого метода обработки заготовки. При использовании компьютерной программы предлагается оптимальный режим резания для одного перехода с учетом экономических показателей (см. раздел «Автоматизация проектирования»)

Определение режимов резания ведется одновременно с заполнением маршрутных или операционных карт технологического процесса, где указываются данные по оборудованию, способу обработки, характеристике обрабатываемой детали и другие, которые используются для расчета режимов резания.

Норму штучного времени $T_{шт}$ определяют в следующем порядке. На основании установленных режимов резания определяется основное

время T_o . По содержанию каждого перехода устанавливается вспомогательное время T_v по нормативам, которое включает в себя время на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали. Определяется оперативное время $T_{оп} = T_o + T_v$. Время на обслуживание рабочего места $T_{обс}$ включает в себя время на техническое и организационное обслуживание рабочего места. Время $T_{отд}$ предназначено для перерывов на отдых. Составляющие штучного времени $T_{обс}$ и $T_{отд}$ принимаются по нормативам или укрупненно, в процентах от оперативного времени – $T_{обс} = 6\% T_{оп}$ и $T_{отд} = 2,5\% T_{оп}$.

Результаты определения $T_{шт}$ приводится в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2

Сводные данные по нормам времени

Номер и наименование операций (перехода)	T_o , мин	T_v , мин	$T_{оп}$, мин	$T_{обс}$		$T_{отд}$, мин	$T_{шт}$, мин
				$T_{тех}$	$T_{орг}$		
1. Сверлильная							
2. Токарная							
3. Фрезерная							
4. Шлифовальная и т.д.							

При выполнении расчетов следует пользоваться литературой [32 - 35].

6. Экономическая часть

В данном разделе производится технико-экономическое обоснование принятого варианта технологического процесса изготовления детали в целом или по одной из операций механической обработки. Для сравнения двух операций необходимо использовать более прогрессивное оборудование, режущий и мерительный инструмент, станочные приспособления. Сравнению подлежат одинаковые объемы работ, т.е. обработка одних и тех же поверхностей, но различными методами.

По каждому варианту операции должна быть определена технологическая себестоимость и произведено сравнение.

Расчет себестоимости операции при выборе варианта обработки может быть осуществлен методом прямого распределения затрат (метод калькулирования) или нормативным методом.

Методика определения себестоимости обработки по отдельным вариантам и выбора наиболее рационального из них для данных условий производства приведена в учебной и справочной литературе [3, 4, 13, 36].

7. Охрана труда

При прохождении производственной практики изучаются достоинства и недостатки в организации безопасного труда на участке, где обрабатывается деталь. При выполнении квалификационной работы вопросы охраны труда отражаются в технологической документации и в пояснительной записке, следует кратко указать используемые на участке технические средства и организационные методы, обеспечивающие безопасность труда работающих и защиту окружающей среды.

Требования безопасности труда излагаются в соответствии с ГОСТ 12.3.002-75 и ГОСТ 12.3.025-80.

РАЗДЕЛ КОНСТРУИРОВАНИЯ

В квалификационной работе бакалавра проектируется одно станочное приспособление, один режущий инструмент и металлорежущий станок, применяемый в технологическом процессе механической обработки.

1. Станочное приспособление

В графической части работы выполняется его сборочный чертеж, а в пояснительной записке приводится схема действия сил в проектируемом приспособлении, определяется значение необходимой силы зажима и размеры отдельных частей привода для перемещения подвижных частей приспособления, дается описание принципа работы приспособления при закреплении обрабатываемого изделия, расчет его на точность и спецификация составных частей приспособления [15 - 17].

2. Режущий инструмент

На основании анализа операций существующего техпроцесса изготовления детали выявляются недостатки конструкции режущих инструментов, не позволяющие обеспечить соответствующее качество деталей или высокую производительность.

В данной выпускной квалификационной работе на основании патентных исследований, изучения современных журналов по технологии машиностроения и др. источников выбираются новые режущие инструменты прогрессивной нестандартной конструкции. Проектируется один-

два инструмента. Например, объектами проектирования могут быть специальные резцы, фасонные резцы, протяжки наружные и внутренние, сборные цилиндрические и торцовые фрезы, червячные фрезы для обработки зубчатых колес и неэвольвентных профилей, долбяки, шеверы, комбинированные инструменты для обработки отверстий сложной формы, инструменты для нарезания резьбы, инструментальная оснастка для станков с ЧПУ и др.

При проектировании инструментов решаются вопросы профилирования режущих кромок, выбора оптимальной геометрии режущей части и рациональных конструктивных размеров.

В расчетно-пояснительной записке приводятся обоснование выбора конструкции инструментов, схемы к аналитическому расчету, расчеты профилей режущих инструментов, порядок выбора геометрических параметров режущей части инструментов и режимов резания, краткое описание разработанной конструкции и другие расчеты и пояснения.

Графическая часть работы содержит сборочные и рабочие чертежи разработанных режущих инструментов. Сборочные чертежи должны быть дополнены спецификацией.

На рабочем чертеже инструмента должна содержаться вся необходимая для изготовления информация: достаточное количество проекций, сечений, линейные и угловые размеры с допускаемыми отклонениями, геометрические параметры режущей части инструмента, обозначение шероховатости, технические требования, место маркировки. При выполнении рабочих чертежей желательно применять масштаб 1:1.

При выполнении чертежей инструментов сложной формы допускается применять упрощения:

- 1) у многолезвийных инструментов полностью дается изображение только 2 – 3 зубьев;
- 2) профиль инструмента обычно вычерчивается отдельно в увеличенном виде;
- 3) винтовые линии при вычерчивании многолезвийных инструментов заменяются прямыми линиями;
- 4) для обозначения передних и задних углов сечения вычерчиваются только частично.

На рабочем чертеже инструмента приводятся технические требования, которые содержат следующее: марки материалов; твердость отдельных частей инструментов; допуски и отклонения, обеспечивающие необходимое качество инструментов (биение режущих кромок, торцов и т.д.); ссылка на номер стандарта, содержащего технические требования на данный

вид инструмента; содержание маркировки инструмента. Кроме того, на чертеже зуборезного инструмента в таблице указываются характеристики инструмента, например, для червячных фрез указываются: модуль, угол профиля исходного контура, число заходов, направление витков, число стружечных канавок, шаг витков по оси, шаг витков по нормали, угол подъема витка, направление стружечной канавки, шаг стружечной канавки [37, с. 147].

При выполнении чертежей необходимо ознакомиться со стандартами, содержащими технические требования на различные виды режущих инструментов. Например, ГОСТ 28442-90 “Протяжки для цилиндрических, шлицевых и граненых отверстий. Технические условия”.

Сборочный чертеж проектируемого инструмента должен содержать изображение инструмента в собранном виде с достаточным для сборки количеством проекций, видов, сечений. На сборочном чертеже должны содержаться необходимые размеры, размеры сопряженных деталей с указанием допусков и посадок, указания об обработке в процессе сборки или после нее, технические требования. В спецификации указывается наименование, количество деталей, твердость и метод повышения стойкости режущей части инструмента (цианирование, сульфидирование и пр.).

- Расчет и конструирование протяжек

Обоснование конструкции протяжки связано с выбором схемы резания при протягивании. При выборе схемы резания учитываются форма протягиваемой поверхности, требования к точности размеров и качеству обработанной поверхности, обеспечение необходимой стойкости, трудоемкость изготовления [19, с. 55 - 56].

Исходными данными для проектирования являются: чертеж протягиваемой заготовки, ее материал; твердость; состояние (после нормализации, отжига, закалки); подготовка поверхности под протягивание (прокат, литье, штамповка, после механической обработки); диаметр отверстия до обработки и после обработки с полем допуска; параметр шероховатости поверхности; наибольшая длина протягивания; станок для протягивания (тип, модель, тяговая сила, диапазон скоростей, длина хода штока, тип патрона, размеры опорной плиты, состояние станка).

Сведения о станках можно принять по каталогам металлорежущего оборудования.

Диаметр отверстия до протягивания, полученного после сверления, зенкерования или растачивания, определяют как разность между номинальным диаметром протянутого отверстия и припуском под протягивание. Припуски под протягивание отверстий определяют по таблицам работы [19, с. 57 - 58, табл. 6,7] или рассчитывают по формулам работы [20, с. 62 - 63].

Для уменьшения возможности коробления протяжек при термообработке существуют рекомендуемые предельные нормы их длин в зависимости от диаметров [19, с. 73].

Порядок расчета круглой и шлицевой протяжки переменного резания подробно изложен в работах [21, 22]. Особенности расчета и конструирования протяжек для обработки фасонных отверстий и наружных протяжек рассмотрены в книге [23].

Расчет и проектирование выглаживающих элементов протяжек для обработки круглых отверстий приведен в книге [24].

- Расчет и конструирование фасонных резцов

При выборе типа и проектирования фасонного резца учитываются все особенности формы детали, определяемые чертежом [25, с. 5 - 13].

Исходные данные для проектирования фасонных резцов: форма, размеры и материал обрабатываемой резцом детали, допуски на ее изготовление и шероховатость ее поверхности.

Порядок аналитического расчета круглых и призматических резцов с базовой точкой изложен в работе [21]. Особенности расчета резцов с базовой линией, с винтовой задней поверхностью, с наклонной базой крепления, а также тангенциальных резцов рассмотрены в книге [25].

Державки для фасонных резцов выбираются в зависимости от типа резца, способа крепления резца в державке, способа регулирования положения режущей части резца, способа крепления державки на станке. Конструкции державок рассмотрены в работе [25].

- Расчет и конструирование зуборезных фрез

Выбор конструкции фрезы зависит от вида и модуля нарезаемых колес, степени точности колес, характера обработки, необходимости обеспечения равномерности износа зубьев, трудоемкости изготовления и др. [20, с. 184 - 187].

Для расчета червячной зуборезной фрезы задаются следующие данные: модуль, угол зацепления пары колес, коэффициент высоты головки зуба, коэффициент радиального зазора, толщины зубьев нарезаемых колес по

нормали на делительной окружности, угол наклона зуба на делительной окружности, степень точности и вид сопряжения.

Чистовые червячные фрезы стандартизованы по типам и основным размерам. В соответствии с ГОСТ 9324-80 их изготавливают трех типов и пяти классов точности. Для выбора типа и класса точности фрезы можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в работах [13, с. 188; 19, с. 106].

Методика расчета черновых, получистовых и чистовых червячных зуборезных фрез представлена в [21].

- Расчет и конструирование зуборезных долбяков

Выбор конструкции долбяка зависит от вида и модуля нарезаемых колес, степени точности колес, характера обработки и др. [13, с. 188 - 189].

Для расчета зуборезного долбяка задаются следующие данные нарезаемого и сопряженного зубчатых колес: профильный угол и модуль по нормали, числа зубьев колес, диаметры делительных окружностей, диаметры окружностей вершин и впадин, толщина зубьев по нормали, угол наклона зубьев на делительной окружности, межцентровое расстояние зубчатой передачи.

Зуборезные долбяки стандартизованы по типам и основным размерам. В соответствии с ГОСТ 9323-79 дисковые и чашечные прямозубые долбяки изготавливают трех классов точности. Для выбора типа и класса точности фрезы можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в работах [19, с. 119 - 120; 20, с. 202].

Методика расчета прямозубого зуборезного долбяка для обработки колес внешнего зацепления приведена в работе [21]. Особенности расчета долбяков для нарезания колес под шевингование и колес внутреннего зацепления приведены в книге [26].

В этой же книге представлена методика расчета и конструирования пальцевых и дисковых фасонных фрез, дисковых шеверов и инструментов для нарезания незвольвентных зубчатых колес.

- Расчет и конструирование сборных резцов, фрез, осевого инструмента может производиться по работам [13, 27].
- Расчет и конструирование резьбонарезного инструмента может производиться по работам [18, 27].
- Расчет и конструирование инструментальной оснастки для станков с ЧПУ может производиться по работам [27, 28, 34].

3. Металлорежущий станок

В квалификационной работе выполняется проектирование и расчет металлорежущего станка, выполняющего одну из операций разработанного ранее технологического процесса механической обработки. В пояснительной записке приводятся следующие материалы:

- исходные данные для модернизации или проектирования станка (определяются технологическим процессом механической обработки детали);
- выбор основных технических характеристик станка (производится по таблицам работы [31] для соответствующего вида механической обработки детали);
- выбор электродвигателя станка по максимальной частоте вращения и мощности резания [38, табл. 3.1, с. 28 - 30], мощность резания, сила резания и крутящий момент определяются по формулам работы [39, с.425 - 444];
- кинематический расчет привода главного движения [40, с.195 - 203];
- кинематический расчет коробки скоростей [41, с. 99 - 103];
- расчет крутящих моментов на валах [42];
- определение диаметров валов [42];
- расчет зубчатых передач [38, с. 46 - 54];
- конструирование подвижных блоков [38, с. 46];
- расчет реакций опор и выбор подшипников [38, с. 173 - 180];
- расчет реакций на валах [38, с. 144 - 158];
- расчет шпинделя на жесткость и виброустойчивость [38, с. 139 - 179 и 40, с. 225 - 228];
- выбор системы смазки [38, с. 159 - 164];
- выбор уплотнительных устройств [38, с. 164 - 167];
- выбор компоновки шпиндельного узла [38, табл. 5 и 46];
- выбор посадок для сопрягающихся деталей станка, определение допусков и шероховатости поверхностей на детали станков, а также технических требований к станкам [43, с. 57 - 65].

В качестве базового источника, в котором есть пример выполнения всех расчетов, можно использовать методическую разработку кафедры «Технология машиностроения» - «Курсовое проектирование по металлорежущим станкам».

РАЗДЕЛ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В данном разделе студент должен показать умение использовать компьютерные системы автоматизированного проектирования для практического решения технологических задач: 1) расчета оптимального режима резания и 2) определения значений технологических размеров механообработки исходя из заданной точности конструкторских размеров детали.

Расчет режимов резания. Для одного из технологических переходов с помощью компьютерной программы *KONCUT* [44, 45] определяются значения частоты вращения шпинделя станка (n), подачи стола или суппорта (S) для выбранной глубины резания (t), которые затем заносятся в строку операционной карты.

В ходе взаимодействия с программной системой *KONCUT* необходимо заполнить шесть вкладок путем ввода в поля диалогового окна или выбора из меню сведений по следующим группам информации:

- сведения о заказчике;
- материал заготовки ;
- кинематика станка;
- характеристики режущего инструмента;
- экономические показатели;
- содержание операции.

Система автоматически определяет коэффициент «ф» геометрического ряда частот выбранного станка, а затем рассчитывает целевые функции: производительность и себестоимость обработки, стоимость затрат на инструмент, а также нормы времени и мощность резания, – для каждого дискретного (или искусственно введенного при бесступенчатом регулировании) значения частоты в пределах кинематики выбранного станка. По результатам расчета программно оформляются графики целевых функций (рис. 1), которые включаются в раздел. Используя полученные таблицы и график, следует сопоставить и оценить варианты обработки с разной частотой. Оптимальным считается режим с таким значением частоты вращения, при котором производительность максимальна, а себестоимость обработки и стоимость расходов на инструмент минимальны. Поскольку экстремумы целевых функций часто не совпадают, предпочтение отдается варианту с минимальной себестоимостью обработки, а в случае, когда станок лимитирует работу поточной линии – варианту, обеспечивающему наибольшую производительность. При использовании дорогостоящего режущего инструмента целесообразно понизить частоту вращения шпинделя, минимизировав стоимость расходов на инструмент.

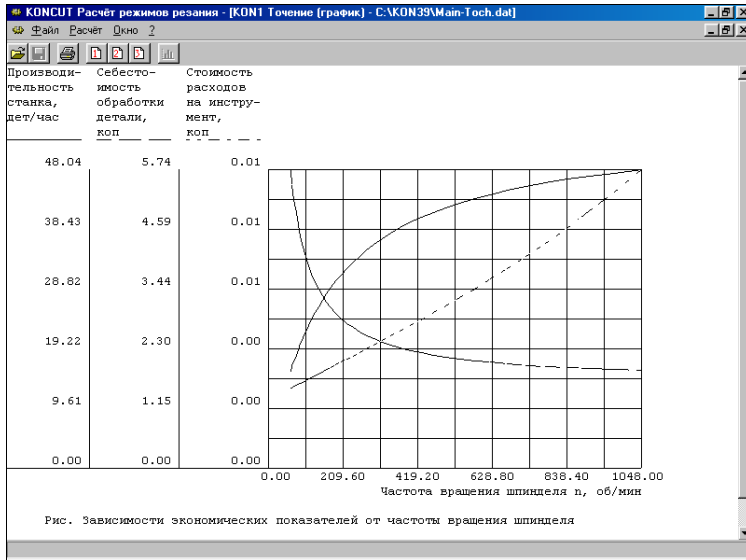


Рисунок 1 – Пример зависимостей экономических показателей от частоты вращения шпинделя станка

Расчет технологических размеров. На основе выбранной студентом структуры технологического процесса (последовательности операций и переходов) и точности конструкторских размеров детали программа KON7 [44 - 48] автоматически отыскивает технологические Размерные цепи, а затем рассчитывает номиналы и отклонения допуска технологических размеров, которые оформляет в виде таблицы (рис. 2). Эти значения заносятся в операционную карту и должны поддерживаться при механообработке для обеспечения точности размеров детали.

В случае неадекватности предложенного технологического процесса с точки зрения достижения точности конструкторских размеров чертежа, расчет прерывается. При этом система информирует, точность какого конструкторского размера «Р» не может быть обеспечена из-за недостаточной точности технологических размеров. В этом случае следует а) повысить точность метода получения технологического размера (для этого, возможно, придется ввести дополнительную обработку и, соответственно, дополнительный технологический размер); б) изменить схему базирования, добиваясь выполнения принципа «единства баз» или, согласно принципу "кратчайшего пути", уменьшения суммы допусков технологических размеров в критической размерной цепи.

системой= 0.050 : верхн. откл.= 0.050		нижн. откл.= 0.000	
принятым расчётный размер звена А5		с учётом технолог. допуска:	
номинал= 36.070		макс= 36.070 мин= 36.020	
Решается разм. цепь 3 с неизв. звеном А3			
с о с т а в ц е п и :			
уменьш. звено А4 :		макс= 36.310	мин= 36.210
увелич. звено А3 :		макс= 0.000	мин= 0.000
увелич. звено А5 :		макс= 36.070	мин= 36.020
завяз. звено - констр. размер Р1 :		макс= 125.848	мин= 125.598
результаты расчёта звена А3 :		макс= 125.988	мин= 125.888
следовательно, расч. допуск= 0.100			
технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый			
системой= 0.160 : верхн. откл.= 0.160		нижн. откл.= 0.000	
номинал= 36.750		макс= 37.050 мин= 36.450	
Таблица 3			
Результаты расчёта технологических ЦЦ по программе KON7 (С) Калачёв О.Н., 2000 Okalachev@mail.ru			
Замыкающие звенья		Составляющие звенья	
Р - черт. размер, Z - припуск		А - размеры заготовки и механикообработки	
Ин-декс звена	Гра-нны звена	Предел. значения	Ин-декс звена
		макс мин	макс мин
			Метод обработки
			Номинал
			Отклонения
			Верхнее Нижнее
P1	2 5	125.848 125.598	A1 1 4 Литьё в земляные формы
P2	2 3	36.070 36.920	A2 1 6 Литьё в земляные формы
Z1	1 2	0.290 0.140	A3 1 5 Точение чистовое
Z2	4 3	0.840 0.140	A4 1 3 Точение чистовое
Z3	6 5	1.440 0.140	A5 3 2 Точение тонкое
			36.750 0.300 -0.300
			126.728 0.600 -0.600
			125.988 0.000 -0.100
			36.310 0.000 -0.100
			36.070 0.000 -0.050

Рисунок 2 – Пример таблицы результатов расчёта технологических размеров

В разделе приводятся пояснения методики работы с программой, вспомогательные эскизы для подготовки исходных данных со ссылками на источники информации; распечатки исходных данных и результатов проектирования, а также обсуждение результатов с точки зрения их использования в конкретных технологических документах других разделов выпускной работы.

Программы *KONCUT* и *KON7* выполняются в среде операционных систем Windows и осваиваются в ходе лабораторного практикума. При дистанционном обучении они могут быть получены на сервере ЯГТУ с Web-страницы www.ystu.yar.ru/tms/index.html.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержит оценку результатов выполненной работы с точки зрения их соответствия требованиям задания. Приводятся основные результаты разработанного технологического процесса с указанием мероприятий (технологических, конструкторских, использование автоматизированного проектирования и др.), за счет которых обеспечивается повышение качества изготавливаемых деталей, производительности труда, снижение себестоимости обработки и т.д. Особенно выделяются новые решения и предложения автора квалификационной работы, которые могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Графическая часть является одной из составляющих выпускной квалификационной работы и включает в себя следующие виды материалов: технологическую документацию, конструкторскую документацию (чертежи изделий, сборочных единиц, электрические, гидравлические, пневматические схемы и демонстрационные плакаты).

1. Технологическая документация

Технологическая документация (образцы ее даны в приложениях «Б» и «В» данных методических указаний) в составе графической части выполняется и оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1102 – 81, 14.201 – 83, 14.322. – 83.

2. Конструкторская документация

Конструкторскую документацию в составе графической части курсовой работы выполняют и оформляют в соответствии с правилами «Единой системы конструкторской документации» (ГОСТ 2.001 – 93 и др.), используя также стандарт предприятия ЯГТУ СТП – 703 «Проекты курсовые и дипломные».

Пример шифрации конструкторской документации выпускной квалификационной работы бакалавра приведен ниже:

					ВКРБ 014. 00. 00. 00. 00 ТП			
№	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Иванов				Технологический процесс механической обработки шестерни дизельного двигателя 236 – 1701056	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Петров					У	1	2
Н. контр.	Петров				ЯГТУ Каф. ТМС гр. МТ - 46			
Утв.	Сидоров							

ВКРБ 014.01.00.00.00. ТП, где ВКРБ – выпускная квалификационная работа бакалавра; 014 – порядковый номер задания на квалификационную работу; 014 – порядковый номер задания на квалификационную работу; 00 – порядковый номер чертежа; 00 – номер сборочной единицы; 00 – номер сборочной единицы, входящей в предыдущую сборочную единицу; 00 – номер детали, входящей в сборочную единицу; ТП – технологический проект (КП – конструкторский проект, НИП – научно-исследовательский проект).

3. Демонстрационные плакаты

Демонстрационные плакаты (электрические и кинематические схемы, диаграммы, графики, номограммы, циклограммы, алгоритмы и другие материалы, используемые в процессе доклада на защите выпускной квалификационной работы бакалавра) создаются на основе выданного задания, приведенной в записке технологической, конструкторской документации и иных результатов работы. Угловой штамп на демонстрационном плакате выполняется на обратной стороне плаката в правом нижнем углу. Каждый лист с демонстрационными материалами должен иметь краткий заголовок, располагающийся посередине верхней части листа. На свободных от изображений участках допускается размещать поясняющий текст и использовать для оформления тушь, фломастеры, краски.

При оформлении демонстрационных плакатов руководствуются стандартами ЯГТУ:

- ◆ СТП 701 - 99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению»;
- ◆ СТП 702 – 99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению титульных листов и основных надписей»;

Перечень и содержание демонстрационных плакатов квалификационной работы бакалавра

На защиту выносятся 7 листов формата А1:

- 1) Чертежи заготовки и детали;
- 2) Технологические наладки на 4 разнотипные операции (Приложения Г и Д);
- 3) Сборочный чертеж станочного приспособления;
- 4) Сборочный чертеж режущего инструмента;
- 5) Общий вид металлорежущего станка, содержащий не менее 2-х проекций – вид спереди и сбоку, с габаритными размерами и техническими характеристиками станка (мощность двигателя, скорости, подачи, коэффициент «φ»);
- 6) Кинематическая схема и спецификация на все зубчатые колеса привода главного движения и привода подач. В приводе главного движения указывается модернизированный вариант схемы, а в приводе подач – вариант прототипа.
- 7) Развертка коробки скоростей, содержащая позиции всех деталей, технические условия и технические характеристики коробки скоростей, посадочные размеры с указанием вида посадки.

Список использованной литературы

В список литературы включают все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки и оформляют его в соответствии с **СТП 701 - 99 «Документы текстовые учебные. Требования к оформлению» с изменениями.**

В тексте расчетно-пояснительной записки производятся ссылки на использованную литературу с указанием порядкового номера по списку литературы в квадратных скобках. В расчетах, связанных с нормативами (например, в расчетах режимов резания, припусков на обработку и др.), ссылки делаются с указанием страницы или таблицы, например, [5, с. 39], [18, табл. 25].

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

(для выполнения квалификационной работы бакалавра)

1. Технологичность конструкций изделия / Под ред. Ю.Д. Амирова - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.
2. Балабанов А.Н. Технологичность конструкций машин - М.: Высш. шк., 1983. - 256 с.
3. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. - Минск: Высш. шк., 1983. - 256 с.
4. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука - Минск: Высш. шк., 1986. - 276 с.
5. Маталин А.А. Технология машиностроения - Л.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя Т. 1./ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
7. Технология машиностроения (специальная часть) / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 480 с.
8. Классификатор технологических операций в машиностроении и приборостроении - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 24 с.
9. Гжиров Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий. - Л.: Машиностроение, 1990. - 588 с.
10. Станки с программным управлением. Справочник / Г.А. Монахов, А.А. Оганян, Ю.И. Кузнецов и др. - М.: Машиностроение, 1975. - 288 с.
11. Дерябин А.П. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ - М.: Машиностроение, 1984. - 224 с.
12. Марголит Р.Б. Наладка станков с программным управлением - М.: Машиностроение, 1983. - 254с.
13. Справочник технолога-машиностроителя Т. 2./ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - 496 с.
14. Металлорежущие станки. Каталог - М.: НИИмаш, 1981. - 238 с.

15. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1979. - 656 с.
16. Синецын В.Т. Технологическая оснастка машиностроительного производства. Учеб. пособие. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. - 223 с. [2322].
17. Станочные приспособления: Справочник. Т. 1 и Т. 2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина. - М.: Машиностроение, 1984. - Т.1 - 592 с; Т.2 - 656 с.
18. Шатин В.П. Справочник конструктора инструментальщика / В.П. Шатин, Ю.В. Шатин. - М.: Машиностроение, 1975. - 456 с.
19. Денисенко В.И. Расчет и конструирование режущих инструментов: Методическое пособие. - Владимир, 1973. - 166 с.
20. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.
21. Сенюков В.А. Практика по проектированию режущих инструментов: Учеб. пособие - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. - 155 с. [2436].
22. Сенюков В.А. Проектирование протяжек для обработки цилиндрических отверстий: Учеб. пособие. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2000. - 64 с. [2351].
23. Щеголев А.В. Конструирование протяжек. - М.: Машгиз, 1960.
24. Протяжки для обработки отверстий/ Д.К. Маргулис, М.М. Тверской, В.Н. Ашихмин и др. - М.: Машиностроение, 1986. - 232 с., ил. - (Б-ка инструментальщика).
25. Грановский Г.И. Фасонные резцы / Г.И. Грановский, К.П. Панченко. - М.: Машиностроение, 1975. - 309 с.
26. Романов В.Ф. Расчеты зуборезных инструментов. - М.: Машиностроение, 1969. - 254 с.
27. Справочник конструктора-инструментальщика: Под общ. ред. В.И. Баранчикова - М.: Машиностроение, 1994. - 560 с., ил. - (Библиотека инструментальщика)
28. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 л.: ил.
29. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
30. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. А.Д. Корчемкина - М.: НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
31. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Баранчиков В.И., Жавринов И.Д., Юдина И.Д. и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 400 с.
32. Общемашинностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. В 2-х частях. - М.: Экономика, 1990. Ч.1 - 208 с.; Ч.2 - 240 с.
33. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и ре-

- жущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. - 448 с.
34. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. - М.: НИИТруда, 1982. - 136 с.
35. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. крупносерийное и массовое производство. - М.: НИИТруда, 1982. - 136 с.
36. Экономика и организация производства в дипломных проектах / Под общ. ред. К.М. Великанова. - Л.: Машиностроение, 1986. - 285 с.
37. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». - М.: Машиностроение, 1986. - 288 с.
38. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. Минск: Высш. шк., 1991. - 382 с.
39. Справочник технолога машиностроителя. Т.2 / Под ред. проф. Малова А.Н. - М.: Машиностроение, 1972. - 568 с.
40. Металлорежущие станки: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. В.Э. Пуша. - М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.
41. Металлорежущие станки и автоматы. Под ред. А.С. Проникова. - М.: Машиностроение, 1981. - 367 с.
42. Дуплов П.Ф. Конструкции узлов и деталей машин. М.: Высш. шк., 1978. - 326 с.
43. В помощь конструктору - станкостроителю / В.И. Калинин. В.Н. Никифоров, Н.Я. Аникеев и др. - М.: Машиностроение, 1983. - 288 с.
44. Информационные ресурсы, размещенные на Web-странице О.Н.Калачева <http://tms.vstu.ru>
45. Калачев О.Н., Сеницын В.Т. Применение вычислительной техники в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения: Учеб. пособие.- 2-е изд., перераб. и доп./ Яросл. политехн. ин-т. - Ярославль, 1989. - 87 с. [1265].
46. Митрофанов В.Г., Калачев О.Н., Схиртладзе А.Г. и др. САПР в технологии машиностроения: Учебное пособие [УМО АМ]. - Ярославль, Яросл. гос. техн. ун-т, 1995. - 298 с. [2021].
47. Автоматизация размерного анализа технологических процессов с помощью ЕС ЭВМ: Методические указания к практическим занятиям/ Сост.: О.Н.Калачев, В.Т.Сеницын, А.М.Шапошников/ Яросл. политехн. ин-т, 1987. - 36 с. [1110].
48. Калачев О.Н. САПР технологических процессов: Лабораторный практикум на IBM PC: Учебное пособие для вузов по спец. "Технология машиностроения". - Яросл. политехн. ин-т.- Ярославль, 1991. - 147 с. [2511].

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

РЕФЕРАТ

78 с., 3 таблицы, 8 рисунков, 18 источников, 8 приложений

СТАНКИ С ЧПУ, РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ (РТК), АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ, ПРОГРЕССИВНАЯ ОСНАСТКА, СОКРАЩЕНИЕ ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ, СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Объект проектирования: технологический процесс механической обработки шестерен.

Цель проектирования: разработка технологического процесса механообработки с использованием компьютерных систем, применение станков с ЧПУ и РТК, позволяющих повысить производительность труда, снизить материальные и энергетические затраты при изготовлении шестерен коробки перемены передач двигателей ЯМЗ-238 ОАО «Автодизель». Применение новых видов технологической оснастки, автоматизация процесса уборки стружки, автоматизация процесса обработки с помощью промышленных роботов, изменение состава оборудования, сокращение производственных площадей и количества работающих.

					ВКРБ 014. 00. 00. 00. 00 ТП			
№	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Иванов				Технологический процесс механической обработки шестерни дизельного двигателя 236 – 1701056	Лит. У	Лист 1	Листов 2
Провер.	Петров					ЯГТУ Каф. ТМС гр. МТ - 46		
Н. контр.	Петров							
Утв.	Сидоров							

Маршрутная карта технологического процесса

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1																
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Милорадов															
Пров.	Клачев															
Н. контр.	Клачев		Корпус													
М 01	СЧ 20 ГОСТ 14-12-85															
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Кол загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ					
	411141	кг	4.2	1.0	0,53	0,79	519	Отливка 210х210х131		1	7,9					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП		
Б					Код, наименование оборудования		Обозначение документа									
А 03			005		Входной контроль											
04																
А 05			040		Автоматная		ИОТ № 30-96									
Б 06					1К282		2	17335	3	1Р	1	1	54	1	0,25	0,5
07																
08																
А 09			045		Автоматная		ИОТ № 30-96									
Б 10					1Б284		2	17335	3	1Р	1	1	54	1	0,25	0,1
11																
А 12			050		Промывка		ИОТ № 30-96									
Б 13					9199-027		2	18632	3	1Р	1	1	54	1	1	0,622
14																
А 15			055		Контроль		ИОТ № 35-96									
16							2	16458	3	1Р	1	1	54	1	1	0,64
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Карта технологического процесса (форма 1)

ГОСТ. 3.1404-86										Формы 1		
Дробл. Взам. Подл.												
Разреш. Исполн. Сделас. Утверд. И. квалит.	10.12.89 11.12.89 12.12.89 13.12.89 10.12.89											17 1
ИПО		АБВГ XXXXX.XXX		XXXXX XXXXXXXX		XXXXX XXXXXXXX		XXXXX XXXXXXXX		XXXXX XXXXXXXX		К
Корпус коробки передач												
Чертеж СУ 21-40 ГОСТ...												
М 01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КЛМ	Код заготовки	Пароль, разм. заготовки	КД	МЗ		
М 02	XXXXXX.XXXX	XXX	32	1	35.6	0.89	XXXXXX.XXXX	374 x 290 x 342	1	34		
А	Цех Уч. Дн Опер.	Код, наименование операции										
Б	Код оборудования, модель, инвентарный номер											
В	СМ	Пров.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	Кшп.	07	Тшв.		
	ПН	Э	ш.	В	С	Г	С	Г	С	П		
А 03	25 01	— 005 XXXX. Расстояние										
Б 04	АБВГ. XXXXX.XXX	8906 ДМ 02										
О 05	1. Установить заготовку в приспособление, вывернуть и загерметизировать											
Т 06	АБВГ. XXXXX.XXX	приспособление; АБВГ. XXXXX.XXX										
07												
О 12	3. Центровать под сверление весели отв. Ø10 и Øвуг отв. Ø22											
Т 13	АБВГ. XXXXX.XXX	штуце: АБВГ. XXXXX.XXX										
Р 14		124	30	30	5	1	100	500				
15												
КТП												

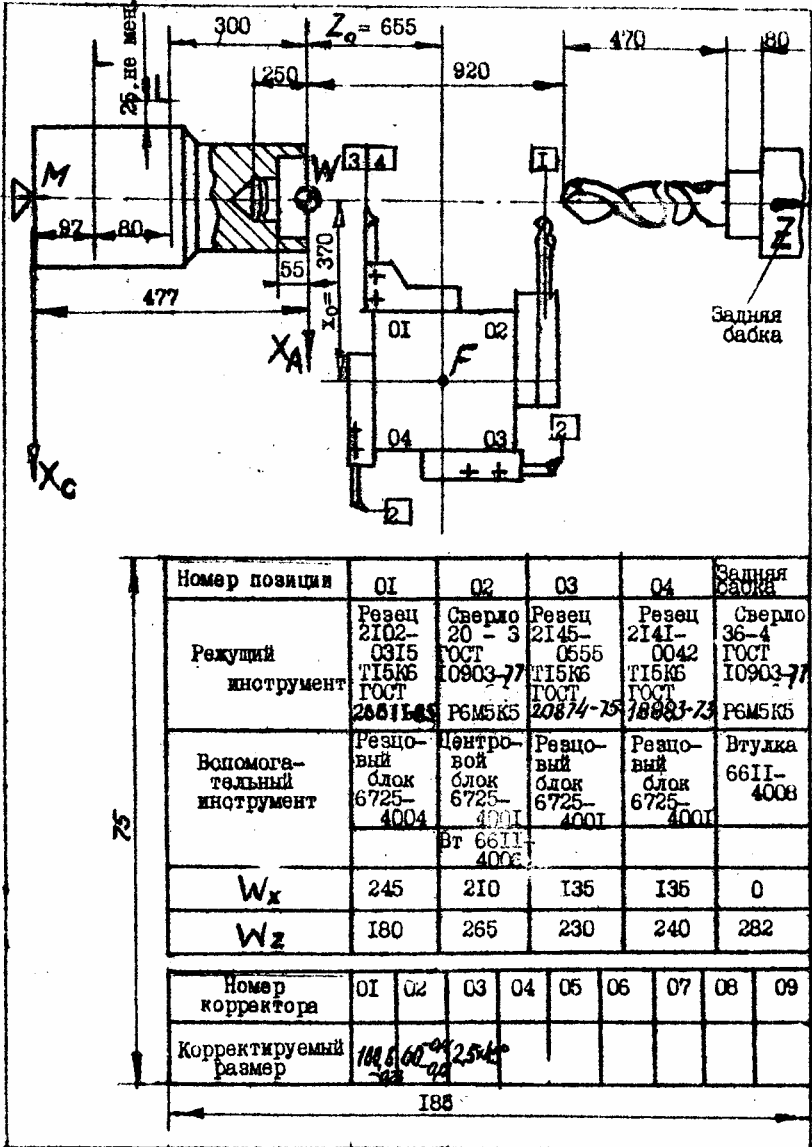
ПРИЛОЖЕНИЕ В (окончание)

Операционная карта технологического процесса (форма 2)

Длина		Высот.		Толщ.		ГОСТ 3.14.04-86		Форма 2	
Разреш.	10.12.89	НПО		АБВГ.ХХХХХ.ХХХ		ХХХХХ.ХХХХХХХ		К. ХХХХ.ХХХХ	
Начисл.	11.12.89							02 05 - 010	
К.контр.	12.12.89								
		<p>Вид А</p> <p>Р1:80</p>		<p>Наименование операции</p> <p>Фрезерная</p>		<p>Материал</p> <p>30ХГСА</p>			
				<p>Твердость</p> <p>ЕВ 2,650</p>		<p>Профиль, разм. заготов.</p> <p>М3</p>		<p>КОМД</p> <p>3,150</p>	
				<p>Оборудование, устройство ЧПУ</p>		<p>Лист 208х160х30</p>		<p>Образование программы</p>	
				<p>Тр</p> <p>Тв</p> <p>Тг</p> <p>Тш</p>		<p>Н22-111</p>		<p>ХХХХХ.ХХХХХ</p>	
				<p>5,04</p> <p>2,38</p> <p>3,15</p> <p>8,27</p>		<p>Сож</p>		<p>Эшчильсия</p>	
Р		Д или в		L		E		I	
0 Ø1		1. Фрезеровать полку по всей длине, выдерживая размеры 1 и 2						S	
Т Ø2		АБВГ.ХХХХХ.ХХХ тиски; АБВГ.ХХХХХ.ХХХ тиски; АБВГ.ХХХХХ.ХХХ Фреза ВК6						n	
Ø3		АБВГ.ХХХХХ.ХХХ шлоем; БВГ.ХХХХХ.ХХХ центральное приспособление						v	
Р Ø4		021		40		21		1,52	
Ø9									
10									
ОК									

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример карты наладки на обработку детали на токарном станке с ЧПУ



Методическое издание

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Составители:

**Калачев Олег Николаевич
Легенкин Юрий Андреевич,
Оборин Анатолий Владимирович,
Синицын Всеволод Тимофеевич,
Шапошников Александр Михайлович**

Редактор Л.С. Кокина

План 2004

Подписано в печать 21.06.2003. Формат 60x84 1/16. Бумага белая.

Печать ризограф.

Усл. печ. л. 2,20. Уч.-изд. л. 2,18. Тираж 150. Заказ 1189

Ярославский государственный технический университет
150023, Ярославль, Московский пр., 88

Типография Ярославского государственного технического университета
150028, Ярославль, ул. Советская, 14а

Кафедра “Технология машиностроения” была создана 17 мая 1972 г. по инициативе администрации и машиностроительных предприятий города Ярославля и Ярославской области.

Коллективом кафедры на рубеже веков проделана большая организационно-методическая работа по модернизации учебного процесса с учетом потребностей современного машиностроения. Это обусловило решение ректората ЯГТУ об открытии в 1997 г. впервые в РФ на кафедре “Технология машиностроения” по согласованию с УМО автоматизированного машиностроения (МГТУ “СТАНКИН”) новой специализации – 120157 “Компьютерно-интегрированное машиностроение”. Конечная цель обучения – сформировать специалиста, нацеленного на создание конкурентоспособной продукции машиностроения за счет интеграции информационных процессов конструкторско-технологического обеспечения компьютерно-интегрированного производства (CIM), а также робототехнической оснастки на основе применения современных CAD/CAM/CAE-, PDM- и PLM- систем.

При формировании набора дисциплин специализации “Компьютерно-интегрированное машиностроение”, кафедра исходила из необходимости охвата основных информационных и интеллектуальных задач современного производства.

В учебном плане новой специализации акцент делается на:

- концептуальное и трехмерное геометрическое моделирование;
- способы “ведения” и передачи технологической информации;
- системы и модули автоматизированного программирования и управления оборудованием с ЧПУ и т.п.

В соответствии с этими направлениями новая специализация включает следующие принципиально новые дисциплины.

“Автоматизированные системы передачи и обработки информации” – изучается совокупность аппаратных и программных средств вычислительной техники, предназначенных для обмена и обработки информации. Лабораторный практикум по данной дисциплине разработан на базе системы ACCEL (Automatic Circuit Card Enching Layout).

“Автоматизированные системы технологической подготовки производства” – рассматриваются методологические вопросы создания и эксплуатации САПР ТП, режущего инструмента и оснастки на уровне математического, лингвистического, программного и методического обеспечений. Дисциплина дает представление о CAD/CAM-системах и программных средствах моделирования структуры технологических процессов, а также о проектировании традиционных для России технологических документов.

“Компьютерно-графическое моделирование в машиностроении” – изучается формирование в CAD/CAM-системе параметрических 3D моделей деталей, экранная сборка изделий, получение чертежей, создание заготовки и зоны обработки, визуализация перемещения инструмента, автоматизированное получение управляющих программ для оборудования с ЧПУ. Лабораторный практикум также формирует навыки разработки графических приложений для AutoCAD 200x на языке AutoLISP.

“Основы автоматизированного управления машиностроительным предприятием” – излагаются вопросы компьютерного обеспечения управлением машиностроительными структурами на основе использования универсальных и специализированных систем управления базами данных (СУБД), ведение проекта и документооборота на базе систем PDM, практическое освоение организации параллельного проектирования с использованием корпоративных информационных сетей, в том числе – intranet.

“Наладка и диагностика компьютеризированных технологических систем” – рассматривается нижний уровень иерархии CAD/CAM: реализация связи между проектировщиком и микропроцессорами механообрабатывающих мехатронных систем, использование измерительных машин для контроля качества, настройка блочного режущего инструмента и робототехнических систем для сборки изделий; обеспечение качества изделий в соответствии с требованиями Международных стандартов качества ИСО серии 9000:2001.