

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра экономики

Е.В. Дерябина

Технология машиностроения

Методические указания к практическим занятиям и
самостоятельной работе студентов

для специальности: 080502 – «Экономика и управление на предприятии (в
машиностроении)».

Содержание

Аннотация	4
Введение.	5
1. Цель и задачи дисциплины.....	6
2. Общие методические рекомендации по проведению практических занятий.....	6
3. Основные задачи методических указаний к практическим занятиям по «Технологии машиностроения»	7
4. Тематический план проведения практических занятий студентов	8
4. Задания и методические указания к ним.....	8
Раздел 1. Теоретические основы технологии машиностроения.....	8
Рекомендуемая литература	8
Практическая работа №1	9
«Сравнительные организационно-технические характеристики типов производства (заполнение таблицы)» и «Технологическое обоснование выбора типа производства»	9
Методические указания по выполнению практического задания	9
Задания для решения.....	12
Практическая работа № 2	15
«Расчет экономической эффективности унификации и стандартизации продукции»	15
Методические указания к решению задач	15
Практическая работа № 3	21
«Расчет экономической эффективности типовых и групповых технологических процессов»	21
Методические указания к решению задач	21
Задачи для решения	29
Практическая работа № 4	33
« Технологическое обоснование выбора метода получения заготовок».....	33
Рекомендуемая литература	33
Методические указания по выполнению задания	34
Задания по вариантам.....	35
Практическая работа № 5 «Технологическое обоснование метода механической обработки заготовок»	37
Методические указания по выполнению практического задания	37
Задания на практическую работу по вариантам	39

Практическая работа № 6 «Оформление маршрутных карт технологического процесса»	41
Методические указания по оформлению маршрутных карт.....	41
Практическая работа № 7 «Оформление операционных карт технологического процесса» .	52
Методические указания по оформлению операционных карт.....	52
Список источников	57

Аннотация

Данные методические указания по проведению практических занятий подготовлены в соответствии с рабочей программой курса «Технология машиностроения».

Выполнению практических работ и решению задач должно предшествовать изучение студентами теоретического материала. Для закрепления теоретических знаний студенты должны выполнить практические работы по основным разделам курса.

Методические указания состоят из введения, общих методических рекомендаций по проведению практических занятий по темам, предусмотренных программой курса.

Целью методических указаний является закрепление и проверка теоретических знаний, приобретение практических умений и навыков, выработка логического мышления, принятие самостоятельных решений студентами экономических специальностей по различным вопросам технологии машиностроения, выбора эффективного варианта решений организации технологических процессов, способов и методов изготовления продукции.

Итоги выполнения практических работ включаются в балльно-рейтинговую систему.

Введение.

Технология машиностроения относится к циклу специальных дисциплин, в рамки которой входит формирование инженерно-технологической подготовки специалистов 080502 – Экономика и управление на предприятиях машиностроения и бакалавров направления 080500 – Менеджмент. Дисциплина расширяет информационную базу таких дисциплин, как экономика предприятия, организация производства, организация и нормирование труда и др.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- *Иметь* представление о закономерностях, проявляющихся в процессе создания машиностроительной продукции (машин) и определяющие ее качество, себестоимость и уровень производительности труда, методах разработки технологического процесса изготовления деталей машин, методах обработки типовых поверхностей, разработке технологических процессов сборки, проектировании средств технологического оснащения.
- *Знать* основные положения и понятия технологии производства в отрасли и на предприятии машиностроения; основные понятия о взаимозаменяемости; типовые технологические процессы производства заготовок, изготовления деталей и сборки изделий; правила оформления соответствующей документации в соответствии с ГОСТ и ЕСТД; методику разработки технологических процессов; структуру затрат на изготовление изделия; пути снижения технологической себестоимости изделия и повышения производительности труда.
- *Уметь* оформлять технологическую документацию, составлять маршрутные и операционные технологические карты изготовления изделий, соответствующую ГОСТам и ЕСТД; оценивать варианты технологических процессов с целью выбора экономически эффективного; пользоваться технической нормативно-справочной литературой .

При изучении дисциплины обращается внимание на прикладную часть, на то, где и когда изучаемые теоретические положения и практические навыки могут быть использованы в будущей практической деятельности.

Изучение курса «Технология машиностроения» предполагает практическое осмысление её разделов и тем на практических занятиях, поэтому большое внимание уделяется также самостоятельной работе студентов.

Лекционный материал предназначен для изучения ключевых тем курса, усвоения наиболее сложных понятий и базовых категорий, методов.

Цель практических занятий заключается в том, чтобы научить студентов, во-первых, проводить расчёты экономических показателей разрабатываемых ими вариантов технологических процессов и новой техники и находить наиболее эффективные из них; во-вторых, пользоваться для выполнения этих расчётов вычислительной техникой; в-третьих, применять различные современные методики для решения поставленной конкретной задачи.

Методические указания к практическим занятиям студентов является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса по курсу «Технология машиностроения».

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение системы знаний и практических навыков по технологической подготовке производства и проектирования технологических процессов при высоких технико-экономических показателях производства.

Задачи дисциплины:

- освоение теоретических основ технологии машиностроительного производства;
- ознакомление с теоретическими положениями о связях и закономерностях производственного процесса, при помощи которых обеспечивается качество изготавливаемой машины, определяется ее стоимость и уровень производительности труда;
- приобретение знаний, умений и навыков в области проектирования и оперативного управления технологическими процессами получения заготовок, методов обработки типовых поверхностей и деталей и сборки изделий при минимальных затратах живого и овеществленного труда.

Предметом изучения дисциплины являются:

- связи и закономерности производственного процесса;
- технологические процессы обработки деталей.

2. Общие методические рекомендации по проведению практических занятий

Проведение занятий состоит из трех основных этапов: подготовка к занятиям, проведение занятий и анализ практического занятия.

1 этап. Подготовка к практическому занятию. В начале занятия преподавателем объявляется тема и цель практического занятия. Даются рекомендации по информационным источникам: курс лекций, соответствующие главы учебников, учебных и методических пособий, указанных в списке литературы.

Для студентов дневного отделения практические работы должны вестись в отдельной тетради.

II этап. Проведение практического занятия. Поставленная перед студентами цель и задачи могут быть представлены как в устной форме, так и быть зафиксированы в раздаточном материале. На данном этапе практического занятия студент должен знать значимость выполняемой им экономически обоснованной технологической задачи (или комплекса задач), их взаимосвязь с задачами других тем курса, область применения подобных задач в реальной жизни.

Порядок решения задач может быть различен. Основным требованием при выполнении работы является проявление максимальной самостоятельности, желательно без использования каких-либо источников или помощи преподавателя. Если студенту предлагается выполнить задание по индивидуальному варианту, то в этом случае возможно использование лекционного материала, методических, справочных и других учебных материалов. В конце занятия работы студентов оцениваются в соответствии с действующей в ВУЗе рейтинговой системой.

Для более глубокой проверки знаний рекомендуется проведение контрольных работ с выдачей студентам нескольких задач по разным темам курса. Возможна выдача сквозной задачи.

III этап. Анализ проведения занятия. По окончании практического занятия преподавателем подводятся итоги, освещаются все положительные и отрицательные стороны выполнения практической работы. Такой подход позволит студентам в дальнейшем совершенствовать навыки выполнения последующих практических работ.

3. Основные задачи методических указаний к практическим занятиям по «Технологии машиностроения»

Основными задачами методических рекомендаций по выполнению практических работ студентами являются:

- активизация аудиторной самостоятельной работы студентов в учебном процессе;
- создание условий для оптимизации процесса изучения студентами учебной дисциплины;
- организация аудиторной самостоятельной работы студентов;
- обеспечение контроля за ходом выполнения практических работ студентов в процессе изучения учебной дисциплины и ее результатами;
- управление познавательной деятельностью студентов

4. Тематический план проведения практических занятий студентов

Тематический план практических занятий студентов является частью рабочей программы и тематического плана дисциплины. На изучение дисциплины «Технология машиностроения» отводится 54 часа аудиторных занятий, из них 18 часов практических занятий. Тематический план практических работ представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Тематический план практических занятий студентов по дисциплине

№п/п	Наименование практической работы	Количество часов на выполнение
№1	Сравнительные организационно-технические характеристики типов производства (заполнение таблицы) Технологическое обоснование выбора типа производства	2
№2	Расчет экономической эффективности унификации и стандартизации продукции	2
№3	Расчет экономической эффективности типовых и групповых технологических процессов	2
№4	Технологическое обоснование выбора эффективного метода получения заготовок	6
№5	Технологическое обоснование выбора эффективного метода механической обработки заготовок	6
№6	Оформление технологической документации: составление маршрутной карты. (Графическая работа)	6
№7	Оформление технологической документации: составление операционной карты. (Графическая работа)	6
	Итого	32

4. Задания и методические указания к ним.

Раздел 1. Теоретические основы технологии машиностроения

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1 Основы технологии машиностроения. Учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под.ред. С.Л. Мурашкина.- М.: Высш.шк., 2008.-278 с.
2. Технология машиностроения: введение в специальность : учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов. - 3-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2008. - 174[2] с. : ил., портр., табл. - (Высшее профессиональное образование = Машиностроение). - Библиогр.: с. 171-172

Дополнительная литература

1. А.М. Дальский, А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков, А.Г. Суслов Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.1 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 912 с
2. А.М. Дальский, А.Г. Суслов А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.2 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 944с
3. Справочник инженера – технолога в машиностроении / А. П. Бабичев и др.- Ростов н/Д: Феникс, 2005.- 541, [1]с.: ил. - (Справочник)

Практическая работа №1 – 4 ч.**«Сравнительные организационно-технические характеристики типов производства (заполнение таблицы)» и****«Технологическое обоснование выбора типа производства»****Методические указания по выполнению практического задания**

Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

Расчеты выполняются *коэффициента закрепления операций* по формуле 1:

$$K_{zo} = \frac{On}{P_m} \quad (1)$$

Где On - число всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца;

P_m - число рабочих мест.

Коэффициент закрепления операций для единичного производства $K_{zo} > 40$.

Значения коэффициентов закрепления операций принимают для мелкосерийного производства от 20 до 40 включительно, для среднесерийного производства от 10 до 20 включительно, для крупносерийного производства от 1 до 10 включительно.

Коэффициент закрепления операций для массового типа производства принимают равным 1

Интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения, называется *тактом выпуска* и подсчитывается по формуле 2:

$$T_{вып} = T_{дейст} \times \frac{60}{Q_{вп}} \quad (2)$$

где $T_{дейст}$ — действительный годовой фонд времени работы оборудования (час),

Расчет действительного фонда рабочего времени определяется по формуле 3:

$$T_{\text{вып}} = Q_{\text{вп}} \cdot (D_{\text{кз}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) \times T_{\text{см}} - D_{\text{пр.пр}} \times 1 \times K_{\text{см}} \times K_{\text{исп.вр.}} \quad (3)$$

где $D_{\text{вых}}$, $D_{\text{пр}}$, $D_{\text{пр.пр}}$ – количество выходных, праздничных, предпраздничных дней и;

$K_{\text{см}}$ – количество смен соответственно в сутки.

$K_{\text{исп.вр.}}$ – коэффициент использования рабочего времени.,

$K_{\text{исп.вр.}} = 0,96 - 0,98$;

$Q_{\text{вп}}$ — годовая программа выпуска деталей, шт.

Для выполнения операций, длительность которых не укладывается в установленный такт выпуска, используют дополнительное оборудование.

Коэффициент закрепления операций в проектных условиях определяется по формуле 4:

$$K_{\text{зО}} = \frac{r}{t_{\text{ум.ср.}}} \quad (4)$$

где r – такт выпуска;

$t_{\text{ум.ср.}}$ – среднее штучное время.

Время среднее основное рассчитывается с помощью формулы 5:

$$t_{\text{ум.ср.}} = t_{\text{о.ср.}} \cdot \varphi_{\text{к}} \quad (5)$$

где $\varphi_{\text{к}}$ – коэффициент учитывающий вспомогательное и подготовительно-заключительное время и зависящий от типа производства, но так как на данном этапе расчета тип производства еще не установлен, его можно определить как среднюю величину и с достаточной для данного типа расчетов точностью принять $\varphi_{\text{к}} = 1,5$; $t_{\text{о.ср.}}$ – среднее основное время. Среднее основное время определяется с помощью формулы 6:

$$t_{\text{о.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{\text{он.и}}}{n} \quad (6)$$

где t_{oi} – основное время по переходам; m – количество переходов; n – число операций.

Основное время по переходам можно определить, пользуясь методом приближенного определения норм времени по таблицам, приведенным в приложении А.

После окончательной разработки технологических процессов для определенного участка или цеха на всю номенклатуру обрабатываемых деталей тип производства оп-

ределяется по коэффициенту закрепления операций. После установления типа производства определяется его организационно-техническая характеристика.

Методика решения типовой задачи.

Годовая программа выпуска деталей $Q_{ВП}=4100$ шт. Необходимо определить тип производства.

Для расчетов дан предварительный маршрут обработки каждой поверхности детали (рис. 1) и выбран необходимый вид обработки в зависимости от качества и точности обрабатываемой поверхности. Пользуясь методом приближенного определения норм времени, проведем укрупненное нормирование, и заполним таблицу 4.1.

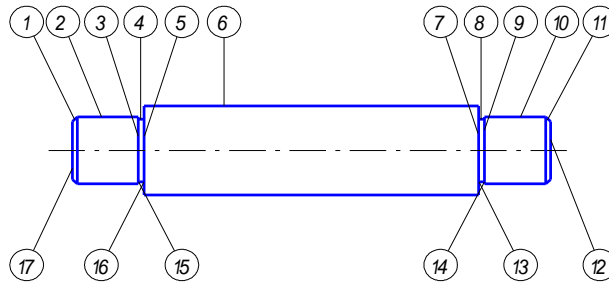


Рисунок 1 Предварительный маршрут обработки каждой поверхности детали.

Определяем приближенное основное время по переходам

Таблица 4.1 – Расчет приближенного основного времени по переходам

№ по-вер.	Маршрут обработки	Основное время, $t_{об}$ мин
2	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование черновое Шлифование чистовое	$0,000075Dl=0,000075 \cdot 15 \cdot 15=0,016875$ $0,000175Dl=0,000175 \cdot 15 \cdot 15=0,039375$ $0,00012Dl=0,00012 \cdot 15 \cdot 15=0,027$ $0,000184Dl=0,000184 \cdot 15 \cdot 15=0,0414$
3	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $=0,0000224 \cdot (15^2 - 14^2) = 0,0006496$
4	Обтачивание однократное	$0,000075Dl=0,000075 \cdot 14 \cdot 1,2=0,00126$
5	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $=0,0000224 \cdot (20^2 - 14^2) = 0,0045696$
6	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование чистовое	$0,000075Dl=0,000075 \cdot 20 \cdot 70=0,105$ $0,000175Dl=0,000175 \cdot 20 \cdot 70=0,245$ $0,000184Dl=0,000184 \cdot 20 \cdot 70=0,2576$
7	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $=0,0000224 \cdot (20^2 - 14^2) = 0,0045696$
8	Обтачивание однократное	$0,000075Dl=0,000075 \cdot 14 \cdot 1,2=0,00126$

9	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $= 0,0000224 \cdot (15^2 - 14^2) = 0,0006496$
10	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование черновое Шлифование чистовое	$0,000075Dl = 0,000075 \cdot 15 \cdot 15 = 0,016875$ $0,000175Dl = 0,000175 \cdot 15 \cdot 15 = 0,039375$ $0,00012Dl = 0,00012 \cdot 15 \cdot 15 = 0,027$ $0,000184Dl = 0,000184 \cdot 15 \cdot 15 = 0,0414$
12	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $= 0,0000224 \cdot (15^2 - 0^2) = 0,00504$
17	Обтачивание однократное	$0,0000224 \cdot (D^2 - d^2) =$ $= 0,0000224 \cdot (15^2 - 0^2) = 0,00504$
	Итого Σ	0,88

1) Определим среднее основное время

$$t_{o,cp} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{oi}}{n} = \frac{0,88}{4} = 0,22 \text{ мин.}$$

2) Определим среднее штучное время

$$t_{шт,cp} = t_{o,cp} \cdot \varphi_k = 0,22 \cdot 1,75 = 0,385 \text{ мин.}$$

4) Определим такт выпуска:

- действительный годовой фонд времени работы оборудования

$$\Phi_{\partial} = ((365 - K_{вых} - K_{пр}) \cdot 8 - K_{пр,пр} \cdot 1) \cdot K_{см} \cdot \eta =$$

$$= ((365 - 110 - 12) \cdot 8 - 5 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0,97 = 1881 \text{ ч.}$$

- такт выпуска

$$T_e = \Phi_{\partial} \cdot 60 / N = 1881 \cdot 60 / 4100 = 27 \text{ мин/шт.}$$

3) Определим коэффициент закрепления операций (коэффициент серийности)

Вывод: по результатам расчета коэффициент закрепления операций $K_{з0} > 40$, следовательно, данный тип производства единичный.

Задания для решения

Задание 1. Тип производства влияет на построение технологических процессов изготовления изделий и организацию работы на предприятии. Применяв полученные теоретические, сравните основные организационно-технические признаки типов производства и заполните таблицу 4.2.

Таблица 4.2. – Организационно-технические характеристики типов производства

Характеристики	Тип производства				
	Массовое	Крупно-серийное	Средне-серийное	Мелко-серийное	Единичное

Форма организации производственного процесса и К ₃₀					
Технологические процессы: вид					

Продолжение табл. 4.2

Характеристики	Тип производства				
	Массовое	Крупно-серийное	Средне-серийное	Мелко-серийное	Единичное
Степень детализации проектирования					
Построение операций					
Метод обеспечения точности					
Оборудование					
Оснастка					

Задача 1. Пользуясь нормативно-справочной литературой и данными таблиц приложения А, используя приближенные формулы для определения основного времени обработки отдельных поверхностей по переходам, определите тип производства по следующим данным своего варианта:

- 1) предприятию необходимо изготовить детали – валы (рис 1.) в соответствии с производственной программой (табл.4.3);
- 2) предварительный технологический маршрут обработки каждой поверхности детали представлен на рис. 1.
- 3) расчеты занесите в таблицу 4.4.
- 4) Поясните, почему в технологический маршрут обработки табл. 3. не вошли позиции 1, 11, 13, 14, 15, 16?

К решению задачи сделайте вывод.

Таблица 4.3. – Исходные данные к задаче по вариантам.

№ варианта	Данные для расчетов				
	Диаметр обрабатываемой поверхности, D мм	Годовая программа выпуска деталей, N ед.	Длина обрабатываемой поверхности, l мм	Наибольший диаметр обрабатываемого торца, D мм	Наименьший диаметр обрабатываемого торца, d мм
1	12,8	4890	13,0	18	13
2	16,7	5700	17,0	20	14
3	17,2	6200	17,2	24	18
4	14,4	4300	15,0	19	13
5	13,9	5500	14,0	18	13
6	15,0	5150	15,0	17	12

Таблица 4.4 – Определение основного времени по переходам

№ по-вер.	Маршрут обработки	Основное время, t_{oi} , мин
-----------	-------------------	--------------------------------

2	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование черновое Шлифование чистовое	
3	Обтачивание однократное	
4	Обтачивание однократное	
5	Обтачивание однократное	
6	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование чистовое	
7	Обтачивание однократное	
8	Обтачивание однократное	
9	Обтачивание однократное	
10	Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование черновое Шлифование чистовое	
12	Обтачивание однократное	
17	Обтачивание однократное	
	Итого Σ	

Практическая работа № 2 – 2 ч.

«Расчет экономической эффективности унификации и стандартизации продукции» -

Методические указания к решению задач

Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

Сократить время конструкторской подготовки производства и повысить качество проектируемых изделий также позволяет применение конструкторских решений, базирующихся на принципах *унификации и стандартизации*.

Основные показатели *унификации и стандартизации* оцениваются обычно коэффициентами, приведенными в табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Система основных показателей унификации и стандартизации

№п/п	Показатель	Расчетная формула	Принятые обозначения
1	Коэффициент унификации изделия	$K_{ун} = \frac{N_{тр.ун}}{N_{тр}}$	$N_{тр.ун}$ — количество типоразмеров деталей, унифицированных с деталями других изделий; $N_{тр}$ - общее количество типоразмеров деталей

2	Коэффициент стандартизации изделия	$K_{cm} = \frac{N_{cm}}{N}$	N_{cm} - количество типоразмеров стандартных деталей в изделиях
3	Обобщенный показатель унификации и стандартизации изделия	$K_{ун.см} = K_{ун} + K_{см}$	
4	Коэффициент унификации конструктивных элементов (для каждого вида резьбы, паза, фаски и др.)	$K_{ун.э} = \frac{N_p}{N_э}$	N_p – число значений размеров конструктивных элементов во всех оригинальных деталях; $N_э$ – суммарное число применяемых конструктивных элементов данного вида во всех оригинальных деталях
5	Коэффициент унификации марок и сортамента применяемых материалов (для каждого вида материала – стали, чугу-	$У_{y-n.m} = \frac{M_m}{M_{y-n.cm}}$	M_m – число применяемых марок и сортамента каждого материала; $M_{ун.см}$ – число наименований, оригинальных, унифицированных и стандартных деталей, кроме покупных

Чем выше коэффициент стандартизации и унификации изделия, тем лучше с точки зрения производства и эксплуатации, тем ниже себестоимость изделия.

Снижение себестоимости происходит за счет увеличения объема выпуска элементов конструкции одного наименования, поскольку уменьшаются условно-постоянные затраты C_{y-n} , приходящиеся на единицу продукции.

В некоторых случаях снижаются и переменные затраты $C_{пер1}$ за счет использования более прогрессивной технологии. Себестоимость единицы продукции в этом случае определяется по формуле 7. :

$$C_{c1} = C_{пер} + \frac{C_{y-n}}{Q^2_{ен.}} \quad (7)$$

где $Q^2_{ен.}$ – годовой объем выпуска, шт;

C_{c1} – себестоимость единицы продукции.

Создание альбома стандартов предприятия на детали приводит к сокращению затрат инженерного труда на разработку документации определяют по формуле 8 :

$$\mathcal{E}_{эф} = C_{сдок} \times N_{док} \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_{эф}$ – экономический эффект стандартизации

$C_{сдок}$ – средняя себестоимость разработки одного документа;

$N_{док}$ – число сокращения единиц разрабатываемой документации.

Важную роль в обеспечении конкурентоспособности конструкций играет их производственная и эксплуатационная технологичность.

Примеры решения типовых задач

Пример 1. В результате унификации четыре различных агрегата l четырех моделей машин должен заменить один унифицированный агрегат. Необходимо выбрать базовый агрегат, если известно, что по техническим условиям применим любой из четырех. Будет ли экономически целесообразна унификация? Исходные данные для расчета приведены в табл. 4.6

Таблица 4.6 – Исходные данные для расчета

Агрегат	Годовой объем выпуска $Q^{г.г.}$, шт.	Пропорциональные затраты на один агрегат $C_{перл.}$, руб./шт.	Условно-постоянные затраты (на объем выпуска) $C_{у.п.}$, руб/шт
A	100	3500	200000
B	1000	3000	260000
C	500	2500	300000
D	250	2000	420000
Итого	$\Sigma=?$		

Решение.

1. Годовой объем выпуска унифицированного агрегата:

$$Q^y = 100 + 1000 + 500 + 250 = 1850 \text{ шт.}$$

2. Себестоимость унифицированного C_{cy} агрегата в сравниваемых вариантах по формуле 7 составит:

$$\text{на базе A: } C_{cyA} = 200000/1850 + 3500 = 3608 \text{ руб.};$$

$$\text{на базе B: } C_{cyB} = 260000/1850 + 3000 = 3141 \text{ руб.};$$

$$\text{на базе C: } C_{cyC} = 300000/1850 + 2500 = 2662 \text{ руб.};$$

$$\text{на базе D: } C_{cyD} = 420000/1850 + 2000 = 2227 \text{ руб.}$$

За базовый агрегат целесообразно принять агрегат D.

3. Себестоимость C_c агрегатов до унификации:

$$C_{cA} = 200000/100 + 3500 = 5500 \text{ руб.};$$

$$C_{cB} = 260000/1000 + 3000 = 3260 \text{ руб.};$$

$$C_{cC} = 300000/500 + 2500 = 3100 \text{ руб.};$$

$$C_{cD} = 420000/250 + 2000 = 3680 \text{ руб.}$$

4. Средняя себестоимость $C_{c,cp}$ агрегата до унификации:

$$C_{c,cp} = (5500 \times 100 + 3260 \times 1000 + 3100 \times 500 + 3680 \times 250) / 1850 = 3395 \text{ руб.}$$

Вывод: Унификация экономически целесообразна, так как $C_{cyD} < C_{c,cp}$

Пример 2. До создания стандарта на штуцера ежегодно разрабатывалось 70 типоразмеров штуцеров. Трудоемкость разработки чертежей составляла $T_p=140$ н-ч. После разработки стандарта число типоразмеров сократилось до десяти, трудоемкость конструкторских работ снизилась на $\% \Delta T_p =$

30%. Затраты на разработку стандарта составили $Z_{ст} = 125$ тыс. руб. Средняя заработная плата за 1 ч работы конструктора составляет $ЗП_{ср.ч} = 35$ руб. Накладные расходы конструкторского бюро составляют $У_{нр} = 80\%$ от заработной платы. Определить экономический эффект от разработки стандарта.

Решение.

1. Экономия труда от сокращения времени разрабатываемых чертежей определяется по формулам 9 - 11:

в нормо-часах:

$$\Delta T_p = (N_1 - N_2) \times T_p ; \text{ н-ч} \quad (9)$$

где $N_1; N_2$ – число типоразмеров до и после разработки стандарта, ед;

T_p – трудоемкость конструкторских работ, н-ч.

$$\Delta T_p = (70 - 10) \times 140 = 8400 \text{ н-ч}$$

на заработной плате конструкторов:

$$\mathcal{E}_{зн} = \Delta T_p \times ЗП_{ср.ч}; \quad (10)$$

где $ЗП_{ср.ч}$ – средняя заработная плата за 1 ч работы конструктора, руб.-ч.

$$\mathcal{E}_{зн} = 8400 \times 35 = 294000 \text{ руб.}$$

на накладных расходах: $\mathcal{E}_{нр} = 294000 \times 0,8 = 235200$ руб.

всего

$$\sum \mathcal{E} = \mathcal{E}_{зн} + \mathcal{E}_{нр}; \text{ руб.} \quad (11)$$

$$\sum \mathcal{E} = 294000 + 235000 = 529200 \text{ руб.}$$

2. Экономия от снижения трудоемкости разрабатываемых чертежей \mathcal{E}_{Tp} определяется по формулам 12-14:

в нормо-часах:

$$\mathcal{E}_{Tp} = N_2 \times T_p \times \frac{\% \Delta T_p}{100\%}; \text{ н-ч} \quad (12)$$

где $\% \Delta T_p$ – процент снижения (изменения) трудоемкости после разработки стандарта, %.

$$\mathcal{E}_{Tp} = 10 \times 140 \times 0,3 = 420 \text{ н-ч}$$

Экономия на заработной плате конструкторов:

$$\mathcal{E}_{зн} = \mathcal{E}_{Tp} \times ЗП_{ч.ср}; \text{ руб.} \quad (13)$$

$$\mathcal{E}_{zn} = 420 \times 35 = 14700 \text{ руб.}$$

Экономия на накладных расходах:

$$\mathcal{E}_{zn} = \mathcal{E}_{zn} \times Y_{np}; \text{руб} \quad (14)$$

где Y_{np} – накладные расходы, %.

$$\mathcal{E}_{HP} = 14700 \times 0,8 = 11760 \text{ руб.}$$

Общая экономия от снижения трудоемкости разрабатываемых чертежей определяется по формуле 15:

$$\mathcal{E}_{\Delta TP} = \mathcal{E}_{zn} + \mathcal{E}_{HP}; \text{руб.} \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_{\Delta TP} = 14700 + 11760 = 26460 \text{ руб.}$$

3. Годовая экономия на проектирование определяется по формуле 16:

$$\mathcal{E}^2 = \sum \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\Delta TP} - \mathcal{E}_{cm}; \text{руб.} \quad (16)$$

$$\mathcal{E}^2 = 529200 + 26460 - 125000 = 430660 \text{ руб.}$$

Ответ: экономический эффект от разработки стандарта составил 430660 руб.

Пример 3. Разработанный на предприятии альбом стандартов позволил повысить обобщенный коэффициент унификации и стандартизации $K_{ун.ст}$ на 0,2. Себестоимость выпускаемой продукции составляет $C_c = 860000$ руб. Аннулировано $\Delta N_{док} = 560$ документов, затраты на подготовку каждого из них составляли в среднем $C_{док} = 120$ руб. Определить полученную экономию.

Решение.

Экономия от повышения коэффициента унификации и стандартизации определяется по формуле 17:

$$\mathcal{E}_{ун.ст} = C_c \times \Delta K_{ун.ст}; \text{руб} \quad (17)$$

Где $\Delta K_{ун.ст}$ – изменение обобщенного коэффициента унификации и стандартизации;

C_c – себестоимость выпускаемой продукции, руб.

$$\mathcal{E}_{ун.ст} = 860000 \times 0,2 = 172000 \text{ руб.}$$

2. Экономия от сокращения затрат на разработку документации определяется по формуле 19:

$$\mathcal{E}_{разр} = C_{1док} \times \Delta N_{док}; \text{руб.} \quad (19)$$

Где $C_{1док}$ – затраты на подготовку 1 документа, руб.;

$\Delta N_{док}$ – количество аннулированных документов, ед.

$$\mathcal{E}_{разр} = 560 \times 120 = 67200 \text{ руб.}$$

3. Экономия от создания альбома стандартов \mathcal{E}_{np} определим по формуле 20:

$$\mathcal{E}_{np} = \mathcal{E}_{ун.ст} + \mathcal{E}_{разр}; \quad (20)$$

$$\mathcal{E}_{np} = 172000 + 67200 = 239200 \text{ руб.}$$

Задачи для решения

Задача 2. В результате унификации четыре различных агрегата четырех моделей машин должен заменить один унифицированный агрегат. По данным таблицы 4 необходимо выполнить расчеты годового объема выпуска унифицированного агрегата, себестоимость агрегата до и после унификации, выбрать базовый агрегат, если известно, что по техническим условиям применим любой из четырех. Будет ли экономически целесообразна унификация? Исходные данные для расчета приведены в табл. 4.7.

Таблица 4.7 – Исходные данные для расчета по вариантам.

№ варианта	Агрегат	Годовой объем выпуска $Q_{вп}$, шт.	Пропорциональные затраты на один агрегат $C_{пер}$, руб./шт.	Условно-постоянные затраты (на объем выпуска) $C_{у-п}$, руб./шт.
1	A	100	14 500	285000
	B	1000	9600	320000
	C	500	7200	410000
	D	250	6100	485000
2	A	250	18 500	385000
	B	1300	11500	470000
	B	780	7200	520000
	Г	250	6700	567000
3	E	120	16700	376000
	F	900	7700	280000
	G	530	6400	399000
	H	255	7100	585000

Задача 3. До создания стандарта на штуцера ежегодно разрабатывалось N ед. типоразмеров валов. Трудоемкость разработки чертежей составляла Tp н-ч. После разработки стандарта число типоразмеров сократилось до десяти, трудоемкость конструкторских работ снизилась на $\% \Delta Tp$ %. Затраты на разработку стандарта составили $C_{ст}$ тыс. руб. Средняя заработная плата за 1 ч работы конструктора составляет $ЗП_{ср-ч}$ руб. Накладные расходы конструкторского бюро составляют $У_{нр}\%$ от заработной платы. Определить экономический эффект от разработки стандарта. Исходные данные для расчета по вариантам представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – . Исходные данные для расчета по вариантам.

Наименование показателя	Варианты				
	1	2	3	4	5
Количество типоразмеров N , ед.	58	44	52	32	61
Трудоемкость разработки чертежей составляла T_p , н-ч	152	200	128	154	230
Процент снижения (изменения) трудоемкости после разработки стандарта $\% \Delta T_p, \%$	22	24	16	34	25
Затраты на разработку стандарта составили $C_{см}$, тыс. руб.	136	156	175	189	200
Средняя заработная плата за 1 ч работы конструктора $ЗП_{ср}$, руб.	67	72	58	90	77
Накладные расходы конструкторского бюро $У_{нр}$ от заработной платы конструктора, %	82	78	80	85	84

Задача 4. Разработанный на предприятии альбом стандартов позволил повысить обобщенный коэффициент унификации и стандартизации $K_{ун.см}$ на $n\%$. Себестоимость выпускаемой продукции составляет C_c тыс.руб. Аннулировано $\Delta N_{док}$ документов, затраты на подготовку каждого из них составляли бы в среднем $C_{док}$ руб. Исходные данные для расчета по вариантам представлены в таблице 4.9. Определить полученную экономию.

Таблица 4.9. – Исходные данные для расчета по вариантам.

Наименование показателя	Варианты				
	1	2	3	4	5
Процент повышения обобщенного коэффициента унификации и стандартизации $K_{ун.см}, \%$	38	34	32	42	21
Себестоимость выпускаемой продукции составляет C_c , тыс.руб	452	500	328	454	630
Количество аннулированных документов $\Delta N_{док}$, ед.	52	64	46	53	55
Средние затраты на подготовку одного документа $C_{док}$, тыс. руб.	236	166	145	179	270

Практическая работа № 3 – 2 ч.

«Расчет экономической эффективности типовых и групповых технологических процессов» -4 ч.

Методические указания к решению задач

Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

При разработке технологических процессов на детали, получаемые механообработкой, необходимо учитывать, что методы получения заготовок тесно связаны с последующей их обработкой. Трудоемкость изготовления деталей зависит от точности выполнения заготовок и приближения их конфигурации к конфигурации готовых деталей.

Выбор метода получения заготовок зависит от:

- 1) технологической характеристики материала детали;

- 2) конструктивной формы и размера заготовки;
- 3) требуемой точности и шероховатости выполнения заготовки;
- 4) количества требуемых заготовок.

В машиностроении применяются три вида технологических процессов:

- единичные технологические процессы на каждую деталь;
- на группу обрабатываемых деталей;
- типовые техпроцессы.

Типовые и групповые технологические процессы служат исходной информацией при разработке стандартов на технологические процессы.

Эффективность работы предприятия по внедрению типовых и групповых техпроцессов может быть оценена по коэффициентам типизации и групповой обработки и рассчитывается по формулам 20 -21:

$$k_T = \frac{N_T}{N_{ПЛ}} \quad (20)$$

где N_T – количество типовых технологических процессов, имеющихся к моменту запуска в производство нового изделия;

$N_{ПЛ}$ – общее количество технологических процессов, необходимых для изготовления нового изделия.

$$k_{ГР} = \frac{N_{ГР}}{N_{ПЛ}} \quad (21)$$

где $N_{ГР}$ – количество групповых технологических процессов, имеющихся к моменту запуска в производство нового изделия.

Чем выше значения коэффициентов k_T и $k_{ГР}$, тем ниже себестоимость изготовления изделия.

В результате совмещения операций значительно сокращается время проектирования и изготовления СТО, которое определяется по формуле 22:

$$\Delta T_{ТПП} = \Delta T_{ПР} + \Delta T_{ИЗГ} \quad (22)$$

где $\Delta T_{ТПП}$ – время, на которое сокращается цикл технологической подготовки производства (ТПП) при использовании станков с числовым программным управлением (ЧПУ);

$\Delta T_{ПР}$ – сокращение времени проектирования стандартной технологической оснастки (СТО);

$\Delta T_{ИЗГ}$ – сокращение времени изготовления СТО.

Сокращение времени проектирования СТО определяется по формуле 23.

$$\Delta T_{PP} = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{конi} + t_{мехi} + t_{норi}) \cdot h}{Q_u \cdot k_{в.н.} \cdot T_{см}} \quad (23)$$

где m — количество наименований деталей;

$t_{конi} + t_{мехi} + t_{норi}$ — трудоемкость конструирования, разработки и нормирования технологического процесса для единицы оснастки на одну деталь i -го наименования, н-ч;

h — среднее число приспособлений, на которое снижается потребность на одну деталь;

Q_u — количество исполнителей, занятых проектированием и разработкой технологической документации;

$k_{в.н.}$ — коэффициент выполнения норм;

$T_{см}$ — продолжительность рабочего дня, ч.

Сокращение времени изготовления СТО определяется по формуле 24.

$$\Delta T_{ИЗГ} = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{ИЗГi} \cdot h_i \cdot n_i)}{K_{см} \cdot C_{рм} \cdot k_{в.н.} \cdot T_{см}} \cdot k_{мон} \quad (24)$$

где $t_{ИЗГi}$ — трудоемкость изготовления приспособлений на i -ю деталь, н-ч;

n_i — число комплектов приспособлений на программу деталей i -го наименования;

$K_{см}$ — сменность работы оборудования;

$C_{рм}$ — количество рабочих мест, занятых изготовлением оснастки;

$k_{мон}$ — коэффициент, учитывающий время межоперационного пролеживания деталей.

Соответственно сокращаются и затраты на технологическую подготовку производства, которые определяются по формуле 25:

$$\Delta C_{ТПП} = C_{пр} \cdot m \cdot h + C_{изг} \cdot h \cdot \sum_{i=1}^m n_i - C_{к} \cdot Q_{ну} \cdot m \quad (25)$$

где $C_{пр}$, $C_{изг}$ — усредненные затраты на проектирование и изготовление одного приспособления, руб.;

h — среднее число приспособлений, на которое снижается потребность на одну деталь;

m — количество наименований деталей;

C_k – средние затраты на разработку одного кадра программного управления (ПУ), руб.;

$Ч_{пу}$ — среднее число работников ПУ для обработки одной детали, шт.

При расчете себестоимости изделия учитывают затраты на основные материалы $C_{мосн}$, вспомогательные материалы $C_{м.всп}$, заработную плату основных рабочих с начислениями $\Phi ЗП_{осн}$, расходы по содержанию и эксплуатации технологического оборудования $C_{рзо}$, цеховые косвенные расходы $C_{к.ц}$

Цеховые косвенные расходы принимают в процентах от суммы основной заработной платы и затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.

Оценить технологическую готовность предприятия к запуску нового изделия можно по показателю технологической готовности. Основные показатели технологической готовности предприятия приведены в табл. 4.10

Таблица 4.10–Основные показатели технологической готовности предприятия к запуску в производство нового изделия

Показатель	Формула	Обозначение
Коэффициент готовности технологической документации (технологические процессы)	$k_{мд} = \frac{N_{\phi}}{N_{пл}}$	N_{ϕ} – фактическое количество техпроцессов, имеющих к началу освоения нового изделия; $N_{пл}$ – общее количество техпроцессов, необходимых для изготовления нового
Коэффициент готовности технологической оснастки (приспособления, кондукторы, штампы и т.п.) для изготовления нового изделия	$k_{осн} = \frac{П_{\phi}}{П_{пл}}$	$П_{\phi}$ – фактическая обеспеченность операций технологической оснасткой; $П_{пл}$ –планируемая обеспеченность производства технологической оснасткой к моменту запуска в производство нового изделия
Коэффициент обеспеченности производства нового изделия инструментом общего и специального назначения	$k_u = \frac{I_{\phi}}{I_{пл}}$	I_{ϕ} –фактическая обеспеченность производства инструментом к моменту запуска в производство нового изделия; $I_{пл}$ – планируемая (нормативная) обеспеченность производства ин-

Коэффициент обеспеченности производства нового изделия средствами метрологического контроля (калибры, контрольно-измерительная аппаратура и т.п.)	$k_k = \frac{M_{\phi}}{M_{пл}}$	M_{ϕ} – фактическая обеспеченность производства средствами метрологического контроля к моменту запуска в производство нового изделия; $M_{пл}$ – планируемая обеспеченность производства средствами метрологического контроля
---	---------------------------------	--

Для общей оценки технологической готовности предприятия может служить интегральный показатель, определяемый как средневзвешенная величина значений рассмотренных коэффициентов по формуле 26:

$$k_{техн.г} = \frac{\sum k_i \cdot m_i}{\sum m_i} \quad (26)$$

где k_i – частные коэффициенты технологической готовности;

m_i – весомость i -го показателя.

Примеры решения типовых задач

Пример 1. Предприятию предстоит в IV квартале следующего года выпускать изделие «Агрегат Б». Известно, что цикл его изготовления на 20% больше уже выпускаемого изделия «Агрегат А», а вся техническая документация будет передана на предприятие в декабре текущего года.

Установить, когда необходимо приступить к подготовке производства нового изделия, если известны следующие данные по изделию «Агрегат А»:

- общее количество техпроцессов — 25300 ед.;
- распределение трудоемкости по видам работ:
механическая обработка.....0,6
сборка0,2
сварка.....0,1
штамповка0,05
прочие.....0,05
- продолжительность изготовления 6 мес.;
- инженер-технолог за рабочий день разрабатывает $m = 4$ технологических процесса средней сложности.

В технологическом бюро разработкой технологических процессов на механическую обработку $Ч_{мех}$ заняты 72 чел., сборку $Ч_{сб} = 24$ чел., сварочные работы $Ч_{св} = 12$ чел., на штамповочные ($Ч_{шт}$) и прочие работы ($Ч_{пр}$) по 6 чел.

Решение.

1. Ориентировочное количество техпроцессов изделия «Агрегат Б»:

$$N_B = 1,2 \quad N_A = 1,2 \cdot 25300 = 30360 \text{ ед.}$$

2. Ориентировочное количество техпроцессов по видам работ:

механическая обработка..... $N_{м.о} = 0,6 \cdot N_B = 0,6 \cdot 30360 = 18216 \text{ ед.}$

сборка..... $N_{сб} = 0,2 \cdot 0,6 \cdot 30360 = 6072 \text{ ед.}$

сварка $N_{св} = 0,1 \cdot 30360 = 3036 \text{ ед.}$

штамповка..... $N_{шт} = 0,05 \cdot 30360 = 1518 \text{ ед.}$

прочие $N_{пр} = 0,05 \cdot 30360 = 1518 \text{ ед.}$

3. Количество технологических процессов по видам работ, разрабатываемых технологами за рабочий день:

$$N'_{м.о} = m \cdot Ч_{мех} = 4 \cdot 72 = 228 \text{ ед.}$$

$$N'_{сб} = 4 \cdot 24 = 96 \text{ ед.}$$

$$N'_{св} = 4 \cdot 12 = 48 \text{ ед.}$$

$$N'_{шт} = 4 \cdot 6 = 24 \text{ ед.}$$

$$N'_{пр} = 4 \cdot 6 = 24 \text{ ед.}$$

4. Количество времени (рабочих дней), необходимого для разработки техпроцессов по видам работ:

$$T_{мех} = \frac{N_{м.о}}{N'_{м.о}} = \frac{18216}{228} = 63,25 \text{ дн.};$$

$$T_{сб} = \frac{6072}{96} = 63,25 \text{ дн.};$$

$$T_{св} = \frac{3036}{48} = 63,25 \text{ дн.};$$

$$T_{шт} = T_{пр} = \frac{1518}{24} = 63,25 \text{ дн.}$$

5. Ориентировочная длительность изготовления изделия «Агрегат Б»:

$$T^B_{ИЗГ} = 1,2 T^A_{ИЗГ} = 1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ мес.}$$

6. Продолжительность подготовки производства и изготовления изделия определяется по формуле:

$$T = T_{ППП} + T_{ИЗГ}$$

$T_{III} = 63,25$ дн. ≈ 3 мес. (при условии параллельного выполнения работ по разработке техпроцессов). Календарное время подготовки производства и изготовления изделия «Агрегат Б» составит:

$$T = +7,2 = 10,2 \text{ мес.}$$

Следовательно, чтобы изготовить изделие «Агрегат Б». в IV квартале, подготовку производства следует начать не позднее чем 1,8 мес. с начала года, т. е. не позднее 22 февраля.

Пример 2. Определить уровень технологической готовности предприятия к выпуску нового изделия.

Нормативный коэффициент технологической готовности $k_{техн.г} = 0,4 - 0,6$

Состояние работ по подготовке производства приведено в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Состояние работ по подготовке производства

Показатель	По плану (норматив)	Фактически на дату освоения	Показатель технологической подготовки	Коэффициент весомости m_i	$k_i \cdot m_i$
1. Обеспеченность технологической документацией, наименований	5200	3120	0,6	0,2	0,12
2. Обеспеченность технологическим оснащением, всего	3380	1860	0,5	0,4	0,2
В том числе:					
- штампы, комплектов	1350	945	0,7	0,4	
- пресс-формы, комплект.	670	134	0,2	0,3	
- кондукторы, наименований	420	168	0,4	0,1	
- сварочные приспособления, наименований	320	192	0,6	0,05	
- сборочные приспособления, наименований	240	117	0,5	0,1	
- прочная оснастка, наименований	380	304	0,8	0,05	
3. Обеспеченность специаль-	330	231	0,7	0,1	0,07

ным инструмен- том					
4. Обеспечен- ность средствами метрологического контроля	310	186	0,6	0,3	0,18
Интегральный показатель тех- нологической го- товности	-	-	-	-	0,57

Решение.

1. Готовность технологической документации

$$k_{мд} = \frac{N_{\phi}}{N_{нл}} = \frac{3120}{5200} = 0,6$$

2. Готовность технологической оснастки

а) штампы: $k_{осн1} = \frac{\Pi_{\phi1}}{\Pi_{нл1}} = \frac{945}{1350} = 0,7$

б) пресс-формы: $k_{осн2} = \frac{\Pi_{\phi2}}{\Pi_{нл2}} = \frac{134}{670} = 0,2$

в) кондукторы: $k_{осн3} = \frac{\Pi_{\phi3}}{\Pi_{нл3}} = \frac{168}{420} = 0,4$

г) сварочные приспособления: $k_{осн4} = \frac{\Pi_{\phi4}}{\Pi_{нл4}} = \frac{192}{320} = 0,6$

д) сборочные приспособления: $k_{осн5} = \frac{\Pi_{\phi5}}{\Pi_{нл5}} = \frac{117}{240} = 0,5$

е) прочая оснастка: $k_{осн6} = \frac{\Pi_{\phi6}}{\Pi_{нл6}} = \frac{304}{380} = 0,8$

Готовность по технологической оснастке

$$k_{осн} = \frac{\sum k_{осни} \cdot m_i}{\sum m_i} = 0,7 \cdot 0,4 + 0,2 \cdot 0,3 + 0,4 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,05 + 0,5 \cdot 0,1 + 0,8 \cdot 0,05 = 0,5$$

Обеспеченность специальным инструментом

$$k_u = \frac{N_{\phi}}{N_{нл}} = \frac{231}{330} = 0,7$$

2. Обеспеченность средствами метрологического контроля

$$k_{\kappa} = \frac{M_{\phi}}{M_{нл}} = \frac{186}{310} = 0,6$$

3. Расчет интегрального показателя технологической готовности предприятия к выпуску нового изделия

$$k_{\text{техн.г}} = \frac{\sum k_i \cdot m_i}{\sum m_i} = 0,6 \cdot 0,2 + 0,5 \cdot 0,4 + 0,7 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,3 = 0,57$$

Вывод: Предприятие готово приступить к изготовлению нового изделия.

Задачи для решения

Задача 6. Предприятию предстоит в III квартале следующего года выпускать изделие «Модель D». Известно, что цикл его изготовления на 26% больше уже выпускаемого изделия «Модель Ф», а вся техническая документация будет передана на предприятие 25 октября текущего года.

Установить, когда необходимо приступить к подготовке производства нового изделия, если известны следующие данные по изделию «Модель Ф»:

- общее количество техпроцессов – 35 000 ед.;
 - распределение трудоемкости по видам работ:
- | | |
|-----------------------------|------|
| механическая обработка..... | 0,57 |
| сборка..... | 0,23 |
| сварка..... | 0,1 |
| штамповка..... | 0,05 |
| прочие..... | 0,05 |
- продолжительность изготовления 6,8 мес.;
 - инженер-технолог за рабочий день разрабатывает $m = 6,5$ технологических процессов средней сложности.

В технологическом бюро разработкой технологических процессов на механическую обработку заняты 80 чел., сборку – 25 чел., сварочные работы – 15 чел., на штамповочные и прочие работы по 8 чел.

Задача 7. В конструкции изделия 1200 наименований деталей. Предложены варианты унификации и стандартизации:

$$N_y = 320; \quad N_c = 120;$$

$$N_y = 175; \quad N_c = 198;$$

$$N_y = 116; \quad N_c = 333;$$

$$N_y = 178; \quad N_c = 124.$$

Выбрать наиболее целесообразный вариант.

Задача 8. Оценить эффективность работы предприятия по этапам типизации и групповой обработки, если общее количество техпроцессов, необходимых для изготовления нового изделия, – 15260. Количество типовых техпроцессов, имеющихся к моменту запуска в производство нового изделия 2350, а количество групповых техпроцессов 1460.

Задача 9. Азотирование повышает стойкость сверл между переточками с 60 до 630 мин, а число возможных переточек для сверл с 60 до 100. Затраты на одну переточку составляют 8 руб. Цена неазотированного сверла – 72 руб., азотированного – 116 руб. Режимы работы сверл одинаковы.

Определить эффективность применения азотированных сверл из стали Р6М5.

Задача 10. Определить уровень технологической готовности предприятия к выпуску нового изделия, заполните таблицу 14. Нормативный коэффициент технологической готовности $k_{техн.г} = 0,4 - 0,6$. Состояние работ по подготовке производства приведено в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Исходные данные к задаче 10.

Показатель	По плану (норматив)	Фактически на дату освоения	Показатель технологической подготовки	Коэффициент весомости m_i	$k_i \cdot m_i$
1. Обеспеченность технологической документацией, наименований	5200	3120	?	0,2	?
2. Обеспеченность технологическим оснащением, всего	3380	1860	?	0,4	?
В том числе:		945	?	0,4	?
- штампы, комплектов	1350		?		
- пресс-формы, комплект.	670	134	?	0,3	?
- кондукторы, наименований	420	168	?	0,1	?
- сварочные приспособления, наименований	320	192	?	0,05	?
- сборочные приспособления, наименований	240	117	?	0,1	?
- прочная оснастка, наименований	380	304	?	0,05	?

Продолжение табл. 4.12

Показатель	По плану (норматив)	Фактически на дату освоения	Показатель технологической подготовки	Коэффициент весомости m_i	$k_i \cdot m_i$
3.Обеспеченность специальным инструментом	330	231	?	0,1	?
4. Обеспеченность средствами метрологического контроля	310	186	?	0,3	?
Интегральный показатель технологической готовности	-	-	-	-	?

Сделайте вывод к решению задачи.

Задача 11. Определить экономическую целесообразность применения специального расточного приспособления вместо расточки по разметке, если известно, что норма времени на операцию расточки по разметке составляет 4,63 мин, время на разметку 2,5 мин, на операцию расточки в приспособлении 3,03 мин.

Часовая тарифная ставка рабочего в обоих случаях 43 руб./ч. Стоимость приспособления 2700 руб. Затраты на 1 станко-ч работы станка равны 150 руб. Норма амортизации приспособления 50%; затраты на эксплуатацию приспособления составляют 10 % его стоимости. Годовая программа обрабатываемых деталей 1870 шт.

Задача 12. Две проектные организации, участвующие в конкурсе, предлагают свои разработки предприятию-изготовителю, которое должно выбрать наиболее рациональный вариант по исходным данным, приведенным в табл. 4.13

Таблица 4.13– Исходные данные к задаче 12.

	Базовое изделие	Вариант 1	Вариант 2
Цена изделия, руб.	60000	-	-
Технические характеристики конструкции, баллы:			
производительность	1	1,3	1,4
надежность	1	1,2	1,5
масса	1	1,3	1,6

Продолжение табл. 4.13

	Базовое	Вариант 1	Вариант 2
Срок службы, лет	5	7	7
Годовые эксплуатационные затраты, % от цены конструкции (без учета амортизации)	10	8	8

Внутренняя норма рентабельности для предприятия $E_n = 0,25$.

Задача 13. Обосновать переход на обработку деталей для серийного выпуска изделия на станки с ЧПУ. Изделие состоит из 142 наименований деталей. В среднем количество приспособлений сокращается на 1,7 шт. на деталь.

Проектированием приспособлений занято 34 чел., изготовлением занято 26 рабочих места, коэффициент сменности работы рабочих 1,67.

Средние затраты на проектирование одного приспособления 960 руб., на изготовление – 1300 руб. Среднее число кадров в программе на 1 деталь – 178; средняя стоимость разработки одного кадра программы 15,2 руб.

Нормативы затрат на проектирование и изготовление приспособлений приведены в таблице 4.14.

Таблица 4.14– Исходные данные к задаче 13.

Количество деталей	Количество ликвидированных приспособлений	Нормативы времени на проектирование, ч			Норматив времени на изготовление одного приспособления, $t_{изг}$, ч	Количество комплектов оснастки
		$t_{констр}$	$t_{раз.ТП}$	$t_{норм}$		
38	52	20	8	3	24	1
54	79	40	16	7	60	2
20	30	70	30	20	80	1
34	22	200	140	30	260	1

Практическая работа № 4 – 6 ч.

«Технологическое обоснование выбора метода получения заготовок»

Для выполнения работы студенты должны быть теоретически подготовлены по основным вопросам раздела:

- 1) Содержание и характеристика методов получения заготовок для машиностроительной продукции.
- 2) Получение заготовок литьем.
- 3) Получение заготовок изделий обработкой давлением: вальцовка, ковка, штампование, волочение и прессование, прокат.
- 4) Получение изделий с помощью металлокерамики.
- 5) Применение пластмасс для получения заготовок.
- 6) Характеристика основного применяемого оборудования и технологической оснастки.
- 7) Основные методы обработки заготовок для машиностроительной продукции и их характеристики.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1 Основы технологии машиностроения. Учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под.ред. С.Л. Мурашкина.- М.: Высш.шк., 2008.-278 с.
2. Технология машиностроения: введение в специальность : учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов. - 3-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2008. - 174[2] с. : ил., портр., табл. - (Высшее профессиональное образование = Машиностроение). - Библиогр.: с. 171-172

Дополнительная литература

1. А.М. Дальский, А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков, А.Г. Суслов Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.1 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 912 с
2. А.М. Дальский, А.Г. Суслов А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.2 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 944с
3. Справочник инженера – технолога в машиностроении / А. П. Бабичев и др.- Ростов н/Д: Феникс, 2005.- 541, [1]с.: ил. - (Справочник)
4. ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки. [http://libgost.ru/gost/gost_nazv/54805]

5. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием [http://docs.cntd.ru/document/1200012135]

Методические указания по выполнению задания

Работа рассчитана на 6 академических часов и 6 часов самостоятельной внеаудиторной работы. Объем работы 4-6 стр. формат А4 машинописного текста. Работа может быть сдана на электронном носителе.

Практическая работа выполняется аудиторно в 3 этапа, на каждый этап работы отводится 2 академических часа. Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

Требования к организации выполнения практической работы.

Работа выполняется технически оснащенной аудитории со свободным выходом в Интернет.

Практическая работа выполняется в 3 этапа на каждый этап работы отводится 2 академических часа.

I этап.

- 1) Краткая характеристика заготовки и требования, предъявляемые к материалу и качеству детали. Описание изделия (размеры, масса и конфигурация детали). Необходимо найти в Интернете чертеж изделия, дать краткое описание основным свойствам материала применяемого для выбранного изделия. Описать требования по технологической пластичности предъявляются к сплавам, из которых детали получают холодной обработкой давлением – выдавливанием, вытяжкой, гибкой, формовкой.
- 2) Требования к качеству поверхности заготовок, обеспечение заданной точности.

II этап.

- 3) Краткое описание способов получения заготовки по варианту.
- 4) Краткая характеристика вида основного оборудования и применяемого инструмента для производства заготовки данным методом.

III этап.

- 5) Основные технико-экономические показатели метода.
- 6) Оформление практической работы
- 7) Вывод.

Пользуясь учебно-методической литературой, средствами Интернет, нормативно-справочной литературой необходимо в соответствии с заданием своего варианта рассмотреть на конкретном примере и экономически обосновать эффективность выбора технологического процесса производства заготовок. Дать характеристику метода и способа получения заготовки. Составить краткую схему технологического процесса. Выполнить расчеты экономической эффективности вариантов. Практическая работа выполняется аудиторно.

Задания по вариантам

1 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства заготовок-отливок способом литья в песчано-глиняные формы из алюминия. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ литья в оболочковые формы? Приведите пример.

2 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства заготовок-отливок способом литья в оболочковые формы из серого чугуна. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ по выплавляемым моделям? Приведите пример.

3 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства заготовок-отливок способом литья в формы, изготовленные по разовым моделям из алюминия. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ центробежного литья? Приведите пример.

4 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства заготовок-отливок из белого чугуна способом центробежного. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ горячей штамповки? Приведите пример.

4 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства алюминиевых заготовок-отливок способом литья в кокиль. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ холодного прессования? Приведите пример.

5 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок способом проката. Описать типовой маршрут конкретного изделия. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ горячего проката? Приведите пример.

6 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок-отливок способом литья под давлением. Для каких видов машиностроительной продукции применяется способ холодной штамповки? Приведите пример.

7 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства медных заготовок способом продольной вальцовки. Для каких видов машиностроительной продукции применяется сортовая вальцовка? Приведите пример.

8 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок способом вальцовки. Для каких видов машиностроительной продукции применяется листовая вальцовка? Приведите пример.

9 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок-поковок. Для каких видов машиностроительной продукции применяется свободная ковка? Приведите пример.

10 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок способом горячего проката. Для каких видов машиностроительной продукции применяется горячий прокат? Приведите пример.

11 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок способом холодного проката. Для каких видов машиностроительной продукции применяется горячий прокат? Приведите пример.

12 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства чугуновых заготовок способом горячей штамповки. Для каких видов машиностроительной продукции применяется холодная штамповка? Приведите пример.

13 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс става чугуновых заготовок способом холодного волочения. Для каких видов тельной продукции применяется горячее волочение? Приведите пример.

14 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства стальных заготовок способом одностороннего прессования. Для каких видов машиностроительной продукции применяется встречное прессование? Приведите пример.

15 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства чугуновых заготовок способом горячей штамповки. Для каких видов машиностроительной продукции применяется холодная штамповка? Приведите пример.

16 Вариант

Опишите и схематично представьте технологический процесс производства железо-свинцовых заготовок с помощью металлокерамики способом прессования. Для каких видов машиностроительной продукции применяется горячее прессование? Приведите пример.

Практическая работа № 5 – 6 ч.

« Технологическое обоснование метода механической обработки заготовок»

Методические указания по выполнению практического задания

Работа рассчитана на 6 академических часов и 6 часов самостоятельной внеаудиторной работы.

Объем работы 4-6 стр. формат А4 машинописного текста. Работа может быть сдана на электронном носителе.

Практическая работа выполняется аудиторно в 3 этапа, на каждый этап работы отводится 2 академических часа. Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

Требования к организации выполнения практической работы.

Работа выполняется технически оснащенной аудитории со свободным выходом в Интернет.

Этап.

- 1) Краткая характеристика изделия.
- 2) Требования к качеству механической обработки поверхности заготовок, обеспечение заданной точности.

II этап.

- 3) Краткое описание способов механической обработки заготовки по варианту.
- 4) Краткая характеристика вида основного оборудования и применяемого инструмента для механической обработки заготовки данным методом.

III этап.

- 5) Основные технико-экономические показатели метода.
- 6) Оформление практической работы
- 7) Вывод.

Пользуясь учебно-методической литературой, средствами Интернет, нормативно-справочной литературой необходимо в соответствии с заданием своего варианта рассмотреть на конкретном примере и экономически обосновать эффективность выбора технологического процесса механической обработки заготовок. Дать характеристику метода и способа механической обработки заготовки. Составить краткую схему технологического процесса. Выполнить расчеты экономической эффективности вариантов.

Практическая работа предусматривает описание основные методы механической обработки заготовок в соответствии с вариантом студента, применяемые для конкретного вида изделия по варианту студента таблица 4.15.

Основное содержание работы включает:

- 1) Краткая характеристика изделия.

Студент обосновывает отнесение детали по внешнему виду к классу типовых заготовок: втулки, валы, корпуса, зубчатые колеса, рычаги и др. Для облегчения отнесения детали к нужному типу в учебнике [2] описаны основные виды типовых деталей, их служебное название и даны их изображения.

- 2) Характеристика применяемого оборудования в технологическом процессе изготовления выбранного изделия.

Студент приводит перечень основного металлорежущего оборудования применяемого в технологическом процессе изготовления выбранного изделия; приводится техническая характеристика конкретной единицы оборудования (желательно приложить картинку, рисунок). Описание металлорежущего станка для выполнения определенной технологической операции производится в следующей последовательности:

- а) группа станка
- б) тип станка
- в) типоразмер станка

г) модель станка.

Также в данном разделе приводится перечень основных устройств и инструментов, используемых для изготовления выбранного вида продукции, и описывается один вид; представляется рисунок и/или фотография.

При описании станочных приспособлений необходимо описать только один вид основных приспособлений используемых для закрепления заготовок на токарных, кругло- и внутришлифовальных станках, которое можно выбрать из ниже приведенных, но обязательно используемого при изготовлении выбранного изделия.

3) Описание металлорежущих и вспомогательных инструментов, применяемых при изготовлении изделия, для выполнения технологических переходов каждой операции необходимо уточнить, где именно применяются вспомогательные инструменты или приспособления:

4) Характеристика типового технологического процесса механической обработки применяемого при изготовлении основных изделий (деталей), закрепленных за участком.

Задания на практическую работу по вариантам

Дайте краткую характеристику изделия и рассмотрите область ее применения в машиностроении. Перечислите основные требования к качеству механической обработки поверхности заготовок для изделия по вашему варианту, обеспечение заданной точности. Опишите и схематично представьте типовой технологический процесс при изготовлении изделия. Кратко охарактеризуйте вид основного оборудования и применяемого инструмента для данного метода механической обработки заготовки. Какие основные технико-экономические показатели характеризуют данный метод?

Таблица 4.15– Исходные данные к практической работе №5 по вариантам.

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
1	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом - сверлением	втулка
2	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – зенкерованием	гильза

Продолжение табл. 1.15

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
3	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – развертыванием	фланец
4	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – растачиванием	штулка
5	обработки отверстий абразивным инструментом – внутренним шлифованием	гильза
6	обработка наружных цилиндрических поверхностей на токарных станках	вал
7	обработка наружных цилиндрических поверхностей фрезерованием и протягиванием	ось
8	обработки отверстий хонингованием	фланец
9	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей (тонким алмазным) точением	вилка
10	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей шлифованием	вал
11	обработка плоских поверхностей строганием	корпусная деталь - патрон
12	обработка плоских поверхностей фрезерованием	корпусная деталь - кожух
13	обработка плоских поверхностей шабрением	корпусная деталь редуктора
14	нарезание зубчатых колес методом копирования	червячные зубчатые колеса
15	нарезание зубчатых колес методом обкатки	цилиндрические зубчатые колеса
16	отделочная обработка зубьев зубчатых колес	конические зубчатые колеса
17	отделочная обработка торцовых поверхностей зубьев зубчатых колес	зубчатые колеса с винтовыми зубьями

Практическая работа № 6 – 6 ч.
«Оформление маршрутных карт технологического процесса»

Рекомендуемая литература представлена стр.41-42 данных рекомендаций.

Необходимая нормативно-справочная литература

1. ГОСТ 3.1103-82 Единая система технологической документации. Основные надписи.
2. ГОСТ 3.1104-81.. Единая система технологической документации. Общие требования к формам, бланкам и документам.
3. ГОСТ 3.1105-84. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения
4. ГОСТ 3.1118-82. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.
5. ГОСТ 3.1127-93 - Единая система технологической документации. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.
6. ГОСТ 3.1128-93 - Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов.
7. ГОСТ 3.1129-93 - Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.

«Оформление маршрутных карт технологического процесса»

Методические указания по оформлению маршрутных карт

Графическая работа рассчитана на 6 академических часов работы. Объем работы стр. формат А4 машинописного текста. Работа может быть сдана на электронном носителе. Работа выполняется в редакторе EXEL.

Практическая работа выполняется аудиторно в 3 этапа и является графическим оформлением результатов практической работы №5 по индивидуальному варианту. Студент должен выполнить (оформить) три формы маршрутных карт. На выполнение 1 графической работы (маршрутной карты) отводится 2 академических часа. Выполнение данной практической работы требует 6 час. самостоятельной подготовки студента.

Требования к организации выполнения практической работы.

Работа выполняется технически оснащенной аудитории со свободным выходом в Интернет. Для получения необходимой дополнительной справочной информации.

Формы и правила оформления маршрутных карт МК приведены в ГОСТ 3.1118-82.

Применение форм МК в качестве других видов документов указано в ряде государственных стандартов ЕСТД. Пример маршрутной карты приведен на рис. 3-6.

Выбор и установление области применения соответствующих форм МК зависят от разрабатываемых видов технологических процессов, специализированных по применяемым методам изготовления и ремонта изделий и их составных частей, назначения формы в составе комплекта документов и применяемых методов проектирования документов. Всего существует 6 основных видов форм МК. Для ТП изготовления деталей чаще всего применяют форму 1 (рис. 3) для первого листа и форму 1б (рис. 4) для последующих листов. Для ТП сборки изделий чаще всего применяют форму 2 (рис. 5) для первого листа и форму 1б (см. рис. 4) для последующих листов.

Для изложения технологических процессов в МК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ.

Рис. 4. Пример маршрутной карты для операций обработки резанием (операционное описание) – сверление (форма 1)

ГОСТ 3.1407–86 Форма 3									
Дубл									
Взам									
Подп									
Разраб.	Рябинин			БГТУ им. В.Г. Шухова					
Провер.	Шрубченко								
Н. контр				Диск делительный					
01	<i>Код, наименование операции</i> 7036-4061/001 СБ				<i>Обозначение документа</i>				<i>МИ</i> 0,92 кг
02					<i>Код, наименование оборудования</i> Пресс пневматический 7880-4350		<i>Тв</i> -	<i>То</i> 0,954	
<i>К/М</i>	<i>Наименование детали, сб. единицы, материала</i>			<i>Код, обозначение</i>		<i>ОПП</i>	<i>ЕВ</i>	<i>ЕН</i>	<i>КИ</i> <i>Н. Расх.</i>
<i>ОР</i>									
<i>К03</i>	Диск делительный			7036-4061/001			<i>шт</i> 1	1	-
<i>04</i>	Втулка фиксатора			7036-4061/005			<i>шт</i> 18	18	-
<i>05</i>									
<i>М06</i>	Масло индустриальное И-20								0,090
<i>07</i>									
<i>О 08</i>	1. Установить детали в приспособление								
<i>Т09</i>	Приспособление специальное								
<i>О10</i>	2. Сопрягаемые поверхности смазать								
<i>Т 11</i>	Кисточка								
<i>О 12</i>	3. Собрать детали 1 и 7 согласно чертежу								0,954
<i>13</i>									
<i>14</i>									
OK									

Рис. 6. Пример маршрутной карты технологического процесса сборки планшайбы с делительным диском (форма 3)

Служебные символы определяют состав информации, размещаемой в графах данного типа строки МК (таблица 4.16).

Таблица 4.16 – Содержание информации, вносимой в строки МК в формах 1, 1б, 2 [5]

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода
О	Содержание операции (перехода)
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке

Простановка служебных символов является обязательной и не зависит от применяемого метода проектирования документов. Допускается не проставлять служебный символ на последующих строках, несущих ту же информацию, при описании одной и той же операции, на данном листе документа. В качестве обозначения служебных символов приняты буквы русского алфавита, проставляемые перед номером соответствующей строки и выполняемые прописной буквой, например М01, А12 и т.д.

Строки в МК должны располагаться в определенном порядке. Первый лист МК ТП изготовления детали начинается со строк М01 и М02, затем строки следуют в порядке А, Б, О, Т для каждой операции. На следующих листах МК ТП записывают только строки А, Б, О, Т. Для ТП сборки строки в МК строки следуют в таком порядке: А, Б, К, М, О, Т.

При операционном описании ТП и использовании МК как сводного документа, заполняют только строки А и Б.

Для внесения изменений следует оставлять одну-две пустые строки до строками с разными служебными символами. В строках О можно оставлять пустые строки перед описанием содержания каждого перехода.

Строки могут быть разделены на графы. Размеры граф установлены ГОСТ 3.1118–82.

Графы форм следует заполнять в соответствии с требованиями представленными в таблице Б1..

В строку Т заносят информацию о применяемой при выполнении операции технологической оснастке. При этом следует руководствоваться требованиями соответствующих классификаторов, государственных и отраслевых стандартов на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки. Информацию по применяемой на операции технологической оснастке записывают в следующей последовательности:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- слесарно-монтажный инструмент;
- специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов (операций), например при сварке, штамповке и т.п.;
- средства измерения.

Запись следует выполнять по всей длине строки, без деления на графы. При необходимости запись переносят на последующие строки. Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять через точку с запятой «;». В случае не применения какой-либо технологической оснастки, записывают оснастку, следующую по порядку очередности.

В строку О, без деления на графы, записывают содержание операции (перехода). Запись следует выполнять по всей длине строки; при необходимости, следует перенести информацию на последующие строки.

При использовании МК для операционного описания ТП следует вводить строку со служебным символом Р, в которой указывают технологические режимы. При описании переходов строка Р следует за строкой Р. Допускается также информацию о технологических режимах вносить в строку О сразу после описания перехода, например, «Подрезать торец 1. $s = 0,1$ мм/об; $t = 0,5$ мм; $i = 2$; $n = 1000$ об/мин».

Пример оформления маршрутной карты на единичный технологический процесс (маршрутного описания) обработки резанием приведен на рис. 3-б.

Задания по вариантам

Выполнение данной практической работы является логическим продолжением практической работы № 5

Таблица 4.16 – Оформить маршрутную карту технологического процесса по вариантам на основании данных выпаленной практической работы №5

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
1	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом - сверлением	втулка
2	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – зенкерованием	гильза
3	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – развертыванием	фланец

Продолжение табл. 1.16

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
4	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – растачиванием	штулка
5	обработки отверстий абразивным инструментом – внутренним шлифованием	гильза
6	обработка наружных цилиндрических поверхностей на токарных станках	вал
7	обработка наружных цилиндрических поверхностей фрезерованием и протягиванием	ось
8	обработки отверстий хонингованием	фланец
9	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей (тонким алмазным) точением	вилка
10	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей шлифованием	вал
11	обработка плоских поверхностей строганием	корпусная деталь - патрон
12	обработка плоских поверхностей фрезерованием	корпусная деталь - кожух
13	обработка плоских поверхностей шабрением	корпусная деталь редуктора
14	нарезание зубчатых колес методом копирования	червячные зубчатые колеса
15	нарезание зубчатых колес методом обкатки	цилиндрические зубчатые колеса
16	отделочная обработка зубьев зубчатых колес	конические зубчатые колеса
17	отделочная обработка торцовых поверхностей зубьев зубчатых колес	зубчатые колеса с винтовыми зубьями

			операции						
10*	10*	10*	120*	180*	70*	40*	70*	50*	10*

* ширина колонки, мм

Для изложения технологической операции в ОК используют способ заполнения, при котором информацию вносят построчно несколькими типами строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ. В ОК используют служебные символы О, Т, Р.

В строку О, без разделения на графы, записывают содержание перехода. Запись следует выполнять по всей длине строки; при необходимости, следует перенести информацию на последующие строки.

В строку Т заносят информацию о применяемой при выполнении операции технологической оснастке. Порядок заполнения строки Т такой же, как и при оформлении МК. В целях разделения информации по группам технологической оснастки и поиска необходимой информации допускается перед указанием состава применять условное обозначение их видов:

- приспособления – ПР;
- вспомогательный инструмент – ВИ;
- режущий инструмент – РИ;
- средства измерений – СИ.

Например, СИ. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Пробка; АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Шаблон.

В строку Р заносят информацию о технологических режимах. Строка Р разделена на графы.

Пример оформления маршрутно-операционной карты представлен в табл.1.18- 1.19

Таблица 1.18 –Пример оформления маршрутно-операционной карты по форме 2а.

Номер			Наименование и содержание операции	Технологический эскиз
Операции	Установка	Перехода		
005			Токарная Обработать деталь по чертежу	
	А	1	Установить заготовку в обратных кулачках, закрепить	

		2	Обработать поверхность 1	поверх-
		3	Обработать поверхность 10	поверх-
		4	Обработать поверхность 7	поверх-
		5	Обработать поверхность 11	поверх-
		6	Обработать поверхность 3	поверх-
		7	Обработать поверхность 2	поверх-
		8	Расточить канавку 6	
		9	Снять фаски 5 и 8	
	Б	1	Установить заготовку в оправку, закрепить	
		2	Обработать поверхность 4	поверх-
		3	Обработать поверхность 12	поверх-

Таблица 1.18 – Продолжение примера оформления маршрутно-операционной карты по форме 2а.

Оборудование	Приспособление	Инструмент	Режим обработки	То, мин
Станок токарно-револьверный 1365 ГОСТ 17-70	Оправка коническая ГОСТ 16211-70	Резцы: Расточный резец ГОСТ 18063-72	Обработка поверхности под-резным резцом	
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка – 65 мм.		Фасонный резец	Черновое точение: $t = 2$ мм $S = 0.9$ мм/об $V = 17$ м/мин ($n=50$ об/мин)	1,6
Наибольшая длина подачи прутка – 200 мм		Канавочный резец	Чистовое точение: $t = 0,5$ мм $S = 0,26$ мм/об $V = 47,5$ м/мин ($n=140$ об/мин)	2
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной – 500 мм.		Расточный резец ГОСТ 18882-73	Обработка по-верхности рас-точным резцом Черновое точение: $t = 2$ мм $S = 0.7$ мм/об $V = 170$ м/мин ($n=1000$ об/мин)	0,06
Частота вращения шпинделя 34 – 1500 об/мин.		Подрезной резец ГОСТ 18880-73	Чистовое точение: $t = 0,5$ мм $S = 0,32$ мм/об $V = 225$ м/мин ($n=1500$ об/мин)	0,04
Продольная подача суппорта 0,09 – 2,7 мм/об.		Фасонный резец		
Круговая подача револьверной головки 0,045-1,35 мм/об.				
Габаритные размеры: длина – 5360 мм ширина – 1500 мм высота – 1530 мм				

Задания по вариантам

Выполнение данной практической работы является логическим продолжением практической работы № 5

Таблица 4.19 – Оформите 3 операционные карты технологического процесса по данным маршрутной карты, выпаленной в практической работе №5, на любые 3 технологические операции, входящие в типовой технологический процесс вашего варианта

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
1	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом - сверлением	штулка
2	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – зенкерованием	гильза
3	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – развертыванием	фланец
4	обработка внутренних цилиндрических поверхностей лезвийным инструментом – растачиванием	штулка
5	обработки отверстий абразивным инструментом – внутренним шлифованием	гильза
6	обработка наружных цилиндрических поверхностей на токарных станках	вал
7	обработка наружных цилиндрических поверхностей фрезерованием и протягиванием	ось
8	обработки отверстий хонингованием	фланец
9	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей (тонким алмазным) точением	вилка
10	чистовая обработка наружных цилиндрических поверхностей шлифованием	вал
11	обработка плоских поверхностей строганием	корпусная деталь - патрон
12	обработка плоских поверхностей фрезерованием	корпусная деталь - кожух
13	обработка плоских поверхностей шабрением	корпусная деталь редуктора
14	нарезание зубчатых колес методом копирования	червячные зубчатые колеса

Продолжение табл. 1.19

№ варианта	типовой технологический процесс	Вид изделия
15	нарезание зубчатых колес методом обкатки	цилиндрические зубчатые колеса
16	отделочная обработка зубьев зубчатых колес	конические зубчатые колеса
17	отделочная обработка торцовых поверхностей зубьев зубчатых колес	зубчатые колеса с винтовыми зубьями

Темы для самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов заключается в написании рефератов» для более углубленного изучения курса «Технология машиностроения.

Тематическое направление для написания рефератов:

1. Виды технологичности конструкции изделия
2. Выбор средств технологического оснащения при проектировании технологического процесса изготовления детали
3. Виды и характеристика оборудования и технологической оснастки, применяемых в технологических процессах получения заготовок
4. Методы сборки изделий и их характеристики.
5. Особенности процессов сборки изделий, деталей, конструкций.
6. Автоматизация проектирования технологических процессов, создание САПР ТП.
7. Комплексные автоматизированные системы технологической подготовки производства.
8. Основные направления дальнейшего развития технологии машиностроения
9. Самостоятельное изучение правил выполнения чертежей и технологической документации по ЕСКД и ЕСТП.

Список источников

1. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1 Основы технологии машиностроения. Учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под.ред. С.Л. Мурашкина.- М.: Высш.шк., 2008.-278 с.
2. Технология машиностроения: введение в специальность : учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов. - 3-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2008. - 174[2] с. : ил., портр., табл. - (Высшее профессиональное образование = Машиностроение). - Библиогр.: с. 171-172

3. А.М. Дальский, А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков, А.Г. Суслов Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.1 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 912 с
4. А.М. Дальский, А.Г. Суслов А.Г.Косилова, Р.К. Мещеряков. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. - Т.2 Изд-во Машиностроение-1, М. 2003. – 944с
5. Справочник инженера – технолога в машиностроении / А. П. Бабичев и др.- Ростов н/Д: Феникс, 2005.- 541, [1]с.: ил. - (Справочник)
6. ГОСТ 3.1407-86 ЕСТД. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки. [\http://libgost.ru/gost/gost_nazv/54805
Tekst_GOST_3_1407_86_ESTD_Formy_i_trebovaniya_k_zapolneniyu_i_oformleniyu_dokume
nto.]
7. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием
[http://docs.cntd.ru/document/1200012135]
8. ГОСТ 3.1103-82 Единая система технологической документации. Основные надписи.
9. ГОСТ 3.1104-81.. Единая система технологической документации. Общие требования к формам, бланкам и документам.
10. ГОСТ 3.1105-84. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения
11. ГОСТ 3.1118-82. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.
12. ГОСТ 3.1127-93 - Единая система технологической документации. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.
13. ГОСТ 3.1128-93 - Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов.
14. ГОСТ 3.1129-93 - Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.

Приложение А

Таблица А 1 – Средняя точность и чистота обработки различных поверхностей

Способ обработки	Квалитет Точности обработки	Параметр шероховатости R_a
Обработка наружных поверхностей тел вращения		
Обтачивание однократное	12 – 14	6,3
Обтачивание черновое Обтачивание чистовое	9 – 11	2,5 – 3,2
Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование чистовое	6 – 8	0,8 – 1,6
Обтачивание черновое Обтачивание чистовое Шлифование черновое Шлифование чистовое	6 – 7	0,4 – 0,63
Обработка цилиндрических отверстий		
<i>В сплошном металле</i>		
Сверление	12 – 14	6,3 – 12,5
Сверление, зенкерование чистовое	10 – 11	3,2 – 6,3
Сверление, развертывание чистовое	9	2,5 – 3,2
Сверление, зенкерование чистовое, развертывание чистовое	7 – 9	0,8 – 1,6
Сверление, двукратное развертывание (чистовое и тонкое)	6 – 7	0,4 – 1,25
<i>В заготовках с отверстием</i>		
Расверливание	12 – 14	6,3 – 12,5
Зенкерование или растачивание (черновое)	12 – 14	6,3 – 12,5
Двукратное зенкерование (черновое и чистовое)	10 – 11	3,2
Двукратное растачивание (черновое и чистовое)	8 – 9	1,6 – 3,2
Зенкерование или растачивание (черновое), развертывание чистовое	8 – 9	1,6 – 3,2
Двукратное зенкерование (черновое и чистовое) и развертывание (тонкое) или двукратное растачивание и развертывание	8 – 9	0,8 – 2,5
Зенкерование или растачивание (черновое), двукратное развертывание (чистовое и тонкое)	7 – 8	0,4 – 1,25
Обработка плоских поверхностей		
Фрезерование цилиндрическими и торцевыми фрезами:		
черновое	12 – 14	6,3 – 12,5
чистовое	10 – 11	3,2 – 1,6
тонкое	7 – 9	0,8 – 1,25
Шлифование:		
однократное (черновое)	8 – 9	1,6 – 3,2
чистовое	6 – 8	0,8 – 1,6
тонкое	6 – 7	0,63 – 0,2

Таблица А 2 – Приближенные формулы для определения основного времени обработки отдельных поверхностей по переходам

Переход	Расчетная формула наиболее вероятного основного (машинного) времени
Обработка тел вращения	
Подрезание торца: - черновое	$T_o = 0,0000224 \cdot (D^2 - d^2)$
- чистовое	$T_o = 0,000011 \cdot (D^2 - d^2)$
Обтачивание: - черновое	$T_o = 0,000075 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,000175 \cdot D \cdot l$
Шлифование наружное круглое с продольной подачей: - черновое	$T_o = 0,00012 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,000184 \cdot D \cdot l$
Шлифование наружное круглое врезанием: - черновое	$T_o = 0,00362 \cdot D$
- чистовое	$T_o = 0,0068 \cdot D$
Шлифование наружное бесцентровое: - черновое	$T_o = 0,00422 \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,00693 \cdot l$
Обработка отверстий	
Сверление отверстий диаметром до 30 мм	$T_o = 0,00056 \cdot D \cdot l$
Рассверливание отверстий	$T_o = 0,000423 \cdot D \cdot l$
Зенкерование	$T_o = 0,00021 \cdot D \cdot l$
Развертывание: - черновое	$T_o = 0,00436 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,000876 \cdot D \cdot l$
Растачивание: - черновое	$T_o = 0,000134 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,00018 \cdot D \cdot l$
Шлифование внутреннее: - черновое	$T_o = 0,000146 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,000583 \cdot D \cdot l$
Протягивание: - черновое (рядовое)	$T_o = 0,000286 \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,0005 \cdot l$

Продолжение таблицы А 2

Переход	Расчетная формула наиболее вероятного основного (машинного) времени
Обработка плоских поверхностей	
Фрезерование цилиндрической фрезой: - черновое	$T_o = 0,00666 \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,00352 \cdot l$
Фрезерование торцевой фрезой: - черновое	$T_o = 0,006 \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,004 \cdot l$
Строгание или долбление: - черновое	$T_o = 0,0000434 \cdot B \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,0000034 \cdot B \cdot l$
Шлифование плоское: - черновое	$T_o = 0,0015 \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,0013 \cdot l$
Обработка винтовых поверхностей	
Нарезание резьбы резцом: - черновое	$T_o = 0,000278 \cdot D \cdot l$
- чистовое	$T_o = 0,000091 \cdot D \cdot l$
Нарезание резьбы метчиком, плашкой	$T_o = 0,000319 \cdot D \cdot l$
Фрезерование резьб многоконечной (гребенчатой) фрезой (наружные резьбы)	$T_o = 0,033 \cdot D$
Накатывание резьб роликами и плашкой	$T_o = 0,0032 \cdot D$
Шлифование резьбы чистовое	$T_o = 0,0046 \cdot D \cdot l$
Обработка шлицевых поверхностей (валы)	
Фрезерование: - черновое	$T_o = 0,0047 \cdot l \cdot z$
- чистовое	$T_o = 0,0087 \cdot l \cdot z$
Шлицешлифование	$T_o = 0,00104 \cdot l \cdot z$
Примечание. Обозначение величин в формулах: D – диаметр обрабатываемой поверхности, l – длина обрабатываемой поверхности, $D-d$ – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца, B – ширина обрабатываемой поверхности, z – число шлицев.	

Приложение Б

Таблица Б 1 – Содержание граф строк МК в формах 1, 1б, 2 (см. рис. 3, рис. 4, рис.

5) [5]

Номер графы	Строка	Наименование (условное обозначение) графы	Содержание информации
1	2	3	4
1	Все строки	-	Обозначение служебного символа и порядковый номер строки. Запись выполняют на уровне одной строки, например, М02, Б04, О12 и т.д.
2	М01		Наименование, сортамент, размер и марка материала, обозначение стандарта, технических условий. Запись выполняют на уровне одной строки с применением разделительного знака дробь «/». <i>Например, лист БОН-2,5□1000□2500 ГОСТ 19903-74/ III—IV ВСт 3 ГОСТ 14637-89</i>
3	М02	Код	Код материала по классификатору
4	М02, К, М	ЕВ	Код единицы величины (массы, длины, площади и т.п.) детали, заготовки, материала по Классификатору СОЕВС. Допускается указывать единицы измерения величины
5	М02	МД	Масса детали по конструкторскому документу
6	М02, Б, К, М	ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или норма времени, например 1, 10, 100
7	М02, К, М	Н. расх.	Норма расхода материала
8	М02	КИМ	Коэффициент использования материала

Продолжение таблицы Б1			
1	2	3	4
9	М02	Код заготовки	Код заготовки по классификатору. Допускается указывать вид заготовки (отливка, прокат, поковка и т.п.)
10	М02	Профиль и размеры	Профиль и размеры исходной заготовки. Информацию по размерам следует указывать исходя из имеющихся габаритов Например, лист 1,0□710□1420, 115□270□390 (для отливки). Допускается профиль не указывать
11	М02	КД	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
12	М02	МЗ	Масса заготовки
13		–	Графа для особых указаний. Порядок заполнения графы и обязательность заполнения устанавливаются в отраслевых нормативно-технических документах
14	А	Цех	Номер цеха, в котором выполняется операция
15	А	Уч.	Номер участка, конвейера, поточной линии и т.п.
16	А	РМ	Номер рабочего места
17	А	Опер.	Номер операции в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещение)
18	А	Код, наименование операции	Код операции по технологическому классификатору, наименование операции. Примечание. Допускается код операции не указывать.
19	А	Обозначение документа	Обозначение документов, инструкций по охране труда, применяемых при выполнении данной операции. Состав документов следует указывать через точку с запятой «;» с возможностью, при необходимости, переноса информации на последующие строки
20	Б	Код, наименование оборудования	Код оборудования по классификатору, наименование оборудования, его инвентарный номер. Допускается взамен краткого наименования оборудования указывать его модель. Допускается не указывать инвентарный номер
21	Б	СМ	Степень механизации (код степени механизации). Обязательность заполнения графы устанавливается в отраслевых нормативно-технических документах
22	Б	Проф.	Код профессии по классификатору ОКПДТР
23	Б	Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции
24	Б	УТ	Код условий труда по классификатору ОКПДТР и код вида нормы

Продолжение таблицы Б 1			
1	2	3	4
25	Б	КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
26	Б	КОИД	Количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых, ремонтируемых) деталей (сборочных единиц) при выполнении одной операции
27	Б	ОП	Объем производственной партии в штуках
28	Б	Кшт.	Коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании
29	Б	Тпз	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
30	Б	Тшт.	Норма штучного времени на операцию. Допускается взамен информации, предусмотренной для внесения в графы 29 и 30, вносить соответственно информацию по Тшт.к (норма штучно-калькуляционного времени на операцию) и Расц. (расценка на единицу нормирования, применяемая для операции)
31	К, М	Наименование детали, сб. единицы или материала	Наименование деталей, сборочных единиц, материалов, применяемых при выполнении операции Допускается не заполнять строку
32	К, М	Обозначение, код	Обозначение деталей, сборочных единиц по конструкторскому документу или материалов по классификатору
33	К, М	ОПП	Обозначение подразделения (склада, кладовой и т.п.), откуда поступают комплектующие детали, сборочные единицы или материалы; при разборке – куда поступают
34	К, М	КИ	Количество деталей, сборочных единиц, применяемых при сборке изделия; при разборке – количество получаемых