

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»**  
**Высшая школа технологии и энергетики**  
**Кафедра материаловедения и технологии машиностроения**

# **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА**

### **ДЕТАЛИ**

**Выполнение лабораторно-практической работы**

Методические указания для студентов очной формы обучения  
по направлению подготовки  
15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель  
И. Д. Соколова

Санкт-Петербург  
2024

Утверждено  
на заседании кафедры материаловедения  
и технологии машиностроения  
07.05.2024 г., протокол № 3

Рецензент А. А. Таразанов

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». Указания содержат краткие сведения о типах производства в машиностроении, характерные черты каждого из них и методики определения и выбора типа производства конкретной детали. Методические указания способствуют формированию практических навыков определения типа производства деталей машин.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения.

Утверждены Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД  
в качестве методических указаний

Режим доступа: [http://publish.sutd.ru/tp\\_get\\_file.php?id=202016](http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016),  
по паролю. — Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 17.06.2024 г. Рег. № 5009/24  
Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД  
198095, СПб, ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Цель и задачи работы.....	4
Теоретические сведения .....	4
Методика определения типа производства расчетным методом .....	7
Методика определения типа производства табличным методом.....	9
Варианты заданий.....	11
Порядок выполнения работы .....	17
Требования к отчету .....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	19

## **ВВЕДЕНИЕ**

В машиностроении принято выделять три типа производства: единичное, серийное и массовое. Позаказное, партионное и поточное производство рассматривают в качестве методов организации производства.

Под типом производства, согласно ГОСТ 14.004-83, понимают классификационную разновидность производства, выделяемую по признакам широты номенклатуры, объема, регулярности и стабильности выпуска изделий.

Следует отметить, что на одном предприятии и даже в одном цехе можно встретить сочетание различных типов производства. Например, на предприятии тяжелого машиностроения, где производство соответствует единичному типу, изготовление некоторых мелких изделий может быть организовано по принципу серийного или даже массового производства.

Следовательно, тип производства завода или цеха в целом определяется по признаку преимущественного характера технологических процессов.

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ**

Цель работы: формирование практических навыков определения типа производства деталей машин.

Задачи выполняемой работы:

- определение массы детали;
- выбор типа производства и его подробное описание;
- определение размера партии (количество деталей, изготавливаемых за один календарный месяц).

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

На рабочих местах в единичном производстве выполняют разнообразные операции без их периодического повторения на универсальном технологическом оборудовании с использованием универсальной, унифицированной и стандартной технологической оснастки (тиски для крепления деталей, угольники, прихваты и т. п.; стандартные резцы, сверла, фрезы и т. п.; универсальные измерительные средства: штангенинструмент, микрометры, нутромеры и т. п.).

Специальную технологическую оснастку применяют лишь в исключительных случаях, когда без нее изготовление деталей невозможно. Универсальность выполнения работ требует высокой квалификации рабочих.

Таким образом, единичное производство должно быть универсальным, очень гибким, обеспечивающим выполнение разнообразных заданий. Оно распространено в тяжелом машиностроении, где изготавливается крупное

уникальное металлургическое и химическое оборудование, прокатные станы, а также в опытном производстве.

Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. В зависимости от числа изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство (ГОСТ 3.1121-84).

Серийное производство является основным типом машиностроительного производства. Примерно 80 % всей продукции машиностроения страны изготавливается на заводах серийного производства (производство станков, прессов, деревообрабатывающих станков, текстильных машин, насосов, вентиляторов и т. д.).

В серийном производстве машины изготавливают сериями, а заготовки обрабатывают партиями.

В серийном производстве процесс изготовления деталей построен по принципу дифференциации операций. Отдельные операции закреплены за определенным рабочим местом. Поэтому для этого типа производства характерна необходимость переналадки технологического оборудования при переходе на изготовление деталей другой партии. Для выполнения различных операций используют универсальные металлорежущие станки, оснащенные как универсальными, так и универсально-сборными и специальными приспособлениями. Находят применение также специализированные, специальные автоматизированные, агрегатные станки. Довольно широко используются станки с числовым программным управлением, в том числе многоцелевые; получают распространение гибкие производственные системы. Целесообразно применение специального режущего инструмента, а также применение специальных мер и измерительных приборов.

При необходимости выбор технологического оборудования и оснастки должен быть обоснован соответствующими технико-экономическими расчетами.

Оборудование может быть расположено по групповому признаку или по потоку (в крупносерийном производстве).

В серийном производстве средняя квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Для массового производства коэффициент закрепления операций равен, как правило, единице.

В массовом производстве применяется высокопроизводительное оборудование: специальные, специализированные и агрегатные станки, станки для непрерывной обработки, многошпиндельные автоматы и полуавтоматы, автоматизированные производственные системы, управляемые от ЭВМ,

автоматические линии; находят также ограниченное применение станки с ЧПУ. Широко применяется многолезвийный и наборный специальный режущий инструмент, быстродействующие, автоматические и механизированные приспособления, измерительные инструменты и приборы. Характерным для технологических процессов является высокий уровень использования средств автоматизации и комплексной механизации. Типичным примером массового производства являются предприятия, на которых изготавливаются автомобили, тракторы, мотоциклы, подшипники качения, велосипеды, швейные машины и т. д.

В крупносерийном и массовом производствах широко применяется поточная форма организации производства. Поточное производство характеризуется расположением средств технологического оснащения в последовательности выполнения операций технологического процесса с определенным интервалом выпуска изделий.

Основным элементом поточного производства является поточная линия, на которой расположены рабочие места.

Для передачи предмета труда с одного рабочего места на другое применяются специальные транспортные средства.

При проектировании технологических процессов для поточного производства определяется такт выпуска – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований.

Такт выпуска определяется по формуле:

$$T = \frac{F_d \cdot 60 \cdot \eta}{N}, \quad (1)$$

где  $F_d$  – действительный фонд времени в планируемом периоде (год, месяц, сутки), ч.;  $\eta$  – коэффициент, учитывающий потери по организационно-техническим причинам, потери от переналадки оборудования и др.;  $N$  – производственная программа на планируемый период.

Зная такт выпуска, при необходимости нетрудно определить ритм выпуска – это количество изделий и заготовок, определенных наименований, типоразмеров и исполнения, выпускаемых в единицу времени.

Поточное производство может быть организовано по двум основным формам: непрерывно-поточной и прерывно-поточной (прямоточной).

В непрерывно-поточном производстве рабочие места расположены в порядке последовательности выполнения технологического процесса, образуя поточную линию; каждая операция закреплена за определенным рабочим местом. Предмет труда перемещается непрерывно с одного рабочего места на другое без пролеживания. Нормы времени на выполнение операций должны быть равны или кратны такту (ритму).

В прерывно-поточном производстве рабочие места расположены так же, как и в непрерывно-поточном. Однако длительность выполнения различных операций не равна и не кратна такту (ритму). Поэтому, естественно, движение предметов по некоторым операциям прерывается. Неизбежно либо пролеживание предметов труда, либо простой рабочих мест. Эти линии

организуют в тех случаях, когда не удастся произвести синхронизацию операций, то есть добиться равенства или кратности длительности времени выполнения операции.

В зависимости от номенклатуры одновременно обрабатываемых изделий поточные линии подразделяются на однономенклатурные и многономенклатурные.

Дальнейшее совершенствование поточного производства привело к созданию автоматических линий, на которых все операции выполняются с установленным тактом на рабочих местах, оснащенных автоматическим оборудованием. Транспортировка предметов труда на таких линиях осуществляется также автоматически.

Высшей формой развития автоматизированного производства являются гибкие автоматизированные системы (ГПС).

В таблице 1 приведена сводная сравнительная характеристика типов производства.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

В зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности, и объема выпуска продукции различают следующие типы производства: единичное, серийное, массовое. В соответствии с ГОСТ 31121-84 тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций ( $K_{30}$ ), который определяется по формуле:

$$K_{30} = \frac{O}{P}, \quad (2)$$

где  $O$  – суммарное число различных операций, выполняемых на производственном участке;  $P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

$K_{30} = 1$  – массовое производство,

$1 \leq K_{30} < 10$  – крупносерийное производство,

$10 \leq K_{30} < 20$  – среднесерийное производство,

$20 \leq K_{30} < 40$  – мелкосерийное производство,

$K_{30} > 40$  – единичное производство.

Тип производства можно рассчитать следующим образом:

1. Определяется расчетное количество станков, необходимых для выполнения каждой станочной операции:

$$C_{pi} = \frac{N \cdot t_{шт-к}}{60F_0 \cdot k_B}, \quad (3)$$

где  $N$  – объем годового выпуска деталей, оговоренный в задании на проектирование, шт.;  $t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время  $i$ -й операции, мин;  $F_0$  – эффективный годовой фонд времени работы станка,  $k_B$  – средний коэффициент выполнения норм времени. При обработке на станках с ручным управлением  $k_B=1,2$ ; при обработке на станках с ЧПУ  $k_B=1,0$ .

2. Определяется принятое количество оборудования на каждой станочной операции ( $S_i$ , для чего расчетное количество станков  $C_{pi}$  округляется увеличением до целых значений).

Таблица 1 – Сводная сравнительная характеристика типов производства

Факторы	Тип производства		
	Единичное	Серийное	Массовое
Номенклатура изготавливаемых изделий	большая	ограниченная	малая
Постоянство номенклатуры	отсутствует	имеется	имеется
Объем выпуска	малый	средний	большой
Закрепление операций за рабочими местами	отсутствует	частичное	полное
Применяемое оборудование	универсальное	универсальное, специальное (частично)	в основном специальное
Применяемые инструмент и оснастка	универсальные	универсальные, специальные	в основном специальные
Квалификация рабочих	высокая	средняя	в основном низкая
Себестоимость продукции	высокая	средняя	низкая
Производственная специализация цехов и участков	технологическая	смешанная	предметная

3. Рассчитывается коэффициент загрузки каждого рабочего места:

$$n_{zi} = \frac{C_{pi}}{S_i}. \quad (4)$$

4. Определяется число операций, закрепленных за одним рабочим местом ( $O_{pmi}$ ):

$$O_{pmi} = \frac{0,8}{n_{zi}}. \quad (5)$$

5. Рассчитывается величина коэффициента закрепления операций ( $K_{30}$ ):

$$K_{30} = \frac{O}{P}. \quad (6)$$

Результаты определение типа производства расчетным путем сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчет типа производства

№ операции	Наименование операции	Станок, оборудование	$t_{шт-к}$ , мин.	$F_0$	$k_B$	$C_{pi}$	$S_i$	$n_{zi}$	$O_{pmi}$
005	Токарная	1531	100,73	3975	1	0,07	1	0,07	11,4
010	Токарная	1531	69,22	3975	1	0,05	1	0,05	16
015	Фрезерная	ИР 1250	34,17	3850	1	0,023	1	0,023	34,78
020	Сверлильная	2Н57	23,8	4055	1	0,016	1	0,016	50
025	Сверлильная	2Н57	37,25	4055	1	0,026	1	0,026	30,77
									142,95
$N=150$ $P_i=5$									
$K_{30} = 28,59$									

Так как  $K_{30}$  находится в диапазоне от 20 до 40, тип производства данной детали – мелкосерийный.

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА ТАБЛИЧНЫМ МЕТОДОМ

При отсутствии в технологическом процессе норм времени на станочные операции, а также при разработке технологических процессов изготовления деталей, тип производства можно определить приближенно, используя таблицу 3.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
	Объем годового выпуска деталей (N), шт.				
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	> 200 000
1,0...2,5	< 10	10-1000	1000-50 000	50 000-100 000	>100 000
2,5...5,0	< 10	10-500	500-35 000	35000-75000	>75 000
5,0...10,0	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	>50 000
> 10,0	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	>25 000

Масса детали рассчитывается по формуле (7):

$$m = V \cdot \rho, \quad (7)$$

где  $V$  – общий объем детали ( $\text{см}^3$ );  $\rho$  – плотность материала детали.

Для стали:  $\rho = 7,85 \text{ Г/см}^3$ ;

для бронзы:  $\rho = 8,6 \text{ Г/см}^3$ ;

чугуна серого (СЧ):  $\rho = 6,8 \text{ Г/см}^3$ ;

ковкого чугуна (КЧ):  $\rho = 7,0 \text{ Г/см}^3$ ;

для латуни:  $\rho = 8,8 \text{ Г/см}^3$ .

Для расчета объема детали ее разбивают на простейшие геометрические элементы, как показано на рисунке 1.

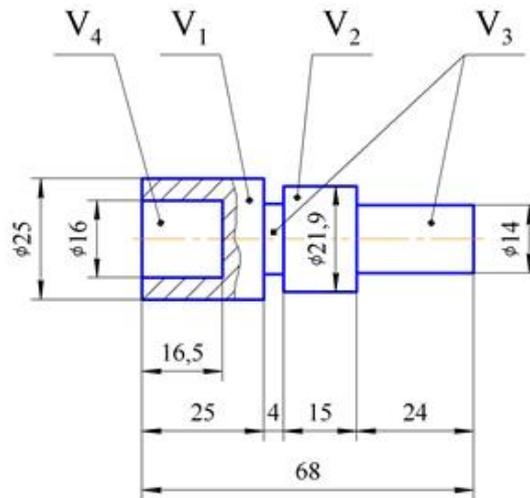


Рисунок 1 – Эскиз детали для расчета массы

Затем рассчитывают объемы каждого цилиндра по формуле (8):

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h, \quad (8)$$

где  $D$  – диаметр ступени детали (см<sup>3</sup>);  $h$  – длина этой ступени.

Например, для детали, изображенной на рисунке 1, определим объемы  $V_1, \dots, V_4$ :

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi \cdot 25^2}{4} \cdot 25 = 12266 \text{ (мм}^3\text{)}, \\ V_2 &= \frac{\pi \cdot 21,9^2}{4} \cdot 15 = 5648 \text{ (мм}^3\text{)}, \\ V_3 &= \frac{\pi \cdot 14^2}{4} \cdot (4 + 24) = 4308 \text{ (мм}^3\text{)}, \\ V_4 &= \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot 16,5 = 3316 \text{ (мм}^3\text{)}. \end{aligned}$$

Если в детали имеются отверстия, то при расчете общего объема детали их объем вычитается из суммы сплошных цилиндров, как для детали рисунка 1:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 - V_4 = 12266 + 5648 + 4308 - 3316 = 18906 \text{ (мм}^3\text{)} = 18,9 \text{ (см}^3\text{)}.$$

Небольшими элементами детали (фаски, радиусы, небольшой конус, элементы резьбы) при расчете объема детали пренебрегают.

Определим массу стальной детали, изображенной на рисунке 1, по формуле (7):

$$m = 7,85 \cdot 18,9 = 148,4 \text{ (г)} = 0,15 \text{ (кг)}.$$

По рассчитанной массе детали и годовой программе выпуска (таблица 3) 70 000 штук определяем тип производства: среднесерийное.

Размер партии выпускаемых деталей:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_d}, \quad (9)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска детали;

$t$  – необходимый запас на складе,  $t = 10 \dots 30$  дней; принимаем  $t = 20$  дней;

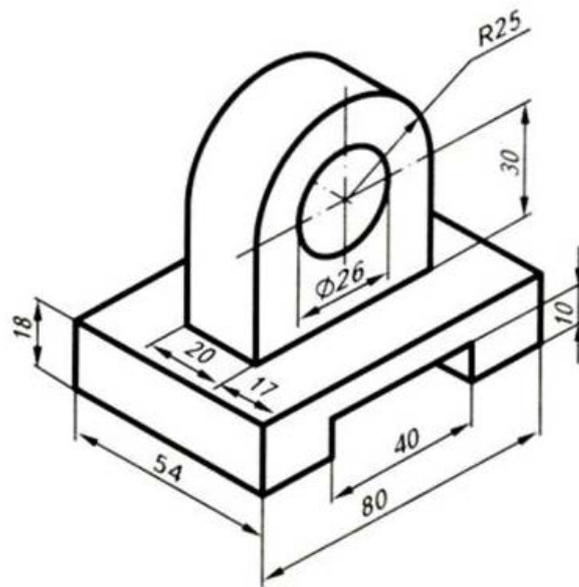
$\Phi_d$  – действительный фонд рабочего времени,  $\Phi_d = 247$  дней.

$$n = \frac{70000 \cdot 20}{247} = 5668 \text{ (шт. )}.$$

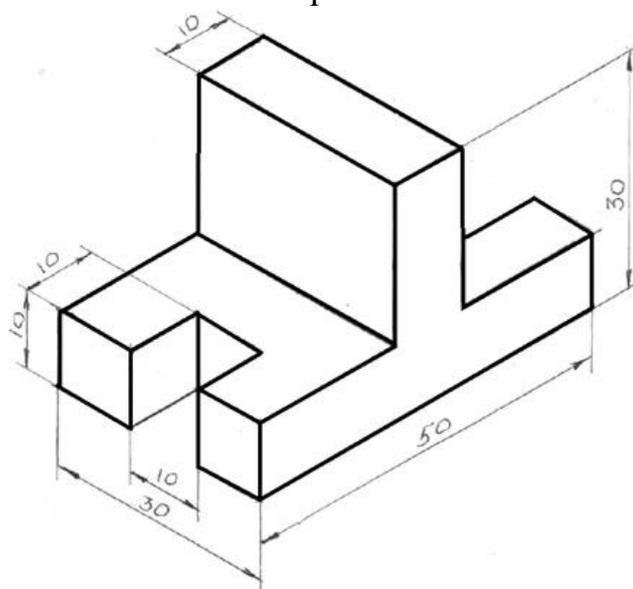
## ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Материал	сталь	бронза	СЧ	КЧ	латунь	сталь	бронза	СЧ	КЧ	латунь
Годовая программа выпуска, шт.	15000	25000	35000	45000	65000	15000	25000	3500	45	65000

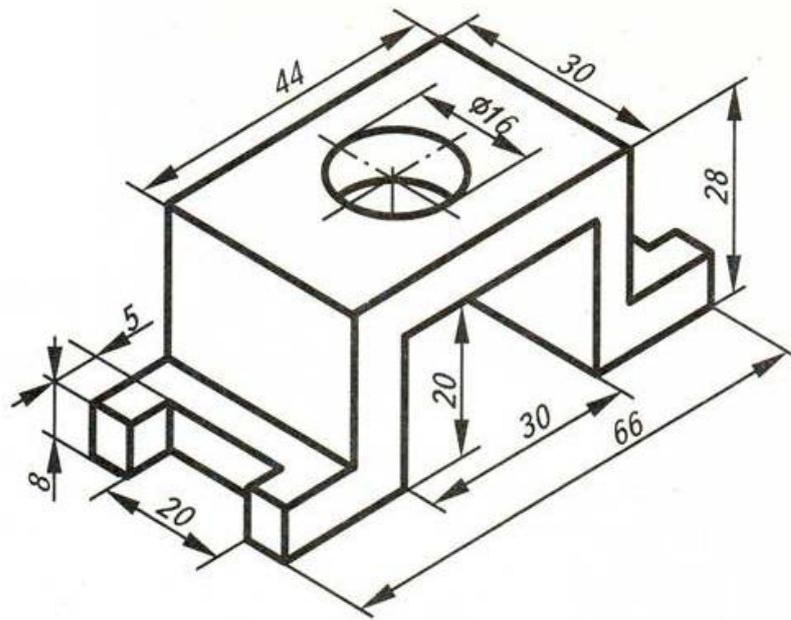
Вариант 1



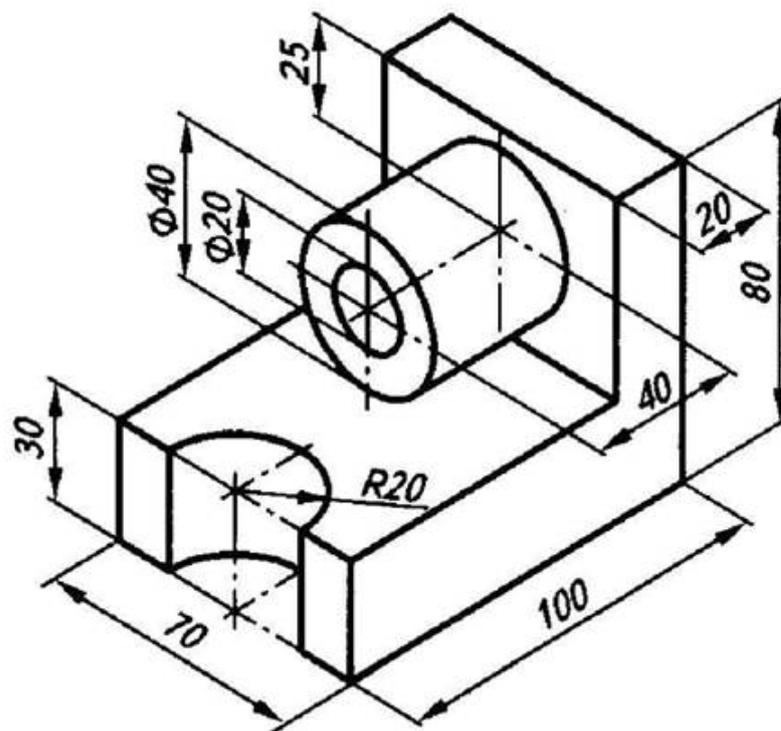
Вариант 2



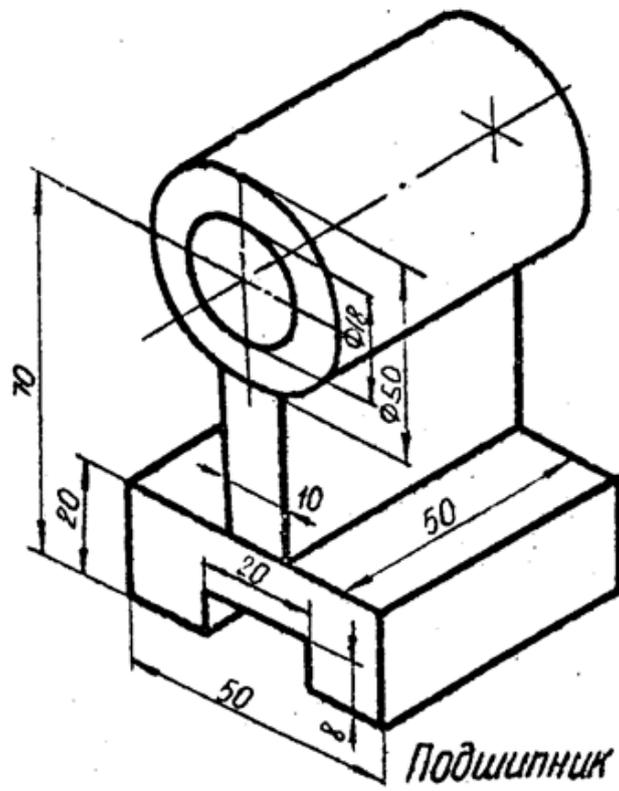
Вариант 3



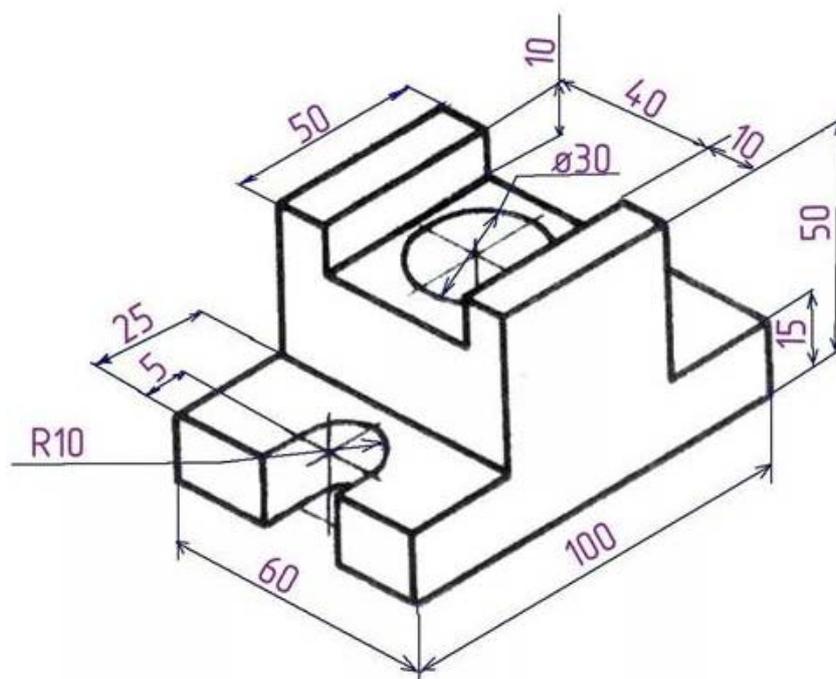
Вариант 4



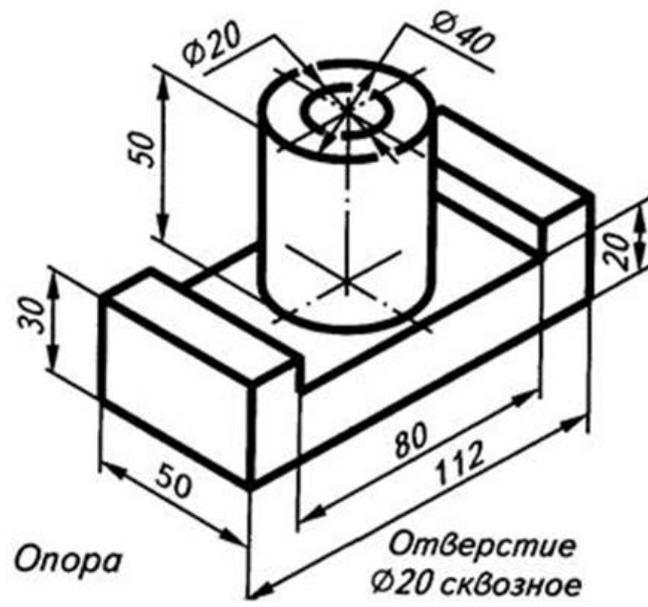
Вариант 5



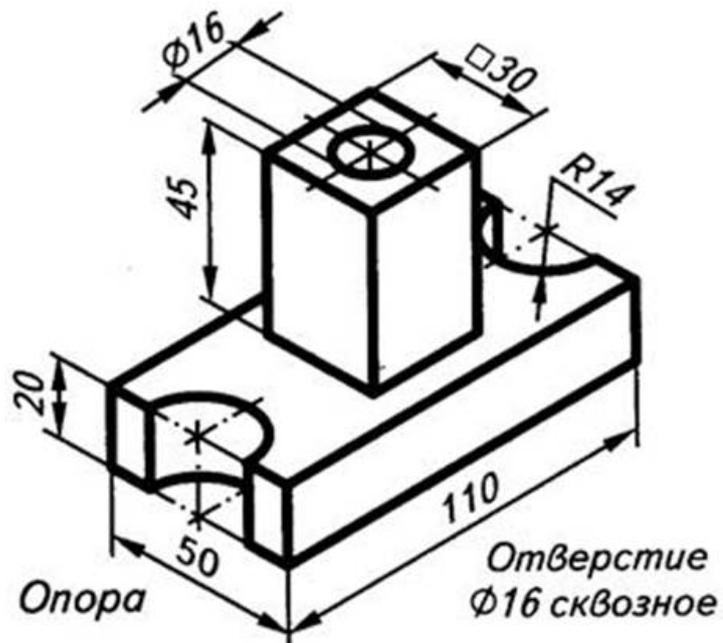
Вариант 6



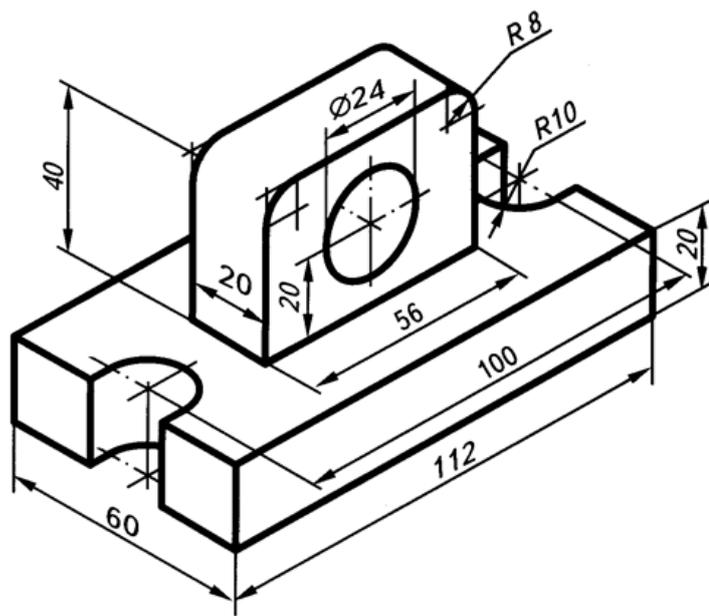
Вариант 7



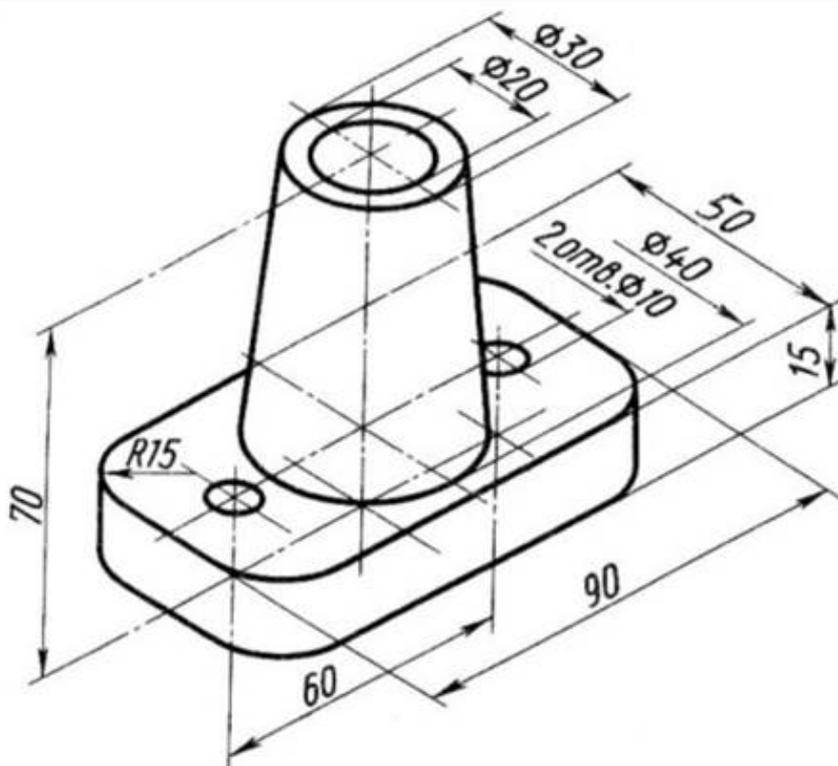
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Изучите разделы «Теоретические сведения», «Методика определения типа производства расчетным методом» и «Методика определения типа производства табличным методом» данной работы.
2. Получите индивидуальное задание от преподавателя на определение типа производства детали по таблице 3.
3. Изучите эскиз детали.
4. Перерисуйте эскиз детали на отдельный лист и пронумеруйте обрабатываемые поверхности по примеру рисунка 1.
5. Определите объем детали, массу, размер партии и тип производства.
6. Составьте отчет по работе.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ**

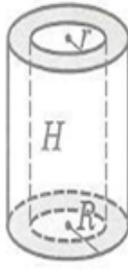
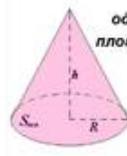
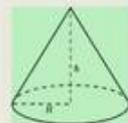
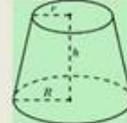
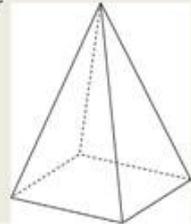
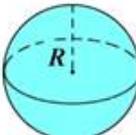
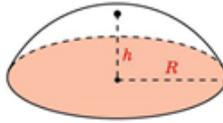
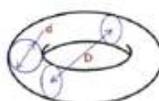
Отчет должен содержать:

- название работы;
- цель и задачи работы;
- краткие сведения о типах производства, их характерных чертах и методиках определения типа производства детали;
- эскиз детали;
- расчет массы детали, партии ее выпуска, выбор типа производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антимонов, А. М. Основы технологии машиностроения: учебник / А. М. Антимонов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 176 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-7996-2132-2.
2. Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства: учебник / В. П. Вороненко, М. С. Чепчуров, А. Г. Схиртладзе; под редакцией В. П. Вороненко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 416 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-8114-4519-6.
3. Технология машиностроения. В 2-х т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В. М. Бурцев, А. С. Васильев, А. М. Дальский и др.; под ред. А. М. Дальского, А. И. Кондакова. – Изд. 3-е. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 478 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-7038-3444-2, 978-5-7038-3442-8.
4. Шрубченко, И. В. Разработка технологических процессов в машиностроении: учебное пособие / И. В. Шрубченко, А. А. Погонин, А. А. Афанасьев. – 2-е изд., доп. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 176 с. – Текст: непосредственный. – ISBN 978-5-16-017159-3, 978-5-16-109714-4.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

<p><b>Объем цилиндра</b></p>  $V = \pi * r^2 * h,$ <p>или</p> $V = \pi * \frac{d^2}{4} * h$	 $S_{\text{бок}} = 2\pi H(R+r)$ $S_{\text{полн}} = 2\pi(R+r)(H+R-r)$ $V = \pi H(R^2 - r^2)$
<p><b>Объем конуса</b> Объем конуса равен одной трети произведения площади основания на высоту.</p>  $V = \frac{1}{3} S_{\text{осн}} h$ $V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$	<p><b>ОБЪЕМ КОНУСА</b> <math>V = \frac{1}{3} \pi R^2 h.</math></p>  <p><b>ОБЪЕМ УСЕЧЕННОГО КОНУСА</b> <math>V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + R \cdot r + r^2).</math></p> 
<p><b>Формула объема прямоугольного параллелепипеда</b></p>  $V = abc$ <p><b>Формула объема куба</b></p>  $V = a \cdot a \cdot a = a^3$	<p><b>Объем пирамиды</b></p> <p><u>Теорема:</u> Объем любой пирамиды вычисляется по формуле:</p> $V = \frac{1}{3} S \cdot h,$ <p>где <math>S</math> – площадь основания, <math>h</math> – высота</p> 
<p><b>Объем усеченной пирамиды</b></p>  $V = \frac{1}{3} h (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$ <p><math>S_1, S_2</math> – площади оснований</p>	<p><b>Объем шара</b></p>  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ <p><math>V</math> – объем шара, <math>R</math> – радиус шара</p>
<p><b>ОБЪЕМ ШАРОВОГО СЕГМЕНТА</b></p>  $V = \pi h^2 (R - \frac{1}{3} h)$ <p style="text-align: right;">MyShared</p>	<p><b>Объем и площадь поверхности тора</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Площадь поверхности: <math>S = 4\pi Rr</math></li> <li>• Объем тора: <math>V = 2\pi^2 Rr^2</math></li> </ul> <p>где <math>R</math> – середина между наружной и внутренней окружностями тора и диаметром окружности тора, <math>r</math> – радиус окружности тора и <math>d</math> – диаметр</p>  <p style="text-align: center;">Объем тороида <math>V_{\text{тор}} = 2\pi^2 Rr^2</math></p>