



**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»**

**В.В. ГРИЦЕНКО**

## **СИНТЕЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения

Рубцовск 2021

УДК 621.002

Гриценко В.В. Синтез производственной системы участка механической обработки: Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 37 с. [ЭР].

Методические указания разработаны на основе рабочих программ дисциплин «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов».

В пособии приведены общие положения, варианты задания, рекомендации по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов», а также некоторые справочно-нормативные данные и литературные источники. Приведен пример выполнения работы.

Предназначено для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено  
на заседании каф. ТиТМиПП  
Протокол № 2 от 02.03.2021 г.

Рецензент:  
Декан ФЗФО

Э.С. Маршалов

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ.....	5
3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	27

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Цели выполнения расчетно-графической работы

Расчетное задание по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» является самостоятельной работой студентов и имеет целью практическое закрепление теоретических знаний, а также контроль самостоятельной работы студентов при углубленном изучении отдельных тем дисциплины.

## 1.2 Задачи выполнения расчетно-графической работы

Выполнение студентами расчетно-графической работы способствует самостоятельности в решении конкретных инженерных задач, умению пользоваться, наряду с учебной литературой, техническими справочниками.

В дальнейшем эти навыки и наработки помогут при выполнении соответствующей части выпускной квалификационной работы.

## 1.3 Содержание и состав расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа (РГР) по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» подразумевает проектирование производственной системы участка механической обработки. Объем отчета РГР 10 – 15 страниц печатного текста, объем графической части РГР – 1 лист, формата А2.

Исходные данные для проектирования подразделяются на две части: первая – общее условие задачи, эта часть общая для всех вариантов, вторая часть – специальная, эта часть включает маршрутный технологический процесс обработки детали и зависит от номера варианта.

## 1.4 Варианты расчетно-графической работы

Содержание конкретного расчетно-графического задания определяется номером варианта. Номер варианта выдает преподаватель. Дублирование вариантов в группе не допускается.

## 1.5 Требования по оформлению

Работа выполняется на листах писчей бумаги формата А4. Каждый лист с рамкой. Нумерация листов сквозная. Титульный лист установленной формы (см. приложение А). На титульном листе обязательно указывается номер варианта.

Текст работы должен быть выполнен аккуратно и технически грамотным языком на одной стороне листа бумаги компьютерным набором.

Планировка участка выполняется карандашом на листе миллиметровой бумаги с соблюдением норм расстановки оборудования (см. приложение Б), условных обозначений (см. приложение В), затем переводится в электронную форму с помощью графических программ, распечатывается и прикрепляется к отчету расчетно-графической работы после последнего листа отчета.

## 1.6 Сроки выполнения расчетно-графической работы

Вариант задания выдается на первой неделе семестра. Сроки сдачи выполненной работы – не позднее последней недели семестра.

Получение допуска на промежуточную аттестацию по дисциплинам «Проектирование машиностроительных производств» и «Планировка производственных участков и цехов» без выполненного расчетного задания не допускается.

## 2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ

### 2.1 Общее условие задачи

Спроектировать производственную систему участка механической обработки. Участок расположить в производственном задании так, чтобы колонна ГЗ была на территории участка.

Производственное задание:

- 1) одноэтажное, с полным каркасом;
- 2) колонны железобетонные, размер в поперечном сечении  $600 \times 400$  мм;
- 3) толщина наружной стены 380 мм;
- 4) здание крановое, в каждом пролете мостовой кран с грузоподъемностью  $Q = 5, 10, 20$  т (выбирать в зависимости от массы оборудования);
- 5) высота пролета –  $H = 9,6$  м, высота подкранового пути –  $h_k = 6,95$  м;
- 6) магистральный проезд предназначен для всех видов безрельсового транспорта, движение двухстороннее;
- 7) основные строительные параметры производственного здания представлены на рисунке 1.

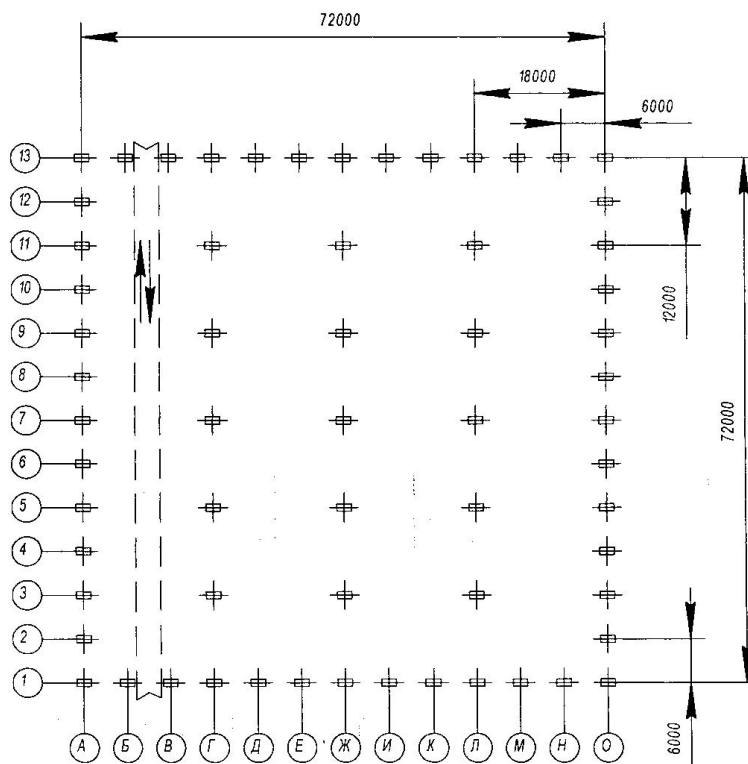


Рисунок 1 - Основные строительные параметры производственного здания

## 2.2 Маршрутный технологический процесс

Маршрутный технологический процесс детали, а также другие данные, индивидуальные по номерам вариантов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
0	Вал	Ходовая часть	Сталь 40ХН	18	15	L=600 Ø=190	120000	Оборудование	MP-71	1716Ц	1716Ц	5350В	Верстак	Т.О	3М151	3М151	3М151	3М151	3451	Контрольная
								Шт. время	1,34	1,3	1,35	8,1	1,1		1,84	1,25	2,05	1,43	5,2	
1	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	10,5	9	L=600 Ø=110	100000	Оборудование	MP-71	1723	1723	2P135Ф2	6520Ф3	Т.О	3М151	3М151	3М151	3М151	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	1,51	2,1	2,23	2,11	3,6		1,42	1,38	2,11	1,75	1,21	
2	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	19,1	16,2	L=400 Ø=120	100000	Оборудование	MP-73	1Н713	1Н713	5350А	5К310	5702	Моечный шкаф	Т.О	3М151	3451	5В835	Контрольная
								Шт. время	2,25	3,79	4,95	5,63	5,14	4,05	0,33		4,21	6,21	8,31	

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
3	Шестерня	Коробка передач	Сталь 45	15,2	9,3	L=116 Ø=220	100000	Оборудование	6М23Ф	1К282	7Б56	1К282	2Н135	53А20	Т.О	3Г833	5853	Верстак	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	25,2	3,4	1,2	2,5	3,33	6,5						
4	Шестерня	Коробка передач	Сталь 20ХН3А	45,1	37,7	L=90 Ø=480	40000	Оборудование	1286-8	1286-8	5К328А	5717	5М150	Верстак	Т.О	3Г833	5В833	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	7,7	6,2	24,1	26,1	37,2	4,2						
5	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 40ХН	12,3	8,4	L=120 Ø=300	100000	Оборудование	1Б284	1Б284	7Б38	2Н150	2Н135	5В312	5702	Верстак	Обдучный шкаф	Т.О	5В833	Контрольная
								Шт. время	2,53	2,23	1,1	2,24	1,9	6,9	1,54					

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая про-грамма выпуска, шт	Данные по опе-рациям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
6	Кор-пус	Короб-ка пе-редач	Сталь 45Л	22	18	400×300×300	100000	Обо-рудо-вание	621М	2P135Ф2	6M82Г	6P12	2Н135	2Н135	2Н150	2711П	Вер-стак	Мое-чная ма-шина 2-ка-мер-ная	Контрольная	-
								Шт. время	3,4	1,51	1,63	1,75	1,3	1,58	1,72	3,1	1,5			
7	Кор-пус	Ходо-вая часть	Чугун СЧ21	15	12,3	300×250×250	80000	Обо-рудо-вание	6P12	6P12	2P135Ф2	6P12	1П365	2Н150	3E711В	3E711В	2706А	Вер-стак	Моечная машина 2-камерная	Контрольная
								Шт. время	3,2	2,4	4,83	0,5	7,32	2,06	2,25	2,73	3,08	1,96		
8	Кор-пус	Ходо-вая часть	Сталь 45ФЛ	50,2	36,1	500×400×300	60000	Обо-рудо-вание	2Н150	6M23В	7Б57	6605	1284	2Г175	2170	2Н135	Вер-стак	Мое-чная ма-шина 3-ка-мер-ная	Контрольная	-
								Шт. время	3,41	4,25	0,98	9,08	3,36	1,35	1,38	1,05	1,07			
9	Кор-пус	Гид-ро сис-тема	Чугун СЧ26	3,7	2,3	L=200 Ø=160	120000	Обо-рудо-вание	2170	7В75Д	2705	2Н150	2Н150	6P82Г	3Г833	2Н135	2Н135	Вер-стак	Моечная машина 3-камерная	Контрольная
								Шт. время	1,9	2,1	0,32	0,83	1,43	0,42	1,63	0,84	0,93	0,53		



Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
10	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 38ХС	37,6	10,3	L=150 Ø=330	99000	Оборудование	16K20 Ф3	16K20 Ф3	766	16K20 Ф3	16K20 Ф3	2P135 Ф2	2P135 Ф2	16K20 Ф3	2705	5140	Моечный шкаф	Контрольная
								Шт. время	4,5	3,8	1,78	4,3	3,2	4,7	6,45	1,37	4,55	26,1	1,5	
11	Шестерня	Ходовая часть	Сталь 45Л	16,2	9,1	L=250 Ø=250	162000	Оборудование	1K282	7A540	1K282	2P135Ф2	2731	Верстак	Моечная машина 1-камерная	Контрольная	Верстак	3Т160	3Т160	Контрольная
								Шт. время	7,3	1,6	8,1	5,72	2,87	0,8	0,8		1,1	1,73	1,1	
12	Корпус	Коробка передач	Чугун СЧ15	17,4	14,31	190× 300× 380	90000	Оборудование	6A23	2Н150	6540	2705	2731	2Н150	2Н150	2056	3Г833	Обдучный шкаф	Контрольная	-
								Шт. время	3,47	10,9	5,4	5,7	6,2	0,34	1,1	2,3	1,83	0,2		
13	Корпус	Гидросистема	Сталь 45Л	7,0	4,69	230× 130× 142	162000	Оборудование	1A751	1284	1284	2Н150	2170	6P82Г	Верстак	3М153	5140	641	Обдувка	Контрольная
								Шт. время	2,3	12,06	12,32	0,9	0,56	2,6	0,78	1,57	13,75	1,2	0,8	
14	Вал	Ходовая часть	Сталь 18ХГТ	28,3	17,3	L=920 Ø=290	95000	Оборудование	MP-73	1A734	1A734	5A370	Моечный шкаф	Т.О	3М161	3М161	3451	Обдувка	Контрольная	-
								Шт. время	2,3	2,41	2,7	8,3	0,8		2,2	3,1	4,1	0,8		

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
15	Вал	Гидросистема	Сталь 12Х21Н4А	6,4	3,4	L=230 Ø=90	100000	Оборудование	МР-71	1734Ф3	1734Ф3	2Р135Ф2	2Р135Ф2	Т.О	3М151	3М151	3М151	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	--
								Шт. время	0,23	1,93	2,1	0,83	1,5		2,12	0,93	1,6			
16	Вал	Коробка передач	Сталь 18ХГТ	6,7	5,1	L=180 Ø=100	120000	Оборудование	МР-71	1Н713	1Н713	2Н135	53А10	5Б703	5350	Контрольная	Т.О	5831	2451	Контрольная
								Шт. время	1,02	2,3	1,73	1,3	3,6	4,2	2,1			2,1	2,4	
17	Шестерня	Коробка передач	Сталь 45Х	17,3	8,2	L=100 Ø=260	100000	Оборудование	1К282	1К282	7Б58	1284	2Н135	Контрольная	Т.О	3М151	5851	Моечная машина 3-камерная	Контрольная	--
								Шт. время	6,2	4,53	2,8	3,24	2,1			3,1	3,4			
18	Втулка	Ходовая часть	Сталь 40Х	12,3	9,6	L=120 Ø=100	100000	Оборудование	1Б284	1Б284	7Б510	1734Ф3	1734Ф3	Верстак	Контрольная	2650Ф2	2650Ф2	Моечная машина 2-камерная	Контрольная	
								Шт. время	2,3	4,8	2,1	3,1	0,9	0,7		2,1	3,23			

Продолжение таблицы 1 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Наименование детали	Принадлежность детали	Материал	Масса заготовки, кг	Масса детали, кг	Максимальные размеры детали, мм	Годовая программа выпуска, шт	Данные по операциям	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060
19	Втука	Ходовая часть	Сталь 18ХГТ	11,2	8,1	L=100 Ø=85	100000	Оборудование	1286-8	1286-8	7Б67	1723Ф3	1723Ф3	1П365	7Б67	1723Ф3	1723Ф3	Моечная машина 1-камерная	Контрольная	-
								Шт. время	3,2	2,1	2,2	4,2	3,33	2,43	1,8	3,01	2,43			
20	Корпус	Ходовая часть	Чугун СЧ20	25,6	21,2	600×230×315	70000	Оборудование	6605	2P135Ф2	2P135Ф2	2455	2455	2Н55	2455	2P135Ф2	2Н135	Верстак	Обдувка	Контрольная
								Шт. время	1,8	1,6	1,3	2,1	2,3	1,4	1,1	1,4	1,5			
21	Шестерня	Коробка передач	Сталь 20ХН3А	2,34	1,96	L=50 Ø=200	8000000	Оборудование	7Б56	1Б284	1Б284	5К310	5701	2Н135	Моечный шкаф	Контрольная	Т.О	5В833	3К225	Контрольная
								Шт. время	0,25	1,8	0,95	5,82	1,66	0,73				0,8	0,41	
22	Корпус	Коробка передач	Чугун СЧ15	26,7	22,5	620×325×260	50000	Оборудование	6М23	2Н55	6М23	2М57	2Д45	2Н55	2Н55	Верстак	Обдувка	Контрольная	-	-
								Шт. время	4,2	2,1	3,35	1,8	2,3	1,7	1,6					

## 3 ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОГО ЗАДАНИЯ

### 3.1 Основные этапы работы

Работа над расчетным заданием состоит из ряда последовательно выполняемых этапов.

Этап 1. Сбор дополнительных сведений о станочном оборудовании маршрутного технологического процесса.

Для этих целей используется информация, содержащаяся в [4, 5].

Дополнительные сведения – это информация о:

- 1) габаритных размерах станка (длина и ширина);
- 2) массе станка;
- 3) типе станка (универсальный, полуавтомат или с программным управлением);
- 4) количестве шпинделей (одношпиндельный или многошпиндельный станок).

Этап 2. Расчеты по определению количества технологического оборудования и численности производственных рабочих.

На данном этапе вначале определяют количество основного технологического оборудования. При этом основным технологическим оборудованием является оборудование основных технологических операций, к которым не относятся: слесарная обработка, зачистка центров, напрессовка на оправку, контрольная, очистка, обдувка, мойка, обкатка.

Далее составляем график загрузки основного технологического оборудования с определением среднего коэффициента загрузки оборудования.

Определяем количество неосновного технологического оборудования. Однако окончательное решение по количеству неосновного технологического оборудования, если одностипных операций несколько, принимаем по результатам составления технологической планировки.

Определяем ориентировочно число производственных рабочих на участке, предварительно приняв средний по участку коэффициент многостаночного обслуживания –  $K_M$ .

Для автотракторостроения средние значения коэффициентов многостаночного обслуживания:

$K_M = 1,3...1,5$  – среднесерийное производство;

$K_M = 1,6...2,2$  – массовое и крупносерийное производство.

Если маршрутный технологический процесс предусматривает ручные операции, то их необходимо учесть с помощью специального коэффициента –  $K_{PP}$ .

Для автотракторостроения значения коэффициентов, учитывающих ручные работы:

$K_{PP} = 1,05$  - среднесерийное производство;

$K_{PP} = 1,02$  - массовое и крупносерийное производство.

В случае если маршрутный технологический процесс не предусматривает ручных операций, то  $K_{PP} = 1$ .

Точное число производственных рабочих на участке можно определить только после расчета многостаночного обслуживания с составлением циклограмм, что по условию задачи не требуется.

Ориентировочно определяем площадь участка по удельным производственным площадям.

Этап 3. Изготовление темплетов технологического оборудования.

Темплет – это плоская модель оборудования, выполненная в масштабе.

При выполнении темплетов станков принимают контур по крайним положениям движущихся частей. Поэтому каждой модели станка соответствует свой контур со своими размерами. Применение темплетов с точными контурами позволяет более компактно расставить оборудование на технологической планировке.

Но так как в настоящее время отсутствуют альбомы с темплетами станочного оборудования, принимаем вариант с темплетами в виде прямоугольников, длина и ширина которых - по паспортным данным станка (см. этап 1).

При выборе масштаба учитывают общее количество технологического оборудования и его размеры. Много оборудования (более 20 единиц) или станки средние, крупные или очень крупные - масштаб 1:100, оборудования мало или станки мелкие – масштаб 1:50.

Этап 4. Выбор средств межоперационного транспортирования, систем и средств стружкоуборки, раздачи СОЖ, а также подъемно-транспортных устройств и средств пожаротушения.

Особенность выполнения данного этапа в том, что выбор необходимо обосновать.

Этап 5. Выполнение технологической планировки участка механической обработки.

Данный этап самый сложный и ответственный, так как возможно множество вариантов расстановки оборудования на участке. Наилучшим вариантом планировки считается такой, когда учтены все необходимые требования по расстановке оборудования и площадь участка наименьшая, а полуфабрикаты при обработке совершают самый короткий путь. После расстановки оборудования по оптимальному варианту обязательно наносят границы участка.

Этап 6. Формулировка условий функционирования производственной системы спроектированного участка механической обработки. Так как многие решения принимались и уточнялись в процессе выполнения технологической планировки, то их необходимо сформулировать. Это решения, касающиеся количества неосновного технологического оборудования, обслуживания складочных площадок, вывоза стружки, количества средств пожаротушения и инженерного оборудования.

Этап 7. Определение основных технико-экономических показателей участка.

Основные технико-экономические показатели:

- 1) площадь участка;
- 2) количество основного технологического оборудования;
- 3) удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок;

- 4) средний коэффициент загрузки основного технологического оборудования;
  - 5) количество производственных рабочих;
  - 6) коэффициент многостаночного обслуживания по участку.
- Этап 8. Оформление расчетной работы.

### **3.2 Требования к технологической планировке участка**

Технологическая планировка участка - это схематическое изображение в условных знаках производственного и другого стационарно расположенного оборудования с обозначением мест вывода инженерных коммуникаций, проездов, проходов и рабочих мест с привязкой к строительным элементам здания – колоннам. Технологическая планировка выполняется в масштабе.

В принятом масштабе на листе миллиметровой бумаги формата А2 выполняется часть производственного корпуса, с указанием колонн, их обозначением и указанием магистрального проезда. А лишь затем расставляется оборудование с соблюдением норм размещения (см. приложение Б), применением условных обозначений (см. приложение В) и по ходу технологического процесса.

При этом для облегчения проектирования и контроля правильности расстановки оборудования необходимо, чтобы каждый темплет содержал следующую информацию: модель станка, номер операции и габаритные размеры станка.

Основное технологическое оборудование на участке может располагаться в одну, две и более линий, но рекомендуемая длина участка 30-50 м. В случае, если длина участка превышает 30 м, можно сделать еще один проезд, цеховой, параллельный магистральному, так как расположение участка между двумя проездами считается наилучшим с точки зрения обслуживания участка и пожарной безопасности. Расположение площадок для складирования возле проездов - также наилучший вариант.

Ширина цехового проезда зависит от вида транспорта и направленности движения.

На листе технологической планировки в масштабе 1:1000 также выполняются план производственного корпуса с указанием сетки колонн и границ спроектированного участка. Это необходимо для дополнительного контроля.

Кроме этого лист технологической планировки должен содержать дополнительную информацию, необходимую для чтения этой планировки. Дополнительная информация – это принятые условные обозначения.

После завершения выполнения планировки на миллиметровой бумаге, планировка выполняется на компьютере с помощью графических программ, распечатывается и прикрепляется к отчету расчетно-графической работы после последнего листа отчета.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерс А. А., Потапов Н. М., Шулешкин А. В. Проектирование заводов и механосборочных цехов в автотракторной промышленности. - М.: Машиностр., 1982 - 271 с.
2. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов - М.: Высш. шк., 1969-480 с.
3. Мамаев В. С, Осипов Е. Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. - М.: Машиностр., 1974. - 295 с.
4. Справочник технолога - машиностроителя. В 2 т. Т.2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - М.: Машиностр., 1985. - 496 с.
5. Справочник технолога - машиностроителя. В 2 т. Т.2 /Под ред. А. Н. Малова. - М.: Машиностр., 1972. - 568 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Форма и пример оформления титульного листа**

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Технический факультет

Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

Отчет защищен с оценкой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
подпись преподавателя

**В.В. Гриценко**  
И.О. Фамилия

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**ОТЧЕТ**  
**по РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

*«Синтез производственной системы участка механической обработки»*

**по дисциплине «Проектирование машиностроительных производств»**

**РГР 15.03.05.00.000**  
обозначение документа

Работу выполнил  
студент гр. КТМ-71

подпись, дата

**И.И. Иванов**  
И.О. Фамилия

Работу принял  
Зав. каф. ТиТМиПП, доцент  
должность, ученое звание

оценка, подпись, дата

**В.В. Гриценко**  
И.О. Фамилия



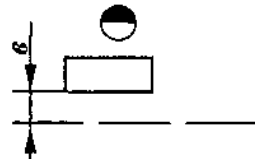
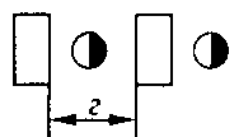
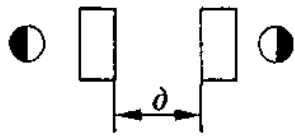
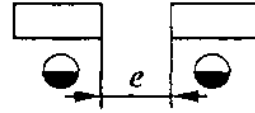
Рубцовск 2021



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Нормы размещения оборудования

Таблица 1Б - Нормы расстояний станков от проезда, между станками, а также от станков до стен и колонн здания (в нормы не включены площадки для складирования и заделы), мм

Расстояние	Наибольший габаритный размер станка в плане, мм			
	Мелкие станки, до 1800	Средние станки, до 4000	Крупные станки, до 8000	Очень крупные станки, до 16000
1	2	3	4	5
<p>1 От проезда до:</p> <p>1) фронтальной стороны станка - <i>a</i></p>  <p>2) боковой стороны станка - <i>b</i></p>  <p>3) тыльной стороны станка - <i>в</i></p> 	1000	1000	1000	2000
<p>2 Между станками при их расположении:</p> <p>1) в «затылок» - <i>z</i></p>  <p>2) тыльными сторонами друг к другу - <i>д</i></p>  <p>3) боковыми сторонами - <i>e</i></p>  <p>4) то же, но с возможностью перемещения ручных тележек - <i>e</i></p>	1400	1600	1800	2600
	700	800	1000	1200
	900	900	1200	1500
	1100	1100	1500	—

Продолжение таблицы 1Б

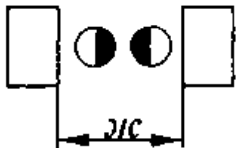
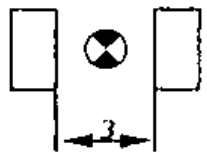
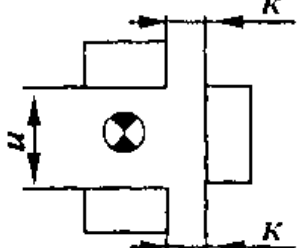
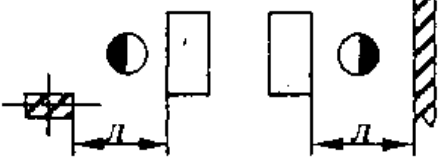

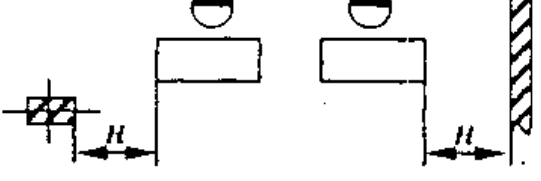
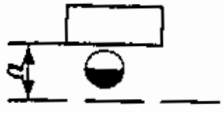

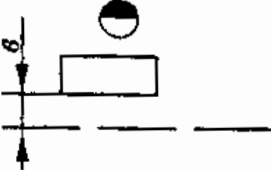
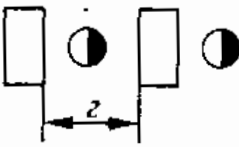
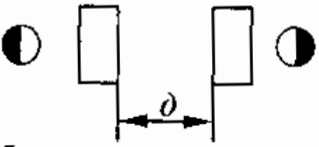
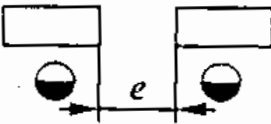
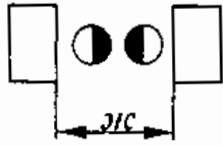
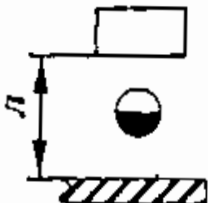
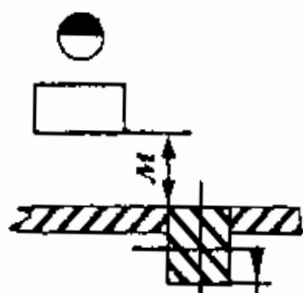
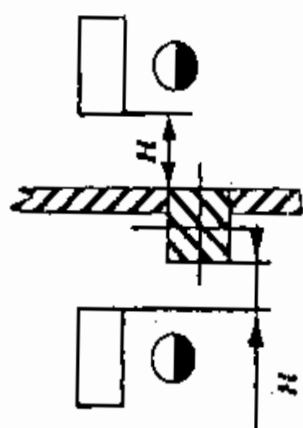
1	2	3	4	5
5) фронтальными сторонами друг к другу - жс 	1700	1800	2000	2200
6) то же, но с возможностью перемещения ручных тележек - жс 7) рабочий обслуживает два станка - з 	1900 1400	2300 1600	2600 —	— —
8) рабочий обслуживает три станка по кольцевой схеме 	1400 700	1600 700	— —	— —
3 От стен, колонн до: 1) фронтальной стороны станка - л 	1300	1500	1500	2000
2) тыльной стороны станка - м 	700	800	900	1900
3) боковой стороны станка - н 	900	900	900	1500

Таблица 2Б – Нормы размещения сборочных мест, верстаков и стендов (в нормы не включены площадки для складирования и заделов), мм

Расстояние	Габаритные размеры собираемого изделия, мм		
	до 1250×750	до 1250×750	до 2500×1000
1	2	3	4
<p>1 От проезда до:</p> <p>1) фронтальной стороны - <i>a</i></p>  <p>2) боковой стороны - <i>b</i></p>  <p>3) тыльной стороны - <i>в</i></p> 	<p>1000</p> <p>1000</p> <p>500</p>	<p>1000</p> <p>1000</p> <p>750</p>	<p>1500</p> <p>1000</p> <p>900</p>
<p>2 Между сборочными местами при взаимном расположении:</p> <p>1) в «затылок» - <i>z</i></p>  <p>2) тыльными сторонами друг к другу - <i>д</i></p>  <p>3) боковыми сторонами - <i>e</i></p>  <p>4) фронтальными сторонами - <i>жс</i></p> 	<p>1000</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>2000</p>	<p>1700</p> <p>1000</p> <p>750</p> <p>2500</p>	<p>1700</p> <p>1000</p> <p>1200</p> <p>2500</p>

Продолжение таблицы 2Б

<p>3 От стен и колон до:</p> <p>1) фронтальной стороны - л</p>  <p>2) тыльной стороны - м</p>  <p>3) боковой стороны - н</p> 	<p>1300</p> <p>0</p> <p>750</p>	<p>1500</p> <p>750</p> <p>750</p>	<p>1500</p> <p>900</p> <p>750</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Примечания:

Колонка 2 – рабочая зона с одной стороны приспособления или стенда.

Колонки 3, 4 – рабочая зона вокруг приспособления или стенда

## **Нормы расстояний между станками, верстаками, сборочными стендами и межоперационным транспортом**

От транспортного устройства до:

- 1) фронтальной стороны станка, верстака, стенда – 800 мм. Если рабочая зона верстака или стенда – вокруг них, то все стороны считаем фронтальными;
- 2) до боковой стороны станка, верстака, стенда - 400 мм;
- 3) до проезда - 500 мм;
- 4) до стены или колонны - 1500 мм;
- 5) если транспортное устройство расположено в 2 нитки, то расстояние между ними не менее 100 мм.

## **Нормы расстояний между станками при расположении каналов для транспортировки стружки между тыльными сторонами станков**

Для рядов, состоящих только из мелких и средних станков:

- при транспортировке дробленой, элементной и стружки надлома –  $\delta$  мм (см. таблицу 1Б);

- при транспортировке витой спиральной стружки –  $(\delta + 400)$  мм.



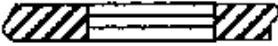
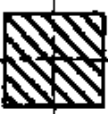


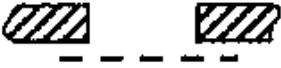
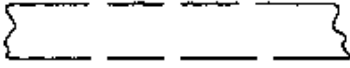





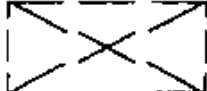
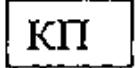
Если в ряду есть крупные станки, то при транспортировке дробленой, элементной и стружки надлома – 1200 мм;

Для рядов, состоящих из мелких и средних станков при применении двухшнекового транспортера, – 1500 мм.

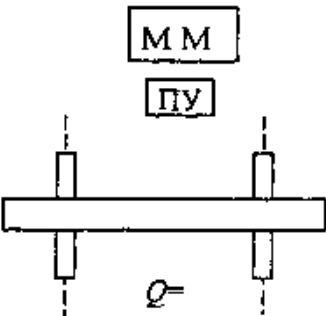
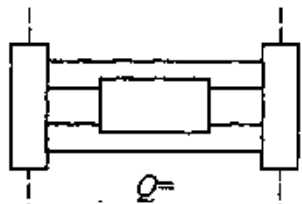
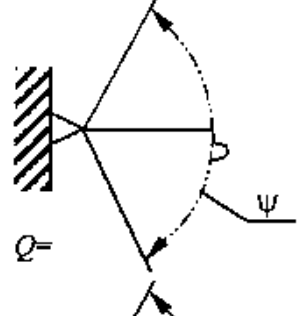

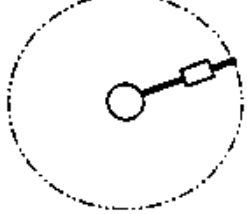
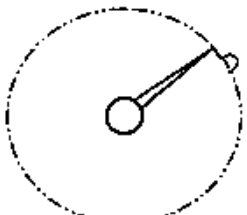
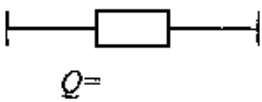
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Условные обозначения

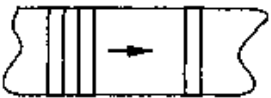
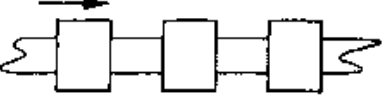
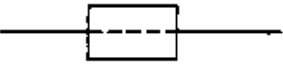

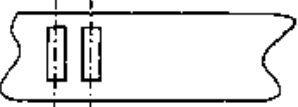
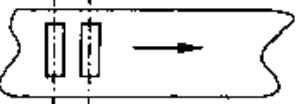


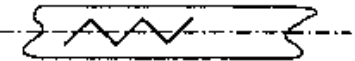
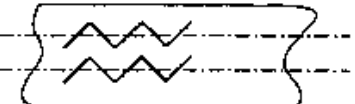
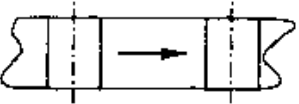
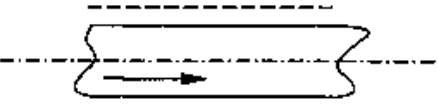

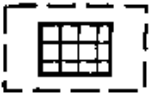
Таблица 1В – Условные обозначения, применяемые на технологических планировках

Условное обозначение	Наименование
1	2
	Капитальная стена
	Перегородка
	Окно в капитальной стене
	Железобетонная колонна
	Колонна металлическая
	Ворота распашные
	Ворота раздвижные
	Проезд
	Туннель
	Граница участка
	Оборудование
	Рабочее место
	Многостаночное обслуживание
	Место складирования заготовок, деталей, изделий
	Контрольный пункт

Продолжение таблицы 1В
















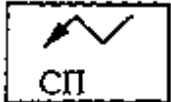
1	2
	<p>Место мастера (стационарное)</p> <p>Пульт управления</p> <p>Кран подвесной</p>
	<p>Кран двухбалочный мостовой</p>
	<p>Кран настенный консольный с талью</p>
	<p>Кран настенный консольный с тельфером</p>
	<p>Кран консольно-поворотный на колонне с тельфером</p>
	<p>Кран консольно-поворотный на колонне с талью</p>
	<p>Монорельс с тельфером</p>

Продолжение таблицы 1В

1	2
	Конвейер пластинчатый
	Конвейер тележечный
	Тележка напольная однорельсовая
	Тележка напольная двухрельсовая
	Рольганг бесприводной однорядный
	Рольганг приводной однорядный
	Конвейер подвесной цепной
	Скат, склиз
	Конвейер одношнековый
	Конвейер двухшнековый
	Конвейер скребковый
	Конвейер вибрационный
	Приямок открытый
	Приямок, закрытый решеткой



Продолжение таблицы 1В

1	2
 <p>Приводная станция</p>               	<p>Люк (откидной)</p> <p>Конвейер стружкоуборочный с приводной станцией, люком для сброса стружки и приемком, закрытым решеткой</p> <p>Подвод сжатого воздуха с давлением в сети 4 атм</p> <p>Подвод эмульсии</p> <p>Подвод масла, сульфозфрезола</p> <p>Подвод пара</p> <p>Подвод холодной воды</p> <p>Подвод горячей воды</p> <p>Слив отработанной жидкости в канализацию</p> <p>Местный вентиляционный отсос</p> <p>Стеллаж однорядный</p> <p>Стеллаж двухрядный</p> <p>Пожарный щит</p> <p>Пожарный кран</p> <p>Воздушно-пенный аппарат</p> <p>Сетевой пункт</p>

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
**Условные обозначения**

Таблица 1Г – Определение типа производства

Тип производства	Количество изготавливаемых деталей в год, шт.		
	Тяжелые (свыше 30 кг)	Средние (8...30 кг)	Легкие (до 8 кг)
Единичный	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийный	5...100	10...200	100...500
Среднесерийный	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийный	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовый	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**Коэффициент загрузки оборудования**

Таблица 1Д – Рекомендуемые значения среднего по цеху коэффициента загрузки оборудования, в зависимости от типа производства

Вид цеха	$K_{з.ср}$		
Механический	Единичное и мелкосерийное производство	Среднесерийное производство	Крупносерийное и массовое производство
	0,80-0,90	0,25-0,85	0,65-0,85

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Пример выполнения расчетно-графической работы

Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский  
государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Технический факультет

Кафедра «Техника и технологии машиностроения и пищевых производств»

Отчет защищен с оценкой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ В.В. Гриценко  
подпись преподавателя И.О. Фамилия

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

### ОТЧЕТ

#### по РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

*«Синтез производственной системы участка механической обработки»*

по дисциплине «Проектирование машиностроительных производств»

**РГР 15.03.05.00.000**

обозначение документа

Работу выполнил  
студент гр. КТМ-71

подпись, дата

И.И. Иванов  
И.О. Фамилия

Работу принял  
Зав. каф. ТиТМиПП, доцент  
должность, ученое звание

подпись, дата

В.В. Гриценко  
И.О. Фамилия

**Задача:** спроектировать участок механической обработки детали типа корпус. Участок расположить так, чтобы колонна ГЗ была бы на территории участка.

**Исходные данные:** заготовка из стали 40ХН, массой 18 кг; масса готовой детали 15 кг. Габаритные размеры:  $L=600$  мм,  $\text{Ø}=190$  мм, годовая программа выпуска  $N=120\ 000$  шт. Деталь входит в ходовую часть.

Производственное здание:

- одноэтажное с полным каркасом;
- колонны железобетонные, размер в поперечном сечении  $600 \times 400$  мм;
- толщина наружной стены 380 мм;
- здание крановое, в каждом пролете мостовой кран с грузоподъемностью  $Q=10$ т;
- высота пролета –  $H=9,6$ м, высота подкранового пути -  $h_k = 6,95$  м;
- магистральный проезд предназначен для всех видов безрельсового транспорта, движение двухстороннее.
- основные строительные параметры производственного здания представлены на рисунке 1.

					<b>РГР15.03.05.01.000ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата				
Разработал		Вергун Д.В.			Проектирование участка механообработки	Литера	Лист	Листов
Проверил		Гриценко В.В.				У	2	
Н.контр.					<i>АлтГТУ РИИ гр. КТМ-61з</i>			

Строительные параметры производственного здания 1:1000

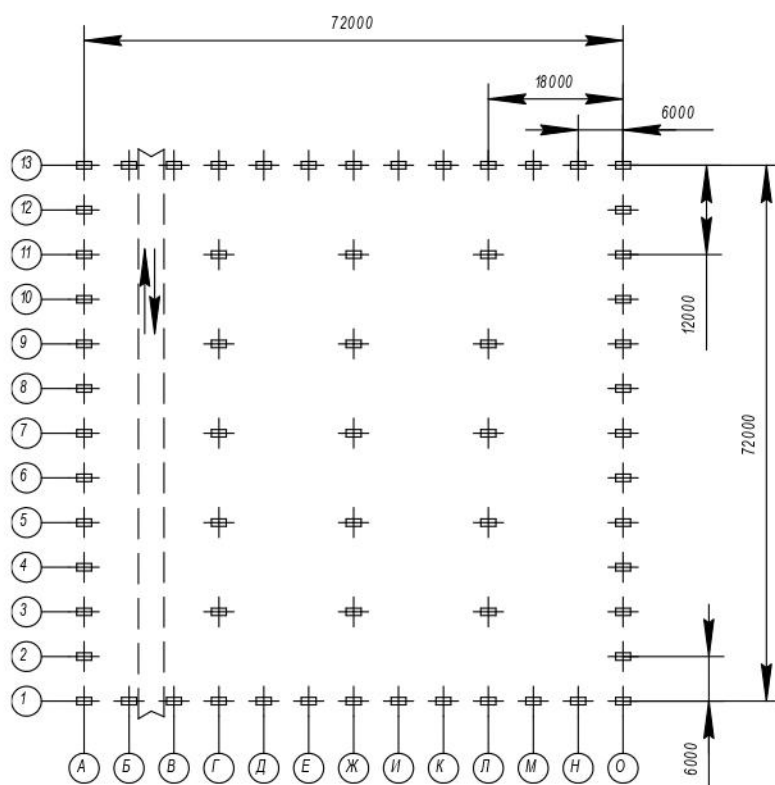


Рисунок 1 – Основные строительные параметры производственного здания

Маршрутный технологический процесс детали приведем в таблице 1.

Таблица 1 - Маршрутный технологический процесс

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	$T_{шт, мин}$	Тип станка	Габаритные размеры, мм	Масса станка, т	Кол-во шпинд. станка
005	Фрезерно-центровая	MP-71	1,34	п/а	3140×1630	6,2	4
010	Токарно-копировальная	1716Ц	1,3	п/а	1480×2200	4,5	1
015	Токарно-копировальная	1716Ц	1,35	п/а	1480×2200	4,5	1
020	Шлицефрезерная	5350В	8,1	п/а	2670×1810	9,85	1
025	Слесарная	Верстак	1,1	-	1400×800	-	-
030	Термическая						
035	Круглошлифовальная	3М151	1,84	унив.	4605×2450	5,6	1
040	Круглошлифовальная	3М151	1,25	унив.	4605×2450	5,6	1
045	Круглошлифовальная	3М151	2,05	унив.	4605×2450	5,6	1
050	Круглошлифовальная	3М151	1,43	унив.	4605×2450	5,6	1
055	Шлицевальная	3451	5,2	п/а	2510×1300	5,3	1
060	Контрольная			-	3000×2000	-	-

**1. Определяем ориентировочно тип производства.**

Так как масса детали  $m = 15\text{кг}$ , а годовая программа выпуска составляет 120000 штук, то тип производства – массовое, следовательно, форма организации – поточная.

## 2. Определяем режим работы и фонды времени.

Принимаем двухсменный режим работы. Действительный годовой фонд времени работы оборудования согласно [2] в качестве окончательного значения принимаем равным 3890 ч.

Действительный годовой фонд времени рабочих принимаем 1860 ч. (при рабочей недели 41 ч., а основной отпуск 15 дней)

## 3. Определяем такт выпуска детали

$$\tau_{\partial} = \frac{60\Phi_{\partial.o.}}{N}, \quad (1)$$

где  $\Phi_{\partial.o.}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N$  – годовая программа выпуска, шт.

$$\tau_{\partial} = \frac{60 \cdot 3890}{120000} = 1,95 \text{ мин}$$

Так как штучное время не синхронизировано с тактом выпуска деталей, то форма организации производства – прямоточная линия.

## 4. Определяем количество единиц основного технологического оборудования на каждой операции по станкочемкости.

Расчетное количество оборудования, необходимое для выполнения операции  $C'_{расч}$ , шт, определим по формуле:

$$C'_{расч} = \frac{T_{шт}}{\tau_{\partial}}, \quad (2)$$

где  $T_{шт}$  – штучное время на операцию, мин;

$\tau_{\partial}$  – такт выпуска детали, мин/шт.

Расчетное значение округляем до ближайшего большего целого числа  $C_{расч}$  – принятого числа единиц оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования  $K_z$  определим по формуле:

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		4

$$K_3 = \frac{C'_{расч}}{C_{расч}} \quad (3)$$

Таблица 2 – Расчет необходимого количества оборудования

Номер операции	Наименование операции	$C'_{расч}$	$C_{расч}$	$K_3$
005	Фрезерно-центровальная	1,34/1,95=0,69	1	0,69
010	Токарно-копировальная	1,3/1,95=0,67	1	0,67
015	Токарно-копировальная	1,35/1,95=0,69	1	0,69
020	Шлицефрезерная	8,1/1,95=4,2	5	0,84
035	Круглошлифовальная	1,84/1,95=0,94	1	0,94
040	Круглошлифовальная	1,25/1,95=0,64	1	0,64
045	Круглошлифовальная	2,05/1,95=1,05	2	0,53
050	Круглошлифовальная	1,43/1,95=0,73	1	0,73
055	Шлицешлифовальная	5,2/1,95=2,7	3	0,9

### 5. Сравниваем расчетное значение коэффициента загрузки оборудования с допускаемыми значениями

Так как не все значения коэффициента загрузки оборудования входят в допускаемые значения, то внесем коррективы в количестве оборудования.

$$C' = \frac{C_{расч}}{K_u} \quad (4)$$

№ операции	Наименование операции	$C'_{расч}$	$C'$	$K_3 = C'_{расч} / C'$
020	Шлицефрезерная	4,2	6	0,7
035	Круглошлифовальная	0,94	2	0,47
055	Шлицешлифовальная	2,7	4	0,68

### 6. Определяем общее количество единиц основного технологического оборудования

Получаем количество станков равное 19.

### 7. Определяем средний коэффициент загрузки оборудования по участку

$$K_3^{cp} = \frac{\sum K_3^{опер}}{n}, \quad (5)$$

где  $n$  – количество основных технологических операций.

$$K_3^{cp} = \frac{5,8}{9} = 0,64$$

## 8. Строим график загрузки оборудования.

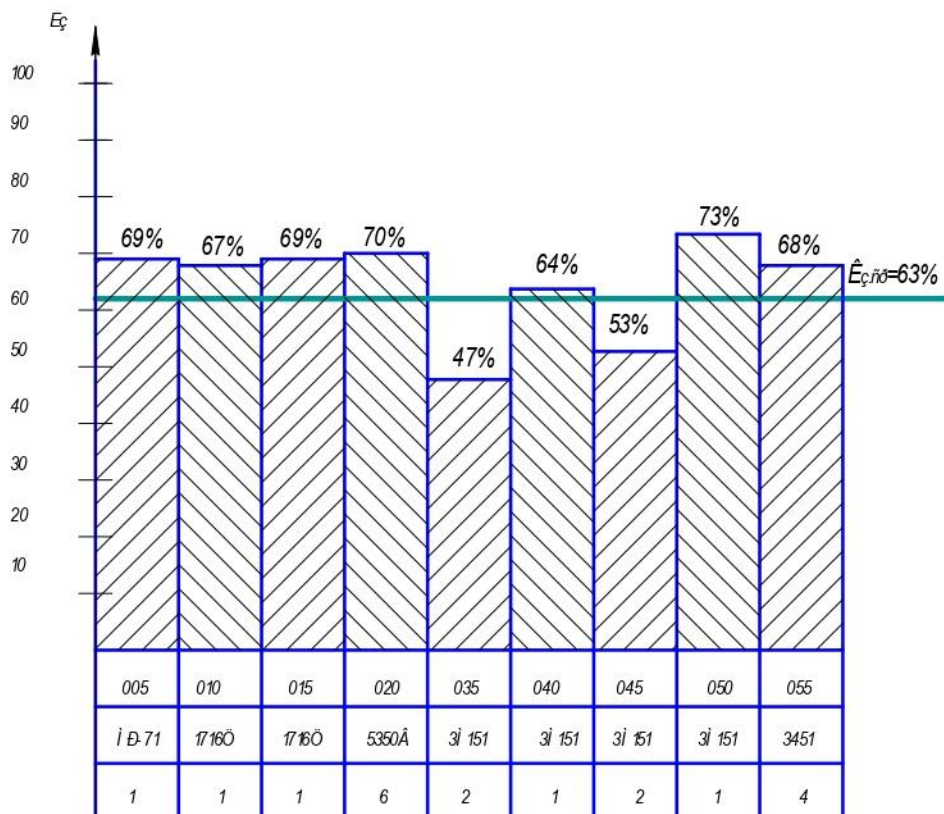


Рисунок 2 – График загрузки оборудования

## 9. Определяем количество неосновного технологического оборудования.

025 операция: слесарная

Для выполнения этой операции необходим верстак.

025  $C'_{расч} = t_{ум} / \tau_{\delta} = 0,7 / 2,33 = 0,3$ ;  $C_{расч} = 1$ , тогда  $K_s = 0,3$ .

## 10. Определяем ориентировочно количество производственных рабочих на участке.

$$P_{см} = \frac{C_{\Sigma} \cdot \Phi_{\delta.o.} \cdot K_s^p}{\Phi_{\delta.p.} \cdot K_m} \cdot K_{p.p.}, \quad (6)$$

где  $C_{\Sigma}$  – общее количество станков,

$\Phi_{\delta.o.}$  – действительный годовой фонд времени,

$K_m$  – коэффициент многостаночного оборудования по участку, для массового производства принимаем  $K_m = 1,75$ .



$K_{p.p.}$  – коэффициент, учитывающий ручные работы, принимаем  $K_{p.p.} = 1,2$ .

$$P_{cm} = \frac{19 \cdot 3890 \cdot 0,63}{1860 \cdot 2,2} \cdot 1,05 = 11,9$$

Так как  $P_{cm} = 12$  чел, то необходимо предусмотреть стационарное место мастера.

**11. Ориентировочно определим площадь участка по удельным производственным площадям и места для складирования на участке.**

$$F = f \cdot C^{\Sigma}, \quad (7)$$

где  $C^{\Sigma}$  – общее количество станков основных технологических операций;

$f$  – удельная производственная площадь, приходящаяся на один станок.

$$F = (24...27) \cdot 19 = 456...513 \text{ м}^2.$$

**12. Выбираем средства межоперационного транспорта.**

В качестве межоперационного транспорта выбираем не приводной рольганг шириной 700 мм. Так как перемещения груза используются поддоны, то для возврата поддона в начало поточной линии предусматриваем холостую приводную ветвь, расположенную под рабочей.

**13. Выбираем средство стружкоуборки на участке**

Масса стружки определяется по формуле:

$$m_{cmp} = m_{зас} - m_{одет}, \quad (8)$$

$$m_{cmp} = 18 - 15 = 3 \text{ кг}$$

Масса стружки за год:

$$m_{год} = m_{cmp} \cdot N, \quad (9)$$

$$m_{год} = 3 \cdot 120000 = 360000 \text{ кг} = 360 \text{ т}$$

Количество стружки, приходящееся на  $1 \text{ м}^2$  определим по формуле:

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		7

$$m_{стр}^1 = \frac{m_{год}}{F}, \quad (10)$$

$$m_{стр}^1 = \frac{360}{456...513} = 0,79...0,7т/м^2$$

Так как получаемая стружка на черновых операциях – сливная спиральная, выбираем линейный конвейер – одношнековый, ширина – 500мм. На стружкоуборочном конвейере предусматриваем откидные люки. Цеховая система стружкоуборки – комбинированная, следовательно, механизацию стружкоуборки из станков не предусматриваем.

#### **14. Выбираем систему и средство раздачи СОЖ**

Выбираем цеховую децентрализованную систему раздачи СОЖ, так как на участке используются различные виды СОЖ (рекомендуется для токарной обработки – аквол 2, для шлифования – укринол 1, для зубофрезерования – сульфифрезол.

#### **15. Выбор подъемно – транспортного оборудования**

В качестве подъемно – транспортного оборудования принимаем кран подвесной 10 тонн, так как в проектируемом цехе имеется оборудование массой не более 10 тонн.

Так как вес заготовки – 18 кг и вес готовой детали – 15 кг, то в качестве межоперационных подъемно-транспортных средств используем кран консольно-поворотный на колонне с талью радиусом 3 метра, грузоподъемностью 100 кг.

#### **16. Выбор инженерного оборудования**

Так как все оборудование участка работает от электрического тока, то устанавливаем на участке сетевой пункт.

В качестве средств пожаротушения на участке устанавливаем пожарный кран, пожарный щит.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		8

Прочерчиванием определяем фактическую площадь участка:

$$F_{\text{фч}} = (22 \cdot 16,7) - (12 \cdot 1,7) = 347 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{фч}} \leq F$$

### 17. Техничко-экономические показатели участка

Площадь участка: 347 м<sup>2</sup>

Количество единиц основного технологического оборудования – 19;

Удельная производственная площадь на 1 станок – 18 м<sup>2</sup>;

Количество основных производственных рабочих –12;

Средний коэффициент загрузки основного технологического оборудования  $K_3^{cp} = 0,63$ ;

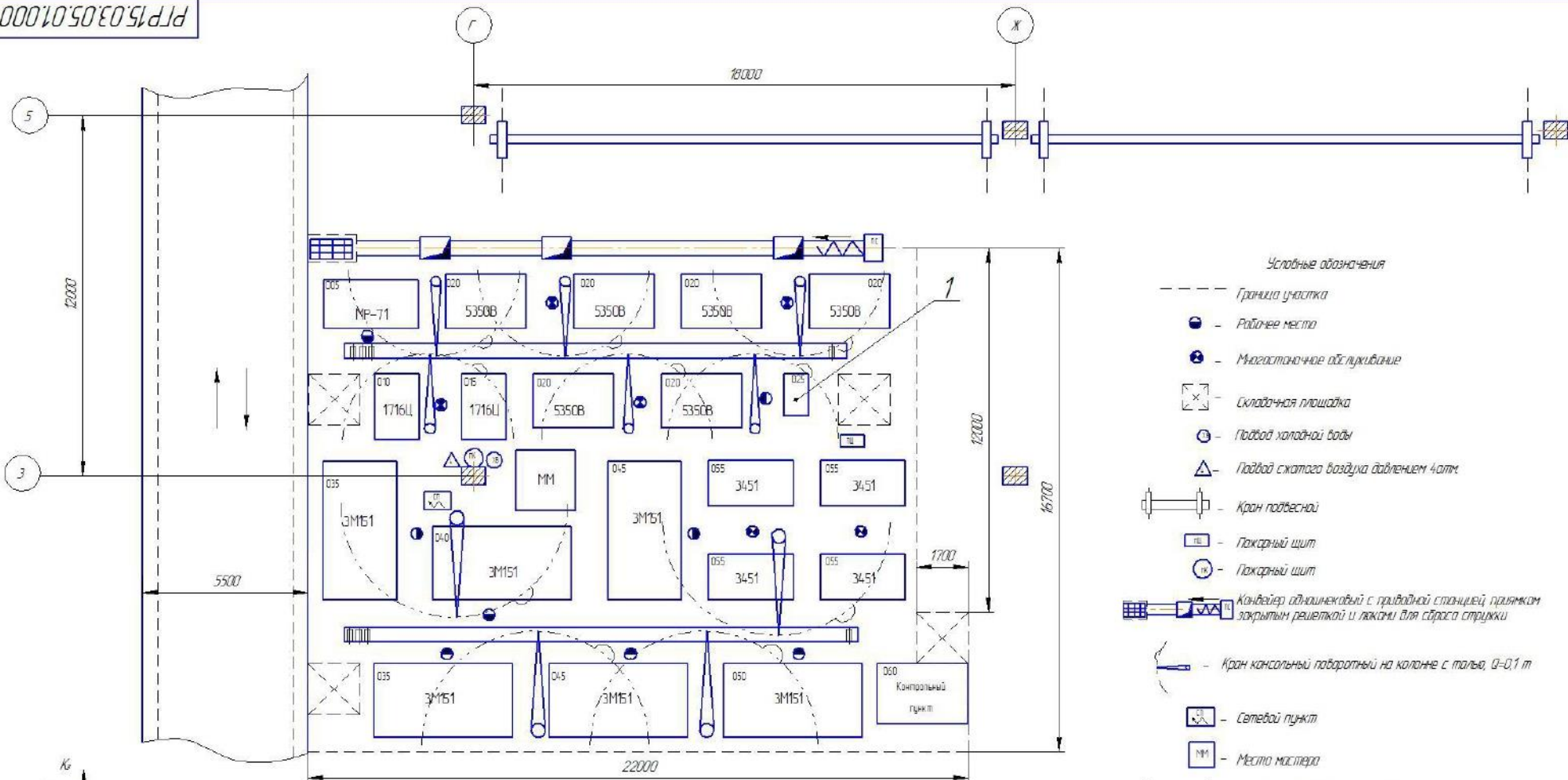
Коэффициент многостаночного оборудования  $K_m = 1,2$ .

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		9

### Список использованных источников

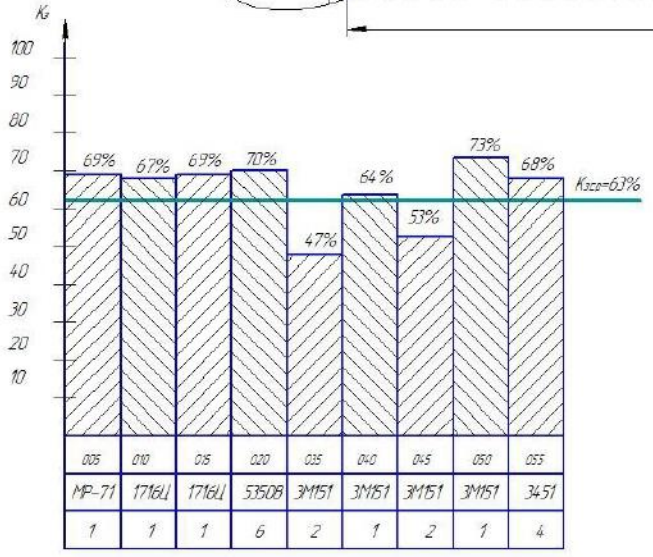
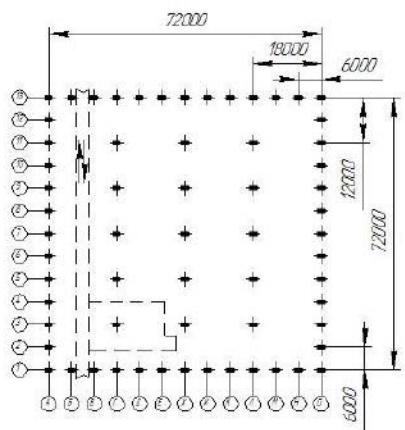
1. Попова В.В. Проектирование машиностроительного производства: Задания и методические указания к выполнению расчетной работы для студентов специальности 120100 дневной формы обучения/Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: РИО, 2005. – 23с.
2. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1974. – 290 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т.2/ Под ред. А. Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1972. – 568с.

					РГР15.03.05.01.000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документ	Подпись	Дата		10



- Условные обозначения*
- - - - - Граница участка
  - - Рабочее место
  - ⊙ - Многоэтажное обслуживание
  - ⊗ - Складочная площадка
  - ⊖ - Подвод холодной воды
  - △ - Подвод сжатого воздуха давлением 4атм
  - ⊕ - Кран подвесной
  - ⊞ - Пожарный щит
  - ⊙ - Пожарный щит
  - ⊞ - Конвейер одношляковой с приводной станцией, приемком закрытым решеткой и лотком для сброса стружки
  - ⊞ - Кран консольный поворотный на канале с талью, Q=0,1 т
  - ⊞ - Световой пункт
  - ⊞ - Место мастера
  - ⊞ - Рельсганг однорядный непригодный
- 1 - Верстак

Строительные параметры производственного здания 1:1000



Код	005	010	015	020	035	040	045	050	055
Обозначение	MP-71	1716Ц	1716Ц	5350B	3М151	3М151	3М151	3М151	3451
Количество	1	1	1	6	2	1	2	1	4

РРР15.03.05.01.000			
Планировка участка			
Лист	Масса	Масштаб	
4		1:100	
Листов 1			
Авт. ТУ РИИ			
г.р. КТМ-61з			
Формат А2			

Лист № 4  
Лист № 3  
Лист № 2  
Лист № 1  
Лист № 0

4...6 M