

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЦЦОТ

_____ А.С. Фадеев

« ____ » _____ 2019 г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

(дополнительно с планировкой 101А)

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов ЦЦОТ, обучающихся по направлению
15.03.01 «Машиностроение»,
профиль «Технология, оборудование
и автоматизация машиностроительных производств»

Составитель В.Н. Козлов

Издательство
Томского политехнического университета
2019

УДК 621-182.8 (0.83.74) (075.8)

Проектирование механосборочных цехов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ЦЦОТ, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Н. Козлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 16 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ЦЦОТ рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром отделения материаловедения ИШНПТ «___» _____. 2019 года, протокол № _____.

Руководитель отделения материаловедения,
профессор, доктор техн. наук _____ В.А. Клименов

Аннотация

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Проектирование механосборочных цехов» предназначены для студентов ЦЦОТ, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств». Данная дисциплина изучается в одном семестре. Приведено содержание лабораторных работ, указана последовательность выполнения.

Рецензенты:

Арляпов А.А. – доцент отделения материаловедения инженерной школы новых производственных технологий НИ ТПУ, кандидат технических наук;

© Томский политехнический университет, 2019

Оглавление

Введение	4
1. Лабораторная работа № 1. Выполнение существующей планировки производственного помещения без соблюдения масштаба	5
2. Лабораторная работа № 2. Выполнение существующей планировки производственного помещения с соблюдением масштаба	8
3. Лабораторная работа № 3. Расчёт трудоёмкости годовой программы обработки деталей на участке	11
4. Лабораторная работа № 4. Расчёт количества станков и площади участка	11

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель дисциплины состоит в подготовке специалистов к реализации разработанных производственных процессов при внедрении нового оборудования, техническом перевооружении, реконструкции производства и создании новых цехов, для чего необходимо знать основы рационального проектирования цехов и служб.

Для достижения поставленной цели необходимо уметь выполнять эскиз существующей планировки цеха или промышленного помещения (снимать планировку) без масштаба, но с соблюдением пропорции самого помещения и размещённого в нем оборудования, измерять и наносить все размеры, необходимые для выполнения планировки в масштабе.

При выполнении существующей планировки в масштабе необходимо знать методы, ускоряющие этот процесс и повышающие качество исполнения. Необходимо иметь навыки анализа размещения оборудования, выявления недостатков и несоответствия нормам технического проектирования.

При выполнении лабораторных работ будут получены навыки проектирования комплексной детали, расчёта трудоёмкости её изготовления, расчёта трудоёмкости обработки всех деталей группы конструктивно-технологического сходства, расчёта количества требуемых станков и площади участка (цеха).

1. Лабораторная работа № 1. Выполнение существующей планировки производственного помещения без соблюдения масштаба (2 часа)

Цель работы:

1. Получение навыков выполнения имеющейся планировки промышленного помещения.
2. Получение навыков измерения необходимых для планировки размеров.

Необходимые инструменты:

- 1) Лист бумаги в клетку (двойной тетрадный лист);
- 2) Линейка;
- 3) Карандаш;
- 4) Резинка стиральная;
- 5) Рулетка 5 м (выдаётся преподавателем).

Порядок выполнения работы:

1. Определить контуры помещения и его пропорцию (отношение длины к ширине), для чего шагами измерить его длину и ширину. Если помещение не прямоугольной формы, измерить шагами наибольшую длину и наибольшую ширину его конфигурации. Рассчитать пропорцию помещения, например, длина 12 шагов, ширина 8 шагов, т.е. пропорция помещения 12:8. Рассчитать коэффициент $K_{лп} = 12:8 = 1,5$ т.е. длина помещения в 1,5 раза больше ширины.
2. Определить пропорцию листа бумаги в клеточку, на котором будет выполняться планировка. Например, длина листа 315 мм, ширина – 200 мм. Учитывая, что должны оставаться поля вокруг рисунка (контура помещения), **принимаем** длину поля рисунка $l_{рис} = 290$ мм, а ширину $b_{рис} = 180$ мм для наибольшего использования площади листа бумаги. Отношение длины к ширине поля рисунка $K_{l_{рис}} = l_{рис} : b_{рис} = 290:180 = 1,61$. Чтобы планировка помещения вошла на лист бумаги, необходимо начать рисовать с лимитирующего (ограничивающего) размера. Поскольку $K_{l_{рис}} = 1,61 > K_{лп} = 1,5$ лимитирующим размером **на листе** будет **ширина** листа (рисунка), т.к. длина листа больше его ширины по сравнению с пропорцией помещения. Поэтому на листе **сначала** рисуем помещение по **ширине**, а затем на этом же листе определяем положение границы рисунка (контура помещения) по длине. В нашем примере для **максимального использования листа** по ширине длина рисунка помещения будет $l_{рис} = b_{рис} \cdot K_{лп} = 180 \cdot 1,5 = 270$ мм.
3. Вычертить контур помещения, особо уделяя внимание характерным строительным элементам (двери, колонны, окна). Распашные двери, окна, двери встроенных шкафов указывать в открытом состоянии. При этом тщательно выдерживаем расстояние от двери до ближайшей стены, от окна до ближайшей стены, между окнами и т.д. При неправильно вычерченном контуре в дальнейшем **будет невозможно правильно** отобразить оборудование, будет неправильное восприятие имеющейся планировки.
4. Условно поделить помещение на части, «привязывая» их к основным строительным элементам (к дверям, колонам, окнам и т.п.) или на равные части: на 4 ячейки (прямоугольника), на 6, на 8 и т.д. Аналогичное условное деление выполнить на листе бумаги (см. тонкие розовые линии на рисунке в приложении). Чем больше помещение и сложнее его контур, тем больше требуется ячеек для более точного перенесения имеющейся планировки на лист.
5. Карандашом тонкой линией нанести контуры оборудования и других имеющихся в помещении объектов (тумбочек, столов, стульев и т.п.) на лист. Прорисовать контуры оборудования в той же пропорции, что и помещение, «привязывая» их контуры к основным строительным элементам (см. рис. 1). При перенесении планировки на лист

необходимо тщательно проверять соответствие нахождения контуров оборудования в соответствующих ячейках на листе и в помещении. При нанесении контуров оборудования и объектов особое внимание обратить на соответствие ширины проходов и расстояний между соседними объектами и ближайшими строительными элементами. При этом обычно ориентируются на пропорции человека: его размерами по ширине (приблизительно 500 мм), размахом рук (приблизительно 1700 ... 1800 мм, т.е. размах рук приблизительно равен росту человека).

6. При прорисовке оборудования, которое стоит **под углом** к стене, требуется указать расстояние от середины тыльной части оборудования до ближайшей стены, колонны и т.п., а также необходимо мысленно продлить продольную ось симметрии оборудования или его среднюю линию до пересечения с противоположной стеной и мысленно наметить там точку. Аналогичную точку необходимо **отметить** и на листе бумаги. Только после этого можно продолжить прорисовку контура оборудования.

7. На всех объектах, отображённых на листе, написать их название или модель станка. Например, Т (тумбочка), 1К62 (модель токарного станка), ШС1 (шкаф силовой № 1), С (стол), К.с. (контейнер для стружки), П.з. (площадка для размещения заготовок), П.д. (площадка для размещения деталей (уже обработанных на рассматриваемом станке заготовок), ТР (тележка ручная), М (место мастера), Р (раковина) и т.п. У входной двери на выполненной планировке написать «**Вход**», указать также все запасные выходы «**Запасной выход № __**» (если они имеются) На отдельном листе в алфавитном порядке написать расшифровку используемых условных обозначений.

8. Проставить размерные линии тех размеров, которые необходимо будет измерить: длину и ширину помещения и его частей, ширину дверей и окон, расстояние между ними и расстояние от крайних окон до ближайшей стены, габариты колонн, расстояние от стен до каждого ближайшего станка, длину и ширину оборудования, расстояние между соседними станками, ширину проездов. Эти размеры нам понадобятся для выполнения планировки в масштабе: при полных данных нам не потребуется присутствия в помещении.

9. Измерить необходимые размеры и проставить их на вычерченной планировке (см. рис. 1).

10. Толстой линией (основной) обвести контуры помещения и объектов.

11. Сдать отчёт на проверку.

Вывод: мы получили навыки выполнять действительную планировку промышленного помещения, провели все необходимые измерения станков, оборудования и размеры самого помещения. Всё результаты были изображены в приложении

Рекомендуемая литература:

1. Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 138 с., гл.-11–12].
2. Проектирование механосборочных цехов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ЦЦОТ, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Н. Козлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 16 с.,

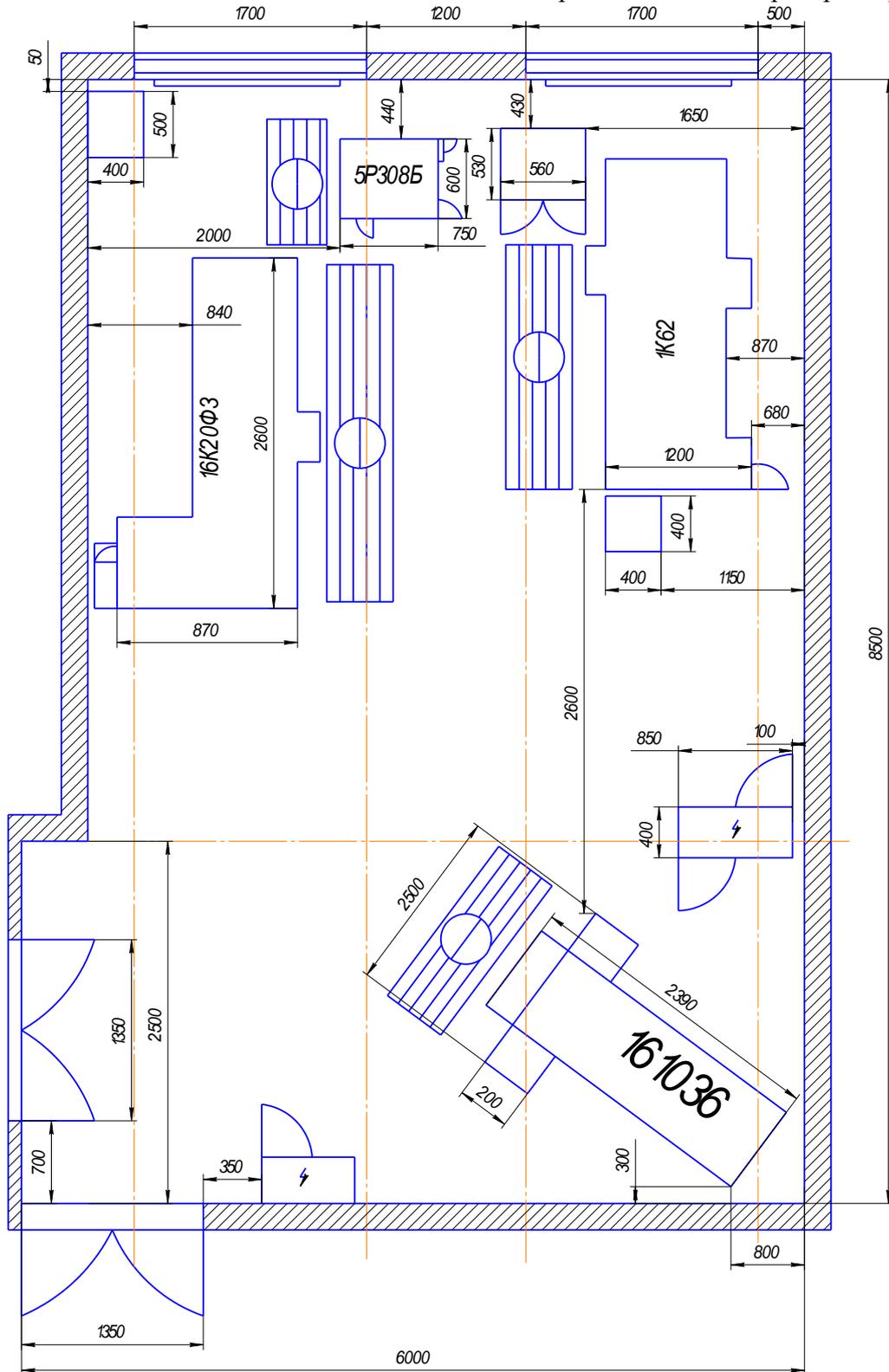
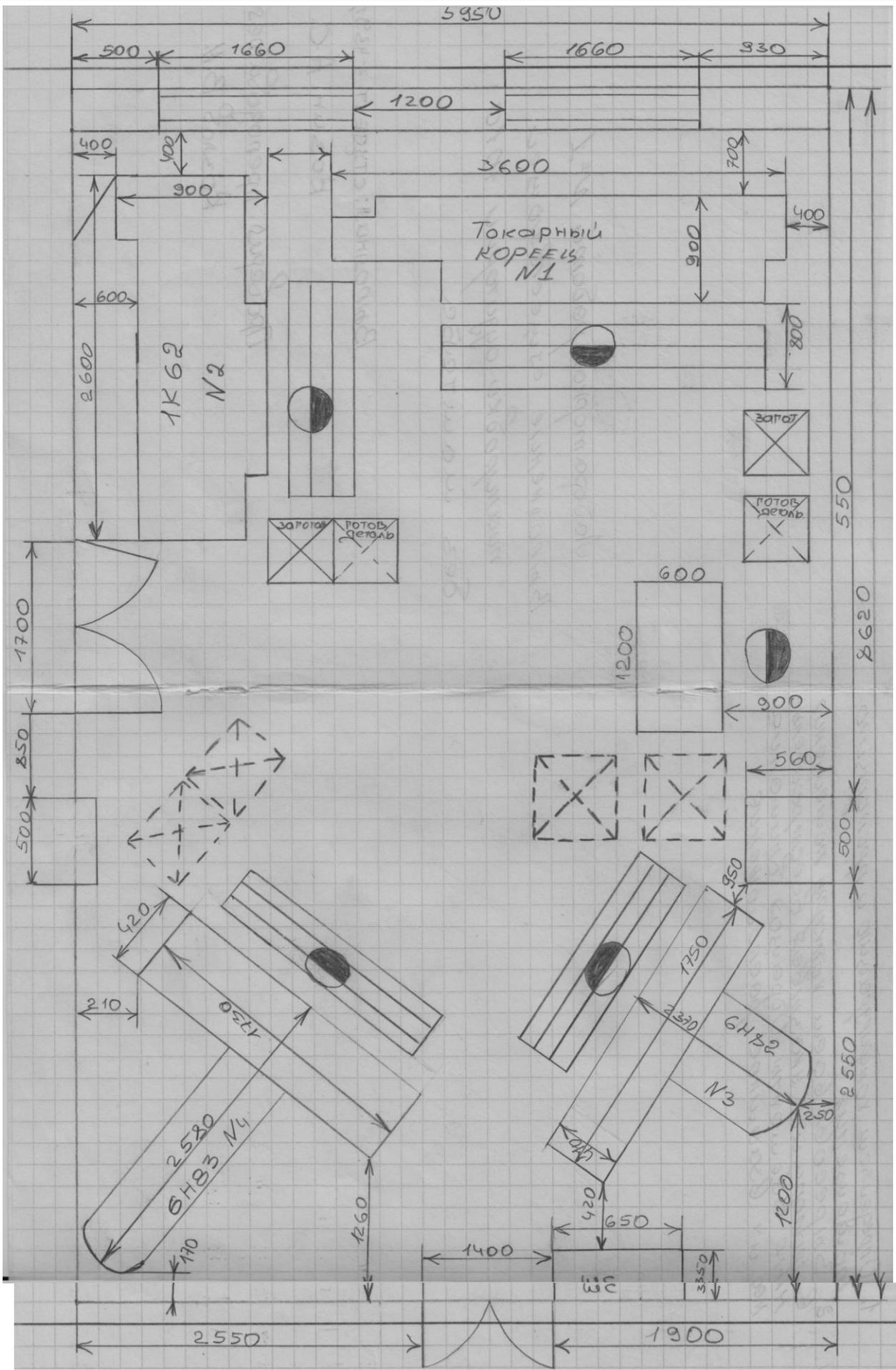


Рис. 1. Выполнение существующей планировки помещения без масштаба



Планировка 101А (указан станок 6Н82 **вместо** строгального станка)

2. Лабораторная работа № 2. Выполнение существующей планировки производственного помещения с соблюдением масштаба

Цель работы: получение навыков выполнения имеющейся планировки промышленного помещения с соблюдением масштаба.

Оборудование:

1. Лист бумаги в клетку (двойной тетрадный лист) или миллиметровка (формат А4);
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Планировка помещения, выполненная без масштаба, но с указанными размерами.
6. Рулетка 5 м (выдаётся преподавателем).

Порядок выполнения работы:

1. Измерить лист бумаги, на котором будет выполняться планировка. Например, длина листа 315 мм, ширина – 200 мм. Учитывая, что должны оставаться поля вокруг рисунка (контура помещения), **принимаем** длину поля рисунка $l_{\text{рис}} = 290$ мм, а ширину $b_{\text{рис}} = 180$ мм для наибольшего использования площади листа бумаги.
2. Рассчитать коэффициенты масштабирования по длине и по ширине, учитывая длину $l_{\text{пом}}$ и ширину помещения $b_{\text{пом}}$ (см. снятую планировку из лабораторной работы № 1) и длину $l_{\text{рис}}$ и ширину $b_{\text{рис}}$ поля для рисунка:
по длине $K_L = l_{\text{рис}} : l_{\text{пом}} = 290 : 8500 = 0,0341$,
по ширине $K_B = b_{\text{рис}} : b_{\text{пом}} = 180 : 6000 = 0,03$.
Принимаем наименьший коэффициент масштабирования (в нашем случае это $K_B = 0,0333$) и округляем его до ближайшего **меньшего** стандартного числа, например, 0,02 (соответствует стандартному масштабу 1:50), 0,01 (соответствует стандартному масштабу 1:100). Чтобы **лист бумаги был использован более полно**, т.е. рисунок получился крупнее, можно принять нестандартный коэффициент масштаба, например, **$K_M = 0,03$** .
3. Вычертить контур помещения с принятым коэффициентом масштаба (в нашем примере **$K_M = 0,03$**), уделяя внимание характерным строительным элементам (дверям, колоннам, окнам и т.п.). При этом тщательно выдерживаем расстояние от двери до ближайшей стены, от окна до ближайшей стены, между окнами и т.д., используя принятый коэффициент масштаба. При неправильно вычерченном контуре в **дальнейшем будет невозможно правильно** отобразить оборудование, будет неправильное восприятие имеющейся планировки.
В нашем примере ширина помещения на рисунке b_1 рассчитывается
 $b_1 = b_{\text{пом реальн}} \cdot K_M = 6000 \cdot 0,03 = 180$ мм,
длина $l_1 = l_{\text{пом реальн}} \cdot K_M = 8500 \cdot 0,03 = 255$ мм.
Ширина окна $b_2 = b_{2 \text{ окна реальн}} \cdot K_M = 1700 \cdot 0,03 = 51$ мм,
расстояние от правого окна до ближайшей стены (справа)
 $A_1 = A_{1 \text{ реальн}} \cdot K_M = 500 \cdot 0,03 = 15$ мм, и т.д.
4. Условно поделить рисунок помещения на части, «привязывая» их к основным строительным элементам (к дверям, колоннам, окнам и т.п.) или на равные части: на 4 ячейки (прямоугольника), на 6, на 8 и т.д. (см. тонкие розовые линии на рисунке в приложении). Чем больше помещение и сложнее его контур, тем больше требуется ячеек для более точного перенесения имеющейся планировки на лист.

5. Прорисовать контуры оборудования, используя **принятый масштаб** и выдерживая расстояние до ближайшей стены, между станками и т.д. (см. рис. 1). При перенесении планировки на лист необходимо тщательно проверять соответствие нахождения контуров оборудования в соответствующих ячейках на листе и в помещении, их расположению относительно строительных элементов.
6. При прорисовке оборудования, которое стоит **под углом** к стене, требуется указать расстояние от середины тыльной части оборудования до ближайшей стены, колонны и т.п., используя **принятый масштаб**. Поставить там первую точку. После этого указать на противоположной стене вторую точку, т.е. точку пересечения будущей оси симметрии оборудования или его средней линии с противоположной стеной. Соединить эти две точки тонкой линией, т.е. наметить продольную ось симметрии оборудования или его среднюю линию. Только после этого можно продолжить прорисовку контура оборудования. Если выполняется прорисовка контура фрезерного станка, то необходимо **дополнительно** выдержать положение его стола. Для этого надо провести перпендикулярную относительно продольной оси станка линию **вдоль стола станка**, проконтролировать точки пересечения этой линии со стенами помещения. Стол фрезерного станка указать в его **крайних положениях** (вправо и влево, к оператору и от него), поэтому в отличие от реального стола на рисунке он будет более длинным и широким.
7. В тех случаях, когда имеется несколько станков одной модели (видов оборудования), лучше на отдельном листе нарисовать контуры этого станка или оборудования в принятом масштабе, а затем вырезать его. На полученном **шаблоне** написать модель станка (вид оборудования) и используемый коэффициент масштаба. Эти шаблоны использовать для прорисовки контуров оборудования на подготовленном рисунке помещения. После обведения шаблонов на планировке написать модель каждого вида оборудования.
8. На всех объектах, отображённых на листе, написать их название или модель станка. Например, Т (тумбочка), 1К62 (модель токарного станка), ШС1 (шкаф силовой № 1), С (стол), К.с. (контейнер для стружки), П.з. (площадка для размещения заготовок), П.д. (площадка для размещения деталей (уже обработанных на рассматриваемом станке заготовок), ТР (тележка ручная), М (место мастера), Р (раковина) и т.п. У входной двери на выполненной планировке написать «**Вход**», указать также все запасные выходы «**Запасной выход № __**» (если они имеются) На отдельном листе в алфавитном порядке написать расшифровку используемых условных обозначений.
9. На полученной планировке проставить размерные линии тех размеров, которые необходимо будет указать: длину и ширину помещения и его частей, ширину дверей и окон, расстояние между ними и расстояние от крайних окон до ближайшей стены, габариты колонн, расстояние от стен до каждого ближайшего станка, длину и ширину оборудования, расстояние между соседними станками, ширину проездов.. Эти размеры взять из планировки, выполненной без масштаба (из рис. 1 лабораторной работы № 1).
10. В случае необходимости недостающие размеры измерить рулеткой и нанести на выполненную планировку (отчёт по лабораторной работе № 1), используя **принятый масштаб**.
11. Проставить все необходимые размеры на вычерченной планировке (см. рис. 1).
12. Сдать отчёт на проверку.

Рекомендуемая литература:

1. Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 138 с., гл. 11–12.

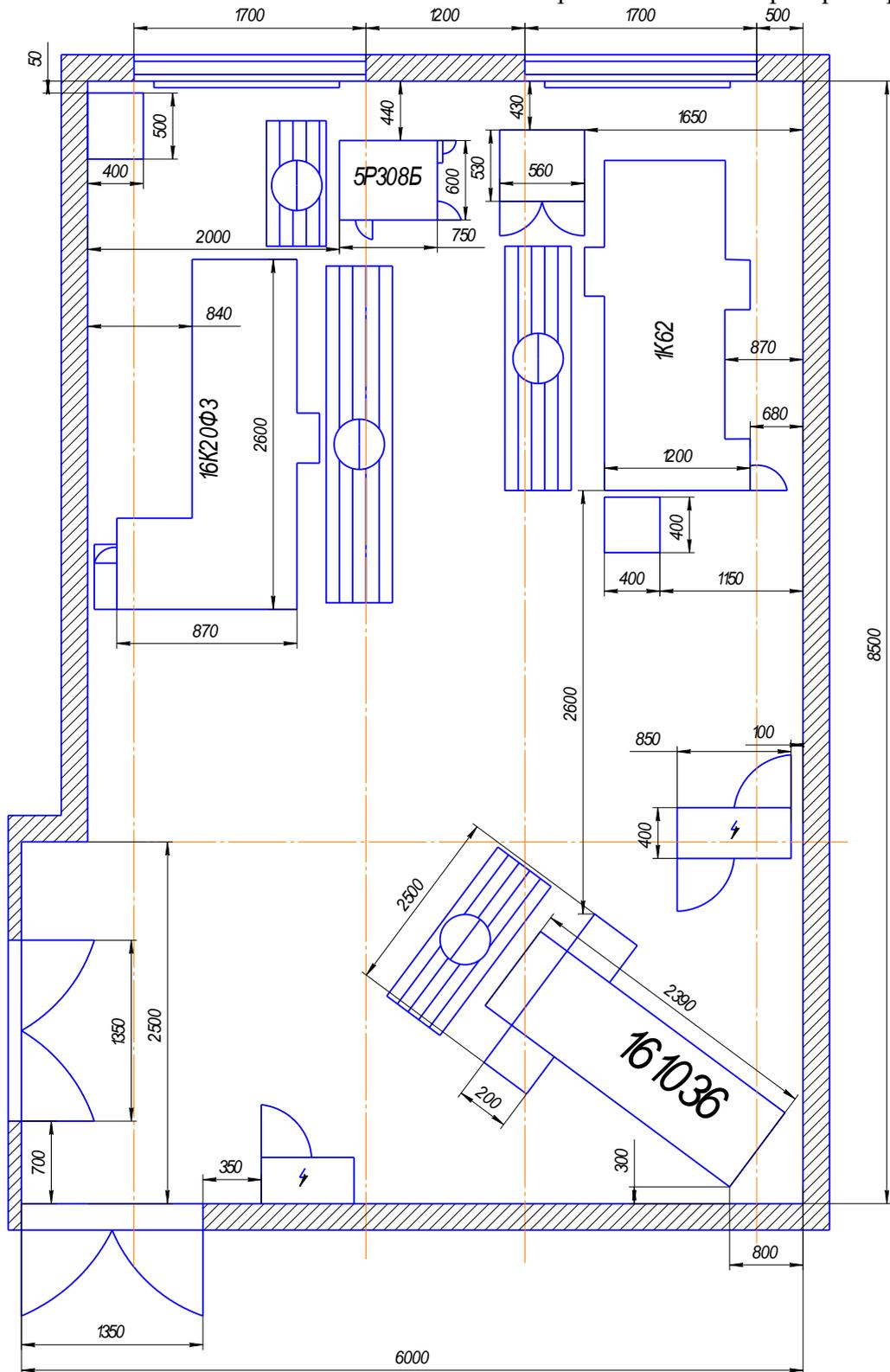


Рис. 1. Выполнение существующей планировки помещения в масштабе ($K_M = 0,03$)

Лабораторная работа № 3
Расчёт трудоёмкости годовой программы обработки деталей на участке

Цель работы: получить навыки расчета трудоёмкости обработки годовой программы всех деталей в цехе.

Исходные данные:

1. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, с годовой программой выпуска.

Оборудование и необходимые документы:

1. Калькулятор;
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов».

Порядок выполнения работы:

1. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, разложить (сортировать) по группам конструктивно-технологического сходства;
2. Для каждой группы нарисовать эскиз **комплексной** детали, содержащей все поверхности, характерные для рассматриваемой группы деталей. Длину и диаметральные размеры указать наибольшие из чертежей деталей, относящихся к рассматриваемой группе конструктивно-технологического сходства. Выполнить все необходимые виды, сечения и разрезы для понимания конструкции детали и указания всех необходимых размеров;
3. На чертеже комплексной детали указать номинальные размеры и требуемую точность обработки, шероховатость и точность взаимного расположения поверхностей, характерные для наиболее точной детали рассматриваемой группы. Годовую программу указать равной наибольшей годовой программе из всех деталей группы;
4. Составить маршрут обработки комплексной детали, указать требуемое оборудование (модель станка) для каждой операции и операционный эскиз обработки;
5. Для технологических переходов каждой операции назначить режущий инструмент, подачу, рассчитать скорость резания и операционное время;
6. Рассчитать штучно-калькуляционное время для комплексной детали для каждой операции $t_{шт.-к.i}$, размер партии деталей n , штучно-калькуляционное время для всего технологического процесса $T_{шт.-к.j.}$, результаты расчёта записать в таблицу 1. Размер партии детали может быть определён двумя способами.

Во-первых, если заказчику требуется поставить сравнительно небольшое количество деталей, на обработку которых достаточно несколько суток. В этом случае, как правило, запускается в обработку требуемое количество заготовок.

Во-вторых, если заказчику требуется поставить большое количество деталей, но обработать их за несколько суток невозможно, к тому же, требуется обрабатывать и другие детали. В этом случае в течение месяца требуемые детали будут неоднократно обрабатываться за несколько партий. Для определения размера партии детали можно найти операцию i с наименьшим штучным временем $t_{шт.-к.i}$. Обычно принимают, что наименьший размер партии детали n_{min} должен обеспечивать работу на этой операции не менее одной смены для уменьшения доля подготовительно-заключительного времени на одну заготовку. Тогда $n_{min} \approx \tau_{см} / t_{шт.i}$,

где $\tau_{см}$ - продолжительность смены с вычетом времени на обед ($\tau_{см} = 420$ мин).

Результаты расчётов записать в таблицу 1 (цифры указаны для примера).

Например, у комплексной детали наименьшая продолжительность операции у операции № 6 ($t_{шт.-к.} = 1,2$ мин). Тогда $n_{min} = \tau_{см} / t_{шт.-к. i} = 420 / 1,2 = 350$ шт. С учётом вероятности брака 3% в ходе выполнения всего техпроцесса принимаем размер партии деталей $n_{пр} = 350 \times 1,03 = 360,5 \approx 361$ шт.

Наибольшая продолжительность обработки на операции № 4 ($t_{шт.-к.} = 4,3$ мин).

Количество смен при обработке принятой партии на **одном** станке

$$k_{см} = t_{шт.-к.} \times n_{пр} / \tau_{см} = 4,3 \times 361 / 420 = 3,7 \text{ смены.}$$

Для уменьшения количества смен можно использовать сразу два станка для выполнения операции № 4, если такие станки имеются не в единичном количестве. Тогда в течение приблизительно двух смен на двух станках 676П будет выполняться операция № 4 ($k_{см} : 2 = 3,7 : 2 = 1,85$ смены).

Иногда в качестве расчётной операции берут первую операцию, чтобы приступить к обработке партии деталей, особенно если эта первая операция отрезная. В этом случае получают уже мерные заготовки, которые проще перемещаются между операциями в контейнерах.

В таблице 1 в колонке № 5 учтена трудоёмкость только тех операций, которые будут выполняться в **проектируемом** цехе (на участке).

Таблица 1

Состав техпроцесса и продолжительность технологических операций комплексной детали, выполняемых в проектируемом цехе (пример)

№ п/п	№ операции	Модель станка	$t_{шт.-к.},$ МИН.	$t_{шт.-к.},$ МИН.
1	2	3	4	5
1	05 (токарная)	16К20	3,1	3,1
2	10 (токарная)	16К20	2,2	2,2
3	15 (токарная)	16К20Ф3	3,3	3,3
4	20 (фрезерная)	676П	4,3	4,3
5	25 (вертикально-сверлильная)	2135	1,6	1,6
6	30 (токарная)	16К20	1,2	1,2
7	35 (термическая)	Термообработка	10	---
8	40 (слесарная)	Верстак, тисы	1,2	1,2
9	45 (круглошлифовальная)	3М151	3,7	3,7
			$T_{шт.-к. компл} =$ 30,6	$T_{шт.-к. компл цех} =$ = 20,6

Примечание: $T_{шт.-к. цех}$ – сумма штучно-калькуляционного времени только тех операций, которые выполняются в проектируемом цехе или на участке.

7. Рассчитать коэффициенты приведения $K_{мj}$, $K_{сj}$, $K_{слj}$, $K_{прj}$ для всех деталей рассматриваемой группы (см. учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов»), результаты расчёта записать в таблицу 5.

7.1. Для геометрически подобных деталей коэффициент приведения по массе

$$K_{мi} = \sqrt[3]{Mi^2 / Mп^2}, \quad (1)$$

где M_i – вес рассматриваемой i -той детали, кг; $M_{\text{п}}$ – вес детали-представителя или комплексной детали, кг.

7.2. Коэффициент приведения по серийности $K_{\text{сер.}i}$ зависит от отношения $N_{\text{п}}/N_i$, где $N_{\text{п}}$ – годовая программа выпуска детали-представителя или комплексной детали, N_i – годовая программа выпуска рассматриваемой i -той детали. По этому отношению смотрим коэффициент приведения по серийности i -той детали в таблице 2

Таблица 2

Коэффициент приведения по серийности i -той детали

$N_{\text{п}}/N_i$	$\leq 0,5$	1	2	4	8	≥ 10
$K_{\text{сер.}i}$	0,97	1	1,12	1,22	1,28	1,37

7.3. Коэффициент приведения по сложности i -той детали рассчитывается по формуле (2)

$$K_{\text{сл.}i} = (K_{T_i}/K_{T_{\text{п}}}) \times (K_{R_i}/K_{R_{\text{п}}}) \quad (2)$$

где K_{T_i} – коэффициент точности рассматриваемой детали, определяется из табл. 3 в соответствии со средним качеством;

$K_{T_{\text{п}}}$ – коэффициент точности детали-представителя или комплексной детали, определяется из табл. 3 в соответствии со средним качеством детали-представителя;

K_{R_i} – коэффициент шероховатости рассматриваемой детали, определяется из табл. 4 в соответствии со средней шероховатостью;

$K_{R_{\text{п}}}$ – коэффициент шероховатости детали-представителя или комплексной детали, определяется из табл. 4.

Средний квалитет рассчитывается как отношение суммы всех квалитетов диаметральных размеров к количеству учтённых поверхностей. В осевом направлении квалитеты обычно не учитываются, т.к. точность их, как правило, невысокая (14-12 квалитет) и их учёт существенно уменьшит средний квалитет, что не будет соответствовать действительной трудоёмкости обработки.

Аналогично рассчитывается и средняя шероховатость. Часто можно принять во внимание соответствие точности и требуемой при этом шероховатости. Так, при четырнадцатом квалитете требуется шероховатость не больше $R_z = 60$ мкм ($R_a = 15$ мкм), при 12-11 квалитете – не более $R_a = 10$ мкм, при 10-8 квалитете – не более $R_a = 2,5$ мкм, при 7 квалитете – не более $R_a = 1,25$ мкм, при 6 квалитете – не более $R_a = 0,8$ мкм.

Таблица 3

Коэффициенты точности обработки детали K_T

Средний квалитет	6	7	8, 9	10, 11	12	13
Коэффициент точности, K_T	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,8

Таблица 4

Коэффициенты шероховатости поверхности детали K_R

Средняя шероховатость, R_a , мкм	10	5	2,5	1,25	0,63
Коэффициент шероховатости, K_R	0,95	1,0	1,1	1,2	1,4

7.4. Рассчитать общий коэффициент приведения K_{Pi} по формуле (3)

$$K_{Pi} = K_{Mi} \cdot K_{сер.i} \cdot K_{сл.i}. \quad (3)$$

Таблица 5

Расчет трудоёмкости обработки годовой программы всех деталей группы конструктивно-технологического сходства при мелкосерийном производстве

№ детали	Вес детали, кгс	Коэффициент приведения по весу, K_{Mi}	Годовая программа выпуска, N_i , штук	Коэффициент приведения по серийности, $K_{сер.i}$	Средний квалитет и коэф. точности	Средняя шероховатость, Ra , мкм, и коэф.	Коэффициент приведения по сложности, $K_{сл.i}$	Общий коэффициент приведения, K_{Pi}	Трудоёмкость изготовления одной детали, $T_{шт.к.i}$, минут	Трудоёмкость изготовления годовой программы детали, $T_{N_{шт.к.i}}$, час
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	7,3	1	2000	1	7,5→1,2	1,25→1,2	1	1	20,6	расчёт не требуется (комплексная деталь)
1	3,4	0,60	500	1,22	11→1,0	10→0,95	0,66	0,48	9,89	82,4
2	5,1	0,79	1000	1,12	8→1,1	2,5→1,1	0,84	0,74	15,24	254,1
3	6,9	1,25	600	1,22	8→1,1	2,5→1,1	0,84	1,28	26,37	263,68
4	5	0,96	900	1,12	7→1,2	1,3→1,2	1	1,08	22,25	333,72
5	7	0,97	500	1,22	7→1,2	2,5→1,1	0,92	1,09	22,45	187,1
6	2	0,42	2000	1	11→1,0	10→0,95	0,66	0,28	5,77	192,3
7	5,1	0,79	400	1,22	11→1,0	10→0,95	0,66	0,64	13,18	87,9
...
<i>i</i>	6,5	0,93	500	1,22	8→1,1	2,5→1,1	0,84	0,95	19,57	163,1
Итого: $T_{\Sigma N_{шт.к.}} = \Sigma T_{N_{шт.к.i}}$									29635,8	

8. Рассчитать трудоёмкость обработки $T_{N_{шт.к.i}}$ каждой детали рассматриваемой группы по формуле (4)

$$T_{шт.-к.i} = K_{Pi} \cdot T_{шт.-к. п.}, \quad (4)$$

где $T_{шт.-к. п.}$ – трудоёмкость обработки детали-представителя или комплексной детали.

9. Рассчитать трудоёмкость обработки годовой программы $T_{N_{шт.к.i}}$ каждой детали рассматриваемой группы

$$T_{Ni} = T_{шт.-к.i} \cdot N_i / 60 \text{ (час)} \quad (5)$$

где N_i – годовая программа выпуска i -той детали, мин.

10. Рассчитать общую трудоёмкость обработки годовой программы всех деталей рассматриваемой группы $T_{\Sigma N_{шт.к.}}$;
 11. Считать, что обработка деталей других групп будет выполняться в других цехах.
 12. Сдать отчёт на проверку.

Рекомендуемая литература:

1. Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 138 с., гл. 11–12.

Лабораторная работа № 4.
Расчёт количества станков и площади участка

Цель работы: получить навыки расчета количества оборудования, производственной и общей площади для обработки годовой программы всех деталей в цехе при мелкосерийном производстве.

Исходные данные:

1. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, с годовой программой выпуска;
2. Годовая трудоёмкость обработки каждой детали и всех деталей, обрабатываемых в проектируемом цехе (из отчёта по лабораторной работе № 3);
3. Технологический процесс обработки комплексной детали с указанием для каждой операции модели станка и штучно-калькуляционного времени обработки **одной** комплексной детали (из отчёта по лабораторной работе № 3).

Оборудование и необходимые документы:

1. Калькулятор;
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов».

Порядок выполнения работы:

1. В технологическом процессе обработки **комплексной детали** определить операции, в которых используется одна и та же модель станка (лабораторная работа № 3, таблица 1). Рассчитать общее штучно-калькуляционного времени обработки **одной** комплексной детали на каждой модели станка;

Например:

Таблица 1

Расчёт трудоёмкости выполнения операций с использованием одинаковой модели оборудования

Модель станка	Название детали	Номер операции (j), №	Суммарное время выполнения операций комплексной детали с использованием одинаковой модели оборудования $\Sigma t_{шт.-к j}$, МИН
1	2	3	4
16К20	комплексная деталь	1, 2, 6	$3,1 + 2,2 + 1,2 = 6,5$
16К20Ф3	комплексная деталь	3	3,3
676П	комплексная деталь	4	4,3
2135	комплексная деталь	5	1,6
Верстак, тисы	комплексная деталь	8	1,2
3М151	комплексная деталь	9	3,7
Трудоёмкость обработки одной комплексной детали, $T_{шт.-к цех компл}$, МИН			20,6

2. Рассчитать коэффициент использования оборудования каждой модели станка;

Например:

$$\alpha_{16К20} = \Sigma t_{шт.-к 16К20} / T_{шт.-к цех компл} = 6,5 / 20,6 = 0,32;$$

$$\alpha_{16К20Ф3} = \Sigma t_{шт.-к 16К20Ф3} / T_{шт.-к цех компл} = 3,3 / 20,6 = 0,16;$$

$$\alpha_{675П} = \Sigma t_{шт.-к 675П} / T_{шт.-к цех компл} = 4,3 / 20,6 = 0,21;$$

$$\alpha_{2135} = \sum t_{\text{шт.-к } 2125} / T_{\text{шт.-к цех компл}} = 1,6/20,6 = 0.08.$$

$$\alpha_{\text{верстак}} = \sum t_{\text{шт.-к верстак}} / T_{\text{шт.-к цех компл}} = 1,2/20,6 = 0.06;$$

$$\alpha_{3M151} = \sum t_{\text{шт.-к } 3M151} / T_{\text{шт.-к цех компл}} = 3,7/20,6 = 0.18;$$

$$\text{Проверка: } \sum \alpha_{\text{модели станка}} = 0,32+0,16+0,21+0,08+0,06+0,18 = 1,01 \approx 1.$$

3. Рассчитать требуемое количество оборудования для обработки годовой программы всех деталей в цехе

$$C_p = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}),$$

где $\sum T_{Ni}$ - общую трудоёмкость обработки годовой программы всех деталей рассматриваемой группы, ч; $F_{\text{дм}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч.

4. Рассчитать требуемое количество оборудования каждой модели станка $C_{p \text{ станка}}$ для обработки годовой программы всех деталей в цехе;

В нашем примере расчетное (C_p) и принятое ($C_{п}$) количество станков при двухсменной работе ($F_{\text{д2}} = 4015$ ч):

$$16K20: C_{p16K20} = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{16K20} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,32 = 2,36. \quad C_{п16K20} = 3 \text{ шт.}$$

$$16K20Ф3: C_{p16K20Ф3} = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{16K20Ф3} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,16 = 0,38. \quad C_{п16K20Ф3} = 1 \text{ шт.}$$

$$675П: C_{p675П} = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{675П} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,21 = 0,50. \quad C_{п675П} = 1 \text{ шт.}$$

$$2135: C_{p2135} = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{2135} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,08 = 0,19. \quad C_{п2135} = 1 \text{ шт.}$$

$$3M151: C_{p3M151} = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{3M151} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,18 = 0,43. \quad C_{п3M151} = 1 \text{ шт.}$$

$$\text{верстак: } C_p = (\sum T_{Ni} / F_{\text{дм}}) \cdot \alpha_{\text{в}} = (29635,8 : 4015) \cdot 0,06 = 0,14. \quad C_{п\text{в}} = 1 \text{ шт.}$$

$$C_{п} = \sum C_{пi} = 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ шт.}$$

Необходимо отметить малую загрузку станков в приведённом примере, у которых $C_p < 0,5$. Это означает, что во вторую смену работы на этом станке не будет. Работа цеха только в одну смену нерентабельна, поэтому необходимо будет привлекать дополнительные заказы. За счёт этого можно увеличить **общую** трудоёмкость обработки годовой программы всех деталей рассматриваемой группы. Желательно, чтобы $\sum T_{Ni} > 40000$ часов, а коэффициент использования оборудования каждой модели станка $\alpha_{\text{модели}} > 0,2$.

При увеличении $\sum T_{Ni} > 80000$ часов коэффициент использования оборудования каждой модели станка не так важен.

5. Рассчитать требуемую производственную площадь F цеха для размещения принятого количества станков

$$F = \sum_{i=1}^k f_i \cdot C_{пi}, \quad (7)$$

где k - количество моделей станков; $C_{пi}$ - принятое количество станков i -й модели; f_i - удельная площадь для размещения станков i -й модели, м^2 :

- $f_i = 7...10 \text{ м}^2$ - мелкие станки;
- $f_i = 10...20 \text{ м}^2$ - средние станки;
- $f_i = 20...60 \text{ м}^2$ - крупные станки;

Большая удельная площадь используется для мелкосерийного производства, меньшая - для массового и крупносерийного.

В нашем примере используется, в основном, среднее оборудование в условиях мелкосерийного производства, поэтому принимаем $f = 20 \text{ м}^2$. Тогда требуемая площадь для размещения 8 единиц оборудования ориентировочно составит 160 м^2 .

6. Для размещения комнат мастера (начальника цеха), технолога и других вспомогательных служб дополнительно требуется от 10% до 30% площади, занятой под основное оборудование (меньший процент для крупных цехов и участков). При выполнении лабораторной работы проектируется очень мелкий цех (количество станков менее 20). Принимаем, что все вспомогательные службы будут размещены на первом этаже территории цеха (участка), поэтому дополнительная площадь должна быть 100 %, тогда

$$F_{\text{доп}} = F \cdot 1 = 220 \cdot 1 = 220 \text{ м}^2.$$

Таким образом, общая площадь под участок в нашем примере ориентировочно составит: $F_{\text{общ}} = F + F_{\text{доп}} = 160 + 160 = 320 \text{ м}^2$.

Обычно для размещения вспомогательных служб необходимо не менее 150 м^2 , однако на производстве часть служб размещается в административном здании (начальник цеха, технологи, конструкторы).

7. Определить оптимальную компоновку цеха, ширину вспомогательных помещений и количество проездов (обычно $W_{\text{квсп}} = 5000 \text{ мм}$, количество проездов обычно 2), расположение станков относительно проезда и рассчитать оптимальную ширину цеха исходя из норм расстояний от тыльной стороны станка до стены ($W_{\text{т1}}$), ширины станка № 1+ глубина зоны оператора ($W_{\text{ст1}}$), ширины проезда между станками ($W_{\text{пр1}}$) и т.д. (см. учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов»).



Рис. 1. Схема расположения станков с двумя проездами и с четырьмя рядами станков

Окончательные размеры цеха могут быть немного больше расчётных, если это необходимо для рационального размещения оборудования и **создания резервной площади** для возможного расширения производства (обычно резервируется дополнительное место для 2-4-х станков).

8. Рассчитать длину производственного отделения, исходя из требуемой производственной площади и рационального размещения оборудования с соблюдением технических норм проектирования (см. учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов»);
9. Выполнить планировку оборудования в соответствии с принятой компоновкой и рассчитанной шириной цеха;
10. Сдать отчёт на проверку.

Рекомендуемая литература:

1. Козлов В.Н. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 138 с., гл. 11–12.

Лабораторная работа № 5
Проектирование складской и транспортной служб

Цель работы: получить навыки проектирования складской и транспортной служб.

Исходные данные:

1. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, с годовой программой выпуска;
2. Годовая трудоёмкость обработки каждой детали группы (из отчёта по лабораторной работе №5);
3. Технологический процесс обработки комплексной детали с указанием для каждой операции модели станка и штучно-калькуляционного времени обработки **одной** комплексной детали (из отчёта по лабораторной работе №5);
4. Количество станков в цехе каждой модели (из отчёта по лабораторной работе № 6);

Оборудование и необходимые документы:

1. Калькулятор;
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов».

Порядок выполнения работы:

1. Выписать порядковые номера деталей и операций их технологических процессов, исходя из плана планово-диспетчерского бюро (ПДБ) цеха на ближайшую неделю (задаётся преподавателем). Например, на станке № 1 (16К20, инвентарный № 001) будет выполняться операция № 1 детали № 2; на станке № 2 (16К20, инвентарный № 002) будет выполняться операция № 6 детали № 3; на станке № 3 (16К20Ф3, инвентарный № 003) будет выполняться операция № 3 детали № 5; и т.п., см. таблицу №1.

Например, из отчёта лабораторной работы № 5 было принято следующее количество оборудования каждой модели: $С_{П16К20}=2$, $С_{П16К20Ф3}=3$, $С_{П6Н82}=2$, $С_{П2135}=2$, $С_{ПВ}=1$, $С_{ПЗМ150}=1$ – всего 11 единиц оборудования.

Таблица 1

Загрузка станков в планируемый период (пример)

№ п/п	Порядковый (инвентарный) номер станка	Модель станка	№ детали	№ операции из техпроцесса детали	Продолжительность операции, $t_{шт.-к.}$, мин.	Размер партии, шт.	Количество смен на данной операции
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	001	16К20	2	1	5,1	300	3,6
2	002	16К20	3	6	3,2	300	2,3
3	003	16К20Ф3	5	3	17,3	497	10,2
4	004	16К20Ф3	5	3	17,3	497	10,3
5	005	16К20Ф3	8	3	17,3	100	4,1
6	006	6Н82	7	4	8,1	300	5,8
7	007	6Н82	1	4	8,1	100	1,9
8	008	2135	9	5	2,2	497	2,6
9	009	2135	10	5	2,2	300	1,6
10	010	Верстак	4	8	4,2	300	3,0
11	011	ЗМ150	6	9	5,7	300	4,1

В таблицу №1 в столбец 7 записываем принятое количество деталей в партии для каждой обрабатываемой детали. В примере указаны разные размеры партии, т.к.

разная годовая программа выпуска каждого изделия, разные требования по срокам и количеству готовых деталей у заказчиков и т.п.

В таблицу №1 в столбец 8 записываем количество смен при обработке принятой партии на **одном** станке, которое рассчитываем по формуле $k_{см} = t_{шт.-к.} \times n_{пр} / \tau_{см}$.

2. Определить количество первых операций в предстоящую неделю (считаем, что запас заготовок на цеховом складе должен обеспечить бесперебойную работу цеха в течение недели, даже если не будет поставок заготовок в этот период).

В нашем примере первая операция будет выполняться при обработке детали № 2 на станке с инвентарным номером № 001 (16K20). Эта первая операция детали № 2 будет выполняться в течение 3,6 смен (почти двое суток), после чего может начаться обработка первой операции для другой детали. Например, по плану ПДБ будет начата обработка детали № 6 с партией 300 шт., обрабатываться будут в течение 3,6 смен (почти двое суток).

Затем, например, начнётся обработка партии деталей № 4 ($n_{пр4} = 500$ шт., $t_{шт.-к.1} = 5,1$ мин, $k_{см} = t_{шт.-к.} \times n_{пр} / \tau_{см} = 5,1 \times 500 / 420 = 6$ смен) в течение трёх суток.

Таким образом в предстоящую неделю (2 суток +2 суток +3 суток) необходимо на складе иметь заготовки для первой операции для детали № 2 (300 шт), для детали № 6 (300 шт), для детали № 4 (500 шт), т.е. необходимо хранение 1100 шт. заготовок.

3. Назначить габаритные размеры контейнера для хранения заготовок и рассчитать его вместимость.

Считаем, что заготовки соответствуют заготовкам для комплексной детали. Исходя из габаритных размеров и веса заготовки (см. чертёж детали) рассчитываем вместимость контейнера. Принимаем габаритные размеры контейнера $430 \times 700 \times 400$ (ширина \times длина \times высота) для каркасного стеллажа с размерами ячейки $450 \times 710 \times 500$ ($b_{яч} = 450$ мм, $h_{яч} = 500$ мм, см. уч. пособие, стр. 75, таблица 16.1).

Например, мерная заготовка имеет диаметр 70 мм, длину 210 мм, вес 6,38 кгс $Q = (\pi \cdot d^2 / 4) \cdot l \cdot q$ [кгс], где d – диаметр заготовки [мм], l – длина заготовки [мм], q – удельный вес материала заготовки (для стали $q = 7,9 \cdot 10^{-6}$ кгс/мм³). В контейнере с длиной 700 мм по длине поместится 3 заготовки ($700/210 = 3,3$ шт.), по ширине – 6 заготовок ($430/70 = 6,1$), по высоте будет 5 рядов ($400/70 = 5,7$). Всего в контейнер поместится 90 заготовок ($3 \times 6 \times 5 = 90$ шт.), общий вес заготовок 574,2 кгс ($90 \text{ шт} \times 6,38 \text{ кгс} = 574,2 \text{ кгс}$), вес пустого контейнера 35 кгс, вес контейнера с заготовками 609,2 кгс. Считаем, что это приемлемо, т.к. грузоподъёмность манипулятора электрокары 650 кгс.

4. Рассчитать количество контейнеров для хранения мерных заготовок для первой операции.

Для хранения всех 1100 заготовок для первой операции потребуется контейнеров: с заготовками детали № 2 4 контейнера ($300/90 = 3,3 \approx 4$), с заготовками детали № 6 4 контейнера ($300/90 = 3,3 \approx 4$), с заготовками детали № 4 6 контейнеров ($500/90 = 5,5 \approx 6$), т.е. всего 14 контейнеров.

5. Рассчитать ширину стеллажа для размещения контейнеров с заготовками для первой операции.

Для хранения контейнеров потребуется многоярусные стеллажи высотой $h_{ст} = 3500$ мм. Количество ярусов по высоте $k_{яр} = h_{ст} / h_{яч} = 3500 / 500 = 7$ ярусов. Для размещения 14 контейнеров потребуется 900 мм ширины стеллажа $[(14/7) \times b_{яч} = 2 \times 450 = 900 \text{ мм}]$.

6. Рассчитать количество контейнеров для размещения всех заготовок в цехе у станков.

Одновременно необходимо контейнеры у рабочих позиций для размещения всей партии заготовок плюс один пустой контейнер для укладки обработанных деталей пока не освободится один контейнер для его размещения на площадке обработанных деталей на рассматриваемой операции. Т.к. партии заготовок разные, то принимаем наибольшую партию. В нашем случае 497 шт. Для их размещения потребуется $k_{\text{конт п max}} = n_{\text{max}} / 90 = 497 / 90 = 5,5 \approx 6$ контейнеров. Общее количество контейнеров $k_{\text{конт общ}} = (k_{\text{конт п max}} + 1) \times C_{\text{пр ст}} = (6 + 1) \times 11 = 77$ шт.

7. Рассчитать количество контейнеров для размещения всех заготовок на складе межоперационного хранения.

В том случае, когда станок на следующей операции ещё занят, необходимо партию заготовок хранить на складе межоперационного хранения. Считаем, что в худшем случае после каждой операции необходимо отправлять контейнеры с заготовками на склад межоперационного хранения, т.е. там необходимо зарезервировать места для $k_{\text{конт п max}}$ (в нашем примере 66 контейнеров). Всего на складе заготовок и межоперационного хранения необходимо иметь ячейки для 143 контейнеров (77+66). Для их размещения понадобится ширина стеллажа $b_{\text{ст}} = (143/7) \times b_{\text{яч}} = 20,4 \times 450 \approx 21 \times 450 = 9450$ мм.

8. Рассчитать количество прутков для получения мерных заготовок для первой операции.

В том случае, когда для первой операции требуется прутки, необходимо рассчитать количество прутков. Длина прутка 6000 мм, при длине заготовки 210 мм из одного прутка получится 28 заготовок ($6000/210 = 28,57$), с учётом 4 мм на ширину реза. Всего потребуется прутков: $1100/28 = 39,3 \approx 40$ шт.

Для хранения прутков одна из стен склада должна иметь длину не менее 7000 мм, чтобы была возможность зайти с торца стеллажа и найти на торце прутков маркировку. При глубине яруса $b_{\text{яч}} = 700$ мм на одном ярусе разместится 10 заготовок ($b_{\text{яч}}/d_{\text{заг}} = 700/70 = 10$ шт). Обычно прутки укладываются в 3 ряда, тогда на одном ярусе поместится 30 прутков. Для 40 прутков потребуется 2 яруса. Обычно на одном ярусе хранятся прутки одного диаметра и из одного материала. Количество ярусов для прутков: $h_{\text{ст}}/h_{\text{яч}} = 3500/400 = 8,75 \approx 9$ шт. На торце прутков клеймится марка материала и диаметр прутка. Дополнительно используется также краска различных цветов для разных материалов.

9. Выполнить планировку склада заготовок и межоперационного хранения с учётом сделанных расчётов. Расстояние между стеллажами на противоположных стенах должно быть не менее 3500 мм для маневрирования вилочного электропогрузчика. С его помощью контейнеры и прутки будут размещаться на стеллажах.
10. Выполнить планировку склада вспомогательных материалов. Его площадь обычно 9-15 м².
11. Рассчитать количество ручных тележек для доставки заготовок к рабочим местам.

Для предотвращения перевалок контейнеры с заготовками устанавливаются на ручные тележки и вручную доставляются к рабочим местам. У рабочего места на площадке обработанных заготовок дополнительно размещается ручная тележка с пустым контейнером, куда будут укладываться обработанные на этом станке заготовки. Ещё одна тележка будет использоваться для очередной загрузки заготовок, поэтому ручных тележек должно быть в три раза больше, чем рабочих позиций. Т.к. вес контейнера с заготовками большой, то на тележку будет устанавливаться один контейнер.

Число ручных тележек в нашем примере должно быть не менее 33, 1 электропогрузчик или 1 электрокара с манипулятором. На складе заготовок устанавливается также кран-балка. Если вес заготовки больше 12 кгс, то её установка на станок выполняется с помощью поворотного (консольного) крана.

12. Сдать отчёт на проверку.

Лабораторная работа № 6
Проектирование инструментальной службы

Цель работы: получить навыки проектирования инструментальной службы.

Исходные данные:

5. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, с годовой программой выпуска;
6. Годовая трудоёмкость обработки каждой детали группы (из отчёта по лабораторной работе №5);
7. Технологический процесс обработки комплексной детали с указанием для каждой операции модели станка и штучно-калькуляционного времени обработки **одной** комплексной детали (из отчёта по лабораторной работе №5);
8. Количество станков в цехе каждой модели (из отчёта по лабораторной работе № 6);
9. Операционные карты деталей, обрабатываемых в цехе за указанный период (2-е смены) для каждого станка с указанной партией деталей.

Оборудование и необходимые документы:

1. Калькулятор;
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов».

Порядок выполнения работы:

1. Выписать порядковые номера деталей и операций их технологических процессов, исходя из плана планово-диспетчерского бюро (ПДБ) цеха на ближайшую неделю (задаётся преподавателем). Например, на станке № 1 (16К20, инвентарный № 001) будет выполняться операция № 1 детали № 2; на станке № 2 (16К20, инвентарный № 002) будет выполняться операция № 6 детали № 3; на станке № 3 (16К20Ф3, инвентарный № 003) будет выполняться операция № 3 детали № 5; и т.п., см. таблицу №1.

Например, из отчёта лабораторной работы № 5 было принято следующее количество оборудования каждой модели: $С_{П16К20}=2$, $С_{П16К20Ф3}=3$, $С_{П6Н82}=2$, $С_{П2135}=2$, $С_{ПВ}=1$, $С_{ПЗМ150}=1$ – всего 11 единиц оборудования.

Таблица 1

Загрузка станков в планируемый период (пример)

№ п/п	Порядковый (инвентарный) номер станка	Модель станка	№ детали	№ операции из техпроцесса детали	Продолжительность операции, $t_{шт.-к.,}$ мин.	Размер партии, шт.	Количество смен на данной операции
1	2	3	4	5	6	7	8
1	001	16К20	2	1	5,1	300	3,6
2	002	16К20	3	6	3,2	300	2,3
3	003	16К20Ф3	5	3	17,3	497	10,2
4	004	16К20Ф3	5	3	17,3	497	10,3
5	005	16К20Ф3	8	3	17,3	100	4,1
6	006	6Н82	7	4	8,1	300	5,8
7	007	6Н82	1	4	8,1	100	1,9
8	008	2135	9	5	2,2	497	2,6
9	009	2135	10	5	2,2	300	1,6
10	010	Верстак	4	8	4,2	300	3,0
11	011	ЗМ150	6	9	5,7	300	4,1

В таблицу №1 в столбец 7 записываем принятое количество деталей в партии для каждой обрабатываемой детали. В примере указаны разные размеры партии, т.к. разная годовая программа выпуска каждого изделия, разные требования по срокам и количеству готовых деталей у заказчиков и т.п.

Количество смен при обработке принятой партии на **одном** станке рассчитываем по формуле $k_{см} = t_{шт.-к.} \times n_{пр} / \tau_{см}$.

2. Из операционных карт обработки **комплексной детали** или деталей, обрабатываемых в цехе за указанный период, определить наименование и основные параметры режущих и измерительных инструментов, технологической оснастки, которые будут использоваться на выполняемых операциях.
3. Рассчитать время непрерывной работы инструмента каждого наименования для каждого станка, требуемое количество инструментов исходя из стойкости, принятой при расчёте режимов резания (из отчёта по лабораторной работе №5).
4. Рассчитать требуемое количество режущих инструментов с учётом страхового запаса (см. учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов»).
5. Рассчитать требуемую площадь инструментальной кладовой, считая, что в течение месяца будут использоваться эти же инструменты при той же интенсивности износа.
6. Выполнить планировку инструментальной кладовой и заточного отделения.
7. Сдать отчёт на проверку.

Лабораторная работа № 7 Проектирование службы управления и подготовки производства

Цель работы: получить навыки проектирования службы управления и подготовки производства.

Исходные данные:

1. Чертежи деталей, обрабатываемых в цехе за 1 год, с годовой программой выпуска;
2. Годовая трудоёмкость обработки каждой детали группы (из отчёта по лабораторной работе №5);
3. Технологический процесс обработки комплексной детали с указанием для каждой операции модели станка и штучно-калькуляционного времени обработки **одной** комплексной детали (из отчёта по лабораторной работе №5);
4. Количество станков в цехе каждой модели (из отчёта по лабораторной работе № 6);
5. Операционные карты деталей, обрабатываемых в цехе за указанный период (2-е смены) для каждого станка с указанной партией деталей.

Оборудование и необходимые документы:

1. Калькулятор;
2. Карандаш;
3. Стиральная резинка;
4. Линейка;
5. Учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов».

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с типовой структурой управления цехом (см. учебное пособие «Проектирование механосборочных цехов»).
2. Нарисовать структуру управления проектируемого цеха, проставить на структуре цифры, соответствующие порядку передачи указаний или информации в период долгосрочной подготовки производства и накануне производственных суток.
3. На планировке цеха указать все подразделения, отделы и должностные лица, задействованные в подготовке и управлении производством в соответствии с разработанной структурой службы подготовки и управления производством.
4. Сдать отчёт на проверку.

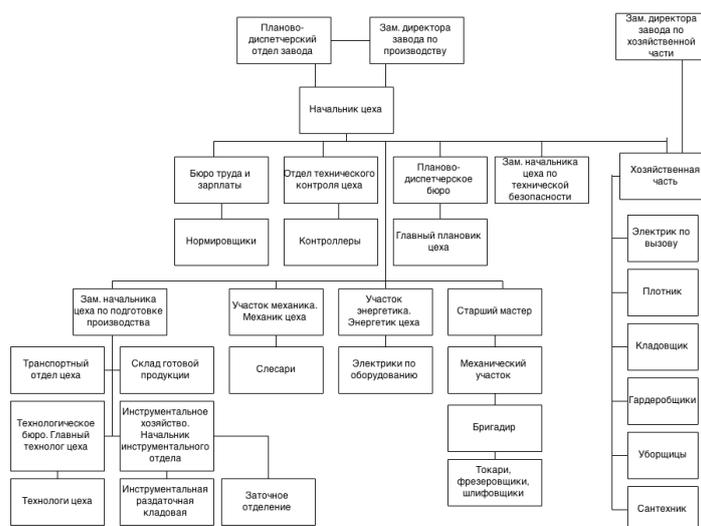


Рис. 1. Структура службы подготовки и управления производством небольшого цеха

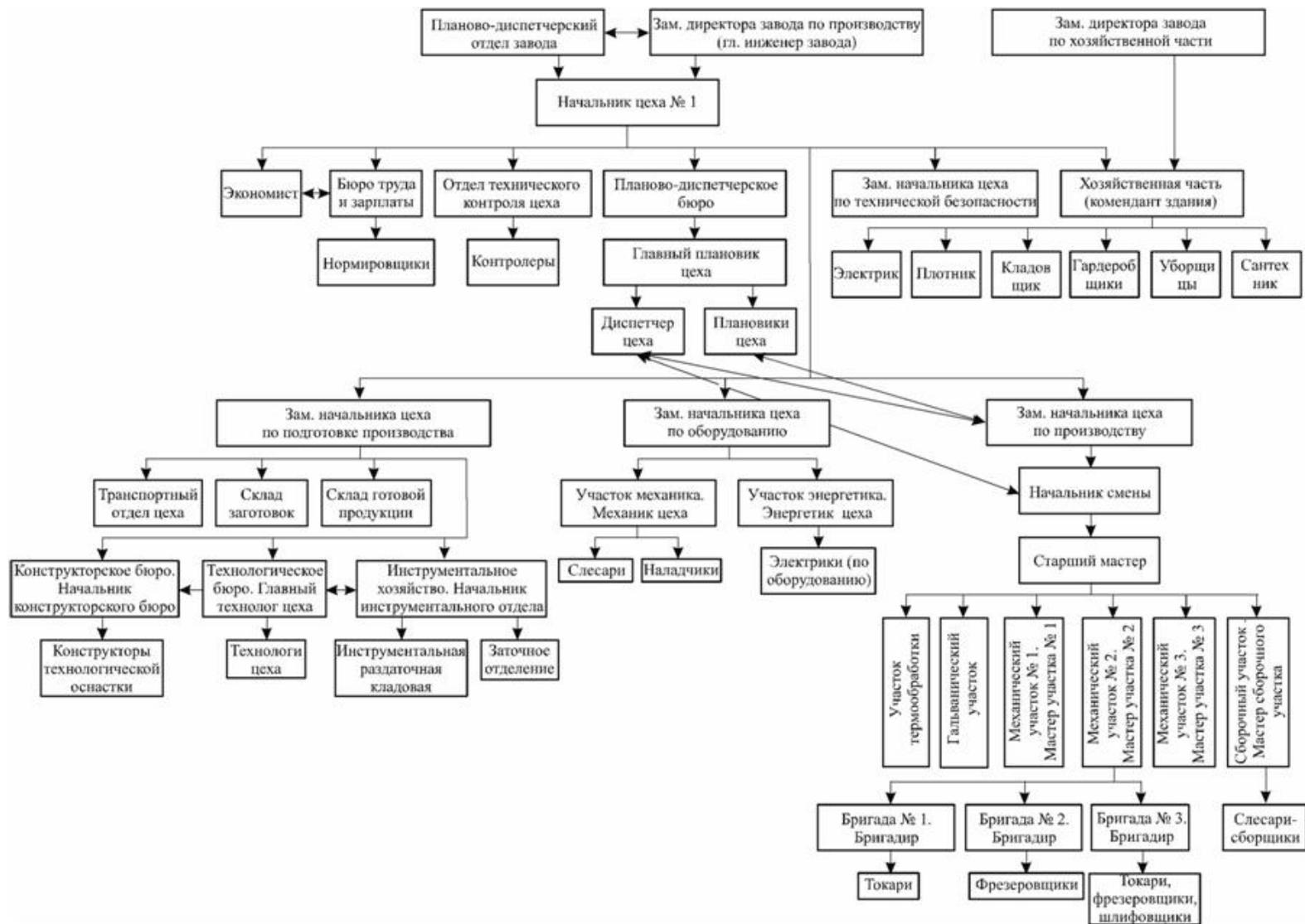


Рис. 2. Структура службы подготовки и управления производством **большого** цеха

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ

Проектирование механосборочных цехов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ЦЦОТ, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Н. Козлов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 25 с.

Составители

доц. ОМ ИШНПТ, канд. техн. наук

В.Н. Козлов

Рецензент

доц. ОМ ИШНПТ, канд. техн. наук

А.Ю. Арляпов

Подписано к печати 05.11.2012. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.

Заказ . Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ.** 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru