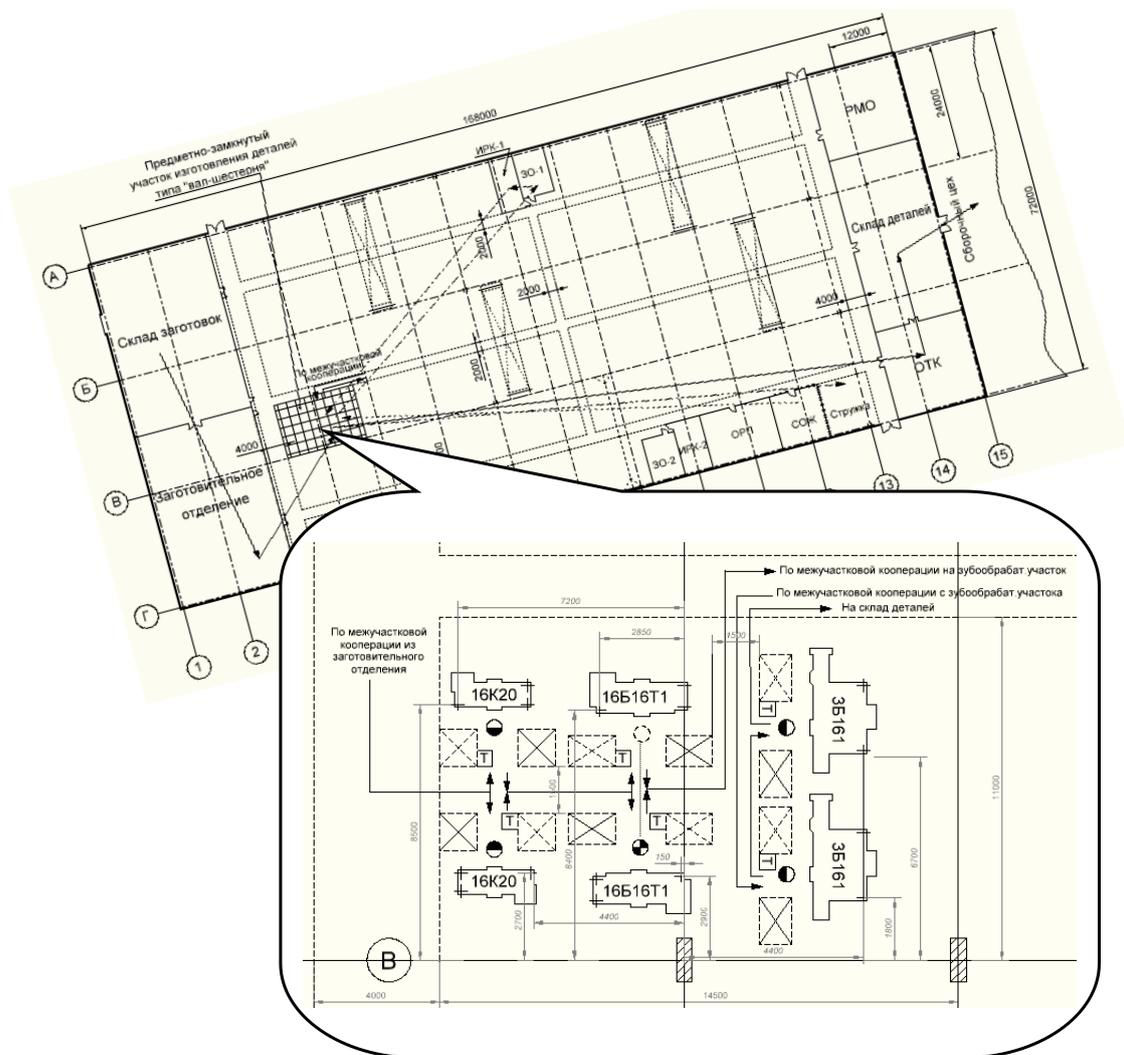


К.П. Помпеев

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ



Санкт-Петербург
2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

К.П. Помпеев

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**Учебное пособие
по выполнению контрольной работы**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2016

Помпеев К.П. Организация производства. Учебное пособие по выполнению контрольной работы. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 53 с.

В учебном пособии содержится общая методика выполнения контрольной работы по дисциплине «Организация производства» для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки 12.03.01 «Приборостроение» и 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

Контрольная работа включает в себя расчет и проектирование механического цеха с вычерчиванием его компоновки, а также разработку планировки предметно-замкнутого участка изготовления деталей определенного типа.

В пособии представлены варианты задания на контрольную работу, пример ее выполнения и методические указания по оформлению ее графической части с использованием свободно распространяемой программы Splan70.

Учебное пособие также может быть использовано студентами приборостроительного и машиностроительного профилей при выполнении ими выпускных квалификационных работ при необходимости разработки компоновок цехов и планировок участков.

Рекомендовано к печати Ученым советом мегафакультета компьютерных технологий и управления, протокол № 8 от 11.10.2016.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2016

© Помпеев К.П. 2016

Оглавление

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Задание на контрольную работу и методические указания к ее выполнению | 4 |
| 1.1 | Цели и задачи контрольной работы | 4 |
| 1.2 | Задания на контрольную работу..... | 4 |
| 1.3 | Методические указания к выполнению контрольной работы..... | 8 |
| 2 | Пример выполнения контрольной работы..... | 14 |
| 3 | Методические указания к оформлению графической части контрольной работы в программе Splan70 | 24 |
| 3.1 | Основные элементы интерфейса программы Splan70..... | 24 |
| 3.2 | Оформление графической части контрольной работы в программе Splan70 | 26 |
| | Литература | 39 |
| | Приложение 1 | 40 |
| | Приложение 2 | 42 |
| | Приложение 3 | 43 |
| | Приложение 4 | 45 |
| | Приложение 5 | 46 |
| | Приложение 6 | 52 |

1 Задание на контрольную работу и методические указания к ее выполнению

1.1 Цели и задачи контрольной работы

Контрольная работа является самостоятельной работой студента, завершающей изучение курса «Организация производства». Цель контрольной работы – наделить студентов комплексом знаний, необходимых для построения производственного процесса, умением проводить расчеты отдельных подсистем механосборочного производства, разработки оптимального варианта структуры планировки производственной системы с использованием современных инструментальных средств.

Студент должен получить необходимые знания для решения следующих практических задач:

- 1) разработка общего производственного процесса изготовления деталей-представителей;
- 2) определение потребного количества и номенклатуры основного и вспомогательного оборудования;
- 3) определение необходимого фонда рабочего времени и потребности в рабочей силе;
- 4) определение потребных площадей, внутренней планировки цехов и вспомогательных помещений;
- 5) разработка систем транспортирования заготовок и готовых деталей;
- 6) построение схемы информационных связей с формированием контуров управления в производственном процессе;
- 7) разработка и организация систем обеспечения и систем контроля производственных процессов;
- 8) разработка планировки производственной системы.

1.2 Задания на контрольную работу

При изучении курса «Организация производства» студенты выполняют контрольную работу, включающую в себя расчет и проектирование механического цеха по изготовлению деталей к металлорежущим станкам с вычерчиванием его компоновки, а также разработку планировки предметно-замкнутого участка изготовления деталей определенного типа. Проектирование цеха и участка проводится для условий среднесерийного выпуска продукции.

Исходные данные для проектирования механического цеха определяются студентом по цифрам шифра зачетной книжки в соответствии с данными таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования механического цеха

| Параметры | Варианты и исходные данные | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | | |
| Годовая программа изделия Q , шт. | 2000 | 1900 | 1700 | 2200 | 2300 | 2400 | 2600 | 2900 | 2700 | 3000 |
| предпоследняя цифра шифра студента | | | | | | | | | | |
| Средняя масса G_x выпускаемого изделия, кН | 41 | 39 | 36 | 43 | 44 | 41 | 40 | 42 | 44 | 45 |
| последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | | |
| Станкочасовое время h_n обработки 1 кН деталей изделия-представителя, ч | 10,8 | 11,0 | 10,0 | 9,5 | 8,0 | 7,35 | 7,2 | 7,0 | 8,6 | 8,5 |
| предпоследняя цифра шифра студента | | | | | | | | | | |
| Средняя масса G_n изделия расчетного представителя, кН | 56 | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 40 | 39 | 38 |
| последняя цифра шифра студента | | | | | | | | | | |
| Номер технологического процесса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Тип металлорежущих станков, выпускаемых предприятием, к которым проектируемый механический цех изготавливает детали, определяется студентом по последней цифре шифра зачетной книжки в соответствии с данными таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные для определения состава оборудования цеха

| Последняя цифра шифра студента | Тип станков, выпускаемых предприятием |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1, 2 | Токарно-винторезные станки |
| 3, 4 | Специальные и агрегатные станки |
| 5, 6 | Координатно-расточные станки |
| 7, 8 | Горизонтально-расточные станки |
| 9, 0 | Зубообрабатывающие станки |

Выбранный тип станков, выпускаемых предприятием, определяет состав оборудования механического цеха в соответствии с данными таблицы 5.

Проектирование механического цеха проводится по технико-экономическим показателям.

Номер технологического процесса (ТП), тип детали и последовательность ее изготовления приводятся в таблице 3. При анализе технологического процесса студент должен определить, какие станки целесообразно вынести за пределы предметно-замкнутого участка и где они должны располагаться.

Контрольная работа выполняется в электронном виде на листах формата А4 и должна содержать пояснительную записку на 10...12 страницах и графический материал, выполненный в программе Splan70. В этой программе проведена замена базы электронных компонентов на базу шаблонов станков и условных обозначений.

Таблица 3 – Исходные данные для разработки планировки участка

| Номер ТП | Тип детали | Последовательность обработки детали по ТП | Технологическое оборудование | Число ед. |
|----------|--------------|---|------------------------------|-----------|
| 1 | Вал-шестерня | 005 Фрезерно-центровальная* | MP71 | 1 |
| | | 010 Токарная | 16K20 | 1 |
| | | 015 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 2 |
| | | 020 Зубодолбежная* | 5122 | 1 |
| | | 025 Бесцентровошлифовальная | 3М185 | 1 |
| | | 030 Круглошлифовальная | 3М153 | 2 |
| 2 | Вал шлицевой | 005 Фрезерно-центровальная* | MP71 | 1 |
| | | 010 Токарная | 16K20 | 2 |
| | | 015 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 4 |
| | | 020 Шлицефрезерная* | 5350 | 1 |
| | | 025 Шлицешлифовальная* | 3451 | 1 |
| 3 | Обойма | 005 Отрезная* | 8В66А | 1 |
| | | 010 Токарная с ЧПУ | 1720ПФ3 | 2 |
| | | 015 Фрезерная с ЧПУ | 6Р13РФ3 | 1 |
| | | 020 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 2 |
| | | 025 Сверлильная с ЧПУ | 2Р135РФ2-1 | 1 |
| 4 | Оправа | 005 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 2 |
| | | 010 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| | | 015 Фрезерная | 6Р13 | 1 |
| | | 020 Внутришлифовальная | 3К227В | 1 |
| | | 025 Круглошлифовальная | 3М153 | 1 |

| Номер ТП | Тип детали | Последовательность обработки детали по ТП | Технологическое оборудование | Число ед. |
|----------|------------|---|------------------------------|-----------|
| 5 | Ось | 005 Фрезерно-центровальная* | MP71 | 1 |
| | | 010 Токарная | 16K20 | 2 |
| | | 015 Токарная с ЧПУ | ИРТ180ПМФ4 | 2 |
| | | 020 Фрезерная | 6P13 | 1 |
| | | 025 Круглошлифовальная | 3Б161 | 1 |
| 6 | Корпус | 005 Фрезерная | 6P13 | 1 |
| | | 010 Фрезерная с ЧПУ | ИР320ПМФ4 | 2 |
| | | 015 Фрезерная с ЧПУ | 6560МФ3 | 1 |
| | | 020 Плоскошлифовальная | 3Е711В | 1 |
| | | 025 Внутришлифовальная | 3К227В | 1 |
| 7 | Крышка | 005 Токарная | 16K20 | 1 |
| | | 010 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 2 |
| | | 015 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| | | 020 Фрезерная | 6P13 | 1 |
| | | 025 Круглошлифовальная | 3М153 | 1 |
| 8 | Фланец | 005 Токарная | 16K20 | 1 |
| | | 010 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 2 |
| | | 015 Внутришлифовальная | 3К227В | 1 |
| | | 020 Фрезерная | 6P13 | 1 |
| | | 025 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| 9 | Опора | 005 Токарная с ЧПУ | 1720ПФ3 | 1 |
| | | 010 Фрезерная | 6P13 | 2 |
| | | 015 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| | | 020 Горизонтально-фрезерная | 6P82Г | 1 |
| | | 025 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| 10 | Цилиндр | 005 Токарная | 16K20 | 1 |
| | | 010 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 1 |
| | | 015 Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | 1 |
| | | 020 Сверлильная | 2Н135 | 1 |
| | | 025 Круглошлифовальная | 3М153 | 1 |
| | | 030 Внутришлифовальная | 3К227В | 1 |

* – рассмотреть вопрос о межучастковой кооперации

Студент должен разработать компоновку цеха и планировку предметно-замкнутого участка изготовления детали по технологическому процессу. С техническими характеристиками станков, используемых в ТП, можно

ознакомиться в [7]. На компоновке цеха необходимо привести схему материальных потоков по перемещению заготовок-деталей, инструментов и стружки, а на планировке предметно-замкнутого участка – только схему материальных потоков по перемещению заготовок-деталей.

1.3 Методические указания к выполнению контрольной работы

В пояснительной записке все обоснования и расчеты выполняются в приведенной ниже последовательности.

1. Определение суммарной станкочасовой нормы в часах производится в зависимости от годовой программы Q и средней массы изделий G_x , изделия-представителя G_n и станкочасовой нормы h_n обработки 1 кН деталей этого изделия, приведенных в табл. 1. Суммарная станкочасовая норма T определяется по формуле

$$T = \frac{G_x h_n Q}{k_B}, \text{ (ч)},$$

где k_B – коэффициент веса; $k_B = \sqrt[3]{\left(\frac{G_x}{G_n}\right)^2}$.

2. Определяется расчетное число станков, необходимое для выполнения годовой программы

$$C = \frac{T}{F_{д.з}},$$

где $F_{д.з}$ – действительный годовой фонд времени оборудования (см. таблицу 4) при его работе в одну, две или три смены, ч.

Таблица 4 – Действительный годовой фонд времени оборудования ($F_{д.з}$)

| $F_{д.з}$, ч, при числе смен работы | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Одна | Две | Три |
| 2040 | 4015 | 5960 |

Принятое число станков S производственного отделения составит

$$S = \frac{C}{\eta_{заг.сп}}, \text{ шт.},$$

где $\eta_{заг.сп}$ – средний коэффициент загрузки станков (для серийного производства принять $\eta_{заг.сп} = 0,85$).

3. Определяется состав оборудования. Каждый тип станков принимается в процентном отношении от принятого числа станков в соответствии с рекомендациями [6], приведенными в таблице 5.

Таблица 5 – Процентный состав оборудования механического цеха

| № п/п | Типы станков | Завод токарно-винторезных, специальных и агрегатных станков | Завод горизонтально-и координатно-расточных станков | Завод зубообрабатывающих станков |
|--------------|--|---|---|----------------------------------|
| 1 | Токарно-винторезные | 19 | 16 | 18 |
| 2 | Токарно-револьверные | 4 | 3 | 5 |
| 3 | Токарные автоматы и полуавтоматы | 2,5 | – | 1 |
| 4 | Токарно-карусельные | 2 | 1 | 2,5 |
| 5 | Расточные | 6 | 7 | 6 |
| 6 | Координатно-расточные | 1,5 | – | – |
| 7 | Сверлильные | 10 | 5 | 5 |
| 8 | Фрезерные | 15 | 13 | 11 |
| 9 | Строгальные и долбежные | 5 | 8 | 4 |
| 10 | Протяжные | 1 | 1 | 1 |
| 11 | Шлифовальные | 12 | 13 | 12 |
| 12 | Зубообрабатывающие | 6 | 9 | 10 |
| 13 | Специальные, агрегатные, автоматы и полуавтоматы | 15 | 22 | 23 |
| 14 | Отрезные | 1 | 2 | 1,5 |
| Итого | | 100 | 100 | 100 |
| из них с ЧПУ | | 22 | 15 | 16 |

4. Определяется количество производственных и вспомогательных рабочих, МОП, ИТР и СКП.

Число станочников определяется по формуле:

$$P_{ст} = \frac{S \cdot F_{д.г} \cdot \eta_{заг.сп}}{F_{д.р} \cdot k_{м.сп}} = \frac{F_{д.г} \cdot \eta_{заг.сп}}{F_{д.р}} \cdot \left(\frac{S_1}{k_{м_1}} + \frac{S_2}{k_{м_2}} + \frac{S_3}{k_{м_3}} \right), \text{ чел.},$$

где $F_{д.р}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, равный **1800** ч (при 24-дневном отпуске);

$k_{м.ср}$ – средний коэффициент многостаночного обслуживания по цеху;

S_1 – число токарных автоматов и полуавтоматов, станков с ЧПУ и агрегатных станков, у которых $k_{м1} = 1,5 \dots 2$;

S_2 – число зубообрабатывающих станков, у которых $k_{м2} = 3 \dots 5$;

S_3 – число всех остальных станков, у которых $k_{м3} = 1$.

При этом $S_1 + S_2 + S_3 = S$.

Число производственных рабочих с учетом слесарей производственного отделения составит $P_{пр} = (1,03 \dots 1,05)P_{см}$.

Число вспомогательных рабочих принимается в процентном отношении от числа производственных рабочих $P_в = (0,18 \dots 0,25)P_{пр}$, а число МОП, ИТР и СКП – в процентном отношении от общего числа рабочих цеха ($P_{ц}$), то есть суммы производственных и вспомогательных рабочих. Соответственно $P_{МОП} = (0,02 \dots 0,03)P_{ц}$, $P_{ИТР} = (0,11 \dots 0,13)P_{ц}$ и $P_{СКП} = (0,04 \dots 0,05)P_{ц}$.

5. Определяется площадь производственного отделения по общей удельной площади на каждый станок, с учетом организации у станков мест под складирование в таре партий заготовок и деталей. Так как размеры станков при укрупненном расчете цеха неизвестны, то значение общей удельной площади в контрольной работе условно принять как для средних станков, то есть $29 \dots 34 \text{ м}^2$ на каждый станок.

6. По укрупненным показателям рассчитывается площадь каждого вспомогательного отделения и обосновывается место их расположения.

Укрупненно площади заготовительного отделения, склада заготовок и материалов можно принять в размере 10% от площади производственного отделения каждое. Площадь склада деталей (с учетом возможности межоперационного складирования) можно принять 8...9% от площади производственного отделения.

Укрупненно площадь ОТК можно принять в размере 3...5% от площади производственного отделения.

Площадь заточного отделения принимается по удельной площади на каждый станок отделения, равной $10 \dots 12 \text{ м}^2$. Число станков отделения составляет 4...6% от числа станков, обслуживаемых заточкой. Число станков, обслуживаемых заточкой – это принятое число станков S за вычетом протяжных, шлифовальных и зубообрабатывающих станков. При числе станков, обслуживаемых заточкой более 200, в цехе предусматривают два заточных отделения, то есть площадь каждого из них равна половине расчетной.

Расчет площади ремонтно-механического отделения производить по удельной площади на каждый станок отделения, равной $28 \dots 30 \text{ м}^2$. Число станков отделения составляет 3,5...5% от принятого числа станков S .

Расчет площади отделения по ремонту приспособлений производить по удельной площади на каждый станок отделения, равной 17...22 м². Число станков отделения составляет 1,5...4% от принятого числа станков S .

Удельную площадь при расчете площади инструментальной кладовой принять 0,4 м² на каждый станок цеха и 0,15 м² на каждого слесаря цеха. Число станков цеха в контрольной работе принять равным сумме принятого числа станков S и станков заточного и ремонтно-механического отделений, а также отделения по ремонту приспособлений. Количество слесарей цеха равно сумме слесарей производственного отделения и 60% вспомогательных рабочих. Число инструментальных кладовых в цехе равно числу заточных отделений.

Площади отделений по сбору и переработке стружки и по приготовлению и раздаче СОЖ принять укрупненно в размере 100...120 м² каждого.

7. Путем суммирования площадей производственного и вспомогательных отделений определяют общую площадь цеха, назначают сетку колонн и уточняют длину цеха. Задаваясь числом пролетов, следует помнить, что современные здания состоят из типовых секций с размерами 72x72 м или 72x144 м, то есть при ширине пролета в 24 м число их может быть 3 или 6; при ширине пролетов 18 м – 4 или 8.

8. Графическая часть работы содержит компоновку цеха и планировку предметно-замкнутого участка, которые оформляются согласно [1...6] с учетом приведенных ниже рекомендаций.

8.1. Компоновочный план в зависимости от размеров цеха выполняется в масштабе 1:400 или 1:200. Вместо колонн допускается наносить на план только их оси. Предварительно следует задаться, в каких пролетах будут расположены мелкие, средние и крупные станки. После этого в каждом пролете пунктиром наносятся продольные проезды шириной 2 м.

Расположение проездов должно быть таким, чтобы можно было судить о количестве рядов станков в пролете.

Затем приступают к размещению вспомогательных отделений цеха. Эти отделения не должны перекрывать продольные проходы (проезды).

При размещении вспомогательных отделений учитывают следующие положения:

а) заточное отделение всегда располагают смежно с инструментальной кладовой и кладовой приспособлений в боковом пролете у стены, ближе к середине производственного отделения. Не рекомендуется располагать ИРК в конце цеха. В случае если в цехе имеется по два заточных отделения и по две кладовых, то их располагают в боковых пролетах у стен ближе к середине производственного отделения так, чтобы расстояние от наиболее удаленного рабочего места до одного из них не превышало 100 м и не было бы разрыва между ними и другими вспомогательными отделениями, расположенными у стены в одном из боковых пролетов.

б) заготовительное отделение и склад заготовок располагают смежно в начале цеха. Они отделяются от станочных отделений поперечным магистральным проездом шириной не менее 4 м.

в) помещение ОТК смежно или совместно со складом деталей располагают за станочным отделением. Между ними и станочным отделением устраивают поперечный магистральный проезд шириной не менее 4 м. Контроль крупных деталей должен осуществляться непосредственно на станках или на площадках у этих станков. Центральный проход (проезд) пролета, где размещены крупные станки, должен быть свободным до начала сборочного цеха.

г) если в цехе имеется отделение переработки стружки, то его располагают в конце цеха у въездных ворот.

д) ремонтно-механическое отделение, где может производиться сварка и газовая резка, располагают у наружной стены в торце здания или в боковом пролете, где расположены участки крупных станков.

Если расстояние между двумя поперечными магистральными проездами более 60 м, то для сообщений между пролетами создают через каждые 40...60 м дополнительные поперечные проходы шириной 2 м. Эти проходы связывают крайние продольные проходы боковых пролетов.

На компоновочном плане надо показать въездные ворота в здание, совмещенные с магистральными проездами. Кроме того, следует указать эвакуационные и транспортные двери во всех вспомогательных отделениях.

На компоновочном плане указываются длина и ширина цеха, сетка и нумерация колонн, названия вспомогательных отделений. Можно обозначить вспомогательные отделения римскими цифрами с их расшифровкой.

На компоновочном плане указывается место расположения предметно-замкнутого участка.

На компоновочном плане линиями различного типа со стрелками на конце указываются: поток заготовок на участок с учетом внутрицеховой кооперации, поток деталей с участка, поток инструментов и поток стружки.

8.2. Планировка рабочих мест предметно-замкнутого участка (с учетом межучастковой кооперации) проводится на отдельном листе формата А4.

В зоне цеха, где производится планировка рабочих мест, наносят колонны. В данной работе (при использовании привязки «500» для крайних колонн продольного ряда) принять размеры сечения колонн: крайних – 500×1300 мм; средних – 500×1400 мм. На планировке следует показать расположение станков, тумбочек, подставок под приспособления (при наличии станков сверлильной и фрезерной групп), мест складирования партии заготовок и обработанных деталей у каждого станка, площадки для промежуточного контроля (если это потребуется).

Размеры тумбочек и подставок под приспособления – 600×600 мм.

Принять расстояние от стен или колонн до тыльной стороны станков равным 800 мм. Такое же расстояние принять между задними сторонами двух

смежных средних рядов станков при четырехрядном расположении их в пролете.

Положение рабочего у станка показать кружком диаметром 500 мм, половину которого, обозначающую спину рабочего, заштриховать. При многостаночном обслуживании станков необходимо показать все его места расположения и перемещение от станка к станку прерывистой линией и стрелкой. Расстояние от спины рабочего до фронтальной стороны станка – 800 мм.

Ширина мест складирования партий заготовок и изготовленных деталей у каждого станка на планировке равна расстоянию от спины рабочего до проезда. Длина этих мест в продольном направлении принимается студентом логически. Зная ширину складского места, максимальный размер изготавливаемых деталей на станках подобного размера (мелкие или средние) и размер партии в 30...45 штук, ориентировочно принять длину складских мест. Площадь каждого места складирования партий заготовок и изготовленных деталей принимается равной 1,5...2 м². На каждом рабочем месте между складскими местами заготовок и изготовленных деталей должен быть разрыв шириною 1200...1500 мм. Разрыв между местом для хранения изготовленных деталей предыдущего станка и местом для хранения заготовок последующего станка с целью недопущения смешивания деталей и заготовок должен быть не менее 400 мм, а для обеспечения прохода человека при наладке станков – не менее 600 мм.

Длина и расположение этих складских мест определяют расстояние между станками в продольном и поперечном направлениях. Она может оказаться больше, чем указано в нормативах (см. [6, с. 177, табл. 24]). Такое положение закономерно, так как нормами на расстояние между станками не учтены площади для хранения партий заготовок и деталей у станка.

Дать монтажную привязку станков к осям колонн. Эта привязка производится либо по осям фундаментных болтов (если станки установлены на фундаменте), либо по осям симметрии станков. Станки в продольном направлении привязывают размером к оси ближайшей колонны.

Станки на схеме материальных потоков можно изобразить прямоугольниками. При планировке изготовления однотипных деталей указать цветными линиями: поток заготовок на участок, маршрут обработки заготовок на участке, поток деталей с участка, поток инструментов и поток стружки.

2 Пример выполнения контрольной работы

1. Разработать проект механического цеха, выпускающего детали к токарно-винторезным станкам, на основе следующих исходных данных:

1.1. Годовая программа изделий $Q = 2100$ шт;

1.2. Средняя масса выпускаемого изделия $G_x = 37$ кН;

1.3. Станкоемкость обработки одного кН деталей изделия-представителя $h_n = 9$ ч;

1.4. Средняя масса изделия расчётного представителя $G_n = 52$ кН.

2. Разработать планировку предметно замкнутого механического участка изготовления детали типа «Вал-шестерня» в соответствии с выбранной последовательностью технологии изготовления деталей и применяемым технологическим оборудованием:

| | | | |
|-----|----------------------|---------|-------------|
| 005 | Фрезерно-центральная | MP71 | - 1 станок; |
| 010 | Токарная | 16K20 | - 2 станка; |
| 015 | Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | - 2 станка; |
| 020 | Зубофрезерная | 5К310 | - 1 станок; |
| 025 | Круглошлифовальная | 3Б161 | - 1 станок; |
| 030 | Круглошлифовальная | 3Б161 | - 1 станок, |

3. Определяем суммарную станкоемкость обработки деталей заданных изделий на годовую программу.

Определение суммарной станкоемкости в часах в зависимости от годовой программы Q и средней массы изделия G_x , средней массы изделия-представителя G_n и станкоемкости h_n обработки 1 кН деталей этого изделия.

Суммарная станкоемкость T определяется по формуле

$$T = \frac{G_x h_n Q}{k_B} = \frac{37 \cdot 9 \cdot 2100}{0,797} = 877415,3 \text{ (ч)},$$

где $k_B = \sqrt[3]{\left(\frac{G_x}{G_n}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{37}{52}\right)^2} = 0,797$.

4. Определяем расчётное число станков, необходимое для выполнения годовой программы

$$C = \frac{T}{F_{\partial.2}} = \frac{877415,3}{4015} = 218,5 \approx 219,$$

где $F_{\partial.2}$ – действительный годовой фонд времени оборудования при работе его в две смены, $F_{\partial.2} = 4015$ ч.

Принятое число станков S в цехе составит

$$S = \frac{C}{\eta_{заг.ср}} = \frac{219}{0,85} = 258 \text{ станков,}$$

где $\eta_{заг.ср}$ – средний коэффициент загрузки станков (для серийного производства принимаем $\eta_{заг.ср} = 0,85$).

Принимаем $S_{пр} = 258$ станков.

5. Определяем состав оборудования. Каждый тип станков принимается в процентном отношении от принятого числа станков в соответствии с машиностроительными нормативами (см. таблицу 6).

Таблица 6 – Состав оборудования механического цеха завода токарно-винторезных станков

| № п/п | Типы станков | Процентный состав | Расчетное количество станков | Принятое количество станков |
|-------|--|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Токарно-винторезные | 19 | 49,02 | 49 |
| 2 | Токарно-револьверные | 4 | 10,32 | 10 |
| 3 | Токарные автоматы и полуавтоматы | 2,5 | 6,45 | 6 |
| 4 | Токарно-карусельные | 2 | 5,16 | 5 |
| 5 | Расточные | 6 | 15,48 | 15 |
| 6 | Координатно-расточные | 1,5 | 3,87 | 4 |
| 7 | Сверлильные | 10 | 25,8 | 26 |
| 8 | Фрезерные | 15 | 38,7 | 39 |
| 9 | Строгальные и долбежные | 5 | 12,9 | 13 |
| 10 | Протяжные | 1 | 2,58 | 3 |
| 11 | Шлифовальные | 12 | 30,96 | 31 |
| 12 | Зубообрабатывающие | 6 | 15,48 | 15 |
| 13 | Специальные, агрегатные, автоматы и полуавтоматы | 15 | 38,7 | 39 |
| 14 | Отрезные | 1 | 2,58 | 3 |
| Итого | | 100 | 258 | 258 |

6. Определяем количество производственных и вспомогательных рабочих, МОП, ИТР и СКП.

6.1. Определим число станочников по принятому количеству оборудования. Для этого разобьем принятое число станков на три группы (см таблицу 7).

Таблица 7 – Состав оборудования механического цеха завода токарно-винторезных станков (по группам)

| № п/п | Типы станков | Процентный состав | Принятое количество станков | Принятый коэффициент многостаночного обслуживания k_{mi} |
|-------|---|-------------------|-----------------------------|--|
| 1 | Автоматы, полуавтоматы, станки с ЧПУ, агрегатные станки (S_1) | 39,5 | 102 | 1,75 |
| 2 | Зубообрабатывающие станки (S_2) | 6 | 15 | 5 |
| 3 | Остальные станки (S_3) | 54,5 | 141 | 1 |
| Итого | | 100 | 258 | – |

Число станочников определяется по формуле

$$P_{СТ} = \frac{S \cdot F_{д.з} \cdot \eta_{заг.ср}}{F_{д.р} \cdot k_{м.ср}} = \frac{F_{д.з} \cdot \eta_{заг.ср}}{F_{д.р}} \cdot \left(\frac{S_1}{k_{m_1}} + \frac{S_2}{k_{m_2}} + \frac{S_3}{k_{m_3}} \right) =$$

$$= \frac{4015 \cdot 0,85}{1800} \cdot \left(\frac{102}{1,75} + \frac{15}{5} + \frac{141}{1} \right) = 383,5 \text{ чел.},$$

где $F_{д.р.}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, $F_{д.р.} = 1800$ ч.
Принимаем $P_{СТ} = 384$ чел.

6.2. Число производственных рабочих с учётом слесарей производственного отделения составит:

$$P_{ПР} = (1,03 \dots 1,05) \cdot P_{СТ}.$$

Принимаем $P_{ПР} = 1,04 \cdot P_{СТ} = 1,04 \cdot 384 = 400$ чел.

6.3. Количество вспомогательных рабочих

$$P_{В} = (0,18 \dots 0,25) \cdot P_{ПР}.$$

Принимаем $P_{В} = 0,2 \cdot P_{ПР} = 0,2 \cdot 400 = 80$ чел.

6.4. Количество МОП составит:

$$P_{МОП} = (0,02 \dots 0,03) \cdot P_{Ц}.$$

Принимаем $P_{МОП} = 0,02 \cdot P_{Ц} = 0,02 \cdot (P_{ПР} + P_{В}) = 0,02 \cdot (400 + 80) = 10$ чел.

6.5. Количество ИТР составит:

$$P_{ИТР} = (0,11 \dots 0,13) \cdot P_{Ц}.$$

Принимаем $P_{ИТР} = 0,12 \cdot P_{Ц} = 0,12 \cdot 480 = 58$ чел.

6.6. Количество СКП составит:

$$P_{СКП} = (0,04...0,05) \cdot P_{Ц}.$$

Принимаем $P_{СКП} = 0,04 \cdot P_{Ц} = 0,04 \cdot 480 = 19$ чел.

7. Определяем производственную площадь цеха по общей удельной площади на каждый станок.

Общая удельная площадь на один станок производственного отделения $f_{уд}^{общ} = 29...34 \text{ м}^2$. Примем $f_{уд}^{общ} = 32 \text{ м}^2$.

$$F_{ПР} = f_{уд}^{общ} \cdot S = 32 \cdot 258 = 8256 \text{ м}^2.$$

8. Определяем площадь вспомогательных отделений.

8.1. Заготовительное отделение.

Укрупненно площадь заготовительного отделения принимается из расчёта 10% от производственной площади.

$$F_{ЗАГ} = 0,1 \cdot F_{ПР} = 0,1 \cdot 8256 \approx 826 \text{ м}^2.$$

8.2. Склад заготовок.

Укрупненно площадь склада заготовок принимается из расчёта 10% от площади производственного отделения.

$$F_{СКЛ.ЗАГ} = 0,1 \cdot F_{ПР} = 0,1 \cdot 8256 \approx 826 \text{ м}^2.$$

8.3. Промежуточный склад для хранения готовых деталей.

Укрупненно площадь склада готовых деталей принимается из расчёта 8...9% от площади производственного отделения.

$$F_{СКЛ.ДЕТ} = (0,08...0,09) \cdot F_{ПР}$$

$$\text{Примем } F_{СКЛ.ДЕТ} = 0,08 F_{ПР} = 0,08 \cdot 8256 \approx 661 \text{ м}^2.$$

8.4. Отделение технического контроля.

Укрупненно площадь ОТК принимается из расчёта 3...5% от площади производственного отделения.

$$F_{ОТК} = (0,03...0,05) \cdot F_{ПР}$$

$$\text{Примем } F_{ОТК} = 0,04 F_{ПР} = 0,04 \cdot 8256 \approx 330 \text{ м}^2.$$

8.5. Заточное отделение

Площадь заточного отделения рассчитываем по удельной площади на один станок отделения $f_{уд}^{зат} = 10...12 \text{ м}^2$. Примем $f_{уд}^{зат} = 11 \text{ м}^2$.

Число станков отделения составляет 4...6% от числа станков, обслуживаемых заточкой. Число станков, обслуживаемых заточкой ($S_{ОБСЛ.ЗАТ}$) – это принятое число станков (S) за вычетом протяжных ($S_{ПРОТ}$), шлифовальных ($S_{ШЛ}$) и зубообрабатывающих ($S_{ЗО}$) станков.

$$S_{ЗАТ} = (0,04...0,06) \cdot S_{ОБСЛ.ЗАТ}$$

$$S_{ОБСЛ.ЗАТ} = S - S_{ПРОТ} - S_{ШЛ} - S_{ЗО} = 258 - 3 - 31 - 15 = 209 \text{ станков.}$$

$$\text{Примем } S_{ЗАТ} = 0,045 \cdot S_{ОБСЛ.ЗАТ} = 0,045 \cdot 209 \approx 10 \text{ станков.}$$

$$F_{ЗАТ} = f_{уд}^{зат} \cdot S_{ЗАТ} = 11 \cdot 10 = 110 \text{ м}^2.$$

При числе станков, обслуживаемых заточкой более 200, в цехе предусматривают два заточных отделения, то есть площадь каждого из них равна половине расчетной $F_{ЗАТ1} = F_{ЗАТ2} = 55 \text{ м}^2$.

8.6. Ремонтно-механическое отделение.

Площадь ремонтно-механического отделения рассчитываем по удельной площади на один станок отделения $f_{y\delta}^{PMO} = 28...30 \text{ м}^2$. Примем $f_{y\delta}^{PMO} = 30 \text{ м}^2$.

Число станков отделения составляет 3,5...5% от принятого числа станков.

$$S_{PMO} = (0,035...0,05) \cdot S$$

Примем $S_{PMO} = 0,04 \cdot S = 0,04 \cdot 258 \approx 11$ станков.

$$F_{PMO} = f_{y\delta}^{PMO} \cdot S_{PMO} = 30 \cdot 11 = 330 \text{ м}^2.$$

8.7. Отделение по ремонту приспособлений.

Площадь отделения по ремонту приспособлений рассчитываем по удельной площади на один станок отделения $f_{y\delta}^{OPP} = 17...22 \text{ м}^2$. Примем $f_{y\delta}^{OPP} = 20 \text{ м}^2$.

Число станков отделения составляет 1,5...4% от принятого числа станков.

$$S_{OPP} = (0,015...0,04) \cdot S$$

Примем $S_{OPP} = 0,03 \cdot S = 0,03 \cdot 258 \approx 8$ станков.

$$F_{OPP} = f_{y\delta}^{OPP} \cdot S_{OPP} = 20 \cdot 8 = 160 \text{ м}^2.$$

8.8. Отделение по переработке стружки.

Укрупненно площадь отделения по переработке стружки можно принять в размере $100...120 \text{ м}^2$. Примем $F_{СТРУЖ} = 110 \text{ м}^2$.

8.9. Отделение по приготовлению и раздачи СОЖ.

Укрупненно площадь отделения по приготовлению и раздачи СОЖ можно принять в размере $100...120 \text{ м}^2$. Примем $F_{СОЖ} = 110 \text{ м}^2$.

8.10. Инструментально-раздаточная кладовая.

При расчете площади инструментальной кладовой удельная площадь на каждый станок цеха ($S_{Ц}$) в условиях среднесерийного производства равна $0,4 \text{ м}^2$ и на каждого слесаря цеха – $0,15 \text{ м}^2$. Число станков цеха равно сумме принятого числа станков (S) и станков заточного ($S_{ЗАТ}$) и ремонтно-механического отделений (S_{PMO}), а также отделения по ремонту приспособлений (S_{OPP}). Количество слесарей цеха ($P_{СЛЦ}$) равно сумме слесарей производственного отделения и 60% вспомогательных рабочих.

$$F_{ИРК} = 0,4 \cdot S_{Ц} + 0,15 \cdot P_{СЛЦ}$$

$$S_{Ц} = S + S_{ЗАТ} + S_{PMO} + S_{OPP} = 258 + 10 + 11 + 8 = 287 \text{ станков.}$$

$$P_{СЛЦ} = P_{ПР} - P_{СТ} + 0,6 \cdot P_{В} = 400 - 384 + 0,6 \cdot 80 = 64 \text{ чел.}$$

$$F_{ИРК} = 0,4 \cdot 287 + 0,15 \cdot 64 = 124 \text{ м}^2.$$

Так как в цехе устраиваем два заточных отделения, поэтому организуем и две инструментально-раздаточных кладовых. При этом площадь каждой из них равна половине расчетной $F_{ИРК1} = F_{ИРК2} = 62 \text{ м}^2$.

9. Площадь цеха составляет

$$\begin{aligned} F_{ц} &= F_{ПР} + F_{ЗАГ} + F_{СКЛ.ЗАГ} + F_{СКЛ.ДЕТ} + F_{ОТК} + F_{ЗАГ} + \\ &+ F_{РМО} + F_{ОРП} + F_{СТРУЖ} + F_{СОЖ} + F_{ИРК} = \\ &= 8256 + 826 + 826 + 661 + 330 + 110 + \\ &+ 330 + 160 + 110 + 110 + 124 = 11843 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Принимаем ширину цеха $B = 72$ м.

$$\text{Тогда длина цеха } L_{ц} = \frac{F_{ц}}{B} = \frac{11843}{72} = 164,5 \text{ м.}$$

Примем длину цеха $L_{ц} = 168$ м, что кратно 12-метровому шагу колонн.

При этом количество унифицированных типовых секций ($K_{УТС}$), из которых komponуется одноэтажное производственное здание с полным каркасом, при длине секции $L_{УТС} = 72$ м составит

$$K_{УТС} = \frac{L_{ц}}{L_{УТС}} = \frac{168}{72} = 2,33.$$

Принимаем количество унифицированных типовых секций $K_{УТС} = 3$.

10. На рисунке 1 приводится компоновка механического цеха с указанием материальных потоков, показывающих взаимосвязь предметно-замкнутого участка со вспомогательными подразделениями цеха. Компоновка механического цеха разрабатывается в соответствии с п. 8.1 методических указаний к выполнению контрольной работы с использованием условных обозначений, указанных в приложении 1.

На компоновке цеха указывается место расположения предметно-замкнутого участка, которое выбирается из следующих соображений. Так как расположение остальных механических участков цеха не известно, то расположим проектируемый предметно-замкнутый участок в начале цеха у поперечного 4-метрового проезда. При этом возможны следующие шесть вариантов:

а) в верхнем пролете между стеной (ряд колонн А) и центральным 2-метровым проходом;

б) в верхнем пролете между центральным 2-метровым проходом и рядом колонн Б;

в) в среднем пролете между рядом колонн Б и центральным 2-метровым проходом;

г) в среднем пролете между центральным 2-метровым проходом и рядом колонн В;

д) в нижнем пролете между рядом колонн В и центральным 2-метровым проходом;

е) в нижнем пролете между центральным 2-метровым проходом и стеной (ряд колонн Г).

Для примера выберем вариант г. Длина предметно-замкнутого участка уточняется после разработки его планировки.

11. В соответствии с выбранной последовательностью технологии обработки деталей типа «Вал-шестерня», применяемым технологическим оборудованием, а также разработанной схемой материальных потоков по перемещению заготовок, деталей, инструмента, стружки и СОЖ (см. рисунок 2), в программе Splan70 разрабатывается планировка предметно-замкнутого механического участка по изготовлению деталей типа «Вал-шестерня» на листе формата А4 в масштабе 1:100, с учетом методических указаний к выполнению контрольной работы, приведенных в п. 8.2, с использованием согласно [1...6] условных обозначений (см. приложение 1), норм на размеры ширины проездов (см. приложение 2), вариантов расположения станков друг относительно друга (см. приложение 3), норм на расстояния между станками и от станков до стен и колонн здания (см. приложение 4), а также темплет станков (см. приложение 5), имеющих в базе данных программы Splan70. При этом вычерчивается выбранное место расположения предметно-замкнутого участка с указанием соответствующих осевых колонн (в нашем примере это продольный ряд В и поперечный ряд 4).

На планировке предметно-замкнутого участка указывается схема материальных потоков (заготовки-детали), которая разрабатывается с учетом наличия межучастковой кооперации. В соответствии с ней заготовки поступают на участок с фрезерно-центровального станка МР71, расположенного в заготовительном отделении. После проведения токарной обработки на токарных станках 16К20 и 16Б16Т1 заготовки передаются на участок зубообрабатывающих станков на зубофрезерный станок 5К310, а затем возвращаются на участок для шлифовальной обработки на станках 3Б161. Обслуживание токарных станков с ЧПУ 16Б16Т1 осуществляется одним рабочим-оператором, остальные станки на участке обслуживаются каждый своим рабочим-станочником.

Планировка предметно-замкнутого механического участка приводится на рисунке 3.

Длина предметно-замкнутого участка окончательно определяется после разработки его планировки, то есть после расстановки на участке используемого технологического оборудования. С учетом этого окончательно оформляется компоновка цеха (см. рисунок 1), на которой заштрихованным прямоугольником в масштабе изображается спроектированный участок.

Форма титульного листа контрольной работы приведена в приложении 6.

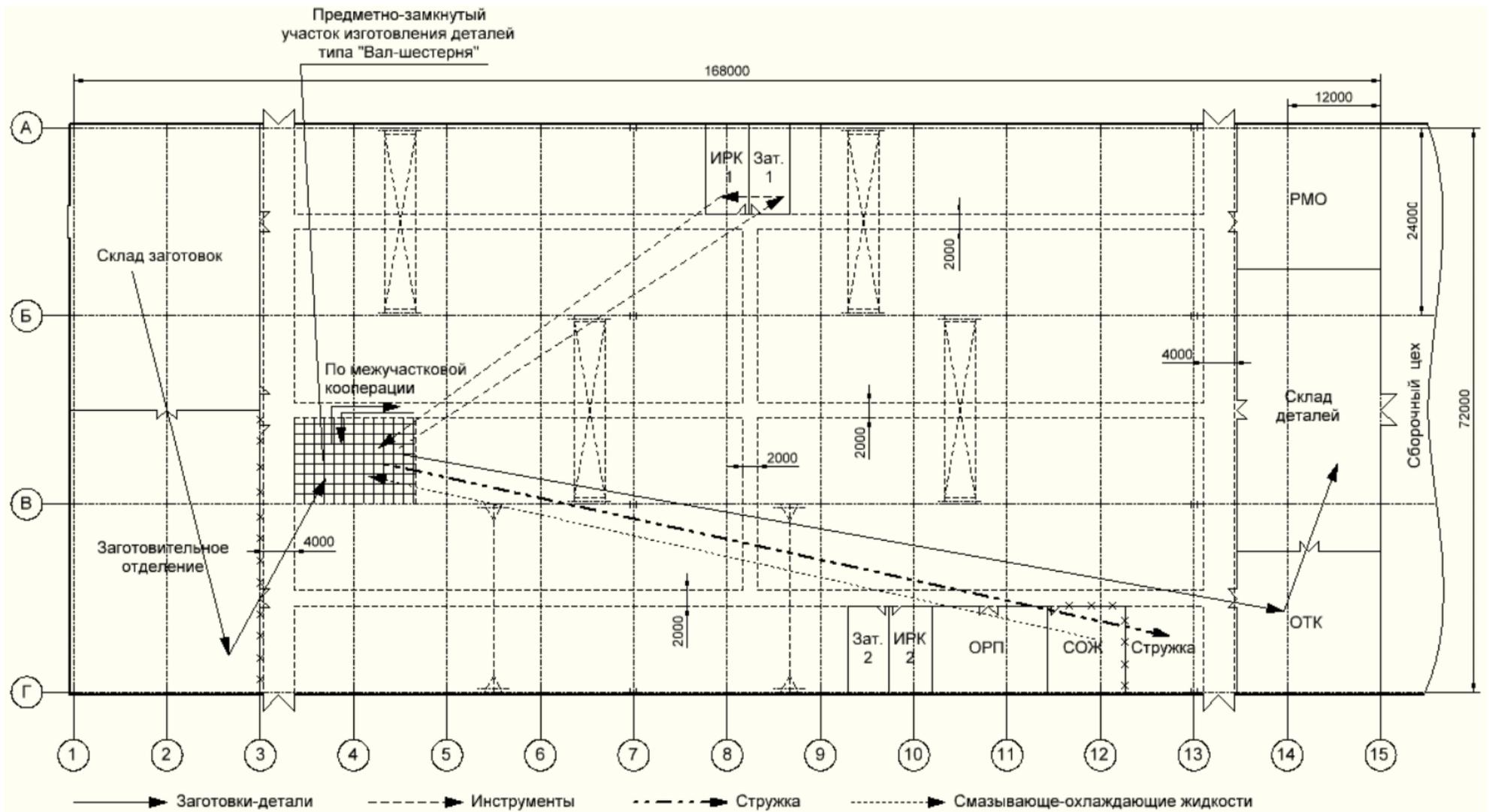


Рисунок 1 – Пример компоновки механического цеха

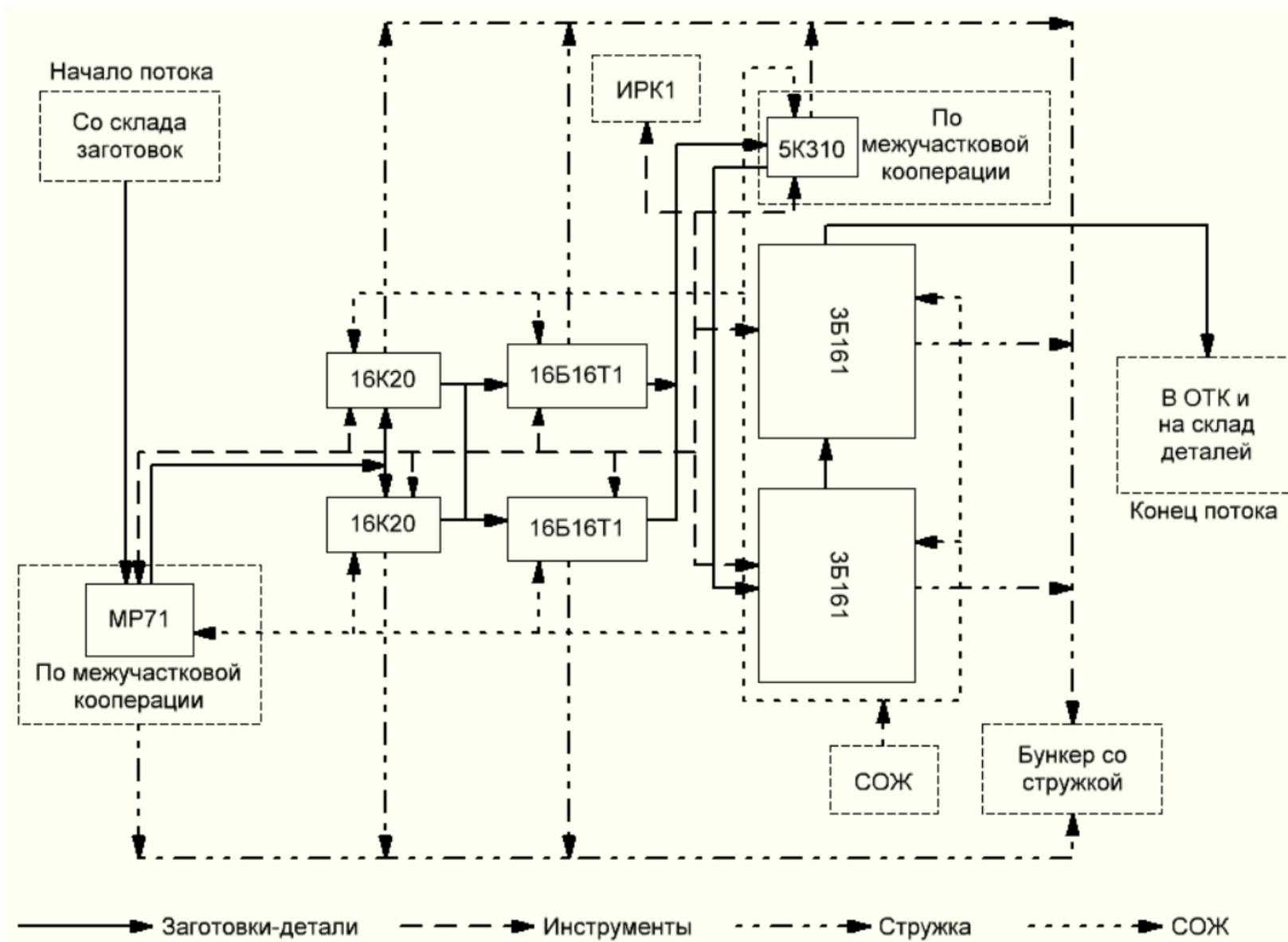


Рисунок 2 – Пример схемы материальных потоков предметно-замкнутого механического участка

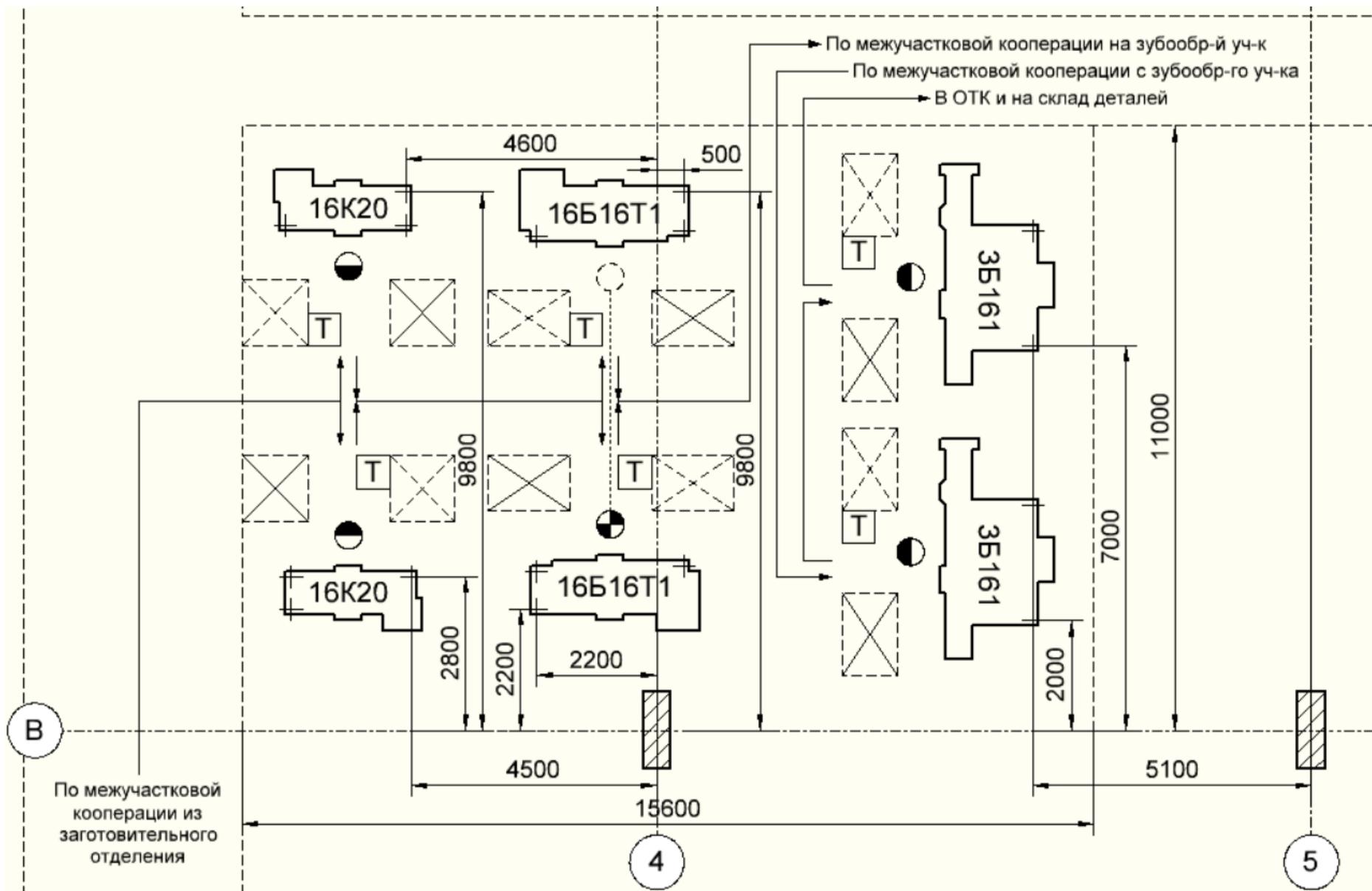


Рисунок 3 – Пример планировки участка

3 Методические указания к оформлению графической части контрольной работы в программе Splan70

Программа Splan70 разработана для оформления электрических и электронных схем. В ней было изменено содержание баз данных с целью вычерчивания компоновок цехов и планировок участков.

3.1 Основные элементы интерфейса программы Splan70

Программа Splan70 работает под управлением операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления (см. рисунок 4), что и другие приложения для Windows.

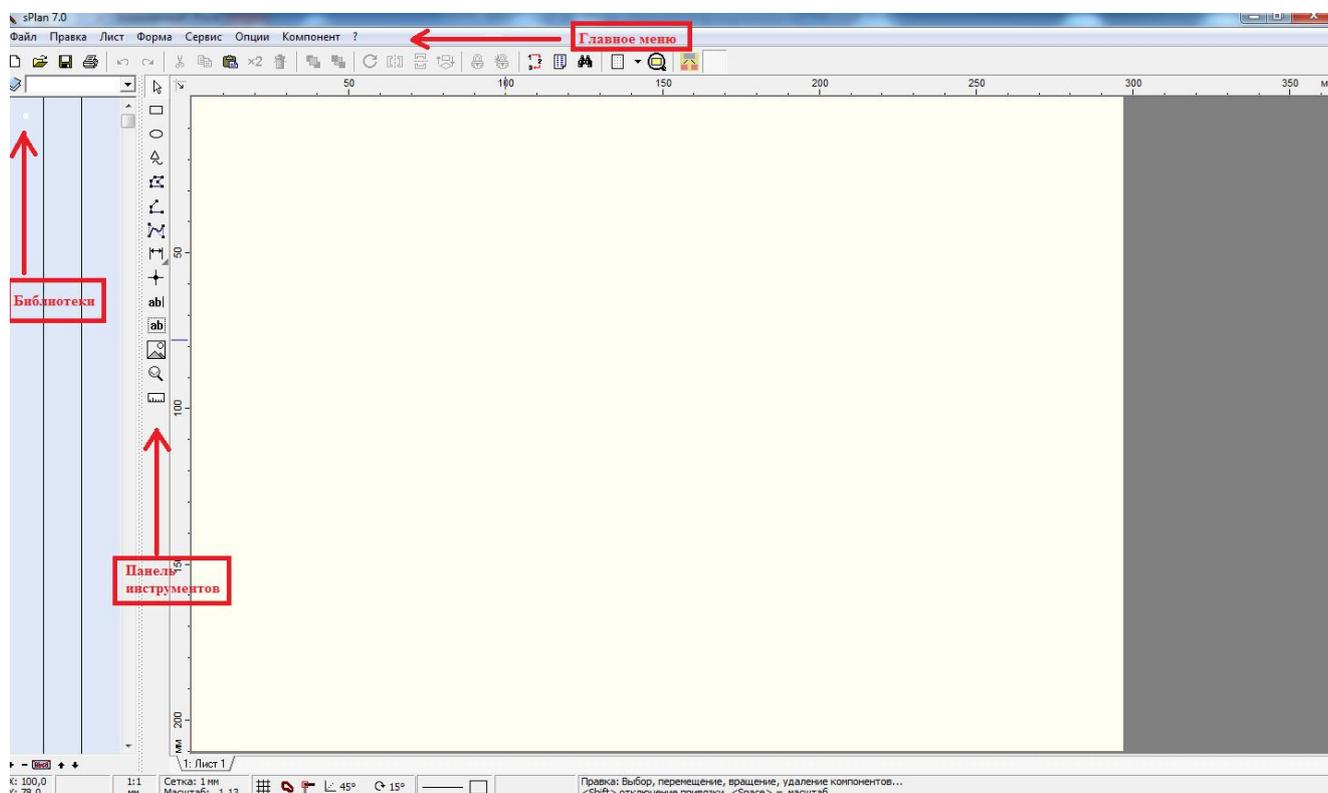


Рисунок 4 – Интерфейс рабочего окна программы «Splan70»

Главное меню содержит:

Меню **“Файл”** работает со всем файлом в целом (создать, сохранить, открыть);

Меню **“Правка”** выполняет операции редактирования (вырезать, копировать, вставить, дублировать, удалить), а также с поиском компонентов ;

Меню **“Лист”** отвечает за создание нового листа и изменение его свойств;

Меню **“Форма”** предлагает работу с формами;

Меню **“Сервис”** содержит возможность работать с объектом (размещение объекта);

Меню “**Опции**” открывает окно «Параметры», в котором имеется вкладка “Основные параметры” (см. рисунок 5) для изменения необходимых параметров при работе в программе;

Меню “**Компонент**” позволяет пользователю создавать новые компоненты необходимые для его работы;

Меню “?” содержит справочную информацию по работе в программе и о ее возможностях.

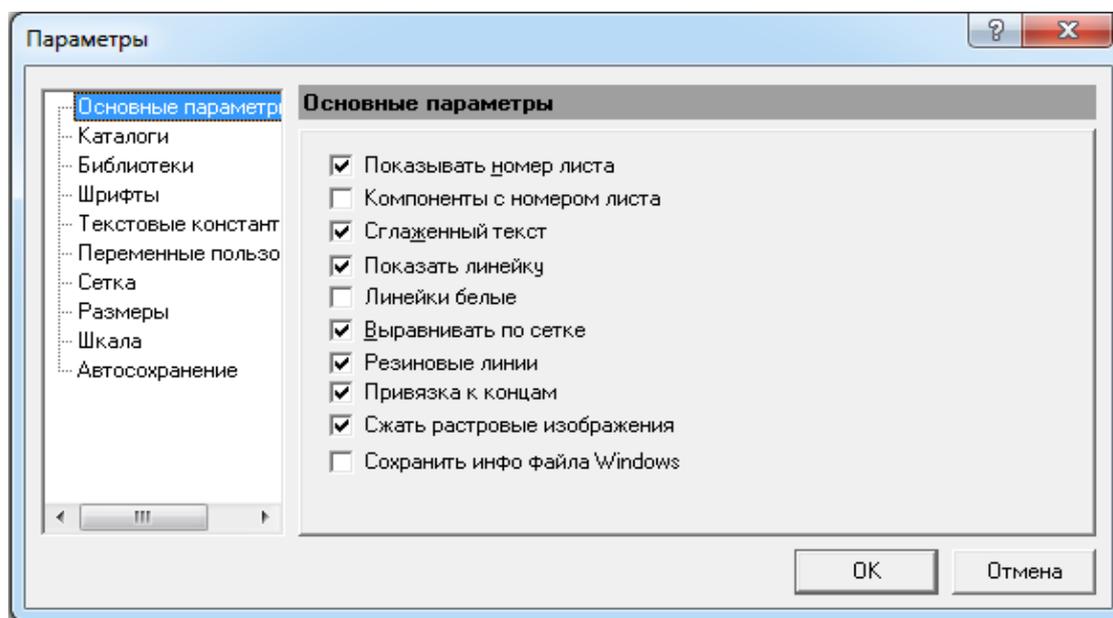


Рисунок 5 – Параметры

В программе Splan70 есть панель инструментов, которая позволяет производить самые разные действия по рисованию, а также проставлению размеров и написанию текста.

Выбор инструмента делается одним кликом левой клавиши «мыши» при наведенном указателе «мыши» на выбранный инструмент;

Из библиотек (см. рисунок 6) выбираются все доступные компоненты, расположенные на вкладках: колонны, масштабные линейки, места под складирования, рабочие, станки и стрелки.

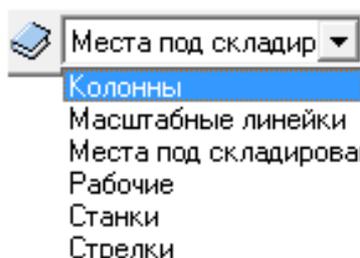


Рисунок 6 – Библиотеки программы Splan70

Каждая вкладка содержит эскизы, необходимые для работы.

Чтобы выбрать нужный компонент в библиотеке, необходимо навести

указатель «мыши» на соответствующую вкладку и щелкнуть по ней, а затем также указателем «мыши» выбрать нужный элемент, и, удерживая его левой кнопкой «мыши», перетащить в рабочее поле.

3.2 Оформление графической части контрольной работы в программе Splan70

Для начала работы с программой Splan70 необходимо ее установить на компьютере. Для этого нужно получить папку с программой у преподавателя, переписать ее на один из дисков компьютера и настроить каталоги из библиотек. После первого запуска программы при ее установке необходимо в окошке библиотеки изменить вкладку «Standart» на «User».

3.2.1 Исходные данные для оформления компоновки цеха и планировки участка

Покажем пример оформления компоновки механического цеха и планировки предметно-замкнутого участка, используя следующие исходные данные.

Сводные исходные данные для разработки компоновки механического цеха, полученные в результате расчетов, представленных в п.п. 8 и 9 раздела 2 настоящего пособия для рассматриваемого примера выполнения контрольной работы, приведены ниже.

Производственная площадь цеха $F_{ПР} = 8256 \text{ м}^2$.

Площади вспомогательных отделений:

– заготовительное отделение $F_{ЗАГ} \approx 826 \text{ м}^2$;

– склад заготовок $F_{СКЛ.ЗАГ} \approx 826 \text{ м}^2$;

– склад готовых деталей $F_{СКЛ.ДЕТ} \approx 661 \text{ м}^2$.

– отделение технического контроля $F_{ОТК} \approx 330 \text{ м}^2$.

– заточное отделение $F_{ЗАТ} = 110 \text{ м}^2$ ($F_{ЗАТ1} = F_{ЗАТ2} = 55 \text{ м}^2$, т.к. в данном случае число станков, обслуживаемых заточкой более 200);

– ремонтно-механическое отделение $F_{РМО} = 330 \text{ м}^2$;

– отделение по ремонту приспособлений $F_{ОРП} = 160 \text{ м}^2$;

– отделение по переработке стружки $F_{СТРУЖ} = 110 \text{ м}^2$;

– отделение по приготовлению и раздаче СОЖ $F_{СОЖ} = 110 \text{ м}^2$;

– инструментально-раздаточная кладовая $F_{ИРК} = 124 \text{ м}^2$ ($F_{ИРК1} = F_{ИРК2} = 62 \text{ м}^2$, т.к. в цехе два заточных отделения).

Площадь цеха определена суммированием площадей всех отделений и составляет $F_{Ц} = 11843 \text{ м}^2$.

При ширине цеха 72 м расчетная длина цеха составит $L_{Ц} = 164,5 \text{ м}$, а принятая длина цеха, кратная 12-метровому шагу колонн – $L_{Ц} = 168 \text{ м}$.

Расчетное количество унифицированных типовых секций при длине секции 72 м составит $K_{УТС} = 2,33$, а принятое количество – $K_{УТС} = 3$.

Сводные исходные данные для разработки планировки предметно-замкнутого участка изготовления деталей типа «вал-шестерня», представленные в п.п. 2, 10 11 раздела 2 настоящего пособия для рассматриваемого примера выполнения контрольной работы, приведены ниже.

Проектируемый предметно-замкнутый участок расположим в начале цеха у поперечного 4-метрового проезда, в среднем пролете между центральным 2-метровым проходом и рядом колонн В. Длина предметно-замкнутого участка уточняется после разработки его планировки.

Последовательность операций технологического процесса изготовления деталей типа «вал-шестерня» и перечень используемого технологического оборудования следующие:

| | | | |
|-----|------------------------|---------|-------------|
| 005 | Фрезерно-центровальная | MP71 | - 1 станок; |
| 010 | Токарная | 16K20 | - 2 станка; |
| 015 | Токарная с ЧПУ | 16Б16Т1 | - 2 станка; |
| 020 | Зубофрезерная | 5K310 | - 1 станок; |
| 025 | Круглошлифовальная | 3Б161 | - 1 станок; |
| 030 | Круглошлифовальная | 3Б161 | - 1 станок, |

Планировка предметно-замкнутого механического участка изготовления деталей типа «вал-шестерня» разрабатывается с учетом наличия межучастковой кооперации, в соответствии с которой заготовки поступают на участок с фрезерно-центровального станка MP71, расположенного в заготовительном отделении. После проведения токарной обработки на токарных станках 16K20 и 16Б16Т1 заготовки передаются на участок зубообрабатывающих станков на зубофрезерный станок 5K310, а затем возвращаются на участок для шлифовальной обработки на станках 3Б161. Обслуживание токарных станков с ЧПУ 16Б16Т1 осуществляется одним рабочим-оператором, остальные станки на участке обслуживаются каждый своим рабочим-станочником.

3.2.2 Оформление компоновки цеха

Для разработки компоновки механического цеха необходимо загрузить из папки программы Splan70 файл «Сетка колонн» и сохранить его под своим именем. Сетка колонн после загрузки файла представлена на рисунке 7.

Затем необходимо сделать нужное количество шагов колонн, укладываемых в принятую длину цеха.

Если требуется добавить некоторое количество колонн, то делаем новый лист формата «Свой» (см. рисунок 8) и выставляем нужную ширину листа, при этом оставляя его высоту.

Затем из файла с сеткой колонн, копируем сетку колонн, добавляя необходимое количество шагов колонн (см. рисунок 9).

Если нужно убрать лишнее количество шагов колонн, то выделяем ненужные шаги колонн и удаляем их (см. рисунок 10).

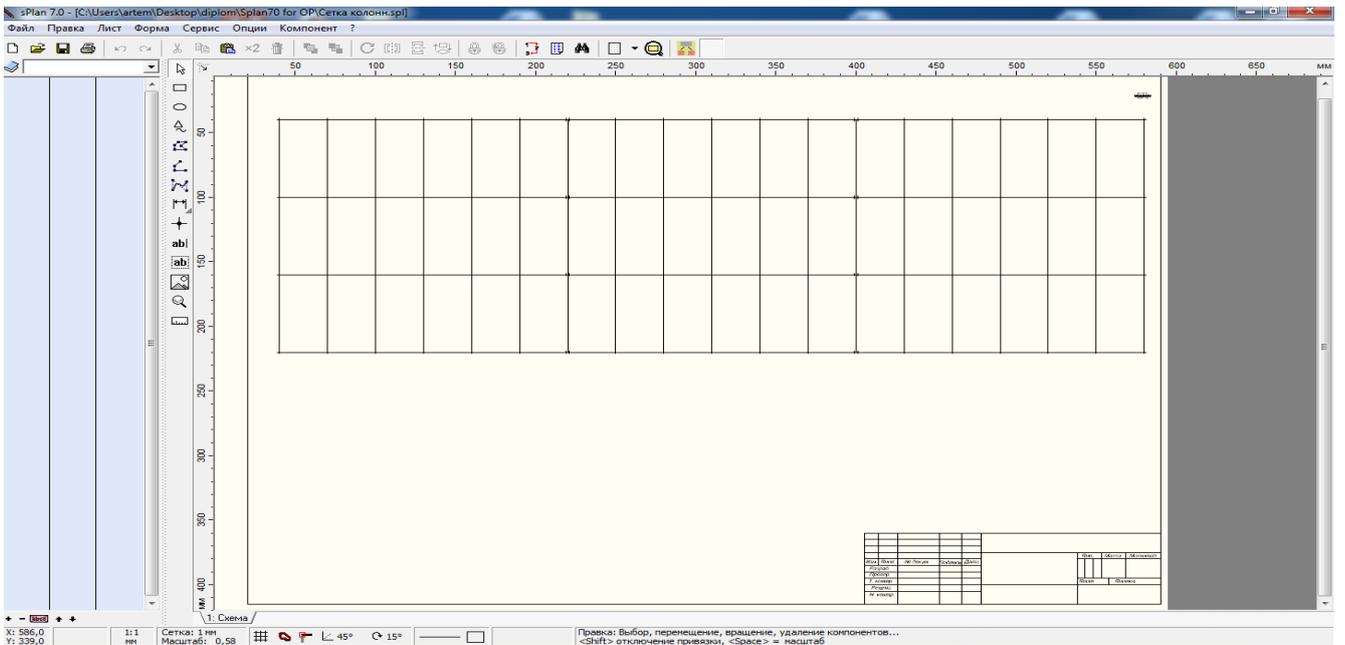


Рисунок 7 – Сетка колонн

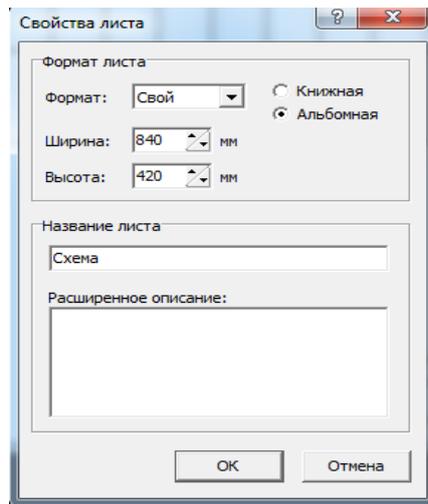


Рисунок 8 – Свойства листа

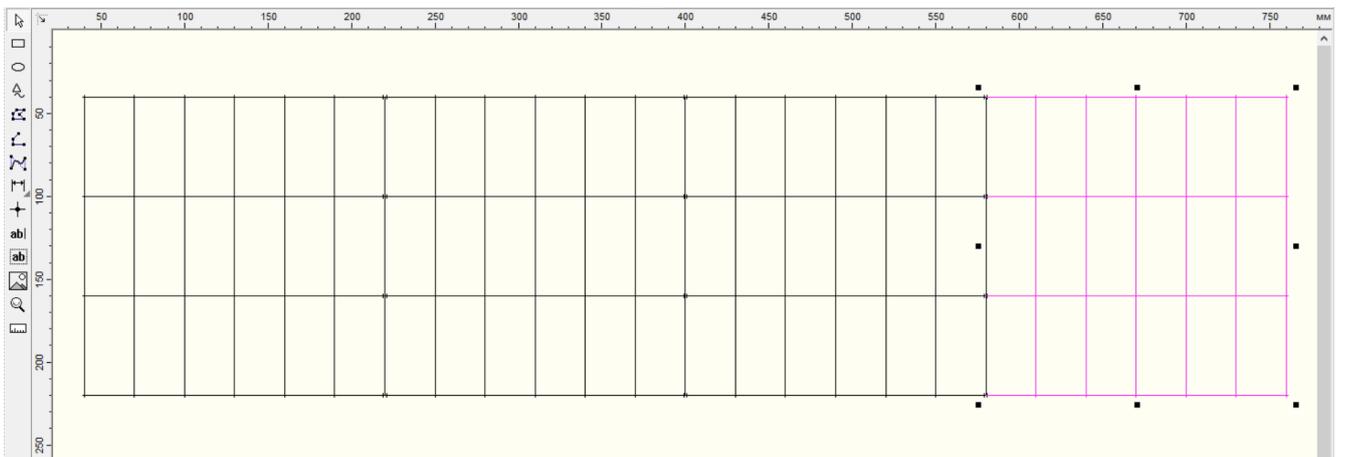


Рисунок 9 – Формирование сетки колонн путем добавления шагов колонн

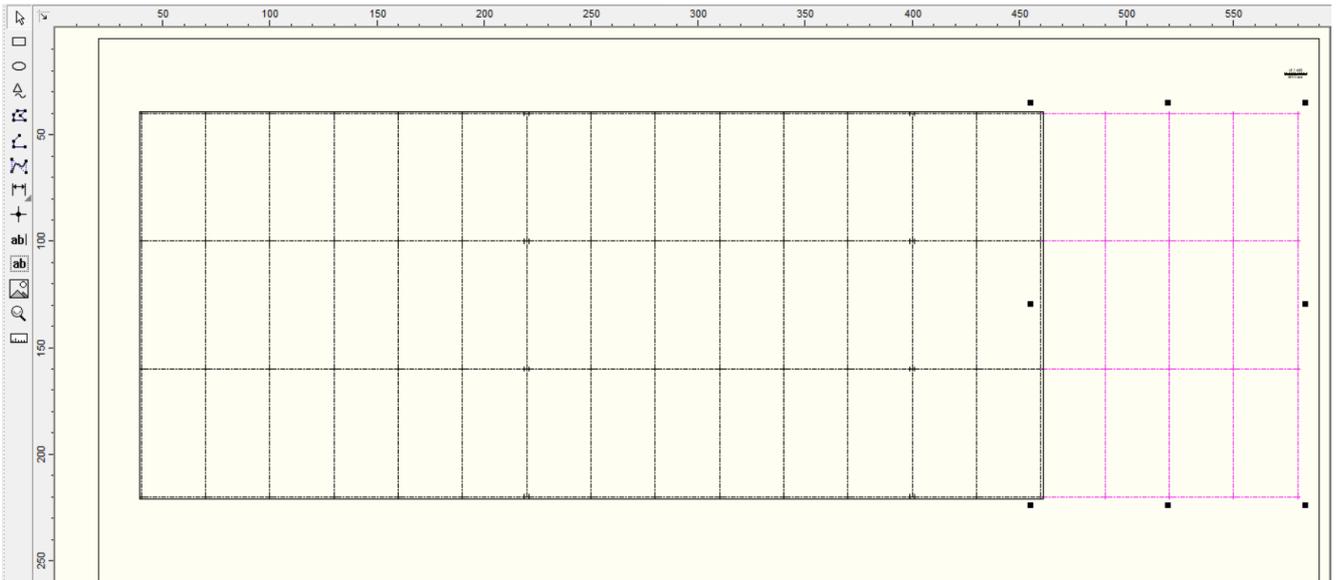


Рисунок 10 – Формирование сетки колонн путем удаления ненужных шагов колонн

Последний шаг колонн разгруппировываем, удаляем последнюю осевую линию колонн, их обозначения и делаем обрыв (см. рисунок 11).

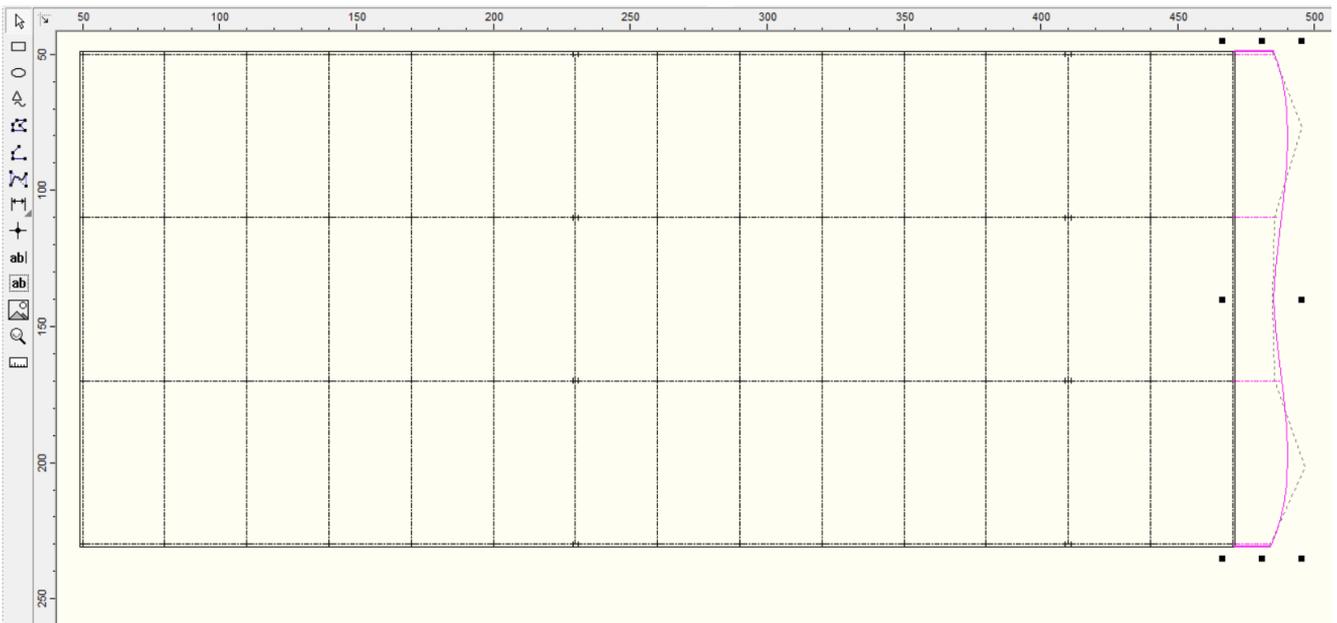


Рисунок 11 – Создание линии обрыва в конце механического цеха

После формирования сетки колонн, укладываемой в принятую длину цеха, проставляем нумерацию колонн и габаритные размеры, а также размеры одного шага колонн и ширины пролета (см. рисунок 12).

Начинаем расставлять вспомогательные отделения, в соответствии со сделанными ранее расчетами.

Есть два варианта расположения отделений в начале цеха (см. рисунок 13).

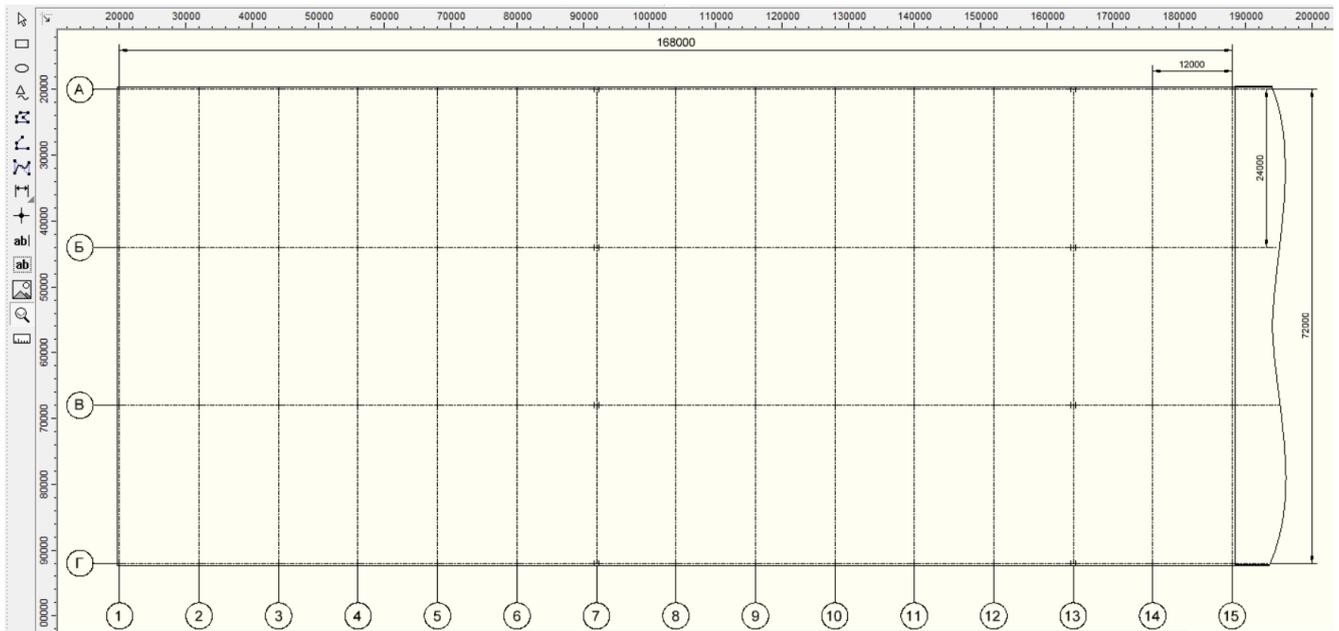


Рисунок 12 – Простановка номеров колонн и габаритных размеров

1) Если их расчетная площадь позволяет разместить 4-х метровый проезд до оси следующего ряда колонн так, чтобы эти колонны не попали в проезд, то есть имеющееся расстояние от расчетного положения перегородки, отгораживающей эти вспомогательные отделения от основного производственного отделения, до оси следующего ряда колонн составляет не менее 4400 мм, тогда расставляем эти отделения по варианту *a*.

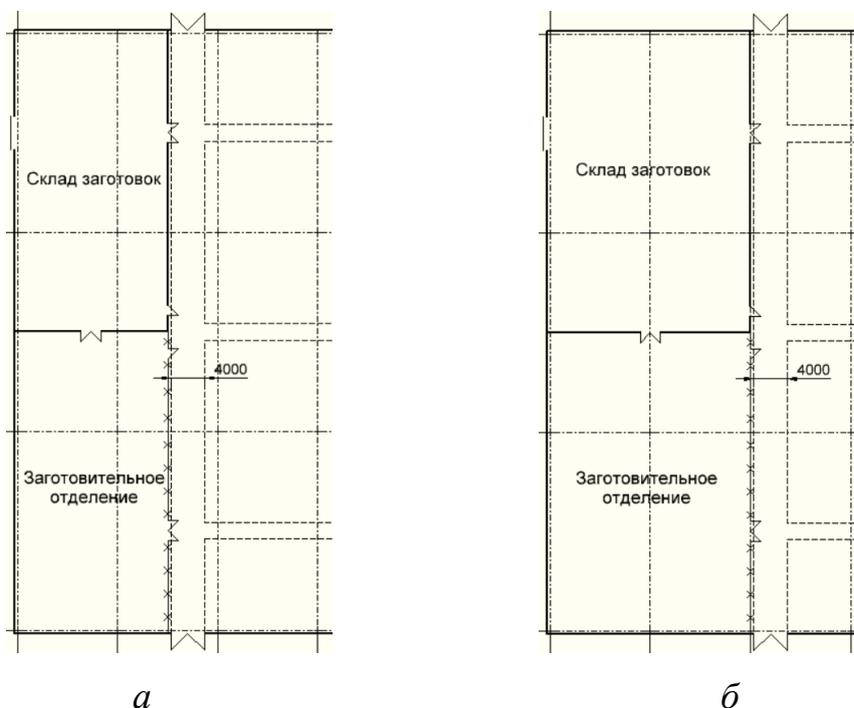


Рисунок 13 – Варианты размещения отделений в начале цеха

2) Если их расчетная площадь больше и не позволяет разместить 4-х метровый проезд до оси следующего ряда колонн, тогда размещаем его за осью

колонн по варианту *б*, а перегородку, отгораживающую эти вспомогательные отделения от основного производственного отделения, располагаем на оси колонн, за которой устраиваем 4-х метровый проезд, отступив от нее 400 мм. При этом несколько увеличится площадь склада заготовок и заготовительного отделения.

Затем располагаем отделения в конце цеха. Есть три варианта расположения отделений в конце цеха (см. рисунок 14).

- 1) 4 отделения: РМО, ОТК, Склад деталей, ОРП (вариант *а*).
- 2) 3 отделения: РМО, ОТК, Склад деталей (вариант *б*).
- 3) 3 отделения: ОРП, ОТК, Склад деталей (вариант *в*).

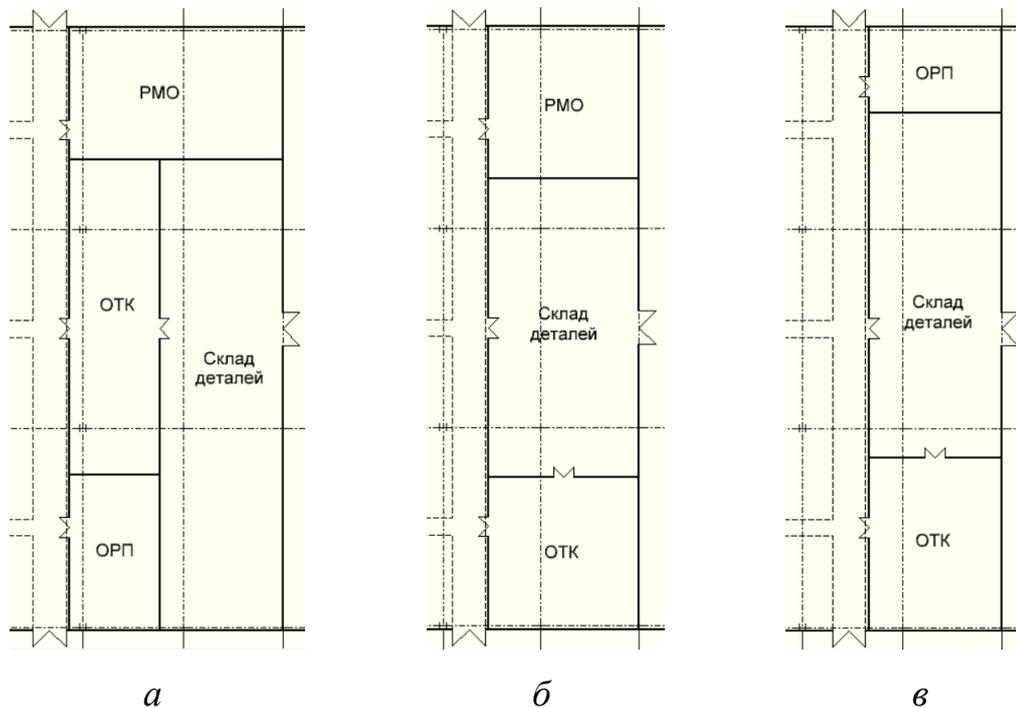


Рисунок 14 – Варианты размещения отделений в конце цеха

Здесь главным условием является то, чтобы в 4-х метровый проезд, устраиваемый в конце основного производственного отделения перед рассматриваемыми вспомогательными отделениями, не попали колонны предшествующего им ряда.

В рассматриваемом примере для расположения отделений в начале и в конце цеха выбираем вариант *б* в обоих случаях (см. рисунки 13 и 14). С учетом этого расстановка отделений в начале и в конце цеха будет выглядеть так, как это показано на рисунке 15.

Транспортные и эвакуационные двери в перегородках располагаем ближе к середине или в середине каждого пролета.

Также изображаем транспортные двери, открывающиеся из склада заготовок в заготовительное отделение, располагая их в середине перегородки между этими отделениями.

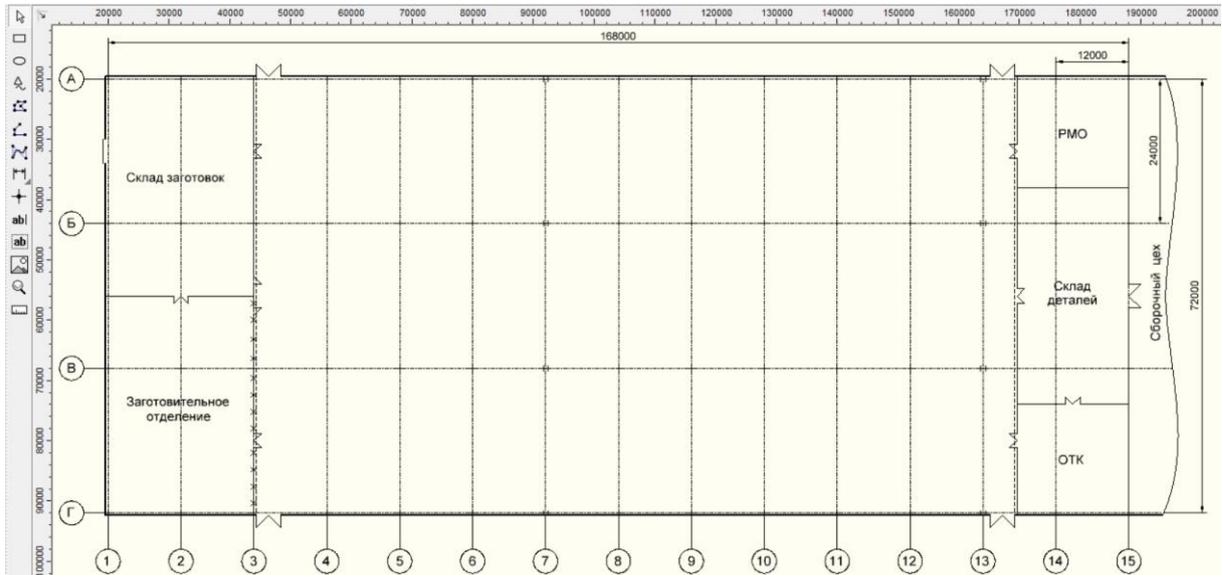


Рисунок 15 – Расстановка отделений в начала и в конце цеха

Далее изображаем два поперечных 4-х метровых проезда в начале и в конце цеха, которые в каждом пролете будут связаны между собой 2-х метровым центральным продольным проходом. Необходимо определить количество дополнительных поперечных проходов, соединяющих между собой центральные продольные проходы крайних пролетов. Это определяется так: если длина L между поперечными проездами в начале и в конце цеха составляет величину свыше 60 м до 120 м, то будет 1 дополнительный поперечный проход, если свыше 120 м до 180 м, то 2, и так далее.

Далее в масштабе наносим его (их) на сетку колонн так, чтобы колонны не попадали в проход. Дополнительные проходы делят каждый пролет между поперечными проездами на соответствующее количество областей. В каждой области необходимо показать мостовой кран. На рисунке 16 представлено расположение проходов, проездов и мостовых кранов.

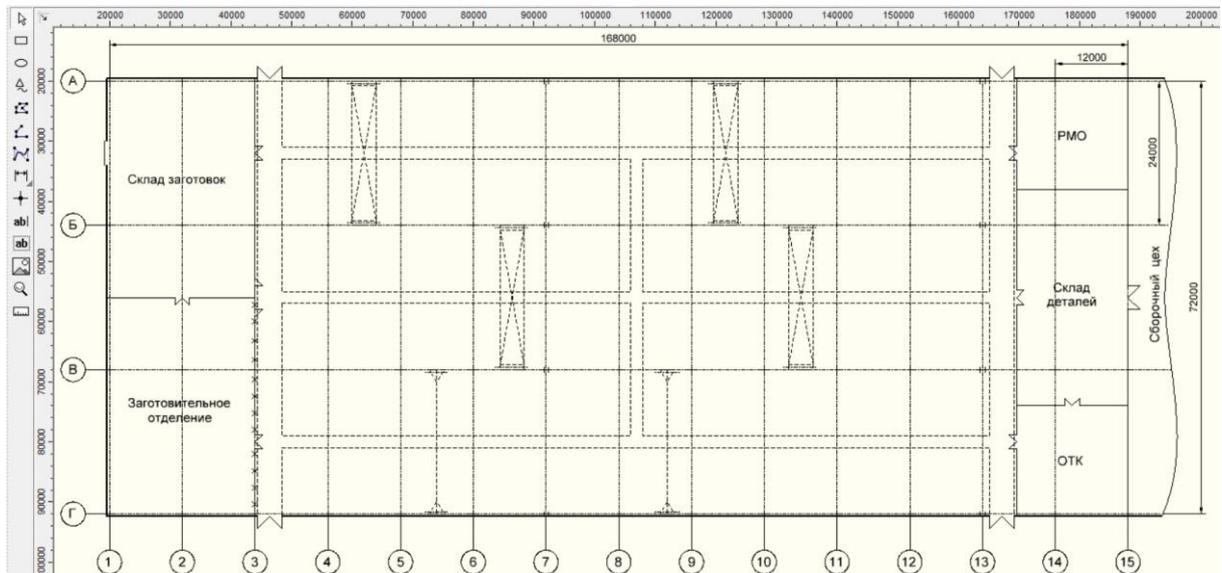


Рисунок 16 – Изображение проходов, проездов и мостовых кранов

После размещения проходов и проездов располагаем оставшиеся вспомогательные отделения (см. рисунок 17).

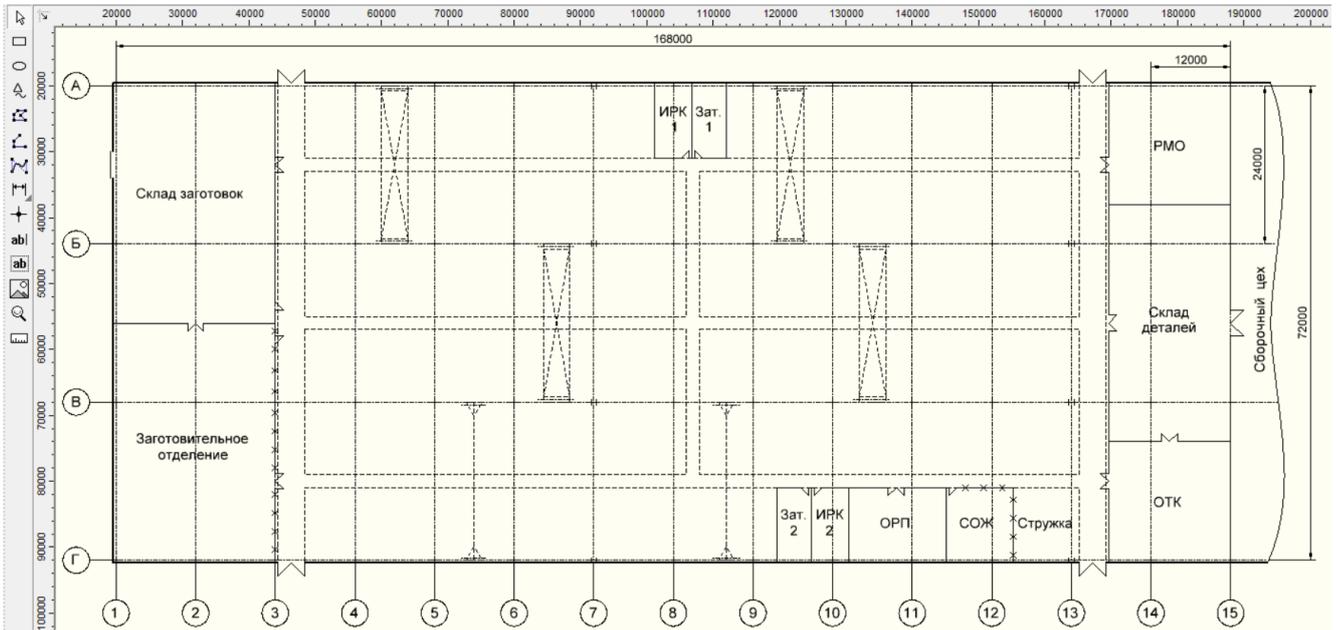


Рисунок 17 – Расстановка оставшихся вспомогательных отделений

Затем проставляем размеры всех проходов и проездов (см. рисунок 18).

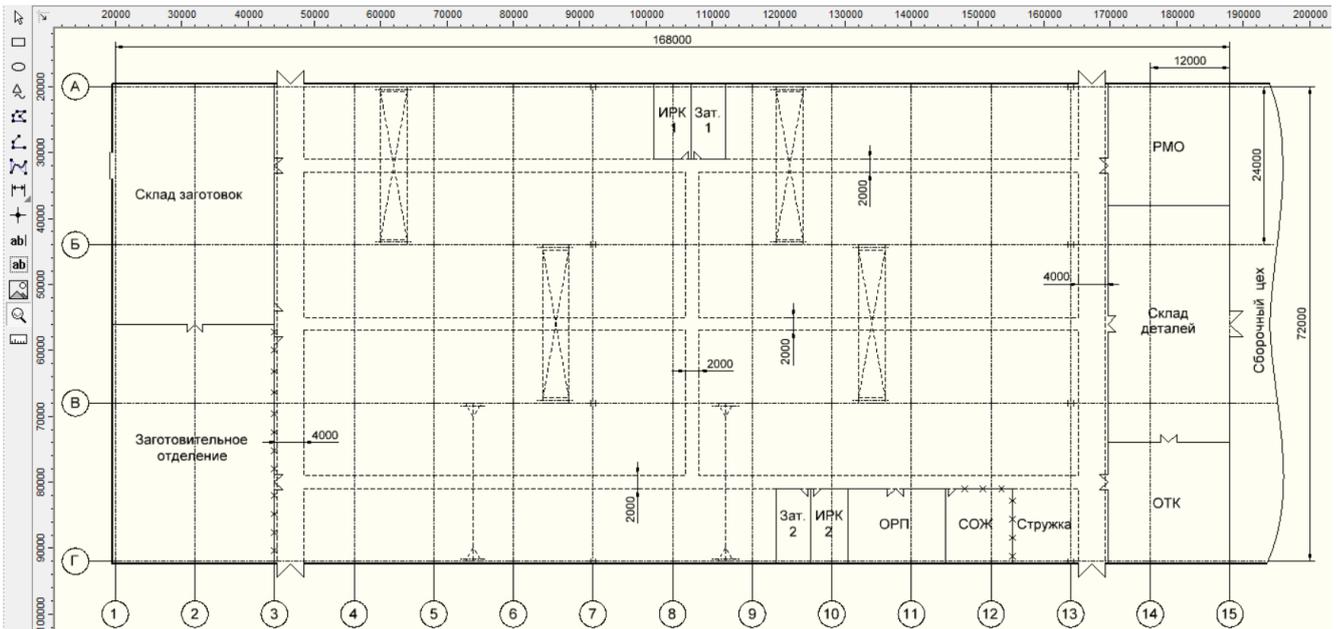


Рисунок 18 – Простановка размеров проходов и проездов

После проставления размеров, располагаем предметно-замкнутый участок изготовления деталей (см. рисунок 19). При этом необходимо учесть, что окончательная длина участка определится после разработки его планировки.

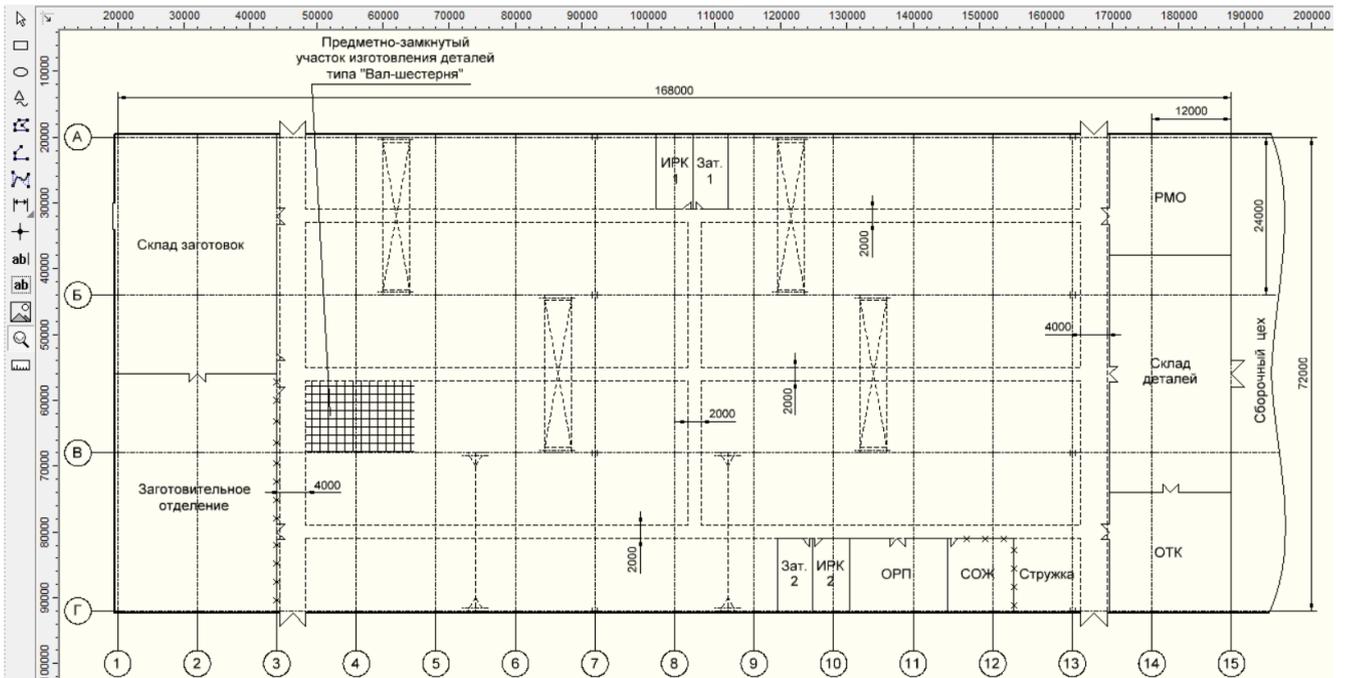


Рисунок 19 – Изображение предметно-замкнутого участка изготовления деталей

Указываем все линии материальных потоков (см. рисунок 20).

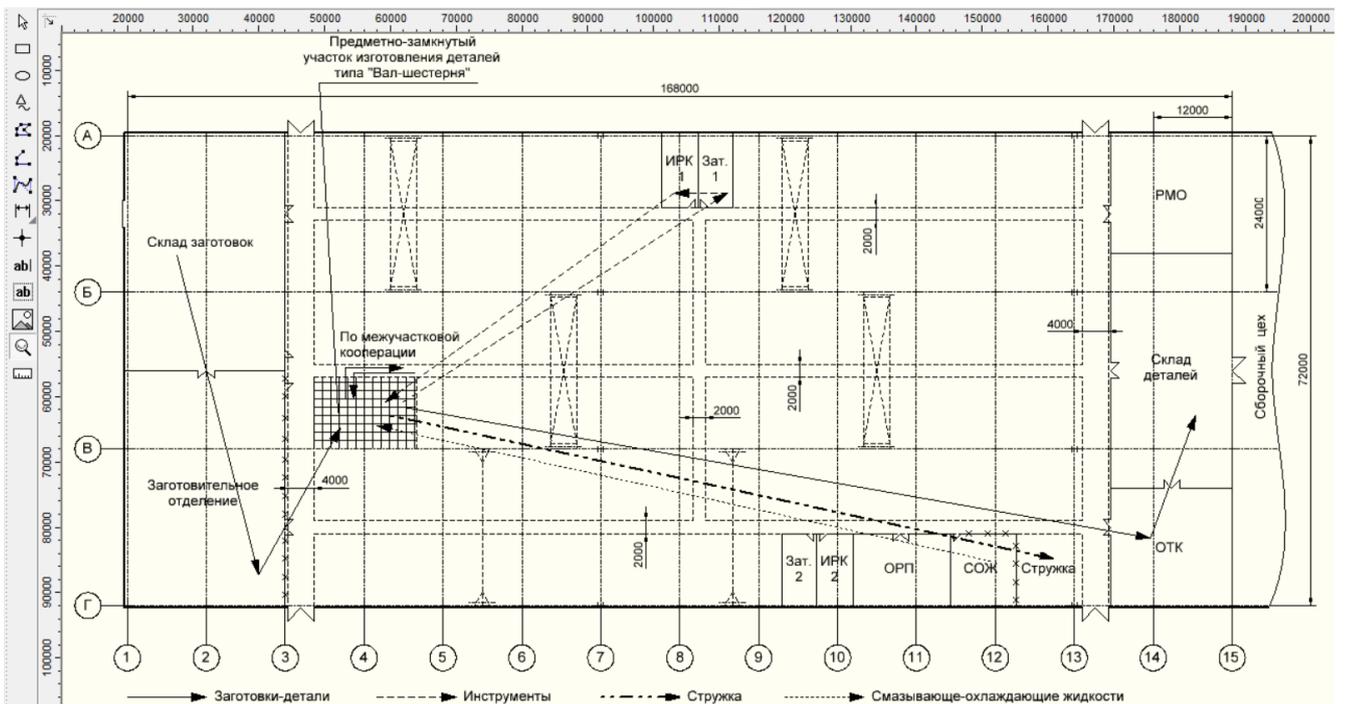


Рисунок 20 –Изображение линий материальных потоков для компоновки механического цеха

3.2.3 Оформление планировки участка

В Splan70 пользователь может создавать планировки по разным шаблонам (см. рисунок 21):

| | | | |
|-------------------------|-----------------|------------|------|
| Участок-Шаблон_0400.spl | 12.02.2014 1:37 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_0800.spl | 12.02.2014 1:37 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_1200.spl | 12.02.2014 1:38 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_1600.spl | 12.02.2014 1:38 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_2000.spl | 12.02.2014 1:38 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_2400.spl | 12.02.2014 1:38 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_2800.spl | 12.02.2014 1:38 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_3200.spl | 12.02.2014 1:39 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_3600.spl | 12.02.2014 1:39 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_4000.spl | 12.02.2014 1:39 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_4400.spl | 12.02.2014 1:39 | Файл "SPL" | 3 КБ |
| Участок-Шаблон_4800.spl | 12.02.2014 1:40 | Файл "SPL" | 3 КБ |

Рисунок 21 – Шаблоны для создания планировок участков

Шаблон выбирается в зависимости от расположения поперечного 4-х метрового проезда относительно разбивочной оси следующего ряда колонн. В соответствии с разрабатываемой компоновкой цеха оно может получиться от 400 мм до 7600 мм с шагом 400 мм. В рассматриваемом примере это расстояние составляет 7600 мм. Потому был использован шаблон из файла «Участок-Шаблон_7600» (см. рисунок 22).

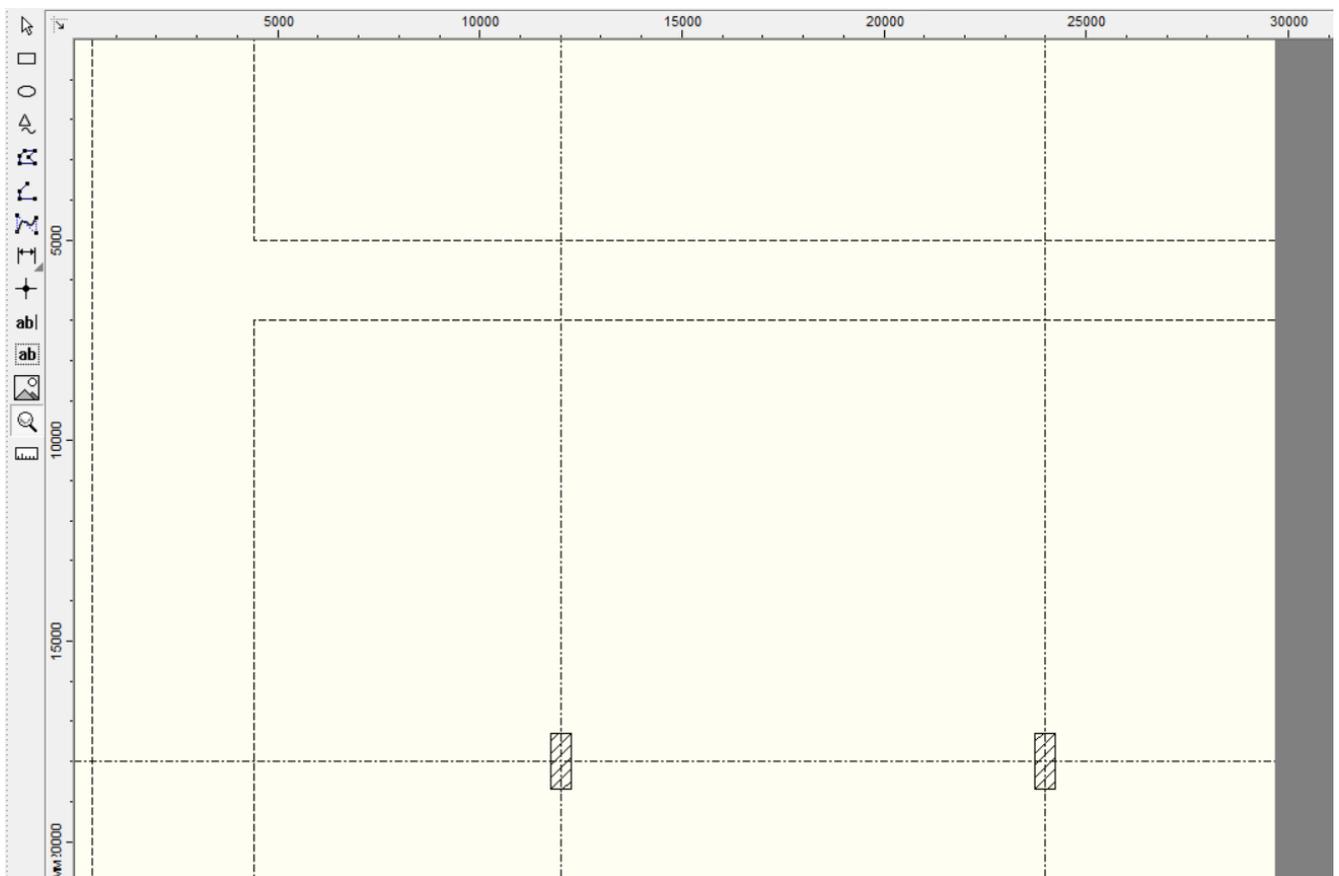


Рисунок 22 – «Участок-Шаблон_7600»

Для разработки планировки участка следует использовать шаблоны станков, мест складирования заготовок до и после их обработки, обозначения рабочих. Шаблоны станков были созданы следующим образом. Вначале в рабочей области программы был создан эскиз, например, токарного станка 16К20 (см. рисунок 23).

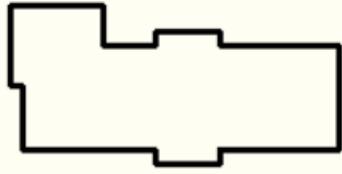


Рисунок 23 – Эскиз станка 16К20

Затем были нанесены оси его фундаментных болтов (см. рисунок 24), которые будут использованы для простановки привязочных размеров на планировке участка. Эти оси были сгруппированы с графическим изображением станка.

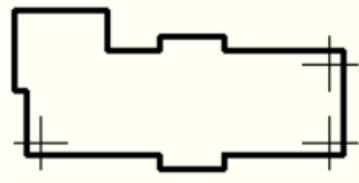


Рисунок 24 – Нанесение осей фундаментных болтов

Далее выделяем сделанный эскиз и нажимаем кнопку «Создать компонент».

После чего вводим обозначение (16К20) и описание компонента (Токарный станок). Затем редактируем так, чтобы обозначение было на эскизе. В результате создан шаблон станков, как показано на рисунке 25.

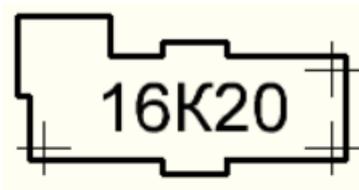


Рисунок 25 – Шаблон (темплет) станка с указанием его атрибутов

Полученный шаблон выделяем и во вкладке «Компонент», нажимаем «Копировать компонент в библиотеку». В итоге созданный шаблон будет перенесен в библиотеку.

Аналогичным образом создаются другие шаблоны (темплеты) станков, необходимые для разработки планировки участка.

Далее расставляем из библиотеки шаблоны станков, места под складирования и рабочих и сгруппировываем рабочее место. После чего аналогичным образом создаем оставшиеся рабочие места и расставляем их в соответствии с заданным технологическим процессом (см. рисунок 26). Потом проставляем все линии материальных потоков (см. рисунок 27).

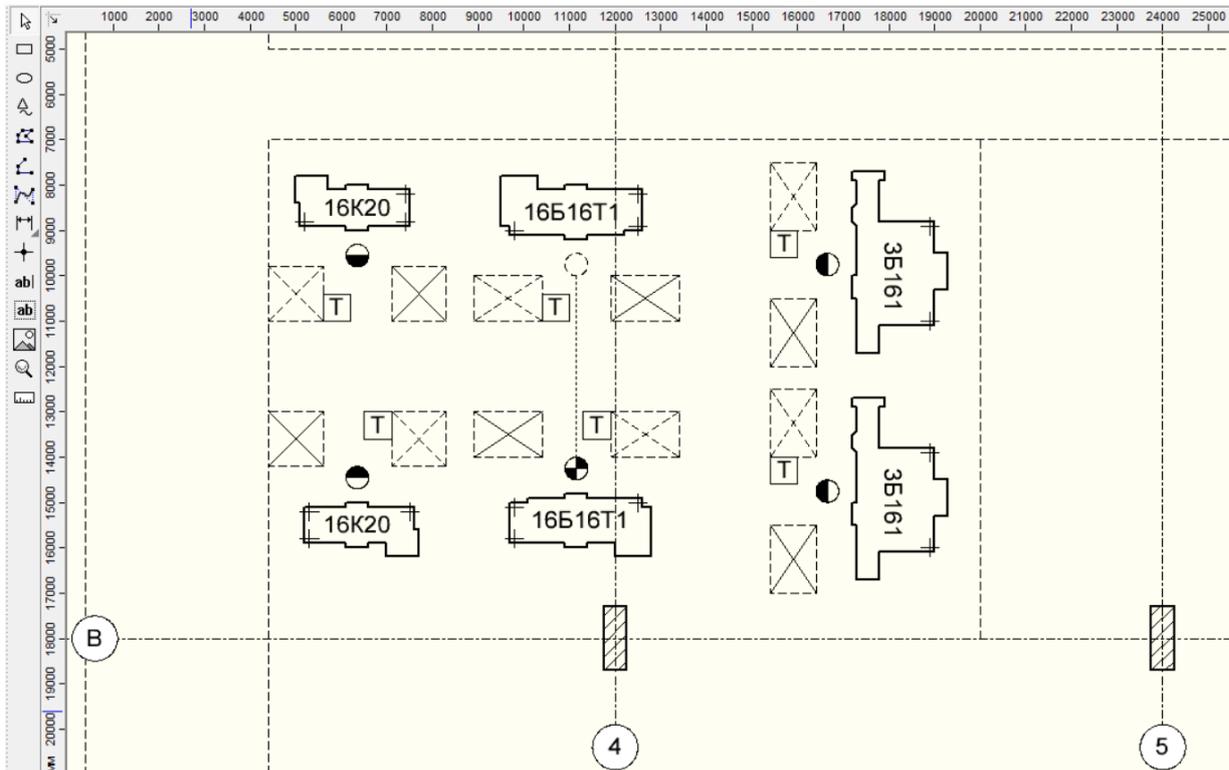


Рисунок 26 – Рабочие места

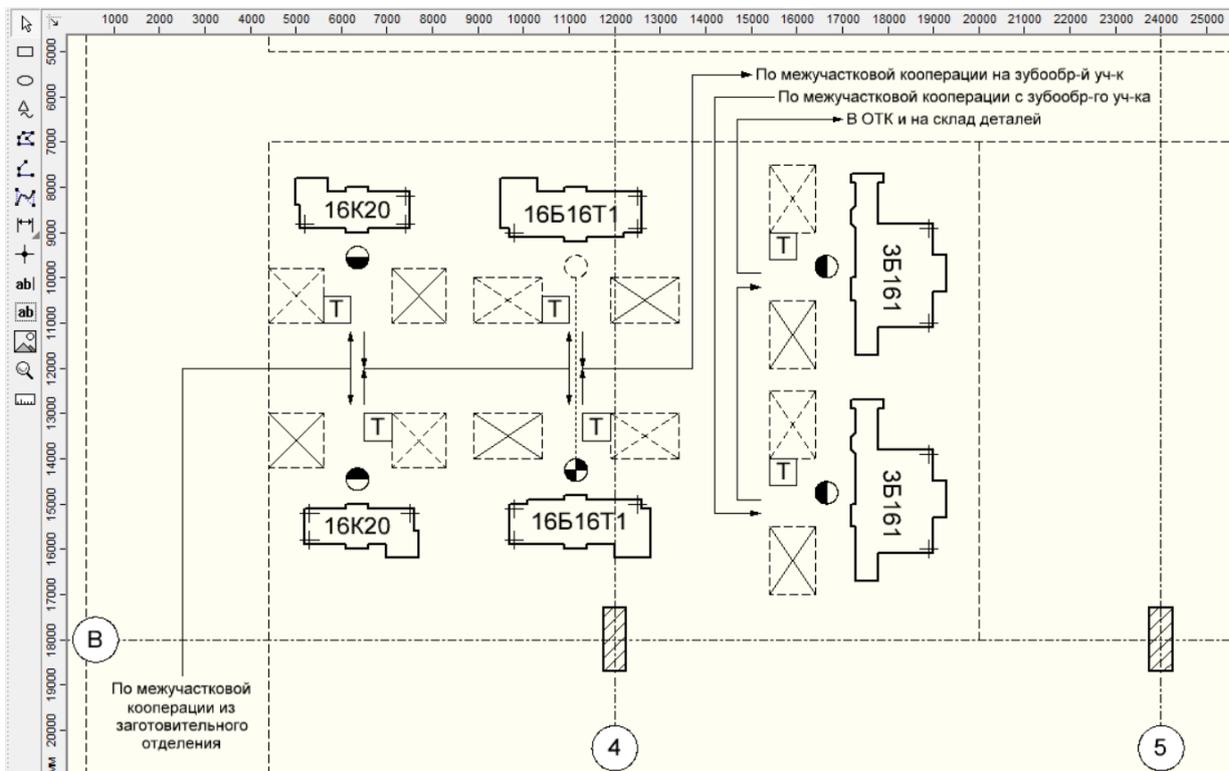


Рисунок 27 – Изображение линий материальных потоков на планировке участка

Затем привязываем станки размерами от осевых линий фундаментного болта каждого станка к осевым линиям ближайшей колонны (см. рисунок 28).

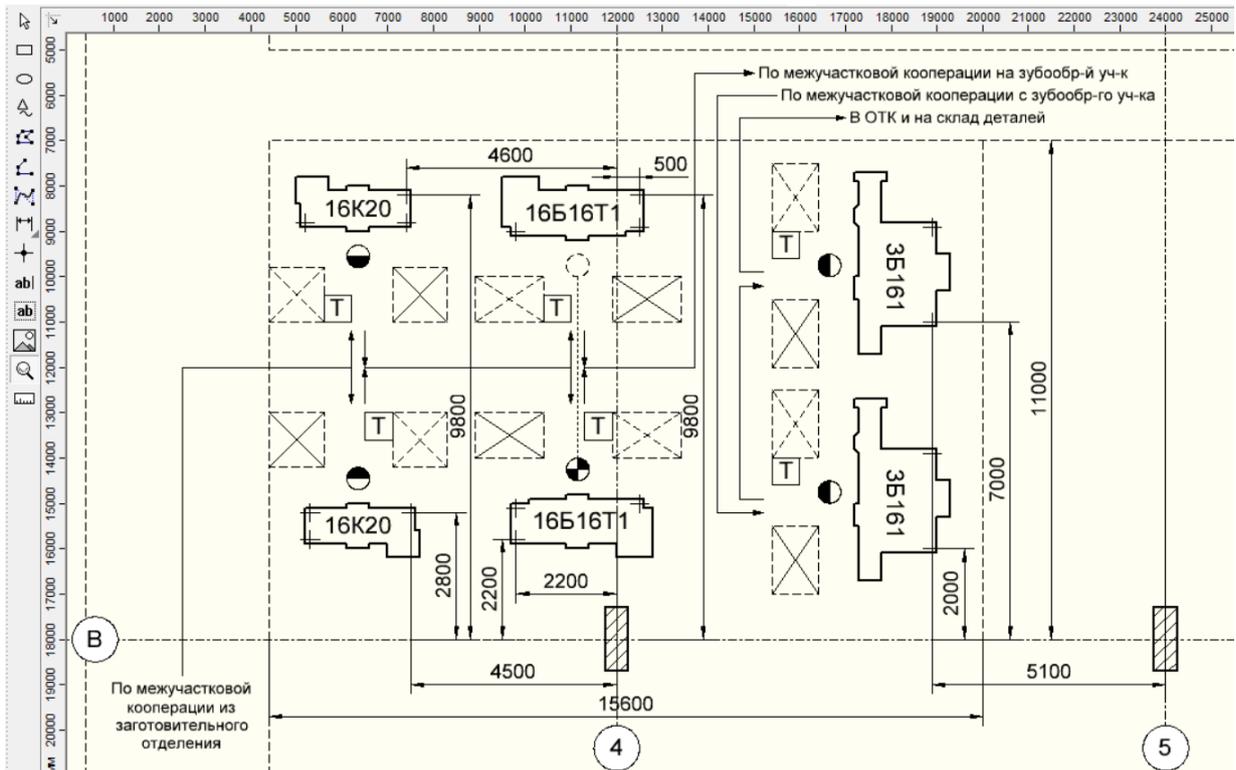


Рисунок 28 – Простановка привязочных размеров

В соответствии с разработанной планировкой участка оформляем схему материальных потоков (см. рисунок 29).

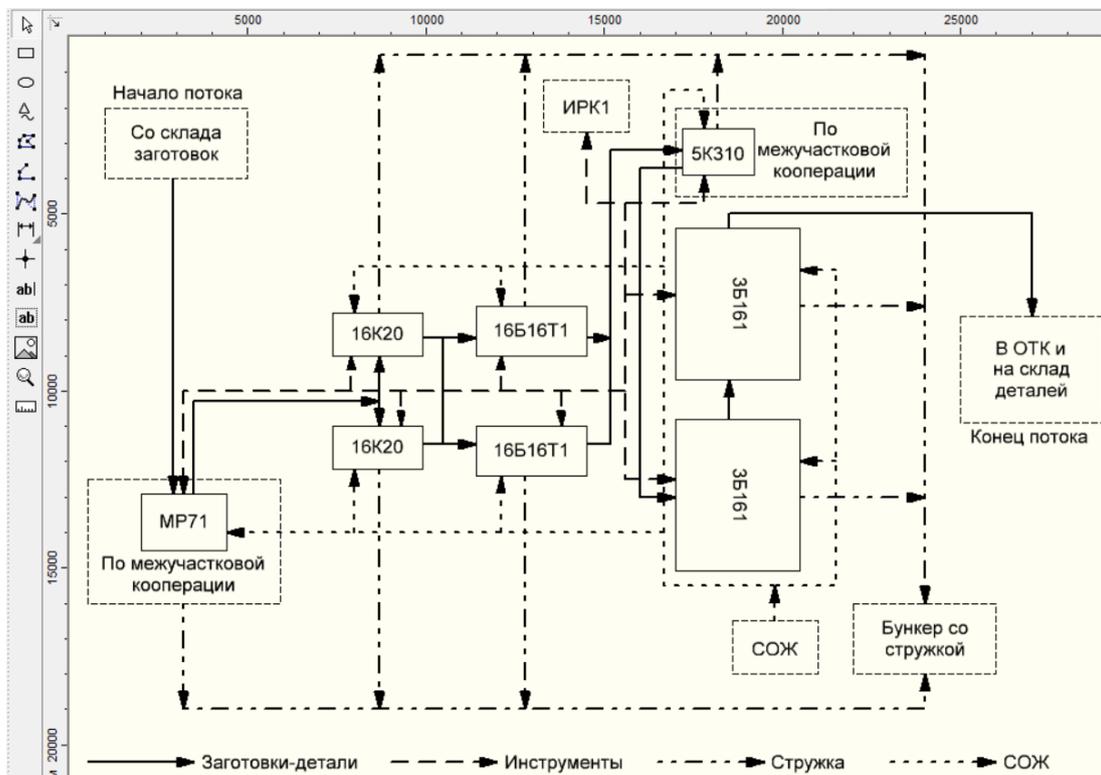


Рисунок 29 – Схема материальных потоков предметно-замкнутого механического участка

Для этого изображаем прямоугольниками станки и вспомогательные отделения. Линиями со стрелками обозначаем материальные потоки. Каждому виду материального потока соответствует свой тип линии.

Условные обозначения, применяемые на планировках участков и цехов, представлены в Приложении 1.

В Приложении 3 показаны варианты расположения станков друг относительно друга, а в Приложении 4 – нормы на расстояния между станками в продольном и поперечном направлении, а также от станков до стен и колонн здания.

В Приложении 5 приведены темплеты станков.

Литература

Основная:

1. Горохов, В. А. Проектирование механосборочных участков и цехов [Электронный ресурс]: учебник / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе. – Электрон. дан. – Минск: Новое знание, 2014. – 540 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49454.

2. Проектирование механосборочных участков и цехов: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе [и др.]. – М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. – 540 с.

3. Киселев Е.С. Методики расчета механосборочных и вспомогательных цехов, участков и малых предприятий машиностроительного производства: Учебное пособие. Гриф МО РФ / Е.С. Киселев. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 143 с.

Дополнительная:

4. Проектирование участков и цехов автоматизированных машиностроительных производств / А.Г.Схиртладзе, В.П. Вороненко, В.А. Егоров и др. – Пенза: Изд-во Пензенского ГУ, 1999.

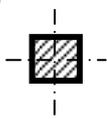
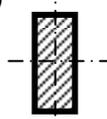
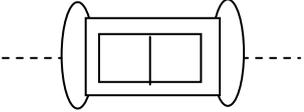
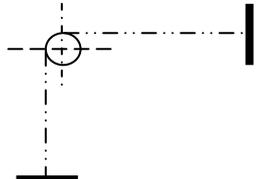
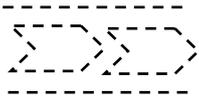
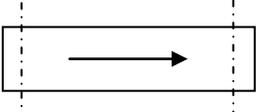
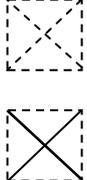
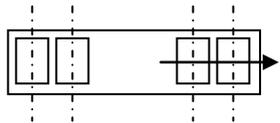
5. Проектирование автоматизированных участков и цехов / В.П. Вороненко, В.А. Егоров, М.Г. Косов и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Машиностроение, 1992.

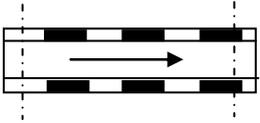
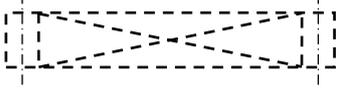
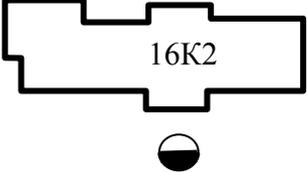
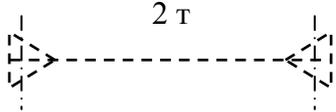
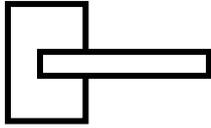
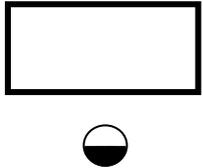
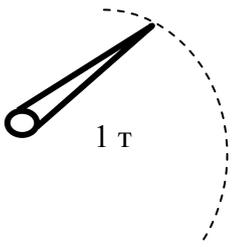
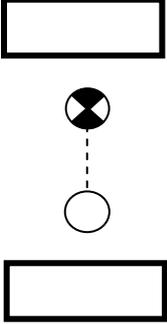
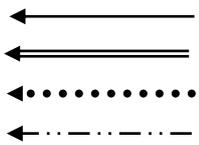
6. Мамаев В.С. Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 1974.

7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Суслова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 944 с.

Приложение 1

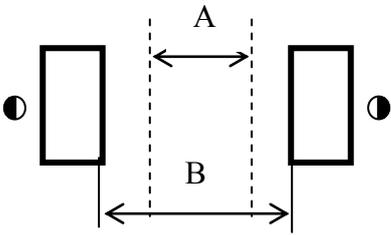
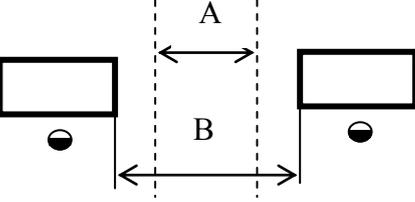
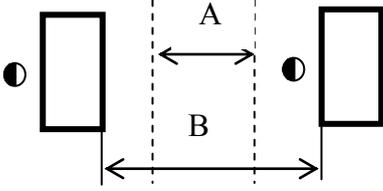
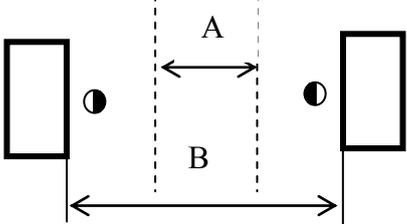
Условные обозначения, применяемые на планировках участков и цехов

| Наименование | Условное обозначение | Наименование | Условное обозначение |
|--|---|----------------------------------|---|
| Колонны в зданиях: а) безкрановых; б) крановых | а)  б)  | Кран-штабелер автоматизированный |  |
| Ворота распашные |  | Тележка транспортная |  |
| Ворота откатные |  | Конвейер подвесной цепной |  |
| Дверь |  | Промышленный робот |  |
| Канал для транспортирования стружки |  | Транспортер ленточный |  |
| Место складирования заготовок или деталей |  | Транспортер роликовый |  |

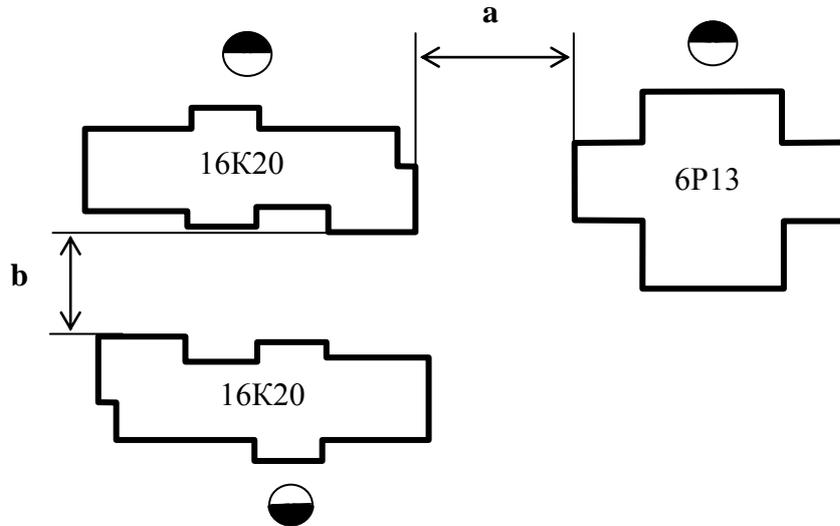
| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Тумбочка</p> <p>Подставка под приспособления</p> |  | <p>Транспортер цепной</p> |  |
| <p>Кран мостовой</p> | <p>10 т</p>  | <p>Технологическое оборудование</p> |  |
| <p>Мостовой (опорный) однобалочный кран</p> | <p>2 т</p>  | <p>Желоб, склиз с тарой под стружку</p> |  |
| <p>Подвесной однобалочный (кран-балка) кран с электроталью</p> | <p>2 т</p>  | <p>Место рабочего</p> |  |
| <p>Шарнирно-балансирующий кран (ШБК)</p> | <p>1 т</p>  | <p>Многостаночное обслуживание</p> |  |
| <p>Стеллаж многоярусный однорядный</p> |  | <p>Схема потоков: Заготовок-деталей – Инструмента – СОЖ – Стружки –</p> |  |

Приложение 2

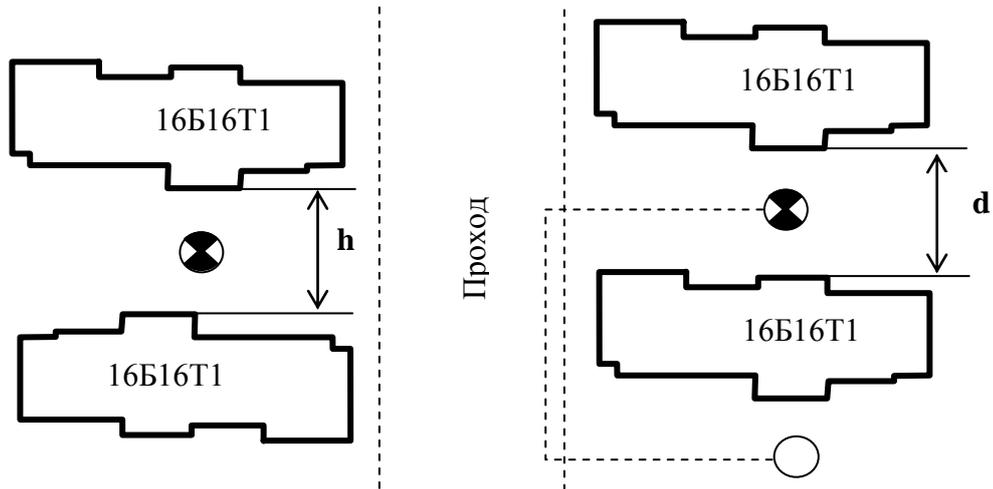
Нормы ширины проездов и расстояний между рядами станков при транспортировании деталей электропогрузчиками с вилами (одностороннее движение)

| Расположение проездов | Грузоподъемность тары, т | | | | | |
|---|--------------------------|------|--------|------|--------|------|
| | До 0,63 | | До 1,0 | | До 3,2 | |
| | Расстояние, мм | | | | | |
| | А | В | А | В | А | В |
|  | 2500 | 3000 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 |
|  | 2500 | 3000 | 3000 | 4500 | 4000 | 4500 |
|  | 2500 | 3800 | 3000 | 4300 | 4000 | 5300 |
|  | 2500 | 4500 | 3000 | 5000 | 4000 | 5300 |

а)

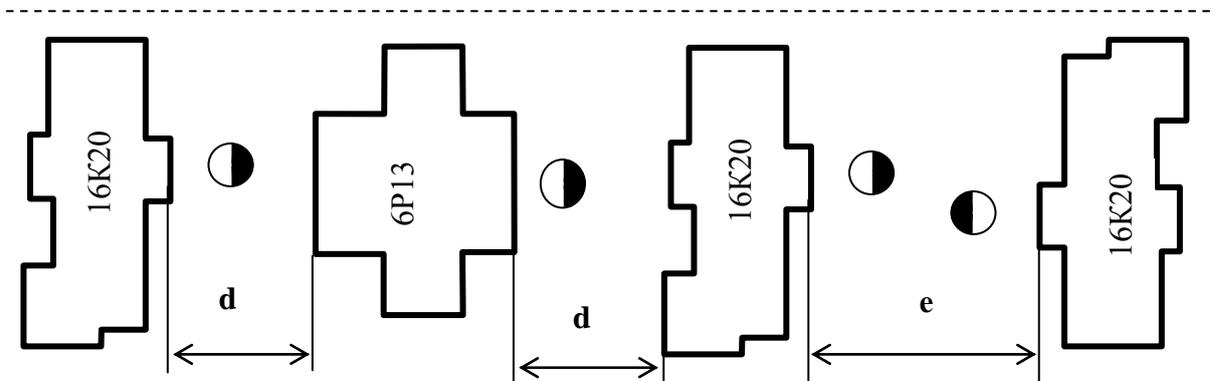


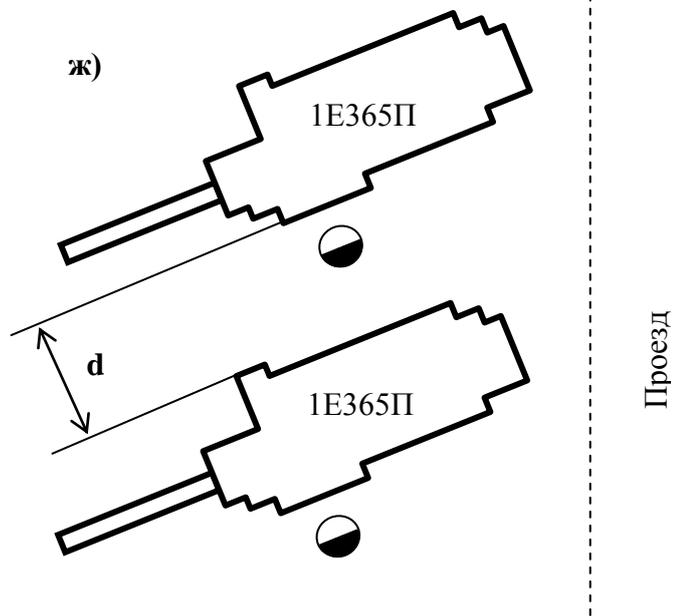
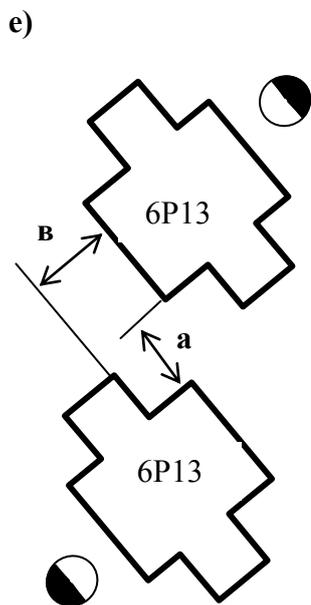
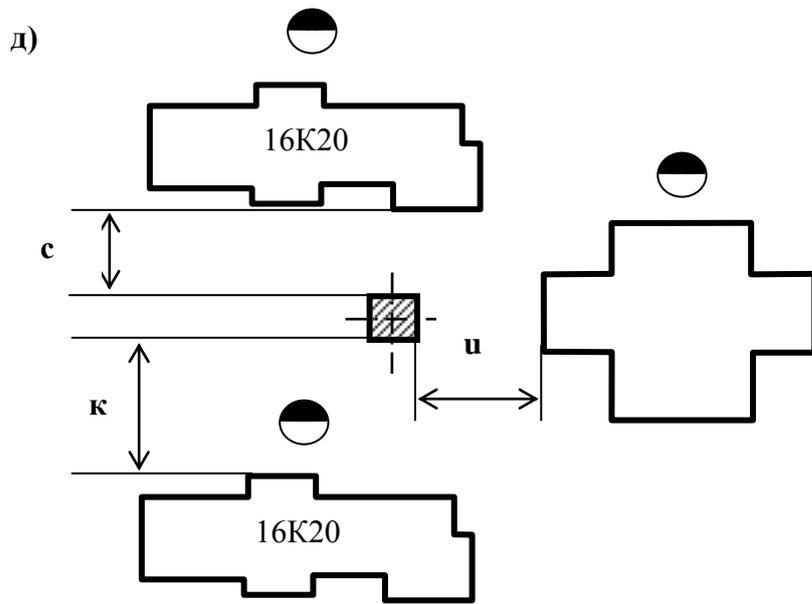
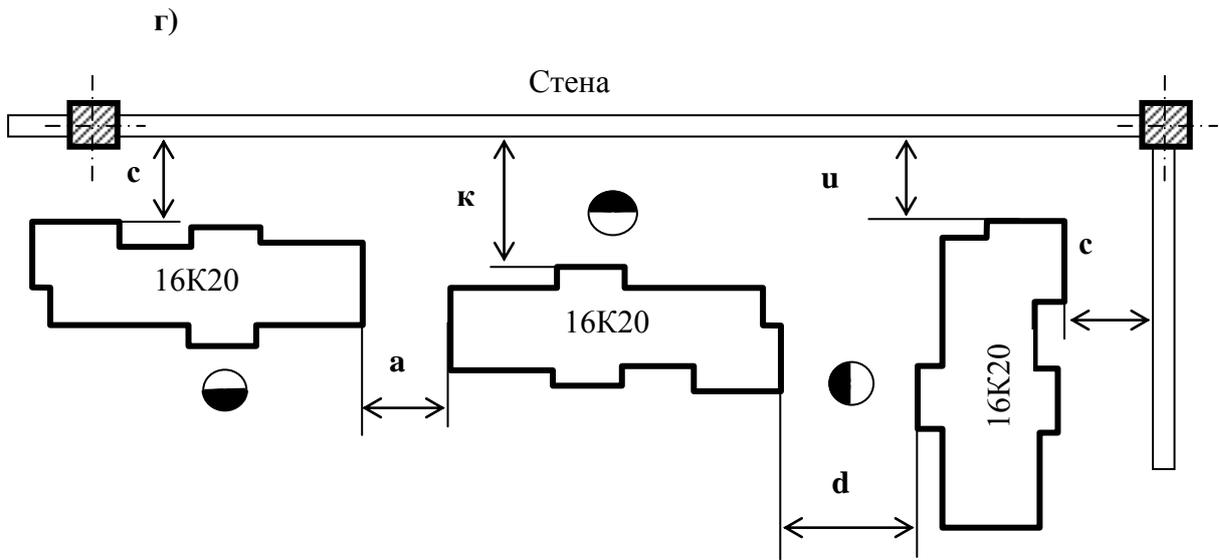
б)



в)

Проезд





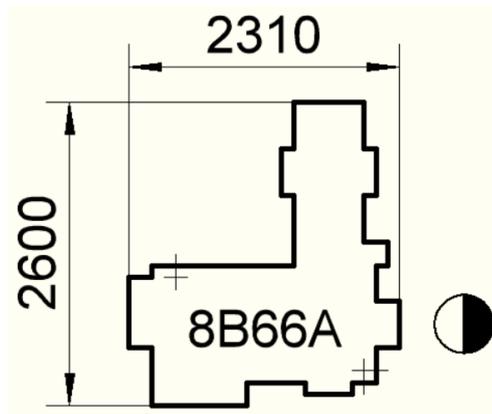
Приложение 4

Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн зданий, мм

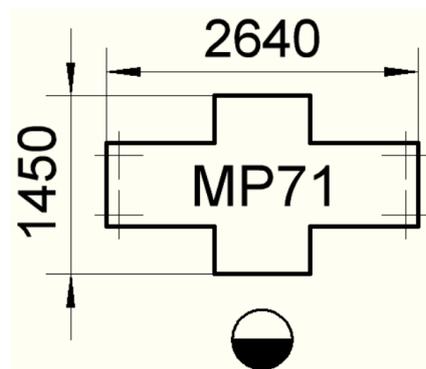
| Номер рис. | Расстояния | Станки с габаритными размерами, м | | |
|------------|---|-----------------------------------|------------|------------|
| | | До 1,8x0,6 | До 4,0x2,0 | До 8,0x4,0 |
| Рис. а | Между станками по фронту – a | 700 | 900 | 1200 |
| | Между тыльными сторонами станков – b | 700 | 800 | 1000 |
| Рис. б | Между двумя станками в разворот при обслуживании одним оператором-наладчиком – h | 1300 | 1500 | 1800 |
| | Между двумя станками при обслуживании одним оператором-наладчиком – d | 1300 | 1500 | 1800 |
| Рис. в | Между станками при расположении их «в затылок» – d | 1300 | 1500 | 1800 |
| | Между станками при расположении их фронтом один к другому – e | 2000 | 2500 | 2800 |
| Рис. г | Между стеной и тыльной стороной станка – c | 700 | 800 | 900 |
| | Между стеной и фронтом станка – к | 1300 | 1500 | 1800 |
| | Между стеной и боковой стороной станка – u | 700 | 800 | 900 |
| Рис. д | Между колонной и тыльной стороной станка – c | 700 | 800 | 900 |
| | Между колонной и фронтом станка – к | 1300 | 1500 | 1800 |
| | Между колонной и боковой стороной станка – u | 700 | 800 | 900 |
| Рис. е | Между боковыми сторонами станков – a | 700 | 900 | 1200 |
| | Между тыльными сторонами станков – b | 700 | 800 | 1000 |
| Рис. ж | Между станками при расположении их «в затылок» – d | 1300 | 1500 | 1800 |

Темплеты металлорежущих станков

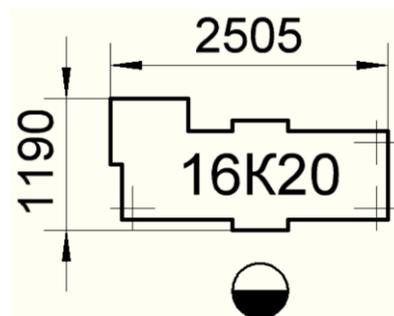
1. Круглопильный станок мод. 8В66А



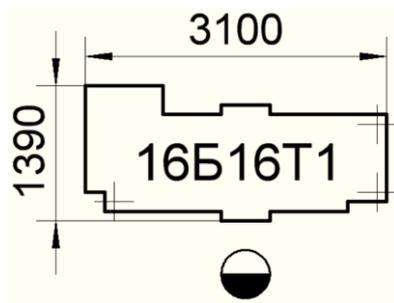
2. Фрезерно-центровальный полуавтомат мод. МР71



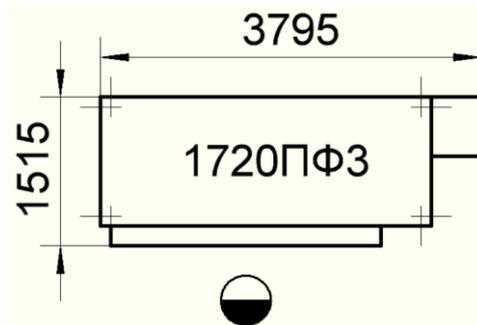
3. Токарно-винторезный универсальный станок мод. 16К20



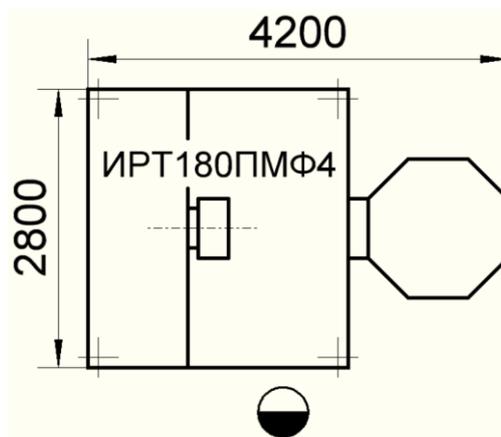
4. Токарный станок с ЧПУ мод. 16Б16Т1



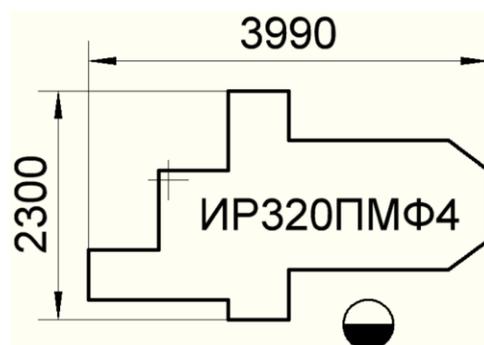
5. Токарно-копировальный станок с ЧПУ мод. 1720ПФ3



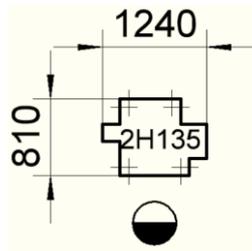
6. Токарный многоцелевой станок мод. ИРТ180ПМФ4



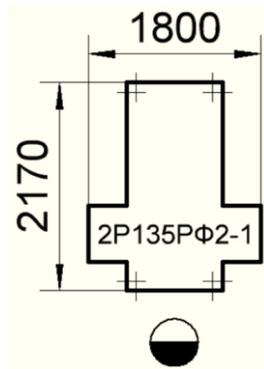
7. Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ мод. ИР320ПМФ4



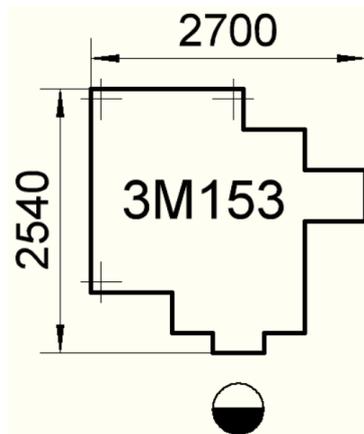
8. Вертикально-сверлильный станок мод. 2Н135



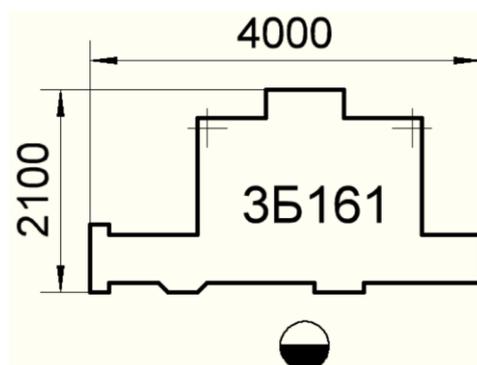
9. Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ мод. 2Р135РФ2-1



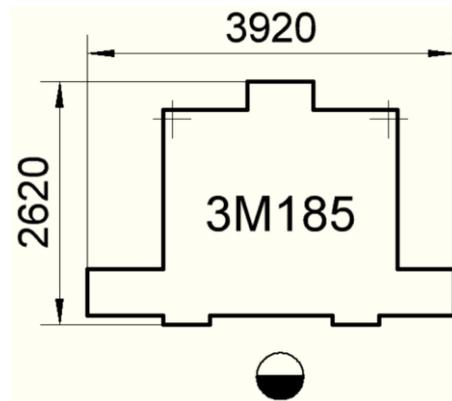
10. Круглошлифовальный станок мод. 3М153



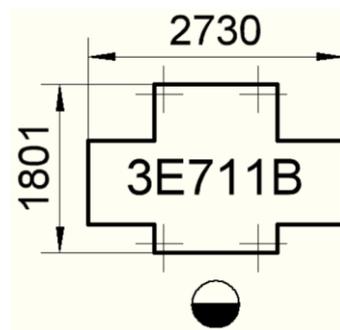
11. Круглошлифовальный станок мод. 3Б161



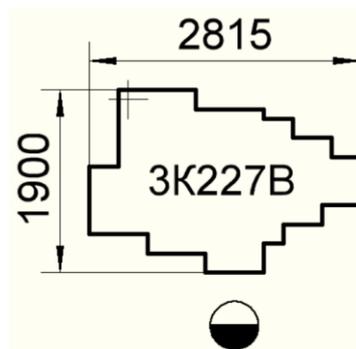
12. Бесцентрово-шлифовальный полуавтомат мод. 3М185



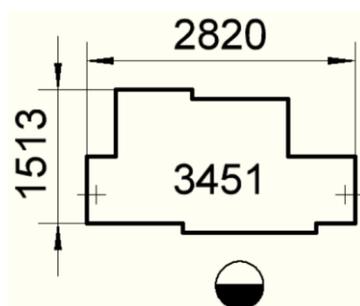
13. Плоскошлифовальный станок мод. 3Е711В



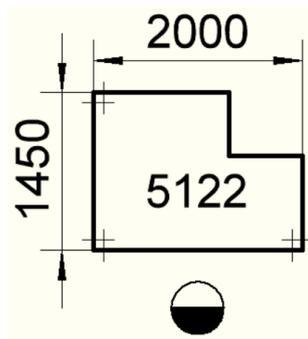
14. Внутришлифовальный станок мод. 3К227В



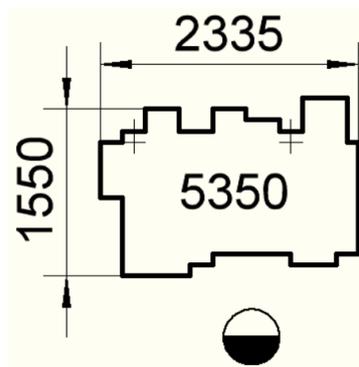
15. Шлицешлифовальный станок мод. 3451



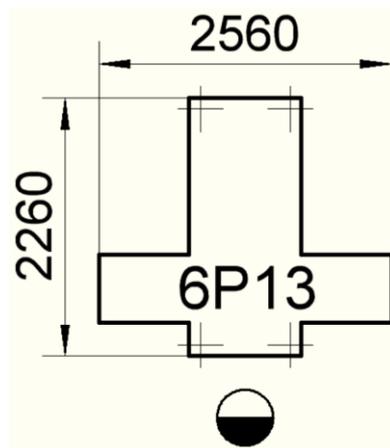
16. Зубодолбежный полуавтомат мод. 5122



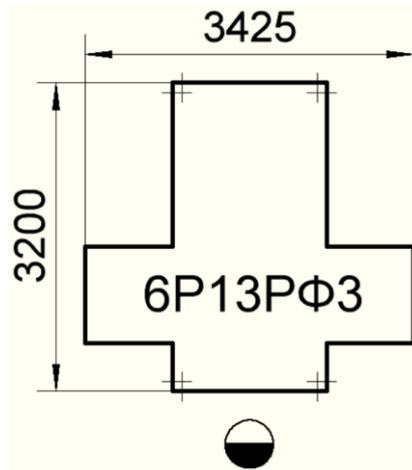
17. Шлицефрезерный полуавтомат мод. 5350



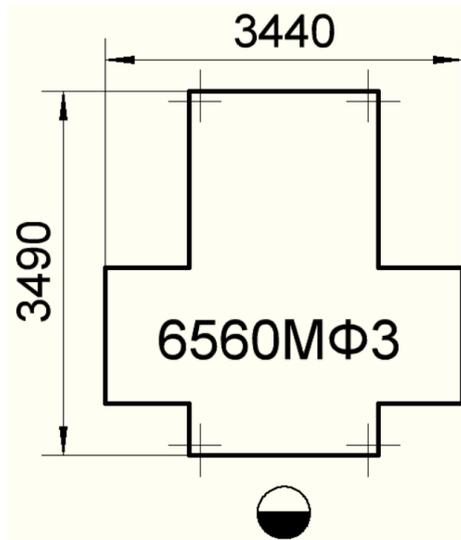
18. Вертикально-фрезерный консольный станок мод. 6P13



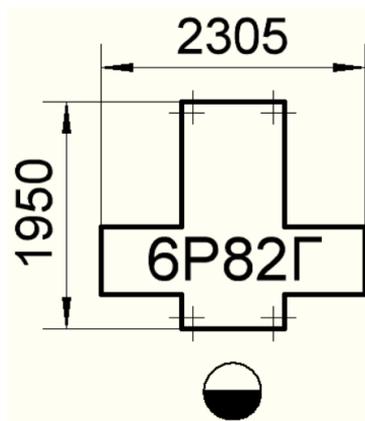
19. Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ мод. 6P13PФ3



20. Вертикально-фрезерный бесконсольный станок с ЧПУ мод. 6560MФ3



21. Многоцелевой вертикальный станок мод. 2254MФ4



Университет ИТМО

Кафедра технологии приборостроения

**Контрольная работа
по дисциплине
«Организация производства»**

Выполнил: _____
Фамилия И.О.

Группа: _____

Проверил: _____
Фамилия И.О.

Санкт-Петербург
201_ г.

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

Кафедра технологии приборостроения относится к числу ведущих кафедр института со дня его основания в 1931 году. Тогда она называлась кафедрой механической технологии и возглавлялась известным ученым в области разработки инструмента профессором А. П. Знаменским. Позже она была переименована в кафедру технологии приборостроения.

За время своего существования кафедра выпустила из стен института более тысячи квалифицированных инженеров, более сотни кандидатов и докторов наук. В разные годы ее возглавляли известные ученые и педагоги профессора Николай Павлович Соболев и Сергей Петрович Митрофанов.

Кафедра имеет выдающиеся научные достижения. Заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором С. П. Митрофановым были разработаны научные основы группового производства, за что он был удостоен Ленинской премии СССР. Методы группового производства с успехом применяются в промышленности и постоянно развиваются его учениками. Заслуженным изобретателем Российской Федерации Юрием Гдальевичем Шнейдером разработаны метод и инструментарий нанесения регулярного микрорельефа на функциональной поверхности.

В настоящее время кафедра осуществляет выпуск бакалавров и магистров по направлениям подготовки 200100 «Приборостроение» и 230100 «Информатика и вычислительная техника».

Помпеев Кирилл Павлович

Организация производства

**Учебное пособие
по выполнению контрольной работы**

В авторской редакции

Компьютерный набор и верстка

К.П. Помпеев

Дизайн обложки

К.П. Помпеев

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49