

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических занятий по дисциплине
«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ	3
2. Практическое занятие РАСЧЕТ ЗАГРУЗКИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И СБОРОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ	12
3. Практическое занятие РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ	15
4. Практическое занятие РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ СБОРОЧНЫХ И ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ	21
5. Практическое занятие РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	25
6. Практическое занятие РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СБОРОЧНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ	34
7. Практическое занятие РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ОСНОВНОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ И ШТАТА ПРЕДПРИЯТИЯ	40
8. Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ЧИСЛА СТАНКОВ ДЛЯ МНОГОСТАНОЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОДНИМ РАБОЧИМ И ПОСТРОЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ МНОГОСТАНОЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	47
9. Практическое занятие РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ РАБОЧЕГО МЕСТА	54
10. Практическое занятие ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	61
11. Практическое занятие РАЗРАБОТКА ГРАФИКОВ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ	69
12. Практическое занятие РАЗРАБОТКА КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА 73	
13. Практическое занятие РАЗРАБОТКА, СОСТАВЛЕНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ПО СЛУЖБАМ АКТОВ И ИЗВЕЩЕНИЙ	80
14. Практическое занятие МЕТОД КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ (ЛЕНТОЧНАЯ ДИАГРАММА ГЕНРИ Л. ГАНТА)	87
15. Практическое занятие РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ	89
16. Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВА СРЕДСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СИСТЕМЕ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ	100
17. Практическое занятие ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВОЙ РЕМОНТНОЙ БАЗЫ	107
18. Практическое занятие РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ	113

1. Практическое занятие *ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ ПРОГРАММЫ ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ*

Цель: Ознакомиться со способами задания программы выпуска, рассмотреть варианты формирования групп при использовании метода приведения, рассчитать коэффициенты приведения по полученному заданию, определить приведенную программу выпуска.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Программа выпуска – совокупность изделий установленной номенклатуры, выпускаемых в заданном объеме в год.

Программу выпуска цеха определяют исходя из производственной программы завода с учетом установленного процента запасных частей. В зависимости от типа производства и этапа проектирования производственная программа может быть точной, приведенной и условной. В соответствии со способом задания применяют методы проектирования по точной, приведенной или условной программе.

1. Метод проектирования по точной программе предусматривает разработку подробных технологических процессов обработки или сборки с техническим нормированием на все детали или сборочные единицы, входящие в производственную программу. Этот метод применяют для проектирования участков отделений и цехов крупносерийного и массового производства. В этом случае производственная программа представляет собой ведомость, включающую полный перечень деталей или сборочных единиц, подлежащих обработке или сборке в данном цехе, с указанием их количества и массы, а для механических цехов – вида заготовки материала.

2. Проектирование по приведенной программе применяют для проектирования цехов средне- и мелкосерийного производства. Это объясняется тем, что при значительной номенклатуре объем проектных и технологических разработок становится очень большим, и для его сокращения реальную мно-

гономенклатурную программу заменяют приведенной, выраженной ограниченным числом представителей, эквивалентной по трудоемкости фактической многономенклатурной программе.

С этой целью все детали или сборочные единицы разбивают на группы по конструктивным и технологическим признакам.

В каждой группе выбирают деталь (сборочную единицу) - представитель, по которой далее ведут расчеты. На указанные представители разрабатывают технологические процессы обработки (сборки) и путем технического нормирования определяют трудоемкость их обработки и сборки.

В качестве детали или сборочной единицы - представителя выбирают, как правило, детали или сборочные единицы, характеризующиеся наибольшим объемом выпуска и трудоемкостью изготовления.

Рекомендуются следующие соотношения массы m и годового объема выпуска N объекта представителя и других объектов производства, входящих в группу:

$$0,5m_{max} \leq m \leq 2m_{min};$$

$$0,1N_{max} \leq N \leq 10N_{min},$$

где m_{max} , m_{min} , и N_{max} , N_{min} — соответственно наибольшие и наименьшие значения массы и годового объема выпуска объектов производства, входящих в группу. Если указанные соотношения не соблюдаются, необходимо группу разделить на две или более подгруппы.

В практике проектирования любой объект производства, входящий в группу, может быть приведен по трудоемкости к представителю с учетом различия в массе, программе выпуска, сложности обработки или сборки и других параметров. Общий коэффициент приведения

$$K_{np} = K_1 K_2 K_3 \dots K_n,$$

где K_1 — коэффициент приведения по массе;

K_2 — коэффициент приведения по серийности;

K_3 – коэффициент приведения по сложности;

K_n – коэффициент приведения, учитывающий другие особенности объекта.

При использовании метода приведения возможны два варианта формирования групп и выбора типовых представителей.

Первый вариант применяют при закреплении за цехом изготовления деталей или сборки гаммы подобных изделий, создаваемой обычно на одной базе и различающихся характеристиками в определенном диапазоне. В этом случае формируют одну или несколько групп изделий и в качестве представителя выбирают одно из изделий группы.

Второй вариант применяют при изготовлении цехом изделий, существенно отличающихся друг от друга. В этом случае для проектирования механического цеха детали всех машин объединяют в технологически подобные группы (валы, втулки, плоскостные, корпусные детали и др.) и в каждой группе выбирают деталь-представитель, для которой разрабатывают технологические процессы с техническим нормированием.

Результаты разработок по любому из вариантов распространяют на все объекты группы, пользуясь коэффициентами приведения.

Коэффициент, учитывающий различие в массе обрабатываемых деталей изделия:

$$K_1 = C_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{\Sigma m_i}{\Sigma m_{np}}\right)^2} + C_B \cdot \sqrt[3]{\frac{\Sigma m_i}{\Sigma m_{np}}},$$

где C_0 и C_B – коэффициенты, определяющие долю основного и вспомогательного времени в штучном;

Σm_i и Σm_{np} – соответственно суммарные массы деталей рассматриваемого изделия группы и изделия-представителя.

Для определения значений C_0 и C_B в зависимости от массы изделий и типа производства можно пользоваться номограммой (рисунок 1).

Для геометрически подобных деталей можно пользоваться более простой формулой:

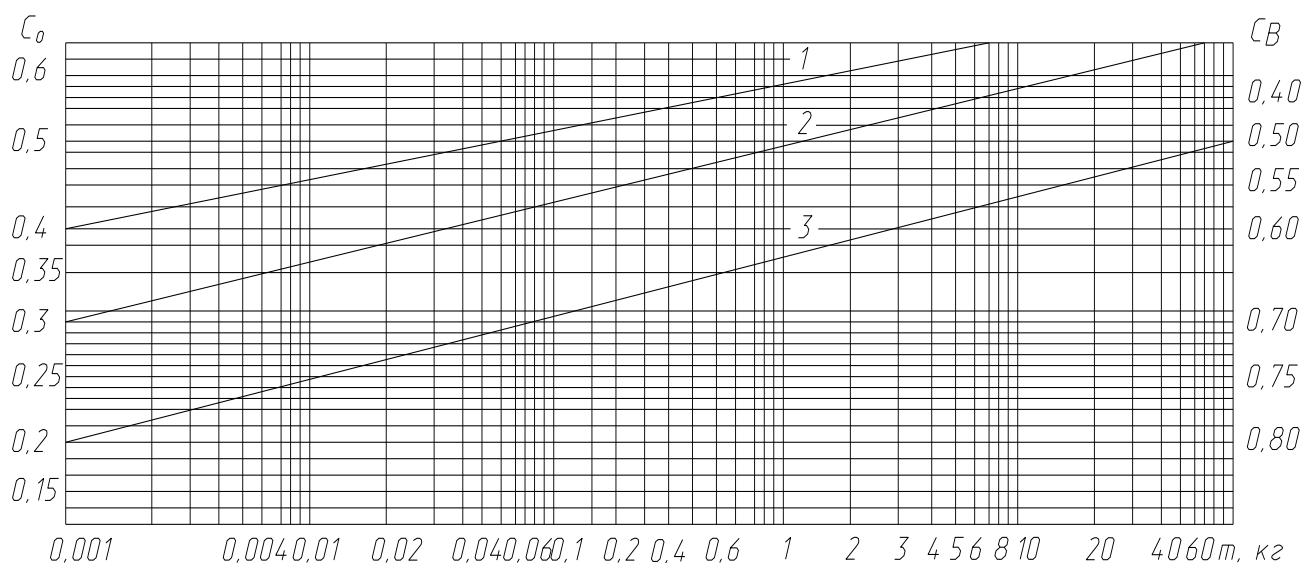
$$K_1 = \sqrt[3]{(m_i / m_{\text{ПП}})^2},$$

выражающей соотношение площадей обрабатываемых поверхностей рассматриваемой детали группы и детали-представителя.

Коэффициенты приведения, учитывающие различия в массе собираемых изделий, определяют по формулам:

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{\sum m_i}{m_{\text{ПП}}}\right)^2} \quad \text{или} \quad K_1 = \sqrt[3]{\frac{\sum m_i}{m_{\text{ПП}}}}.$$

Первая формула пригодна при большом объеме пригоночных работ, вторая при малом.



1 – единичное и мелкосерийное; 2 – среднесерийное;
3 – крупносерийное

Рисунок 1 – Номограмма для определения коэффициентов C_o и C_B в зависимости от типа производства деталей (по Л. В. Барташеву).

Коэффициент приведения по серийности K_2 учитывает изменение трудоемкости обработки или сборки при изменении программы выпуска. Это

обусловлено, например, большей целесообразностью применения более совершенного приспособления, сокращающего время установки детали при обработке или сборке, если программа выпуска увеличивается. В практике проектирования этот коэффициент определяют по эмпирической формуле:

$$K_2 = \left(\frac{N_{np}}{N_i} \right)^\alpha,$$

где N_{np} и N_i – программа выпуска соответственно изделия представителя и «приводимого» изделия;

α - показатель степени; $\alpha=0,15$ для объектов легкого и среднего машиностроения; $\alpha=0,2$ для объектов тяжелого машиностроения.

Коэффициент приведения по сложности K_3 учитывает влияние технологичности конструкции на станкоемкость обработки или трудоемкость сборки.

В общем виде коэффициент приведения можно представить в виде произведения коэффициентов, учитывающих связи между конструктивными факторами и трудоемкостью приводимых изделий:

В общем виде коэффициент приведения по сложности можно представить в виде произведения коэффициентов, учитывающих связи между конструктивными факторами и трудоемкостью приводимых изделий:

$$K_3 = P_1^{\alpha_1} \cdot P_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot P_n^{\alpha_n}$$

где: $P_1, P_2, \dots, P_n$ – коэффициенты, учитывающие различие соответствующих технических параметров в рассматриваемом изделии и изделии-представителе;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – показатели, отражающие степень влияния соответствующих технических параметров на трудоемкость обработки или сборки.

Так, например, для однородных деталей группы наиболее существенными параметрами, определяющими сложность, а соответственно и трудоем-

кость изготовления, будут точность и параметры шероховатости поверхности обработки.

Указанные параметры при количественной оценке технологичности конструкции детали учитывается средним квалитетом точности обработки $\overline{K_T}$ и средним значением параметра шероховатости поверхности $\overline{Ra}$.

$$\text{Для этого случая } K_3 = \left(\frac{\overline{K_{Ti}}}{\overline{K_{T.пр}}} \right)^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{\overline{Ra_i}}{\overline{Ra_{пр}}} \right)^{\alpha_2},$$

где $\overline{K_{Ti}}$ и $\overline{K_{T.пр}}$ – средние значения квалитета точности приводимой детали и

$$\text{детали-представителя } \left(\overline{K_T} = \frac{\sum K_j \cdot n_j}{\sum n_j} \right),$$

где K_j – j-квалитет;

n_j – число размеров j-го квалитета;

$\overline{Ra_i}$ и $\overline{Ra_{пр}}$ – средние значения параметра Ra шероховатости поверхности приводимой детали и детали представителя $\left(\overline{Ra} = \frac{\sum Ra_k \cdot n_k}{\sum n_k} \right),$

где Ra_k – k-ое значение Ra;

n_k – число поверхностей, имеющих $Ra = k$.

Для определения значений $\left(\overline{K_T} \right)^{\alpha_1}$ рекомендуется применять следующие нормативы:

Средний квалитет	6	7	8	11	12	13
$\left(\overline{K_T} \right)^{\alpha_1}$	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Значение $\left(\overline{Ra} \right)^{\alpha_2}$ при обработке резанием определяют по следующим данным:

$\overline{R}$	20	10	5	2,5	1,25	0,63
$(\overline{Ra})^{\alpha_2}$	0,95	0,93	1,0	1,1	1,2	1,4

Пример. Определить коэффициент приведения по сложности для детали, у которой точность обработки соответствует среднему качеству, равному 12, а среднее значение параметра шероховатости поверхности $\overline{Ra} = 10$ мкм. Аналогичные показатели детали-представителя: 11-й kvalitet и $R_a = 5$ мкм. Используя приведенные нормативы, находим:

$$K_3 = \frac{0.9}{1} \cdot \frac{0.95}{1} = 0.855$$

Произведение всех коэффициентов дает общее значение коэффициента приведения для рассматриваемой детали, сборочной единицы или изделия. Приведенная программа для каждого изделия определяется произведением заданной программы выпуска на каждый коэффициент приведения.

В результате этого вместо фактической многономенклатурной программы получают эквивалентную ей по трудоемкости приведенную программу, выраженную ограниченным числом изделий-представителей. По этой программе ведут все последующие расчеты, сохраняя, однако, неизменной общую массу изделий для проектирования транспорта и складов.

3. *Метод проектирования по условной программе* очень близок к методу проектирования по приведенной программе, с той лишь разницей, что изделие-представитель является условным.

В случае опытного, единичного производства, когда невозможно точно определить номенклатуру и технические характеристики будущих машин программу задают условным изделием, близким по характеристике к изделию, планируемому к изготовлению в данном цехе.

По условному изделию определяется трудоемкость обработки и сборки и выполняются все последующие расчеты.

В таблице 3 приведен пример расчета приведенной программы.

Таблица 3 – Ведомость расчета приведенной программы

Наименование изделия	Годовая программа N_i , шт	Масса		Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт
		одного изделия, кг	годовой программы, кг	По массе	По серийности	По сложности	общий	
Втулка	205	0,7	144	0,9	1,2	1,2	1,3	265
Фланец	400	0,8	320	1,0	1,0	1,0	1,0	400
Крышка	310	0,5	155	0,7	1,0	1,1	0,8	250
Всего:			619	Всего:				814

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. По предложенным чертежам деталей сформировать группу, выбрать деталь-представитель, определить приведенную программу выпуска для группы деталей.

Наименование изделия	Годовая программа N_i , шт	Масса		Наименование изделия-представителя	Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт
		одного изделия, кг	годовой программы, т		По массе	По серийности	По сложности	общий	
Домкрат гидравлический 5т	400	10,7	4,28						
То же 10 т	2000	16,0	32,0						
...15 т.	100	20,0	2,0						
Всего:	2500		38,28		Всего:				

Наименование изделия	Годовая программа N _i , шт	Масса		Наименование изделия-представителя	Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт
		одного изделия, кг	годовой программы, т		По массе	По серийности	По сложности	общий	
Домкрат реечный А	5000	3,2	16,0						
То же Б	2000	5,0	10,0						
...рычажный	500	1,1	0,55						
Всего:	7500		26,55						

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

2. *Практическое занятие РАСЧЕТ ЗАГРУЗКИ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И СБОРОЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ*

Цель: овладеть на практике методикой расчета загрузки и пропускной способности оборудования и сборочных площадей

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Загрузка оборудования определяется по каждой группе по формуле

$$Q_{об.р} = \frac{\sum_1^n N_i \cdot t_{ip}}{60 \cdot k_{вн}},$$

где $Q_{об.р}$ - загрузка р-й группы оборудования, ч;

N_i - программа запуска (выпуска) изделия i -го наименования, шт;

t_{ip} - норма времени (станкоемкость) обработки i -го изделия на р-й группе оборудования, мин/шт.;

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм;

n – число наименований изделий.

Пропускная способность р-й группы оборудования $P_{об.р}$ (час) определяется по формуле

$$P_{об.р} = F'_{др} \cdot C_p,$$

где $F'_{др}$ - действительный фонд времени работы единицы оборудования в плановом периоде, ч;

C_p - количество единиц оборудования в р-й группе.

Действительный фонд времени оборудования определяется по формуле

$$F'_{др} = d \cdot q \cdot s \cdot (1 - 0,01 \cdot \beta),$$

где d – число рабочих дней в плановом периоде, дн.;

q – продолжительность смены, ч/см;

s – сменность работы оборудования, см/дн;

β – планируемый процент потерь времени на ремонт оборудования,

$\beta = 3 \dots 5 \%$.

Сопоставлением загрузки оборудования и его пропускной способности определяется коэффициент загрузки оборудования по группам

$$\eta_{об.р} = \frac{Q_{об.р}}{P_{об.р}}$$

при $\eta_{об.р} > 1$ – $Q_{об.р} > P_{об.р}$ имеет место перегрузка оборудования r -й группы, т.е. наличие «узкого места»; при $\eta_{об.р} < 1$ – недогрузка оборудования, т.е. $Q_{об.р} < P_{об.р}$.

Загрузка сборочных площадей $Q_{пл}$ (м²дн) определяется по формуле

$$Q_{пл} = \sum_1^n N_i \cdot S_i \cdot T_{пр.i},$$

где N_i – количество собираемых изделий i -го наименования, шт.;

S_i – площадь, необходимая для сборки единицы изделия i -го наименования, м²/шт.;

$T_{пр.i}$ – длительность производственного цикла сборки i -го изделия, дн.

Пропускная способность сборочных площадей $P_{пл.ощ}$ (м²дн.) рассчитывается по формуле

$$P_{пл.ощ} = S_{ц} \cdot F_{д},$$

где $S_{ц}$ – производственная площадь цеха, м²;

$F_{д}$ – действительный фонд времени в дн.

Коэффициент загрузки производственной площади определяется отношением загрузки к пропускной способности площади.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. По заданию преподавателя определите коэффициент загрузки оборудования по группам, коэффициент загрузки производственной площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

3. Практическое занятие **РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ**

Цель: овладеть методикой расчета производственной мощности многономенклатурного участка механического цеха.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Производственная мощность механического цеха (участка) будет равна

$$M_{\text{мех}} = \frac{F_{\text{д}}}{T_{\text{пл}}},$$

где $M_{\text{мех}}$ – мощность механического цеха (участка), шт.;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд времени работы p -й (ведущей) группы оборудования, ч;

$T_{\text{пл}}$ – плановая трудоемкость изготовления одного изделия на p -й группе оборудования, ч/шт.

Действительный фонд времени работы оборудования равен произведению действительного фонда времени одного станка на число станков. Если на момент составления плана плановые нормы отсутствуют, то планируется коэффициент выполнения норм на плановый период. Для получения плановой нормы необходимо действующую (фактическую) норму времени на одно изделие разделить на планируемый коэффициент выполнения норм

$$T_{\text{пл}} = \frac{T_{\text{фр}}}{k_{\text{вн}}},$$

где $T_{\text{фр}}$ – фактическая трудоемкость изготовления одного изделия на p -й (ведущей) группе оборудования, ч/шт.;

$k_{\text{вн}}$ – планируемый коэффициент выполнения норм.

Пример расчета мощности однономенклатурного участка механического цеха. Исходные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Виды оборудования	Кол-во единиц установленного	Плановая трудо- емкость изго-	Коэффициент, учитывающий
-------------------	---------------------------------	----------------------------------	-----------------------------

	оборудования	товления изделия, ч/шт.	время на ремонт оборудования
токарные станки	5	10	0,95
фрезерные станки	3	5	0,95
сверлильные станки	2	2	0,95

На участке последовательно обрабатывается изделие А. Участок работает 256 рабочих дней в году в 2 смены по 8 ч. Ведущий участок-группа фрезерных станков.

Определяем мощность каждой группы оборудования.

$$M_{\text{ток.станков}} = \frac{5 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{10} = 1945 \text{ изд.}$$

$$M_{\text{фр.станков}} = \frac{3 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{5} = 2334 \text{ изд.}$$

$$M_{\text{св.станков}} = \frac{2 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{2} = 3891 \text{ изд.}$$

Пропускная способность участка составляет 1945 изделий, т.к. группа токарных станков является «узким местом» и лимитирует процесс производства. Мощность участка должна определяться ведущим его звеном (группой фрезерных станков) с разработкой последующих мероприятий для обеспечения соответствующей мощности по токарным станкам и дополнительной загрузкой сверлильных станков.

Если в механическом цехе планируется многономенклатурная программа, то для расчета мощности используют принцип «изделий-представителей».

Пример расчета мощности многономенклатурного участка механического цеха. Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Изделия	Годовой план выпуска из-	Удельный вес выпуска из-	Диаметр изделий, см	Планируемая трудоемкость
---------	--------------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------

	деля, шт.	делей в годовом плане		одного изделия, ч/шт.
А	2000	0,2	10	0,5
Б	4000	0,4	15	0,75
В	1000	0,1	20	0,1
Г	1000	0,1	25	0,25
Д	2000	0,2	30	1,5
Итого	10000	1,0		

Расчет сделаем на примере группы токарных станков. В цехе имеется 3 токарных станка, цех работает 256 дней в году в 2 смены по 8 часов. Время на ремонт оборудования – 5% от режимного фонда времени.

Находим средневзвешенную величину признака (средневзвешенный диаметр)

$$10 \cdot 0,2 + 15 \cdot 0,4 + 20 \cdot 0,1 + 25 \cdot 0,1 + 30 \cdot 0,2 = 18,5 \text{ см.}$$

Этот признак ближе всего примыкает к признаку изделия В. Поэтому изделие В берется в качестве представителя, через который теперь выражается вся программа, и мощность рассчитывается по изделию-представителю.

$$M_{\text{ток.станков}} = \frac{3 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{1} = 11673 \text{ изделия-представителя.}$$

Затем производятся пересчет мощности из изделия-представителя в мощность по запланированной номенклатуре и сопоставление программы с мощностью цеха (табл. 3).

Таблица 3.

Изделия	Расчетная мощность цеха, шт.	Годовой план выпуска изделия, шт.	Разность программы и мощности	% использования мощности
А	$11673 \times 0,2 = 2335$	2000	+335	90
Б	$11673 \times 0,4 = 4670$	4000	+670	85
В	$11673 \times 0,1 = 1167$	1000	+167	85

Г	$11673 \times 0,1 = 1167$	1000	+167	85
Д	$11673 \times 0,2 = 2335$	2000	+335	90

Из расчета видно, что программа по сравнению с мощностью несколько занижена. Также определяется мощность по всем видам оборудования, участкам и по цеху в целом. Если у изделий программы нет общих признаков, от которых в прямой зависимости находится трудоемкость механической обработки, то для расчета мощности используется условное «изделие-представитель». За условное «изделие-представитель» принимается средневзвешенная трудоемкость программы.

Пример расчета. Данные по цеху приведены в таблице 4.

Таблица 4.

№ п/п	Показатели	Виды изделий				Всего
		А	Б	В	Г	
1	План выпуска, шт.	200	100	400	300	1000
2	Плановая трудоемкость одного изделия, час/шт.	50	100	10	20	
3	Плановая трудоемкость годового выпуска (строка $\times$ строку 2, ч.	10000	10000	4000	6000	30000
4	Удельный вес выпуска изделия в годовом плане (по трудоемкости)	0,33	0,33	0,14	0,2	1,0
5	Трудоемкость изделия с учетом его доли в программе, ч	$50 \cdot 0,33 = 16,5$	$100 \cdot 0,33 = 33$	$10 \cdot 0,2 = 1,4$	$20 \cdot 0,2 = 4$	$54,9 \approx 55$

Сумма трудоемкостей изделий с учетом их доли в программе дает средневзвешенную трудоемкость, которую принимают за условное «изделие-представитель» (55 нормо-ч).

Предположим, что все изделия последовательно проходят обработку на токарных, фрезерных и сверлильных станках. Тогда из плановой трудоемко-

сти каждого изделия выделяется время в часах для токарной, фрезерной и сверлильной обработки. Расчет продолжим на примере токарной обработки (табл. 5).

Таблица 5

№ п/п	Показатели	Виды изделий				Всего
		А	Б	В	Г	
1	Плановая трудоемкость токарной обработки, ч	30	40	5	10	
2	Трудоемкость токарной обработки с учетом доли изделий в программе, ч	$30 \cdot 0,33 = 9,9$	$40 \cdot 0,33 = 13,2$	$5 \cdot 0,14 = 0,7$	$10 \cdot 0,2 = 2,0$	$25,8 \approx 26$

Таким же образом находится трудоемкость условного «изделия-представителя» по другим видам механической обработки.

Например, если в цехе на участке токарной обработки имеется 4 станка. Цех работает 256 дней в году в 2 смены по 8 ч, время на ремонт оборудования составляет 5% от режимного фонда времени.

Тогда мощность участка токарных станков в условных «изделиях-представителях» составит

$$M_{\text{ток.станков}} = \frac{4 \cdot 256 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,95}{26} = 598 \text{ условных изделий.}$$

Ведущей группой оборудования являются токарные станки. Тогда трудоемкость программы исходя из мощности будет равна

$$598 \cdot 55 = 32890 \text{ нормо-ч.}$$

Затем следует пересчет мощности из условных изделий в запланированную номенклатуру и сопоставление программы с мощностью (табл. 6).

Таблица 6

Изделия	Расчетная мощность цеха, шт.	Годовой план выпуска изделия, шт.	Разность программы и мощности
А	$32890 \times 0,33 = 10854 / 50 = 216$	200	+16
Б	$32890 \times 0,33 = 10854 / 100 = 108$	100	+8

В	$32890 \times 0,14 = 4604 / 10 = 460$	400	+60
Г	$32890 \times 0,20 = 6578 / 20 = 328$	300	+28

Все эти расчеты делаются на стадии обоснования плана для разработки конкретных мер по обеспечению полного использования производственной мощности в плановом году всех звеньев предприятия.

Обоснованность программы, её соответствие производственной мощности можно осуществить, рассчитав потребность оборудования по видам обработки и сравнив эту потребность с наличным оборудованием. Недостача оборудования будет указывать на завершенность программы, излишек оборудования – на недостаточную его загрузку.

Потребность в оборудовании

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n T_{пл} \cdot N_i}{F_d}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. По заданию преподавателя определить производственную мощность механического участка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

4. Практическое занятие РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ СБОРОЧНЫХ И ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Цель: овладеть методикой расчета производственной мощности сборочных и литейных цехов

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Производственная мощность сборочного цеха определяется его полезной площадью и временем использования этой площади. Под **полезной площадью** понимается та площадь, на которой происходят сборочные операции. Для получения полезной площади из общей площади цеха вычитаются площадь проходов, подъездных путей, а также площадь, занятая складами и конторами цеха.

Возможный выпуск продукции сборочного цеха определяется по формуле

$$M_{сб} = \frac{F_d}{S_i \cdot T_{ци}}$$

где F_d - действительный фонд времени функционирования полезной площади цеха, ч;

$$F_d = S_{ц} \cdot F'_d,$$

$S_{ц}$ – полезная площадь сборочного цеха, м²;

F'_d - действительный фонд времени 1м² полезной площади, ч.;

S_i – площадь под сборку одного i -го изделия, м²/шт.;

$T_{ци}$ – длительность цикла сборки изделия, ч.

Если дан не цикл сборки, а нормированное время, то для получения времени сборки одного изделия (цикла сборки) нужно нормо-часы сборки разделить на число одновременно работающих слесарей-сборщиков по сборке данного изделия. Приведенный расчет мощности сборочного цеха правомерен при однономенклатурной программе. При многономенклатурной программе вводится признак «изделия-представителя».

Таблица 1. Пример расчета.

Изделие	Годовая программа выпуска изделия, шт.	Удельный вес выпуска изделий в годовой программе цеха	Площадь под сборку одного изделия, м ² /шт.	Цикл сборки изделия, ч	Необходимые м ² ×ч/шт. на изделие	м ² ×ч с учетом доли изделия в программе (гр.3×гр.6)
1	2	3	4	5	6	7
А	400	0,2	10	300	3000	600
Б	200	0,1	20	400	8000	800
В	400	0,2	15	200	3000	600
Г	500	0,25	10	200	2000	500
Д	500	0,25	10	100	1000	250
					ИТОГО	2750

За условное «изделие-представитель» принимаются средневзвешенные 2750 м²×ч. Пусть полезная сборочная площадь цеха составляет 1200 м², цех работает 260 дней в году в 2 смены по 8 ч. Тогда мощность сборочного цеха будет равна

$$M_{сб} = \frac{1200 \cdot 260 \cdot 2 \cdot 8}{2750} = 1830 \text{ условных «изделий-представителей»}.$$

Затем производится пересчет мощности из «изделий-представителей» в запланированную номенклатуру и сопоставление с годовой программой для выяснения степени соответствия плана производства мощности цеха (табл. 2).

Таблица 2.

Изделия	Расчетная мощность цеха, шт.	Годовой план выпуска изделия, шт.	Разность программы и мощности
А	1830×0,2=366	400	- 34
Б	1830×0,1=183	200	- 17

В	$1830 \times 0,2 = 366$	400	- 34
Г	$1830 \times 0,25 = 457$	500	- 43
Д	$1830 \times 0,25 = 457$	500	- 43

Обоснование программы можно осуществить также путем сопоставления необходимой сборочной площади на программу со сборочной площадью, которой располагает цех. Если требуемая на программу площадь больше площади цеха, то программа завышена. Если площадь цеха больше, чем требуемая площадь на программу, то мощность цеха используется не полностью, т.е. программа занижена. В рассмотренном примере программа превышает мощность цеха.

Площадь сборочного цеха, необходимая на программу, определяется по формуле

$$S_{\text{ц}} = \frac{\sum_1^n N_i \cdot S_i \cdot T_{\text{ци}}}{F_{\text{д}}},$$

где $S_{\text{ц}}$ - полезная площадь цеха, необходимая для выполнения годовой программы, м^2 ;

n – число наименований изделий;

S_i – площадь под сборку одного изделия, $\text{м}^2/\text{шт.}$;

$T_{\text{ци}}$ - цикл сборки, ч;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд времени полезной площади сборочного цеха, ч.

Мощность литейных цехов при машинной формовке определяется так же, как и мощность механических цехов. Мощность литейных цехов при ручной формовке в земляные формы рассчитывается так же, как и мощность сборочных цехов.

$$M_{\text{лц}} = \frac{F_{\text{д}}}{S_i \cdot T_{\text{ц}}},$$

где $M_{\text{лц}}$ – мощность литейного цеха, шт.;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд времени полезной площади литейного цеха, ч.

$$F_d = S_{\text{ц}} \cdot F'_d,$$

$S_{\text{ц}}$ – полезная формовочная площадь литейного цеха, м²;

F'_d – действительный фонд времени 1 м² полезной площади, ч.;

S_i – необходимая площадь под форму одной отливки, м²/шт.;

$T_{\text{ци}}$ – длительность цикла изготовления одной отливки, ч.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. По заданию преподавателя определить производственную мощность сборочного цеха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

5. Практическое занятие РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель: Целью работы является ознакомление студентов с методиками расчета количества оборудования и коэффициента его загрузки в поточном и непоточном производствах. Сравнение методик и анализ возможности их использования при различных условиях производства

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Количество металлорежущих станков, необходимых для обработки деталей по заданной программе, определяется различными методами. В зависимости от типа производства, стадии проектирования и требуемой точности расчет может вестись детальным или укрупненным способом.

Расчеты оборудования детальным способом ведутся при разработке технического проекта цехов серийного и массового производства, когда трудоемкость определяется по подробно разработанным технологическим процессам. В этом случае для обычного серийного (непоточного) производства расчет ведется по каждому типоразмеру станков, а для поточно-массового и поточно-серийного – для каждой операции.

Укрупненный способ расчета оборудования применяется в тех случаях, когда нет достаточных данных для точного расчета или его проведение невозможно из-за особо кратких сроков проектирования. Это часто имеет место при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства, когда программа цеха разнообразна и ее номенклатуру заранее установить точно затруднительно. Укрупненным способом пользуются также в начальном периоде проектирования цехов всех типов производства. При укрупненном способе расчет оборудования ведется по определенной одним из рассмотренных выше методов укрупненного расчета трудоемкости, а также по

технико-экономическим показателям, взятым из ранее выполненных проектов.

При определении количества оборудования цехов серийного производства детальным способом расчет ведется по каждому типоразмеру станка на основе подсчета годовой трудоемкости обработки всех деталей, закрепленных за данным типом станка, и действительного фонда времени работы оборудования, при принятом числе смен его работы. Этот способ применим и в единичном производстве, если имеются данные о времени обработки деталей, закрепленных за каждым типоразмером станка. Проектные расчеты основного количества станков ведут для двухсменного режима работы, а для уникальных, крупных и тяжелых станков - для трехсменного.

Поточные методы работы в основном характерны для условий массового и крупносерийного производства. Оборудование для обработки или рабочие места для сборки размещают при этом последовательно в соответствии с ходом технологического процесса. Длительность операций синхронизируют в соответствии с тактом выпуска изготавливаемой детали и собираемых единиц.

В массовом производстве характерно применение непрерывно поточных, т. е. однопредметных линий. В серийном производстве применяют переменнo-поточные и групповые поточные многопредметные линии. Различие переменнo-поточных и групповых поточных линий состоит в том, что первые при переходе на изготовление другой детали или изделия, и такт выпуска для различных деталей различный, во втором случае на линии одновременно либо последовательно изготавливаются или собираются несколько деталей или изделий без переналадки. Причем такт выпуска может оставаться одинаковым или изменяться.

Таблица 1 – Ориентировочные данные для предварительного определения типа производства

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год		
	тяжелых (массой более 100 кг)	средних (массой более 10 до 100 кг)	легких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Поточные линии могут быть механизированными, автоматизированными и автоматическими. В автоматизированных линиях наряду с автоматическим оборудованием применяют механизированную обработку или сборку, т.е. включают и автоматические позиции и рабочие места, обслуживаемые рабочими.

Определение числа станков непрерывно-поточной линии. Число станков непрерывно-поточной линии определяет для каждой операции (в автоматической линии - для каждой позиции) изготовления. При этом определяется расчетное значение числа станков

$$C'_P = \frac{t_{ш}}{\tau} \quad (1)$$

где $t_{ш}$ - штучное время (станкочас) выполнения операции,

мин;

τ - такт выпуска деталей или изделий с линии, мин.

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_0}{N} \quad (2)$$

где Φ_0 - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

N - годовая программа выпуска, шт.

Таблица 2 – Эффективный (расчетный) годовой фонд времени, ч., работы оборудования и рабочих

Металлорежущее оборудование			
Оборудование	Режим работы		
	одно-сменный	двух-сменный	трех-сменный *
Металлорежущие станки массой, т:			
до 10	2040	4060	6060
10 – 100	2000	3985	5945
Металлорежущие станки с ПУ массой, т:			
до 10	—	3890	5775
10 – 100	—	3810	5650
Агрегатные станки	—	4015	5990
Гибкие производственные модули, роботизированные технологические комплексы массой, т:			
до 10	—	—	5970 (7970)
10 – 100	—	—	5710 (7620)
<i>Рабочие</i>			
Продолжительность		Эффективный годовой фонд времени рабочих, ч	
Рабочей недели, ч	Основного отпуска, дни		
41	24	1820	
36	24	1610	

* В скобках указано время работы оборудования в выходные и праздничные дни

Полученное значение C_p округляют до ближайшего большего целого числа, получая при этом расчетное число станков C_p для данной операции.

После этого определяют коэффициент загрузки станков на данной операции, который равен отношению фактического времени работы станка к эффективному фонду времени:

$$K_z = \frac{t_u}{\tau \cdot C_p}, \quad (3)$$

$$\text{или:} \quad K_z = \frac{C'_p}{C_p}. \quad (4)$$

Практика работы поточных линий показала, что на производительность линии большое влияние оказывают наложенные потери, вызванные остановкой смежного оборудования, отсутствием заготовок и т.п.

Наложенные потери времени учитывают, вводя коэффициент использования оборудования K_u , представляющий собой отношение расчетного числа единиц оборудования, необходимых для обеспечения программы выпуска изделий к принятому.

Поэтому принятое число станков на данной операции:

$$C_n = \frac{C_p}{K_u} \quad (5)$$

В таблице 3 даны рекомендуемые значения коэффициентов загрузки и использования для отдельных станков и групп оборудования.

Таблица 3 - Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования K_z		Коэффициент использования оборудования K_u
	Максимальный	Средний по группе	
1. Универсальные станки	0.95-1.0	0.8	0.9
2. Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	0.95-1.0	0.85	0.85
3. Автоматы и полуавтоматы многошпиндельные	0.90	0.90	0.8
4. Специальные и агрегатные станки	0.90	0.90	0.8
5. Автоматические линии с жесткими связями	0.95-1.0	0.90	0.75
6. Станки с ЧПУ	0.95	0.90	0.85

Надо иметь в виду, что K_z никогда не может быть больше единицы. В тех случаях, когда число станков превышает целое число не более чем на 0,05-0,01, следует пересмотреть содержание данной операции в отношении изменения режима резания, структуры операции и т.п.

Определение числа станков для переменного-поточных и групповых поточных линий.

Для переменного-поточных и групповых поточных линий число станков на каждую операцию рассчитывают по штучно-калькуляционному времени и программе выпуска каждой закрепленной за линией детали.

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ш-ki} \cdot N_i}{60 \cdot \Phi_0} \quad (6)$$

где $t_{ш-ki}$, N_i , - соответственно штучно-калькуляционное время, мин, операции изготовления 1-й детали на станке и ее программа выпуска;
 Φ_0 - эффективный годовой фонд времени станка;
 n - количество различных деталей, изготавливаемых на переменного-поточной линии.

При отсутствии данных о подготовительно-заключительном времени расчет числа станков на каждую операцию переменного-поточной линии можно вести по штучному времени $t_{ш}$:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шi} \cdot N_i}{60 \cdot \Phi_0 \cdot K_n} \quad (7)$$

где K_n - коэффициент переналадки, обычно $K_n = 0,95$, а для групповых поточных линий, не требующих переналадки, $K_n = 1$.

Расчетное число станков C_p , как и в предыдущих случаях, получают округлением C_p до ближайшего большего значения.

Качество проектирования поточной обработки в определенной степени определяется средним значением коэффициента загрузки и использования станков поточной линии, который должен быть не менее 0,75.

Определение количества основного оборудования в непоточном производстве.

Особенность определения количества основного оборудования в непоточном производстве, характеризующемся широкой номенклатурой выпускаемых изделий, заключается в том, что в большинстве случаев невозможно разработать технологические процессы на каждое наименование изделия. В то же время для расчета количества основного оборудования необходимо

знать суммарную станкоемкость обработки или машиноемкость в условиях автоматизированной сборки по операциям T_{Σ} ,

$$C_p = \frac{T_{\Sigma}}{60 \cdot \Phi_o} \quad (8)$$

Суммарная станкоемкость обработки:

$$T_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ш-к\ ij} \cdot N_i}{60}, \quad (9)$$

где $t_{ш-к\ ij}$ – штучно-калькуляционное время выполнения j -й операции изготовления i -й детали, станкоминуты;

m – число операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера.

Для расчета количества основного оборудования в непоточном производстве используют различные методы приведения программы выпуска изделий, сущность которых заключается в том, что суммарную станкоемкость или машиноемкость определяют для выбранных изделий представителей, на которые разрабатываются технологические процессы изготовления. В этом случае сокращается трудоемкость проектных работ в условиях многономенклатурного производства.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Дайте характеристику непрерывно-поточных линий.
2. Дайте характеристику переменно-поточных линий.
3. Дайте характеристику групповых поточных линий.
4. Объясните, почему различаются формулы для определения количества оборудования для разных форм организации производства.
5. Каким образом учитываются возможные наложенные потери поточных линий?

6. Выполнить расчет количества оборудования и коэффициента его загрузки для различных форм организации поточной линии по данным, представленным в таблице 4.

Таблица 4 – исходные данные для расчета количества оборудования и коэффициента его загрузки для непрерывно-поточной, переменнo-поточной или групповой поточной линии.

		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
1						
	$t_{ш}$	7 минут			5000	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	5	6	7	800	Для непоточного
2		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	8 минут			10000	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	4	6	5	850	Для переменнo-поточного
3		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	9 минут			2500	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	5	7	6	300	Для непоточного
4		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	6 минут			5000	Для переменнo-поточного
	$t_{ш-к}$	4	6	8	450	Для непоточного
5		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	7 минут			6000	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	5	8	7	7500	Для непоточного
6		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	5 минут			2000	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	7	9	6	600	Для переменнo-поточного
7		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	8 минут			2400	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	4	6	9	900	Для непоточного
8		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	10 минут			1500	Для переменнo-поточного
	$t_{ш-к}$	7	8	5	700	Для непоточного
9		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	8 минут			4500	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	4,5	6	8	800	Для непоточного
10		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
	$t_{ш}$	7 минут			5000	Для непрерывно поточного
	$t_{ш-к}$	5	6	9	900	Для переменнo-

		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	поточного
11		12 минут			3500	Для переменного-поточного
	$t_{ш-к}$	5	6	7	600	Для непоточного
		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
12	$t_{ш}$	8 минут			2700	Для непрерывно-поточного
	$t_{ш-к}$	7	6	5	800	Для переменного-поточного
		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
13	$t_{ш}$	6 минут			5000	Для непрерывно-поточного
	$t_{ш-к}$	4	3	6	600	Для непоточного
		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	
14	$t_{ш}$	7 минут			3600	Для переменного-поточного
	$t_{ш-к}$	5	6	7	460	Для непоточного
		Токарная	Фрезерная	Сверлильная	N_i	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

6. Практическое занятие РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СБОРОЧНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ

Цель: Освоить на практике методику расчета количества сборочных рабочих мест.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рабочее место является первичным звеном производственно-технологической структуры предприятия, в которой осуществляется процесс производства, его обслуживание и управление. Именно здесь происходит соединение трех основных элементов этого процесса и достигается его главная цель - производства предметов труда, оказание услуг либо технико-экономическое обеспечение и управление этими процессами. От того, как организованы рабочие места, во многом зависит эффективность использования самого труда, орудий и средств производства и, соответственно, производительность труда, себестоимость выпускаемой продукции, ее качество и многие другие экономические показатели функционирования предприятия.

Число сборочных мест (стендов) определяют по годовой трудоемкости выполняемых на этих стендах работ $T_{сб \Sigma}$, фонду времени рабочего места $\Phi_{рм}$ и плотности работы Π :

$$M'_{сб} = \frac{T_{сб \Sigma}}{\Phi_{рм} \Pi} \quad (1)$$

Под плотностью работы Π понимают среднее число рабочих на одном рабочем месте.

Годовая трудоемкость сборочных работ, выполняемых на сборочных местах (стендах)

$$T_{сб \Sigma} = \sum_{i=1}^n T_{сб.иi} N_i, \quad (2)$$

где $T_{сб.иi}$ – трудоемкость сборки i -того изделия или сборочной единицы, ч;

N_i – годовая программа выпуска;

n – число типов собираемых изделий.

Исходные данные для подсчета фондов времени студент выбирает из таблицы 1.

Таблица 1 – Эффективный (расчетный) годовой фонд времени, ч, работы оборудования

Оборудование	Режим работы		
	однос- менный	двухсмен- ный	трехсмен- ный *
Рабочее место сборщика	2070	4140	6210
Рабочие места с механизированными приспособлениями	2050	4080	6085
Сборочное автоматическое и полуавтоматическое оборудование	2000	3975	5930
Испытательные стенды с автоматической регистрацией результатов испытаний	2010	3975	5960
Автоматические сборочные линии	-	3725	5465

Полученное значение $M'_{сб}$ округляют до ближайшего большего целого числа, получая при этом расчетное число рабочих мест для данной операции.

После этого определяют коэффициент загрузки рабочих мест на данной операции, который равен отношению фактического времени работы станка к эффективному фонду времени:

$$k_3 = \frac{\Phi_{рм}}{\Phi_0} \quad (3)$$

Подобные расчеты выполняют для всех участков сборочного цеха или отделения – участков слесарной пригонки, узловой и общей сборки.

Вопросы и Задания

Что такое плотность мест?

Что такое коэффициент загрузки рабочих мест?

Рассчитать коэффициент загрузки рабочих мест по данным в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

Вариант	N_0	N_i , шт.вып.	$T_{сб\text{и} I}$, час	П, чел	Режим работы
1	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	400	2500	3	
	4	500	2700	1	
	5	600	3000	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N_0	N_i , шт.вып.	$T_{сб\text{и} I}$, час	П, чел	Режим работы
2	1	100	2000	2	Трехсменный режим работы
	2	300	2500	2	
	3	500	2500	3	
	4	800	1500	1	
	5	450	3000	2	
	6	200	3200	2	

Вариант	N_0	N_i , шт.вып.	$T_{сб\text{и} I}$, час	П, чел	Режим работы
3	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	500	2500	3	
	4	500	3000	1	
	5	400	3000	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N_0	N_i , шт.вып.	$T_{сб\text{и} I}$, час	П, чел	Режим работы
4	1	150	2000	1	Трехсменный режим работы
	2	300	2400	2	
	3	350	2500	3	
	4	500	2700	2	
	5	550	3500	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N_0	N_i , шт.вып.	$T_{сб\text{и} I}$, час	П, чел	Режим работы
5	1	200	2100	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	350	2600	3	
	4	400	2700	1	

	5	450	3000	2	
	6	500	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
6	1	100	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	200	2300	2	
	3	350	2500	3	
	4	400	2700	3	
	5	500	3000	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
7	1	250	2000	1	Односменный режим работы
	2	3350	2400	2	
	3	400	2500	3	
	4	500	2900	1	
	5	650	3000	2	
	6	700	3600	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
8	1	500	2000	3	Двухсменный режим работы
	2	200	2200	2	
	3	450	2300	3	
	4	500	2700	1	
	5	700	3100	2	
	6	750	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
9	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	450	2500	3	
	4	500	2800	1	
	5	660	3500	2	
	6	700	4200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
10	1	200	2000	1	Трехсменный режим работы
	2	350	2200	2	
	3	400	4000	3	
	4	500	4200	1	

	5	650	5000	2	
	6	700	5000	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
11	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	450	3000	3	
	4	500	2700	2	
	5	550	3500	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
12	1	100	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	350	2500	3	
	4	500	2700	1	
	5	555	3000	3	
	6	600	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
13	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	350	2200	2	
	3	400	2500	3	
	4	450	2700	1	
	5	600	2800	2	
	6	750	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
14	1	180	1600	1	Односменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	360	2500	3	
	4	500	2700	1	
	5	670	3800	2	
	6	700	4000	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
15	1	240	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	300	2200	2	
	3	458	2500	2	
	4	500	2700	1	

	5	577	3000	2	
	6	700	3200	2	

Вариант	N ₀	N _i , шт.вып.	T _{сбн I} , час	П,чел	Режим работы
16	1	200	2000	1	Двухсменный режим работы
	2	280	2200	2	
	3	400	2500	3	
	4	445	2700	1	
	5	600	3000	2	
	6	665	3200	2	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

7. Практическое занятие РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ОСНОВНОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ И ШТАТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Цель: освоить методику расчета площадей основной и вспомогательных производственных систем. Освоить методику расчета численности работающих и штата предприятия.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для нормального функционирования технологического оборудования в производственной системе необходимо вокруг него предусмотреть площадь для проходов и проездов к нему для технического и организационного обслуживания (кроме площади магистрального проезда), для хранения полуфабрикатов, для размещения оператора, промышленного робота и других средств.

При укрупненном предварительном расчете площадей пользуются понятием удельной площади, занимаемой единицей технологического оборудования. Окончательное значение удельной площади устанавливают после выполнения планировочного решения автоматизированного участка, когда будет расставлено все технологическое и вспомогательное оборудование на нем с учетом его обслуживания. Удельная площадь зависит от вида производства и габаритных размеров принятого технологического оборудования, которые в свою очередь, связаны с геометрическими размерами изготавливаемых изделий.

Нормы удельной общей площади, приходящейся на единицу технологического оборудования по механообрабатывающим цехам, приведенные в таблице 1, при проектировании ГПС принимаются с коэффициентом 2, если при расчетах не учитывают площадь, занимаемую таким вспомогательным

оборудованием, как автоматизированный склад, приемно-передающие устройства и тому подобное.

Таким образом, площадь цеха или участка может быть определена по формуле

$$S_{\text{п}} = S_{\text{уд}} \cdot C_{\text{п}}$$

где $S_{\text{уд}}$ – удельная площадь, приходящаяся на единицу основного технологического оборудования;

$C_{\text{п}}$ – принятое число станков.

Таблица 1 – Нормы удельной площади для основного металлорежущего оборудования

Участки по изготовлению технологических групп деталей	Габаритные размеры (длина X ширина), мм,	Удельная общая площадь, м ²
Базовые детали (станины, плиты, траверсы, поперечины и т. п.)	8000×3000	200
	4000×2000	150
Корпусные детали	3000×1500	100
	2000×1000	70
	1000×500	40
Планки, рычаги, кронштейны, вилки и т. п.	700×500	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колеса, шкивы, шпиндели, колонны и т. п.)	Диаметр св. 1000, длина св. 3000	120
	Диаметр св. 320, длина св. 700	80
Тела вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т. п.)	Диаметр 200—320, длина до 700	45

	Диаметр до 200	35
Токарно-револьверные детали (штифты, винты, гайки крепежные, втулки, кольца, ролики, шайбы, штуцера и т. п.)	Диаметр до 65, длина до 100	25
	Диаметр до 25	20

Расчеты площадей вспомогательных производственных систем, таких как система инструментаобеспечения, ремонтно-технического обслуживания, складской и другие, рассмотрены в соответствующих разделах дисциплины.

Общая площадь всего производства определяется как сумма площадей основной и вспомогательных систем

$$S_{\Sigma} = S_{\Pi} + \sum S_{\text{всп}},$$

где $\sum S_{\text{всп}}$ – сумма площадей вспомогательных систем.

Списочную численность производственных рабочих по видам работ следует определять по формуле

$$N_j = \frac{T_j}{\Phi_{\text{др}} \times K},$$

где N_j – количество рабочих для каждого вида работ (участка), чел;

T_j – трудозатраты по каждому участку предприятия, чел.ч.;

$\Phi_{\text{др}}$ – действительный фонд времени рабочего, ч.;

K – коэффициент перевыполнения норм, $K = 1,05 \dots 1,15$.

Действительный фонд времени рабочего

$$\Phi_{\text{др}} = (\Phi_{\text{мн}} - d_o \times t) \times \eta_n,$$

где $\Phi_{\text{мн}}$ – фонд времени предприятия, час.;

d_o – число отпускных дней за год;

t – число часов в смену, $t = 8$ часов;

η_H – коэффициент, учитывающий невыход на работу по уважительным причинам, $\eta_H = 0,97 \dots 0,98$.

Результаты расчета следует свести в таблицу 2

Таблица 2 – Сводные данные по определению численности производственных рабочих по участкам

Наименование участка	Трудоемкость работы, $T_{уч}$, чел. ч.	Коэф-т перевыполнения норм, K	Действительный фонд рабочего времени, $\Phi_{др}$, ч	Число рабочих расчетное, чел.	Число рабочих фактическое, чел.
Слесарно-механический					
Ремонтно-монтажный					
Сборочный					
Испытательный					
Заготовительный					
Сварочный					
Наружной мойки и др.					
Итого рабочих $N_{пр}$					

Число вспомогательных рабочих необходимо принять в размере 5 % от среднего количества производственных рабочих

$$N_{всп} = N_{пр} \times 0,05,$$

Число ИТР - в размере 14 % от среднегодового количества производственных и вспомогательных рабочих

$$N_{ИТР} = (N_{пр} + N_{всп}) \times 0,14.$$

Число младшего обслуживающего персонала следует принять в размере 8 % от суммы среднегодового количества ИТР, производственных и вспомогательных рабочих

$$N_{МОП} = (N_{ИТР} + N_{ВСП} + N_{ИТР}) \times 0,08,$$

Численность счетно-конторских работников - 2...4 % от суммы основных и вспомогательных рабочих

$$N_{СКР} = (N_{ИТР} + N_{ВСП}) \times 0,04,$$

Принятое количество основных производственных рабочих следует распределить по разрядам в следующем соотношении: I - 4%; II - 9%; III - 36%; IV - 41%; V - 7%; VI - 3% .

Средний разряд рабочих необходимо рассчитать по формуле

$$a_{cp} = \frac{(1N_1 + 2N_2 + \dots + 6N_6)}{N_{cn}},$$

где $N_1 \dots N_6$ – соответственно количество рабочих по разрядам, чел;

N_{cn} – количество рабочих на участке, для которого определяется средний разряд.

Распределение рабочих по разрядам и средний разряд следует оформить в таблицу, ориентировочная форма которой представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Штатное расписание рабочих и служащих предприятия

Категория работников	Профессия, должность	Кол-во чел.	В том числе по разрядам						
			I	II	III	I V	V	VI	Средн. разр.
1. ИТР	Начальник производства								
	Инженер-технолог								
	Начальник участка								
	Техник-нормировщик								
2. Производствен-	Слесарь-монтажник								

ные рабочие	Сварщик							
	Токарь							
	Фрезеровщик							
	Резчик							
	Расточник							
	Слесарь по ремонту							
	Сверловщик							
	Мойщик							
	и др.							
3. Вспомогательные рабочие	Инструментальщик							
	Разнорабочий							
4. Счетно-контторские работники	Бухгалтер							
	Счетовод							
5. МОП	Уборщица							
	Сторож							
Итого работников								

ВОПРОСЫ и Задания

- 1 Получить вариант задания у преподавателя.
- 2 Выполнить расчет площадей основной и вспомогательных систем, определить общую площадь производственной системы.
- 3 Дайте ответы на вопросы преподавателя.
 1. Что такое основные площади производственного процесса?
 2. Что такое вспомогательные площади вспомогательного процесса?
 3. Что такое общая площадь и как она рассчитывается?
4. По заданию преподавателя (табл. 2) определить численность производственных рабочих и составить штатное расписание рабочих и служащих предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

**8. Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ЧИСЛА
СТАНКОВ ДЛЯ МНОГОСТАНОЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ОДНИМ РАБОЧИМ И ПОСТРОЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ
МНОГОСТАНОЧНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Цель: приобретение практических навыков определения допустимого числа станков для многостаночного обслуживания одним рабочим и построение циклограммы многостаночного обслуживания

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Одним из важных направлений совершенствования разделения труда при современном уровне производства является многостаночное обслуживание. Многостаночным (многоагрегатным) обслуживанием называется одновременное обслуживание одним или группой рабочих нескольких станков (агрегатов) при выполнении всех необходимых ручных операций на каждом из них и активном наблюдении за их работой.

В основе многостаночного обслуживания лежит использование машинно-автоматической работы оборудования для выполнения ручных и машинно-ручных работ на других обслуживаемых рабочим машинах и переходов от одной машины к другой.

Условия для применения многоагрегатного обслуживания возникают в результате комплексной механизации и автоматизации производства, когда отдельный технологический процесс (или часть его) в основном осуществляется на станке (агрегате) без непосредственного участия рабочего и тем самым у него высвобождается время для обслуживания других станков (агрегатов). Однако нередко оно экономически целесообразно и при нарушении этого баланса времени, в частности при дефиците рабочей силы, когда имеется свободное оборудование. При определении потребности в рабочих необхо-

димо выявить возможность перевода рабочих на многостаночное обслуживание.

Общее количество рабочих-станочников на две смены определяется в два приема. Сначала (для любого типа производства) определяется максимальное количество рабочих исходя из условий выработки каждым из них Φ_p нормо-часов в год.

$$R_{max} = \frac{\sum T_{шт(шт-к)} \cdot N_{\Gamma}}{60 \cdot \Phi_p}$$

где $T_{шт(шт-к)}$ – штучное (штучно-калькуляционное время) время выполнения операций, мин;

N_{Γ} – годовой объем выпуска детали, шт.;

Φ_p – эффективный годовой фонд времени работы рабочего, нормо-час.

Если это количество рабочих может оказаться меньше принятого числа станков на участке $2 \cdot \sum m_{пр}$ (с учетом работы станков в 2 смены), то это указывает на необходимость организации многостаночного обслуживания (характерно для массового производства).

В серийном производстве при невысоком коэффициенте загрузки станков одной деталью, для изготовления которой проектируется технологический процесс, низкое значение R_{max} характеризует не количество реальных рабочих, занятых на участке, а число полных ставок заработной платы, необходимых для изготовления деталей одного наименования в объеме их годового выпуска.

Норма времени на операцию при многостаночной работе состоит из тех же слагаемых, что и при работе на одном станке, но в данном случае под основным (технологическим) временем понимается машинно-автоматическое время $T_{м.а.}$. Вспомогательное время может быть перекрывающееся $T_{в.п.}$ и неперекрывающееся $T_{в.н.}$.

Под $T_{в.п.}$ понимается вспомогательное время, перекрываемое машинным временем на одном станке, а под $T_{в.н.}$ – вспомогательное время, которое не перекрывается машинным временем на одном станке.

Во вспомогательное время кроме вышеуказанных затрат входят еще затраты времени на переход от станка к станку и на взятие пробных стружек (если это требуется).

Время на техническое $T_{т.об}$ и организационное $T_{о.об}$ обслуживание рабочего места, а также время на физические потребности $T_{ф}$ составляют дополнительную затрату времени $T_{д}$, т.е.

$$T_{д} = T_{т.об} + T_{о.об} + T_{ф}$$

Дополнительная затрата времени не входит в длительность цикла и рассчитывается отдельно.

Основным фактором, обеспечивающим возможность многостаночного обслуживания при механической обработке, является превышение времени машинно-автоматической работы над временем ручной работы. Чем больше это соотношение, тем больше станков может обслуживать один рабочий, т.е.

$$T_{м.а.} > T_{в.н.} + T_{в.п.} + T_{пер.}$$

Циклом многостаночной работы называется период времени, в течение которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках.

Длительность цикла при многостаночном обслуживании равна сумме машинно-автоматического времени и вспомогательного неперекрывающегося

$$T_{ц} = T_{м.а.} + T_{в.н.}$$

При этом слагаемые $T_{в.п.}$ и время на переход от станка к станку $T_{пер.}$ перекрываются машинно-автоматическим временем.

Машинно-автоматическое время $T_{м.а.}$ каждого из обслуживаемых станков при выполнении на них одних и тех же операций (работа на станках-дублерах) будет полностью использовано в том случае, когда оно перекроет вспомогательное неперекрывающееся $T_{в.н.}$ время всех станков, кроме одного,

вспомогательное перекрывающееся время $T_{в.п.}$ и время на переходы рабочего по всем обслуживаемым станкам $T_{пер.}$

$$T_{м.а} = T_{в.н.}(n - 1) + (T_{в.п.} + T_{пер.}) \cdot n, \text{ мин},$$

где n – количество станков, обслуживаемых одним рабочим.

Отсюда нормативное количество станков, обслуживаемых одним рабочим, можно определить как

$$n = \frac{T_{м.а.} + T_{в.н.}}{T_{в.н.} + T_{в.п.} + T_{пер.}}$$

Расчетное количество станков округляется до ближайшего меньшего числа $n_{пр.}$. Если станки разные или одинаковые, но выполняют разные операции, то для расчета надо принимать значение $T_{м.а}$ того станка, у которого оно меньше.

Норма выработки в смену при многостаночной работе определяется количеством деталей, обрабатываемых на каждом из обслуживаемых станков в отдельности, или суммарной нормой выработки для всех станков.

В том случае, когда на всех станках выполняется одна и та же операция, норма выработки равна количеству циклов одновременной работы обслуживаемых за смену или час.

Если станочник сам не настраивает станки, норму выработки за смену в штуках $N'_{см}$ можно определить по формуле

$$N'_{см} = \frac{n_{пр}(T_{см} - T_{д})}{T_{ц}}, \text{ шт.}$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, $T_{см} = 480$ мин;

$T_{д}$ – дополнительная затрата времени, мин,

$$T_{д} = T_{шт(шт-к)} - T_{м.а.} - T_{в.н.}$$

$T_{ц}$ – длительность цикла, мин.

Если же станочник сам настраивает станки, то норма выработки за смену $N''_{см}$ выражается так

$$N''_{\text{см}} = \frac{n_{\text{пр}}(T_{\text{см}} - (T_{\text{д}} + T_{\text{п.з.}}))}{T_{\text{ц}}}, \text{ шт.}$$

где $T_{\text{п.з.}}$ – подготовительно-заключительное время, приходящееся на 1 деталь.

Построение циклограммы многостаночной работы (при полном использовании $T_{\text{м.а.}}$) ясно из рис. 1.

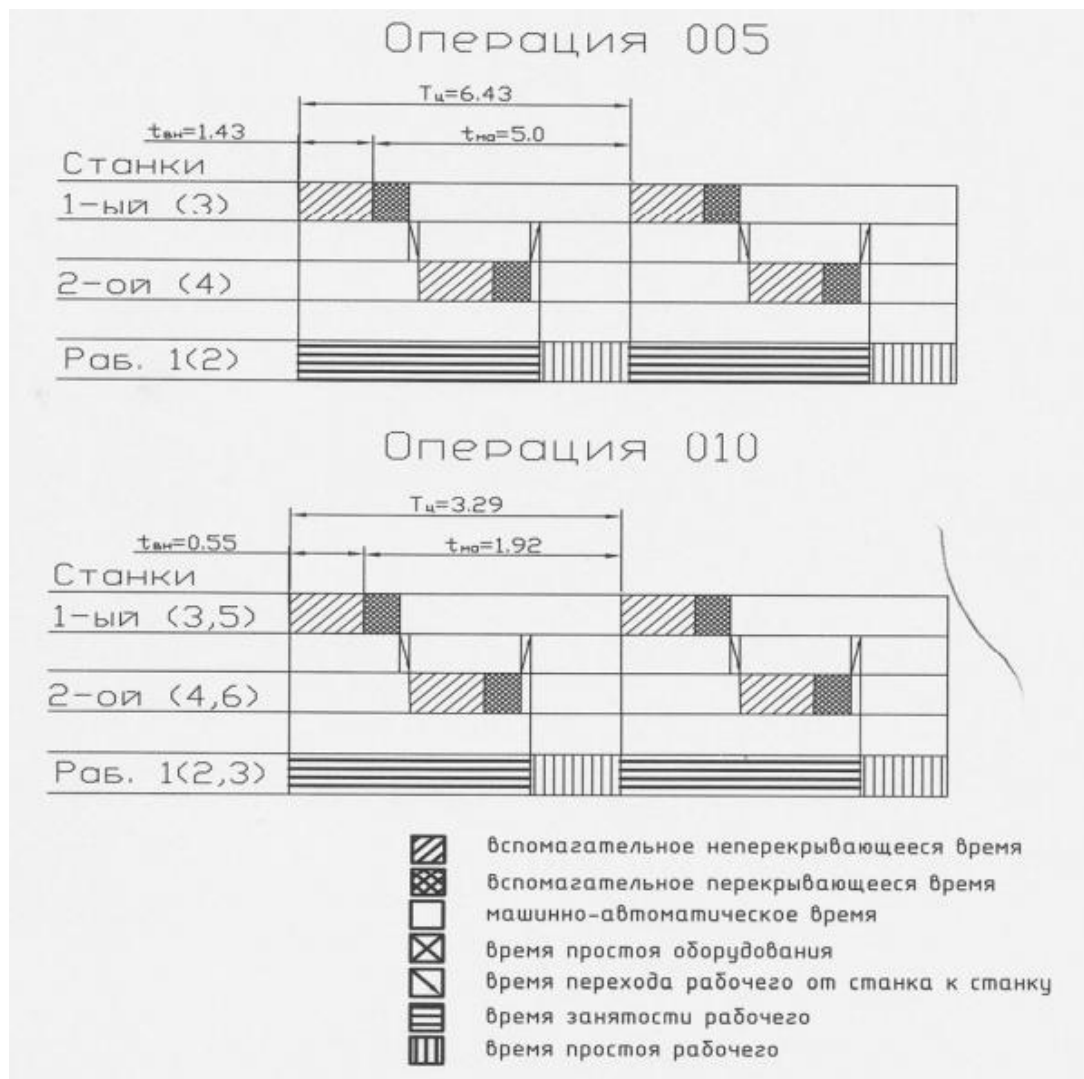


Рисунок 1 – Циклограмма многостаночного обслуживания

Если на основании построенной циклограммы окажется возможным обслуживание одним рабочим нескольких станков, то число рабочих-станочников для рассматриваемой группы оборудования (операций) будет меньше числа единиц принятого оборудования $\sum m_{\text{пр.}i}$ и

$$M = \sum m_{\text{пр.}i} / R_i, \text{ где}$$

R_i – численность рабочих-станочников на участке в одной смене.

Полученное значение M используется также для расчета фонда заработной платы.

ВОПРОСЫ и Задания

На основании исходных данных требуется рассчитать величины R_{max} , $T_{ц}$, n , $N'_{см}$. Далее необходимо построить циклограмму многостаночной работы и определить коэффициент M .

№ варианта	$T_{м.а},$ мин	$T_{в.н.},$ мин	$T_{в.п.},$ мин	$T_{пер},$ мин	$T_{шт},$ мин	N_I , тыс. шт.	$\sum m_{пр.}$
1	5,7	0,83	0,2	0,05	7,6	200	8
2	14,1	2,1	0,6	0,1	18,8	50	6
3	6,1	0,79	0,33	0,05	8,0	100	4
4	8,9	1,3	0,25	0,1	11,8	150	9
5	4,7	0,59	0,21	0,05	6,1	300	9
6	10,3	1,7	0,41	0,1	13,9	100	7
7	12,5	2,2	0,35	0,05	17,1	60	5
8	7,1	1,1	0,3	0,1	9,5	160	8
9	12,4	1,8	0,5	0,05	16,5	100	9
10	9,6	1,5	0,37	0,1	12,9	200	13
11	8,2	1,4	0,22	0,05	11,1	150	9
12	10,7	1,75	0,1	0,1	14,5	50	4

1. Как определить максимальное количество рабочих R_{max} ?
2. В каком случае возможна организация многостаночного обслуживания?
3. Как определить длительность цикла многостаночной работы $T_{ц}$?
4. Как определить нормативное количество станков, обслуживаемых одним рабочим?
5. Как определить норму выработки за смену $N'_{см}$?
6. В какой последовательности необходимо строить циклограмму многостаночной работы?
7. Как определить коэффициент M ?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

9. Практическое занятие РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВКИ РАБОЧЕГО МЕСТА

Цель: Целью работы является ознакомление студентов с методикой и порядком выполнения планировки реального рабочего места и разработки его темплета на базе оборудования станочного парка кафедры «Технология машиностроения» (ТМ).

Актуальность темы:

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рабочее место — это первичное звено производства, от качества работа которого зависят результаты деятельности всего, завода. Поэтому в комплексе работ по научной организации труда в первую очередь необходимо уделять внимание улучшению организации рабочих мест. Улучшение оснащённости, рациональная планировка, хорошо излаженное обслуживание рабочих мест и другие подобные мероприятия являются важными факторами повышения производительности труда и снижения утомляемости работающего.

Планировка является технологической основой рационализации методов и приемов труда, предпосылкой более благоприятных и безопасных условий труда, обеспечения эффективного обслуживания рабочего места. В процессе проектирования рабочего места очень важна ориентация на использование эргономических требований, что позволит разработать наиболее эффективный метод труда (состав трудовых движений, их количество, качественные характеристики, площадь рабочего места), обеспечивающий сокращение времени выполнения операции и усилий рабочего.

Основной задачей проектирования организации рабочего места является создание такой конструкции организационной оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей и оснастки, при которой отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, наги-

бания; приседания в т. д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Для сокращения времени разработки планировки оборудования применяют темплеты – готовые изображения рабочих мест.

В зависимости от содержания операции и организации ее проведения на рабочем месте могут быть расположены технологическое оборудование, накопители с полуфабрикатами, один рабочий или группа рабочих, средства загрузки и разгрузки оборудования, режущий и контрольно-измерительный инструменты, оснастка, средства технического обслуживания и охраны труда.

При проектировании организации труда на рабочем месте особое внимание обращается на создание оперативного простора для работы рабочего – рабочую зону. Последняя представляет собой участок трехмерного пространства, ограниченной зонами досягаемости рук в горизонтальной и вертикальной плоскости. Выделяют несколько порядков рабочей зоны:

1 – й – не требуются дополнительные движения, связанные с перемещением рабочего, поворота его на угол более чем на 90 градусов.

2 – й – перемещение рабочего вправо на 1 – 2 шага.

3 – й – перемещение влево.

4 – 1 – при повороте на 180 градусов.

Каждая рабочая зона подразделяется на зоны максимальной, нормальной и оптимальной досягаемости с указанием четких границ. Параметры зон см. в соответствующих справочниках по организации труда.

Предпроектный анализ организации труда на рабочем месте с целью разработки проекта по его рационализации включает сбор следующих материалов.

1. Организационно-технические условия (факторы) производства на участке, где находится объект изучения (специализация, тип производства, выполнение основных производственных показателей: по объему производ-

ства, численности, заработной плате, стабильности трудового коллектива, выполнению норм выработки, состоянию нормирования).

2. Технологическое оборудование (основное и вспомогательное): наименование, модель, состояние.

3. Технологический процесс. В серийном производстве – на примере партии деталей, вида изделия, находящегося в процессе производства. При этом указывается номер операции, ее наименование, наименование переходов, количество проходов, разряд работы, норма времени и др.

4. Предмет труда (деталь, узел и пр.): наименование, шифр, размер партии, габариты, масса, эскиз).

5. Технологическая оснастка (по режущему, мерительному и вспомогательному инструменту): наименование, количество.

6. Организационная оснастка: наименование, назначение, количество, габариты. Для анализа размещения оборудования и оснастки на рабочем месте делается чертеж (схема) планировки рабочего места в масштабе.

7. Функции обслуживания и их исполнители (вспомогательные рабочие или в порядке самообслуживания), график обслуживания, техническое оснащение, периодичность за смену, затраты времени.

8. Характеристика условий труда (температура, влажность, запыленность, загазованность, освещенность и т.п.).

9. Психофизиологические условия выполнения работы (физические нагрузки, в т.ч. разовые, за смену; рабочая поза, монотонность, нервно-психическая нагрузка, сменность, наличие регламентированных перерывов и т.п.).

1. Имеются ли на рабочем месте:

- средства для размещения и транспортировки деталей. Подъемно-транспортные средства; нельзя ли освободить рабочего от перемещения деталей за счет устройства склизов, лотков и т.п.;

- устройства для хранения инструмента и приспособлений; обеспечивают ли они необходимый порядок и сохранность инструмента, минимальное время на поиск нужного типоразмера;

- устройства для хранения технической документации;

- дополнительные устройства для размещения в рабочей зоне деталей, мерительного и режущего инструмента;

- устройства для поддержания чистоты и порядка на рабочем месте – уборки стружки, отходов;

- устройства для улучшения условий труда (местное освещение, вентиляция и т.д.);

- средства сигнализации и связи рабочего места со вспомогательными службами;

- устройства, обеспечивающие безопасность труда?

2. Выполняются ли основные принципы рациональной планировки рабочего места:

- все ли детали имеют строго закрепленные рабочие места, все ли предметы расположены в оптимальной зоне;

- все ли, чем пользуется рабочий при выполнении операции, расположено ближе, и все ли, что берется левой рукой, расположено слева, а правой – справа;

- что имеется лишнего и чего не хватает?

3. Характеристика исполнителя (профессия, разряд, образование и т.п., наличие основных требований к исполнителю).

4. Характеристика норм труда.

В процессе проектирования рабочего места важно обеспечить наиболее экономное использование производственной площади. Для машиностроения рекомендованы следующие удельные площади на 1 станок вместе с проходами:

- мелкие станки до 10 – 12 м²

- средние 15 – 25

- крупные 30 – 45
- особо крупные 50 – 100

Санитарные нормы на 1 рабочего составляют 4.5 м² производственной площади при высоте помещения 3,2 м.

Требования к внешней планировке: необходимо обеспечить условия для обслуживания (подвоз и вывоз заготовок и деталей, проведение ремонтных работ, удаление стружки, отходов и т.д.). Имеются нормы на расстояние между оборудованием, ширину проездов (не менее 3000 мм). Проезд между оборудованием должен составлять расстояние, равное ширине тележки с грузом 800 мм с обеих сторон при наличии рабочих мест с двух сторон.

Требования к рабочей позе. Поза рабочего в процессе работы может быть «сидя», «стоя», «попеременно», «лежа». С точки зрения условий труда поза может быть свободная, стеснительная (ограниченная), неудобная, напряженная (низко нагибаться, работать стоя на коленях, высоко поднимая руки), работать лежа в тесных местах.

Наиболее благоприятная – вольная, попеременная. При работе «стоя» нужны затраты энергии на поддержание равновесия и т.д. Неблагоприятна и жестко фиксированная рабочая поза «сидя».

Если принять за 1,0 затраты энергии при сидячей позе и работе средней тяжести, то при работе стоя без наклона корпуса она увеличивается в 1,5 раза, сидя с наклоном корпуса – в 4,0 раза и стоя с наклоном корпуса – в ;,2 раза.

Выбор позы зависит от физических усилий, необходимых для выполнения работ, ее темпа и характера, размаха движений.

Поза «сидя» используется при высоких требованиях к точности и незначительных усилиях, при небольшом размахе движений и невысоком темпе работы, работе двумя руками, требующей точности.

Поза «стоя» используется при большом количестве движений, с размахом превышающем 1 м по фронту, 300 мм в глубину и 400 мм в сторону от рабочей зоны.

Темплет выполняют в масштабе 1:50.

На планировке изображают и указывают: основное и вспомогательное оборудование; месторасположение работающих; верстаки, рабочие столы, подставки, места для хранения инструмента, места для складирования заготовок и готовой продукции; площадки для контроля, габаритные размеры станков, наименование оборудования, средства защиты работающих (рисунок 1).

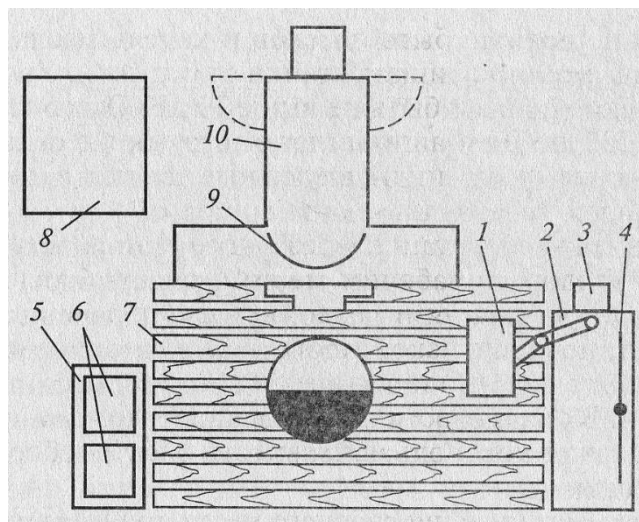


Рисунок 1– Пример изображения рабочего места фрезеровщика

1- планшет для инструмента; 2- инструментальная тумбочка; 3- урна для мусора; 4- кронштейн для чертежей; 5- приемный стол; 6- тара; 7- решетка; 8-стеллаж; 9- ограждение; 10 - станок

ВОПРОСЫ и Задания

1 Ознакомиться с оборудованием, определить его вид в плане и габаритные размеры (справочник проектировщика).

Станок типа «обрабатывающий центр», модель 6Б76ПМФ2.

Токарно-револьверный полуавтомат 1Б140.

Зубофрезерный станок 5К301.

Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16Б16Т1.

Фрезерный станок с ЧПУ 6А76ПФ2.

Система ЧПУ «Размер 2М».

Позиционная система ЧПУ «УПМ-331».

Робот промышленный «Бриг-10Б».

Робот промышленный специализированный М40П08.01.

Широкоуниверсальный консольно-фрезерный станок модели 6Р82Ш.

Зубострогальный полуавтомат модели 5П23БП.

Токарно-винторезный станок мод 1К62.

Станок вертикально-сверлильный 2Н135.

2 Вычертить контуры оборудования в AutoCAD и нанести габаритные размеры в нулевом слое.

3 Учитывая основные требования к оформлению планов расположения оборудования и рабочих мест, а также используемые при этом обозначения, выполнить планировку рабочего места в AutoCAD, помещая каждый последующий элемент в новом слое, выделяя его цветом.

4. Ответьте на вопросы.

Что изображают и указывают на планировке?

Как должна быть оснащена рабочая позиция?

Как учитывают требования безопасности работающих при разработке планировки?

Какие технические средства используют для операций транспортирования заготовок, загрузки-разгрузки технологического оборудования?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

10. Практическое занятие ПЛАНИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И РАБОЧИХ МЕСТ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Цель: Целью работы является ознакомление студентов с методиками и порядком проектирования рабочих мест роботизированных технологических комплексов (РТК) и выполнение планировки реального РТК на базе оборудования станочного парка кафедры.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тенденции развития роботизированных технологических комплексов в промышленности отражают реализацию инновационных идей по созданию высокоавтоматизированных и информационных производственных систем. Роботизированные технологические комплексы (РТК) – это основа современного интегрированного автоматизированного предприятия. Использование роботизированных технологических комплексов значительно повышает производительность труда, улучшает условия труда и качество выпускаемой продукции, позволяет реализовывать «безлюдные» и гибкие технологии.

Роботизированные комплексы являются составной частью ГПС. В состав комплексов включаются ПР. В роботизированных технологических комплексах (РТК) ПР выполняет вспомогательные операции типа «взять — положить», в роботизированных производственных комплексах (РПК) ПР выполняют основные операции технологического процесса (сварку, сборку, окраску).

В состав РТК кроме ПР входят металлообрабатывающие станки, вспомогательное транспортное оборудование, включающее накопители, магазины заготовок, инструментов и т. д. В зависимости от числа станков, обслуживаемых одним ПР, различают одностаночные и многостаночные РТК. В состав любого РТК входят также устройства управления как отдельным ПР, так и всем РТК. Число устройств управления, как правило, равно числу станков и других технологических машин (в том числе и ПР). В ряде случаев для

управления одностаночного РТК используют общую систему управления, особенно тогда, когда управление станком и ПР выполняется раздельно во времени.

Металлообрабатывающие станки, предназначенные для встраивания в РТК, должны обладать высокой производительностью, высоким уровнем концентрации разнохарактерных переходов обработки, удобным доступом к рабочей зоне станка, механизмами автоматической смены инструмента, зажима заготовок. Конструкция станка должна обеспечивать автоматическое открывание и закрывание защитных экранов, ограждающих зону обработки, автоматический обдув или обмыв базовых поверхностей приспособлений для закрепления заготовок, дробление и уборку стружки. Для встраивания в РТК серийно выпускаемые станки модернизируют или разрабатывают специализированное оборудование вновь.

На рис. 1 показаны компоновки РТК на базе напольных ПР.

Круговую компоновку используют при стационарных ПР, линейно - параллельную — при подвижных ПР. РТК с групповым обслуживанием в зависимости от количества выпускаемых изделий может иметь различные организационные формы загрузки оборудования: от независимой работы каждого станка до поточной линии.

РТК для индивидуального обслуживания оборудования (рис. 1 а) входит станок 2 и автономный или встроенный в оборудование ПР 7, перемещающий заготовки из накопителя 3 к станку, а от станка к конвейеру 4. Такую компоновку РТК используют в средне - и крупносерийном производстве. В РТК автоматизированы операции установки заготовки, снятия детали, фиксации заготовки в рабочей зоне обработки. Обеспечиваются транспортные и информационные связи с основным производством.

еще и межстаночное транспортирование заготовок. В настоящее время серийно выпускают РТК типа станок — ПР на базе станков токарной, сверлильной, фрезерной и шлифовальной групп, а также станков с ЧПУ.

На рис. 2 показана структура РТК на базе токарного станка 12. Последний оснащен автоматическими базирующими и зажимными приспособлениями 2 и устройством 10 автоматической смены инструмента, ПР 9 с устройством 8 для автоматической смены захватного устройства 4 и устройством 3 для очистки базовых поверхностей заготовок, а также системы управления 7 ПР и станком. РТК оснащен ячейками 6 автоматизированного склада и ориентированными магазинами 5 для заготовок. Рабочую зону станка предохраняет ограждение 77. Конвейер 7 служит для удаления стружки. 382

На рис. 3 показан РТК для нарезания зубчатых колес. В его состав входит зубофрезерный станок 4 с ЧПУ, управляемый от ЭВМ 3, порталный загрузочно-погрузочный механизм 6 и ПР 5, который снимает нарезанную фрезой 2 деталь 1 и устанавливает заготовку 10. Механизм транспортирует инструмент из магазина 7, приспособления из магазина 8 и заготовки из магазина 9. Несколько РТК, объединенных транспортно-складской системой и автоматизированной системой управления, образуют ГАЛ или ГАУ. На основе таких линий работают ГАЦ.

Для выполнения производственного процесса должны быть соответствующим образом оборудованы рабочие позиции (места). В зависимости от содержания операции и организации ее проведения на рабочей позиции (месте) могут быть расположены технологическое оборудование, накопители с полуфабрикатами, один рабочий или группа рабочих, средства автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботы, манипуляторы, автоматические агрегаты загрузки), режущий и контрольно-измерительный инструмент, оснастка, средства технического обслуживания и охраны труда, элементы системы управления.

Планировку оборудования РТК в техническом проекте выполняют в масштабе 1:100, в монтажных чертежах 1:50 с привязкой оборудования к зданию.

На планировке изображают и указывают: сечения колонн с фундаментами; магистральные проезды; наружные и внутренние стены, окна, ворота, двери, основное и вспомогательное оборудование; месторасположение работающих; подвалы, каналы, шахты и антресоли, верстаки, рабочие столы, подставки, места для хранения инструмента, места для складирования заготовок и готовой продукции, транспортные устройства; площадки для контроля, места для мастеров, ширину пролетов; шаг колонн; общую ширину цеха (участка), ширину продольных и поперечных проходов или проездов; ширину или длину каждого вспомогательного отделения; расстояния от станков до колонн и между станками и рабочими местами, габаритные размеры крупных станков, нумерацию оборудования с ее расшифровкой в спецификации; названия всех производственных отделений и участков; средства защиты работающих.

ВОПРОСЫ и Задания

Получить у преподавателя вариант состава оборудования РТК.

Ознакомиться с оборудованием, определить его тип и назначение.

Вычертить контуры оборудования и нанести габаритные размеры в AutoCAD.

Учитывая основные требования к оформлению планов расположения оборудования и рабочих мест, а также используемые при этом обозначения, (приложения А, Б), выполнить планировку РТК в AutoCAD.

Описать принцип действия спроектированного РТК (пример – приложение А).

На рисунке 1 показана детальная планировка РТК для патронной обработки сталей типа тел вращения с кольцевым размещением оборудования. В состав РТК включены четыре токарных станка с ЧПУ (1 – 4), две контроль-

но-измерительные машины 7 и промышленный робот фирмы «АсиА» (Швеция), перемещающийся в пределах рабочей зоны. Для размещения заготовок и готовых деталей предусмотрен трехъярусный магазин 5 карусельного типа. Заготовки доставляет с централизованного склада в унифицированной таре транспортный робот 9 с приемным столом 6. Загрузку и выгрузку магазина периодически выполняет оператор-наладчик, обслуживающий ячейку. Стружка накапливается в контейнерах 8 у станков, а затем механизированным транспортом доставляется к месту сбора. Для безопасности работающих предусмотрено ограждение рабочей зоны робота. Подобная планировка станков обуславливает высокие требования к надежности работы промышленного робота, так как он обслуживает четыре станка и любой его отказ останавливает работу всего комплекса.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

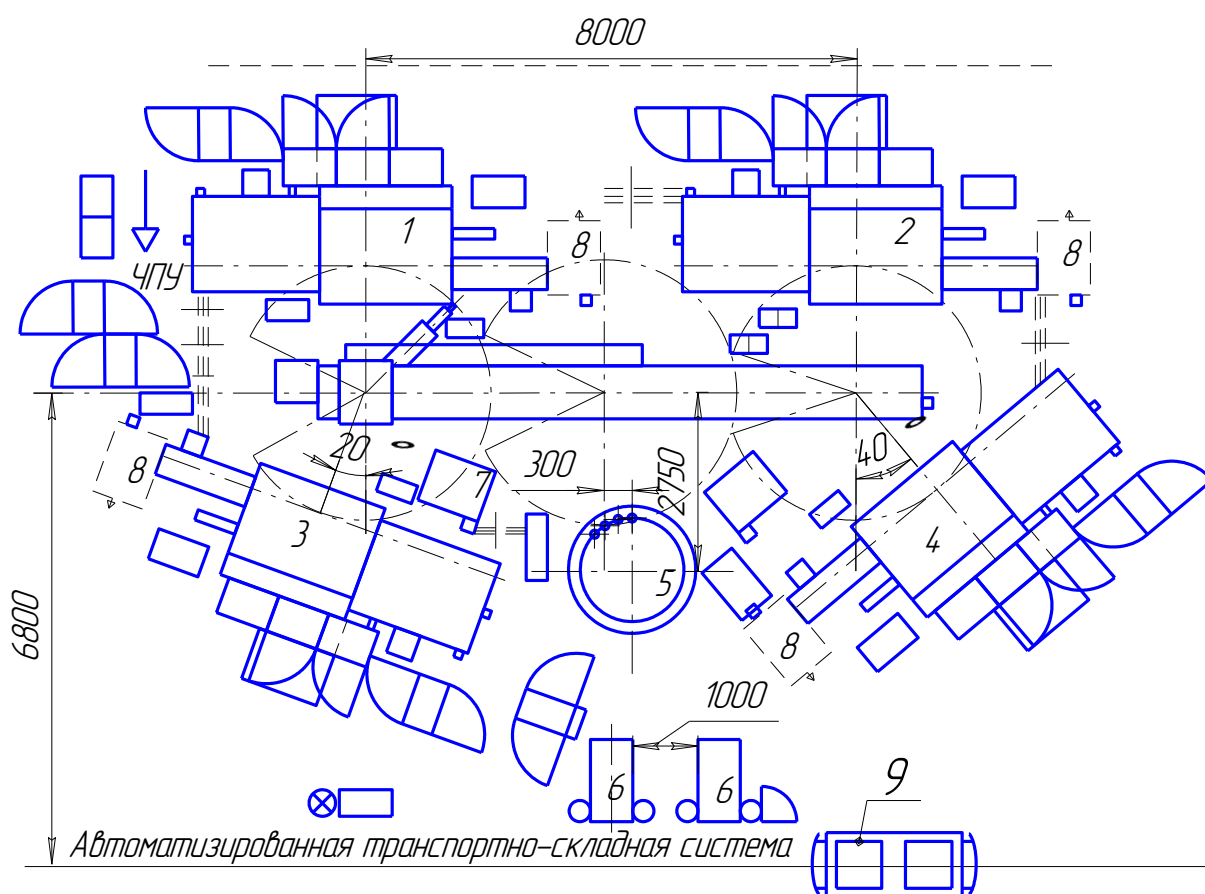


Рисунок 1 – Планировка РТК для патронной обработки деталей типа тел вращения: 1 – 4 – станки с ЧПУ, 5 – магазин карусельного типа, 6 – прием-

ный стол, 7 – контрольно-измерительная машина, 8 – контейнер, 9 – транспортный робот

Приложение Б

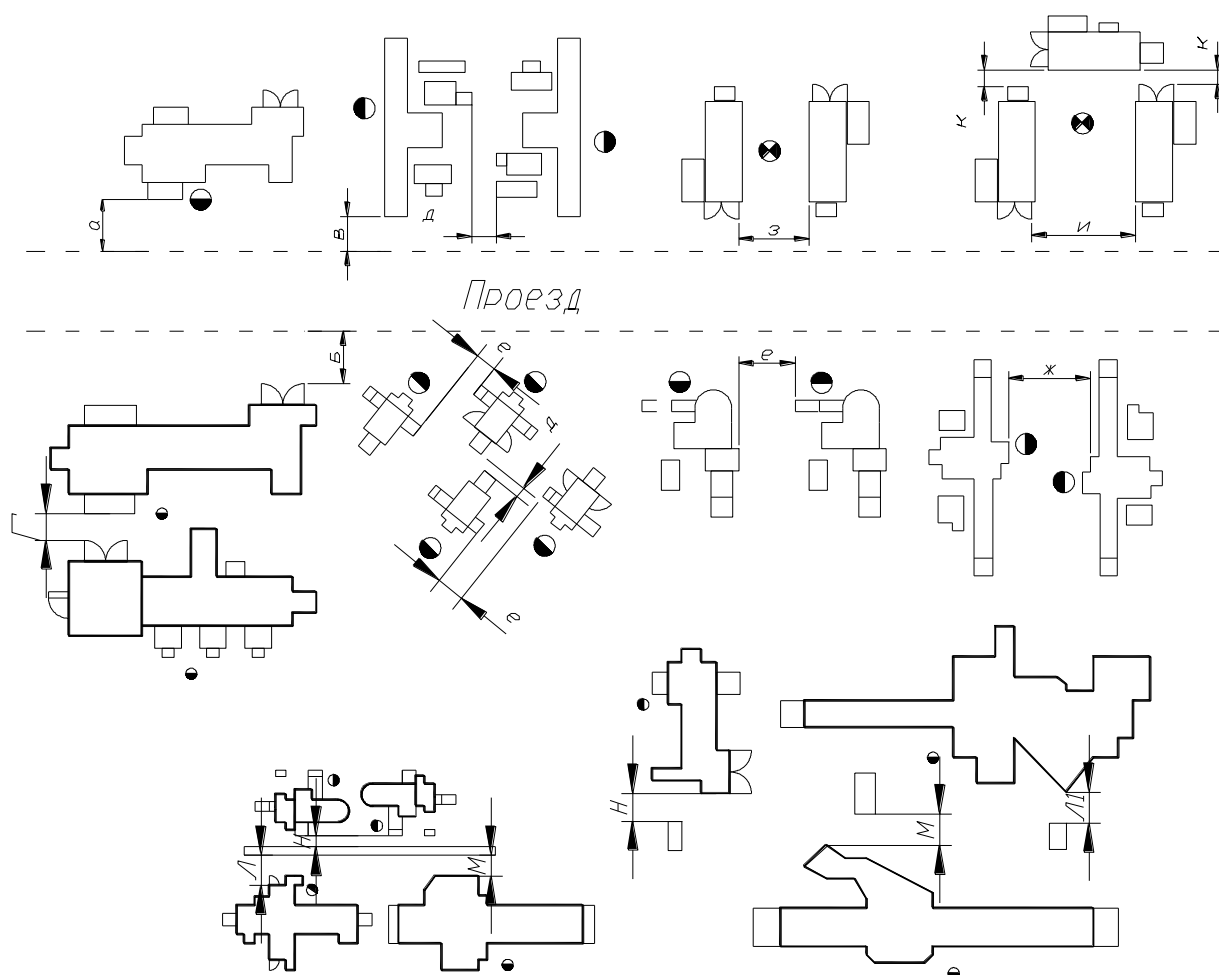


Рисунок 2 – Варианты размещения станков от проезда, относительно друг друга, а также от стен и колонн здания

Таблица Б.1 – Нормы размещения станков (см. рисунок 2)

Расстояния	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м [*]			
	до 1,8	от 1,8 до 4,0	от 4,0 до 8,0	св. 8,0
а	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0
б	0,5	0,5	0,5	0,5
в	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
г	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
д	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
е	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
ж	2,1/1,9	2,5/2,3	2,5/2,3	2,6
з	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,7	1,7
и	2,5/1,4	2,5/1,6	—	—
к	0,7	0,7	—	—
л	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
л ₁	1,3	1,3/1,5	1,5	1,5
м	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
н	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

^{*} Значения в числителе для ГПС, в знаменателе – для поточного производства

11. Практическое занятие РАЗРАБОТКА ГРАФИКОВ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Цель: научиться на практике строить график загрузки оборудования.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

К показателям, непосредственно характеризующих эффективность использования оборудования и производственных мощностей, а также раскрывающих резервы дальнейшего улучшения их использования, относится коэффициент использования оборудования по основному (технологическому) времени. Для наглядного представления эффективности использования оборудования необходимо научиться строить график загрузки оборудования.

Коэффициент использования оборудования по основному (технологическому) времени η_0 свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка он определяется как отношение основного времени к штучно–калькуляционного времени (для мелкосерийного производства)

$$\eta_0 = \frac{T_o}{T_{шт-к}} \times 100\% . \quad (1.1)$$

Необходимо определить этот коэффициент для всей группы станков.

График строится для каждого станка и характеризует долю основного времени в штучном времени. При низком коэффициенте загрузки оборудования по основному времени станки догружаются другими деталями.

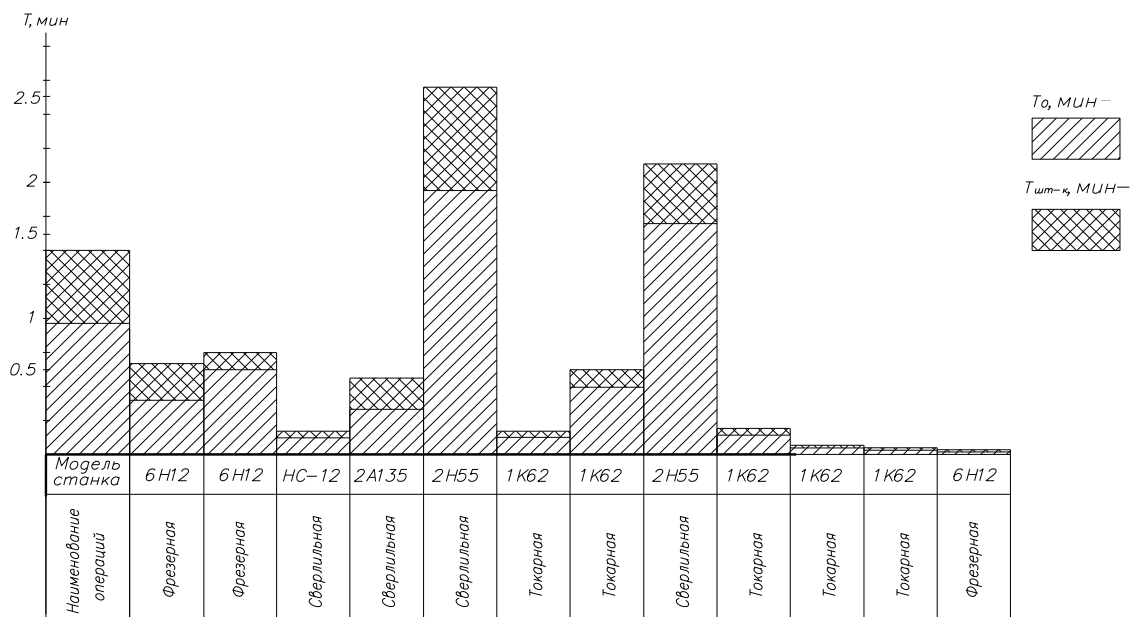


Рисунок 1.1 – Пример графика загрузки по основному времени

1. ВОПРОСЫ и Задания

- Определить коэффициент использования оборудования по основному времени.
- Построить график.

Задание.

Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
1	005	Токарная	16K20	2,8 мин	20 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,6 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,07 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,3 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	2,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,6 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
2	005	Токарная	16K20	2,8 мин	5 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,75 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,7 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,4 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	1,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,9 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,7 мин	
Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
3	005	Токарная	16K20	2,8 мин	6000 штук

	010	Сверлильная	2М58	1,6 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,07 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,3 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,8 мин	
	030	Токарная	1Е325	2,5 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	2,6 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
4	005	Токарная	16К20	2,8 мин	10 550 штук
	010	Сверлильная	2М58	1,75 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,7 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,4 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,8 мин	
	030	Токарная	1Е325	1,5 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	2,9 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,7 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
5	005	Токарная	16К20	2,8 мин	7800 штук
	010	Сверлильная	2М58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,78 мин	
	030	Токарная	1Е325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
6	005	Токарная	16К20	2,8 мин	6 500 штук
	010	Сверлильная	2М58	1,68 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,35 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,78 мин	
	030	Токарная	1Е325	2,55 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	2,56 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
7	005	Токарная	16К20	2,8 мин	50 000 штуки
	010	Сверлильная	2М58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,78 мин	
	030	Токарная	1Е325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
8	005	Токарная	16К20	2,8 мин	4 650 штук
	010	Сверлильная	2М58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2М55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6Р11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2М57	1,78 мин	
	030	Токарная	1Е325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6Р82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6Р12	2,57 мин	
Вариант	№ опера-	Наименование	Оборудование	Основное	Годовая программа

	цпн	операции		время	выпуска
9	005	Токарная	16K20	2,8 мин	25 500 штук
	010	Сверлильная	2M58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ опера-ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
10	005	Токарная	16K20	2,35 мин	35 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	2,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,35 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	3,4 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,4 мин	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

12. Практическое занятие РАЗРАБОТКА КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА

Цель: освоение методики проектирования компоновочной схемы механосборочного цеха.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Современное машиностроительное предприятие представляет собой сложный производственно-хозяйственный комплекс, в распоряжении которого находятся здания и сооружения, машины и оборудование, сырье и материалы, комплектующие изделия, топливо и другие средства производства, а также людские ресурсы, необходимые для выполнения производственных процессов, т.е. процессов превращения предметов труда в продукты труда. На предприятиях машиностроения, как правило, в отдельных цехах сосредотачивают выполнение однородных технологических процессов или закрепляют за цехом технологический процесс изготовления отдельного изделия или какой-то ограниченной номенклатуры изделий. Составной частью проектирования нового или реконструкции старого машиностроительного предприятия является проектирование и организация работы цеха. Актуальность проектирования цехов обусловлена и фактором научно-технического прогресса, в результате которого происходит процесс модернизации и обновления выпускаемой продукции, развиваются формы организации производства, совершенствуются технология и управление производством.

Под компоновкой цеха понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха.

При оформлении компоновочных планов здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей. При этом продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания обозначают прописными буквами русского алфавита, а поперечные – арабскими цифрами.

При выполнении компоновочного плана необходимо привязать конструктивные элементы здания (колонны, оси крановых рельсов и подкрановых балок к разбивочным осям в соответствии с правилами [1]).

На компоновочных планах указывают основные стены, границы между цехами и участками, вспомогательные устройства, основные подъемно-транспортные устройства и их трассы, основные грузопотоки, основные проезды и проходы, вводы железнодорожных путей, границы подвалов, антресолей, тоннелей, магистральных стружкоуборочных каналов с указанием вертикальных отметок относительно уровня пола основного этажа.

Компоновочные планы выполняют в масштабе 1:200 и 1:400.

Возможные компоновочные схемы механических и сборочных цехов показаны на рисунке 1.

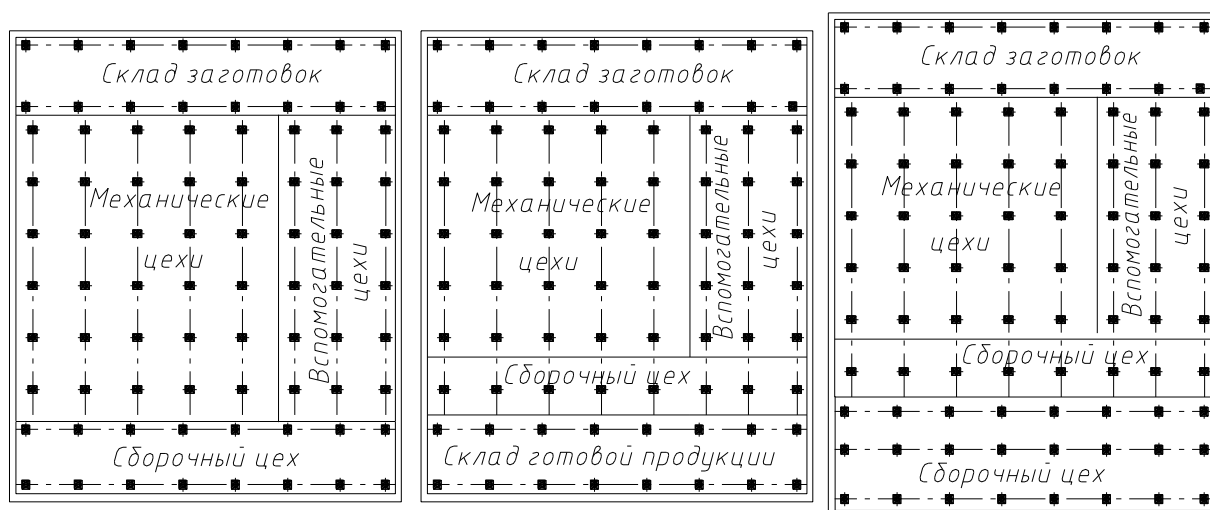


Рисунок 1 – Схемы возможных вариантов компоновок цехов

На выбор варианта расположения участков оказывают влияние условия работы и технологические особенности используемого оборудования. Исходя из этого, нецелесообразно размещать рядом участки и линии изготовления деталей высокой точности и относительно малой точности формы и расположения поверхностей ввиду неизбежного влияния вибрации этого оборудования на точность изготовления ответственных деталей. Недопустимо смежное размещение участков абразивной обработки и сборки. В каждом конкретном случае необходимо учитывать совместимость технологических процессов смежных участков и

цехов, степень пожарной опасности, а также концентрацию вредных для здоровья человека аэрозолей, выделяемых при работе оборудования. Пожароопасные или вредные для здоровья работающих участки или производства должны быть изолированы от других производств соответствующими перегородками и оборудованы системами очистки воздуха. Это в первую очередь относится к окрасочным участкам и цехам.

Общую площадь S_0 участка или цеха определяют по показателю $S_{уд.0}$ общей площади (см. приложение Б), приходящейся на один станок или одно рабочее место:

$$S_0 = S_{уд.0} C_{П}, \quad (1)$$

где $C_{П}$ – принятое число станков, а в случае сборки – рабочих мест цеха (участка).

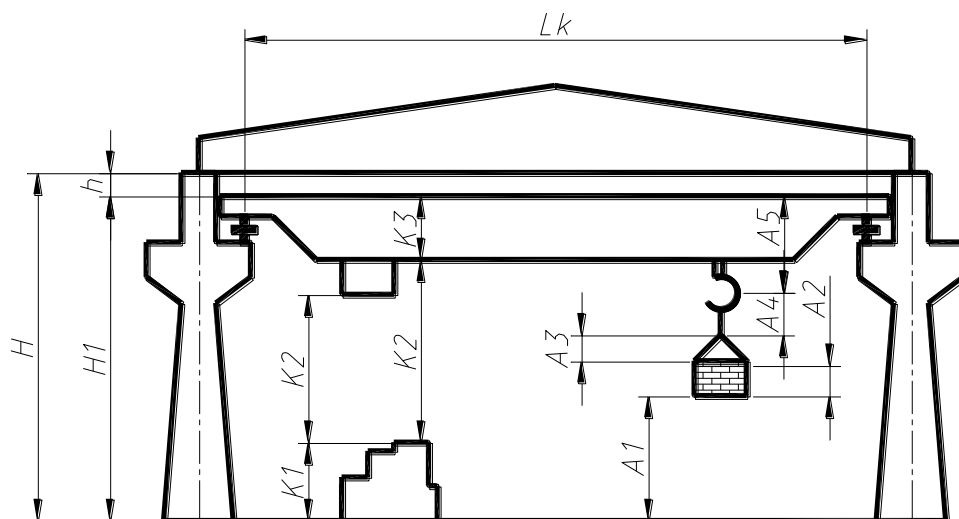
Показатели удельной общей площади указаны без учета вспомогательных служб (общезаводских складов, ремонтных баз и площадей, занятых энергетическими и санитарно-техническими устройствами).

Производственное здание проектируют на основании унифицированных типовых секций (УТС). Параметры УТС представлены в приложении А.

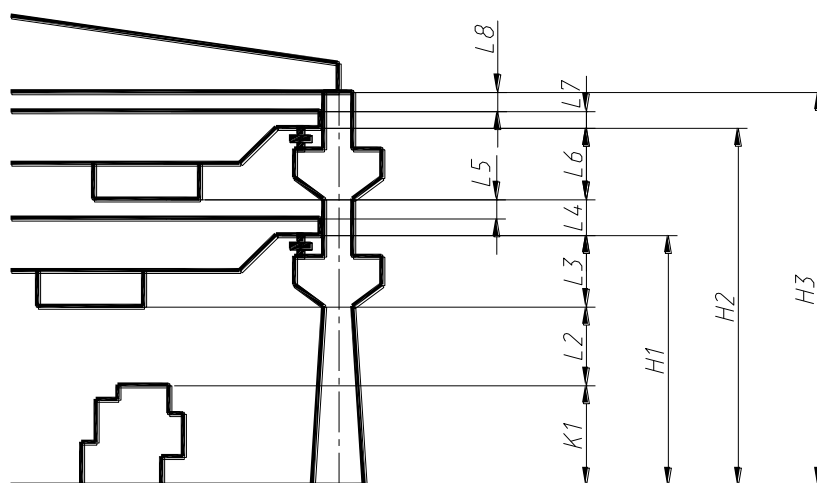
Методика расчета высоты пролета приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Формулы для расчета высоты пролета

Схема	Формула	Параметры
Рисунок 1, а)	Проверка по высоте станков: $H_1 = K_1 + K_2 + K_3;$ $H_1 = K_1 + K'_2 + K_3$	K_1 – максимальная высота станка; K_2 – допустимое расстояние от станка до нижней кромки моста крана в верхнем положении, либо K'_2 – допустимое расстояние от станка до нижней кромки будки крана; $K_2, K'_2 \geq 400$ мм; K_3 выбирают по ГОСТ 3332-54, ГОСТ 6711-70.
Рисунок 1, а)	Проверка по габаритам транспортируемого изделия: $H_1 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$	$A_1 > 2$ м – высота подъема изделия, A_2 – максимальный габарит изделия; $A_3 > 1$ м – длина стропы; $A_4 > 500$ мм – резерв в верхнем положении крюка.
Рисунок 1, б)	Двухъярусное расположение кранов: $H_1 = K_1 + K_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8$	$L_3 > 2600$ мм; $L_6 > 2600$ мм; L_4, L_7 – выбирают по ГОСТ 3332-54, ГОСТ 6711-70; $L_5 < 10$ м при необходимости проезда крана второго яруса на первом с грузом, $L_5 > 400$ мм, $L_8 > 100$ мм.



а)



б)

Рисунок 1 – Схемы для определения высоты пролета

ВОПРОСЫ и Задания

Выбрать УТС, сетку колонн, определить высоту здания.

Определить расположение общекорпусных и общецеховых магистральных проездов.

Определить общую площадь участков механообработки.

Определить общую площадь сборочных участков.

Определить общую площадь вспомогательных участков.

Приложение А

Таблица А.1 – Параметры типовых унифицированных секций

Категория секции	Секции	Сетка	Высота пролета, м	Грузоподъемность мостового крана, т
Основная	6x6	18x24	6.0; 7.2	5
	3x6	24x12	10.8; 12.6	20; 30
Дополнительная	2x6	24x12	10.8; 12.6	20; 30
	1x6	24x12	10.8; 12.6	20; 30
	1x6	30x12	16.2; 18	50

Таблица А.2 – Параметры типовых пролетов

Ширина пролета L, м	Высота пролета H, м	Грузоподъемность крана, т *
18	6; 7.2; 8.4	0.25/5
24; 30	7.2; 8.4	0.25/5
18	8.4; 9.6; 10.8	10
24		20/5
18	12.6; 14.4	10
24		20/
30		30/5
30		30/5, 50/10
36		75/20
30; 36	16.2; 18; 19.8	100/20
30; 36	19.8	150/30
* Цифра в знаменателе – грузоподъемность подвешенного крана		

Приложение Б

Таблица Б.1 – Удельные площади механических цехов мелко- и среднесерийного производства

Участки по обработке технологических групп деталей	Размеры деталей, мм	Общая площадь, приходящаяся на единицу производственного оборудования, $S_{уд.пр}, м^2$
--	---------------------	---

Базовые детали	$4000 < l \leq 8000,$ $1500 < b \leq 3000$	200
Базовые детали (станины, плиты, траверсы, поперечины и т. п.)	$l \leq 4000$ $b \leq 2000$	150
Корпусные детали (коробки скоростей, коробки подач, редукторы и т. п.)	$2000 < l \leq 3000$ $b \leq 1500$	100
Корпусные детали (корпуса, столы, кожухи, крышки, плиты и т. п.)	$1000 < l \leq 2000$ $b \leq 1000$	70
Корпусные детали (корпуса, крышки и т. п.)	$l \leq 1000$ $b < 500$	40
Планки, рычаги, кронштейны и т. п.	$l \leq 700$ $b \leq 500$	30
Крупные тела вращения (планшайбы, зубчатые колеса, шкивы, шпиндели, колонны и т. п.)	$D > 1000$ $l > 3000$	120
То же	$320 < D \leq 1000$ $700 < l \leq 3000$	80
Средние детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты, скалки и т. п.)	$200 < D \leq 320,$ $l \leq 700$	45
Мелкие детали типа тел вращения (шестерни, валы, винты и т. п.)	$D \leq 200$	35
Токарно-револьверные детали (штифты, винты, крепежные гайки, втулки, кольца, штуцера)	$D \leq 65$ $l \leq 100$	25
То же	$D \leq 25$	20

Примечания:

1 Показатель удельной общей площади, учитывающий площади для хранения межоперационных заделов, кладовых и магистральных проездов, $S_{уд.о} = 1,15 - 1,2 S_{уд.пр}$.

2 При применении в проекте ГПС площадь на единицу оборудования, включенного в ГПС, $S_{уд.о} = 2 S_{уд.пр}$.

3 l — длина; b — ширина; D — диаметр детали.

Таблица Б.2 – Удельная площадь сборочных участков станкостроительных заводов (мелко- и среднесерийное производство)

Размеры сборочных единиц и изделий в плане, мм	Производственная площадь, приходящаяся на одно рабочее место, $S_{уд.пр}$, м ²	Вид и условия сборки
<i>Общая сборка станков</i>		
До 800	16 – 19	Стационарная
Св. 800 до 1500 включ.	$S_{уд.пр} = (2,5 + l) \times (5,75 + l)$	»
» 1500 » 3000 включ.	$S_{уд.пр} = (3 + l) \times (5,5 + b + l)$	»
» 3000	$S_{уд.пр} = (3 + l) \times (5,75 + 6 + l)$	»
» 3000	$S_{уд.пр} = (3 + l) \times (5,5 + 2b)$	Конвейерная
<i>Испытание станков</i>		
До 800	14 – 15,5	-

Св. 800 до 1500 включ.	$S_{уд.нр} = (2,5+l) \times (5+b)$	-
» 1500 » 3000 включ.	$S_{уд.нр} = (3+l) \times (5,5+b)$	-
» 3000	$S_{уд.нр} = (3+l) \times (5,75 \times b)$	-
<i>Узловая сборка с одной стороны объекта</i>		
До 1200×700	7 – 10	Стационарная: доставка деталей краном и тележкой
	11 – 13	То же при конвейерной сборке
	15,2	Стационарная: доставка деталей подвесным конвейером
	17,8	То же при конвейерной сборке
<i>Узловая сборка вокруг объекта</i>		
До 1200×700	13 – 14	Стационарная: доставка краном и тележкой
Св. 1200×700	$S_{уд.нр} = (2,0+l) \times (3,5+2b)$	То же
До 1200×700	20,6	То же при доставке деталей подвесным транспортом
<i>Участки шабрения</i>		
До 1200×700	10 – 13	Рабочая зона с одной стороны
До 1200×700	13 – 14	Рабочая зона вокруг объекта
Св. 1200×700 до 3000×3000 включ.	$S_{уд.нр} = (2+l) \times (4,25+b)$	То же
Св. 3000×3000	$S_{уд.нр} = (2+l) \times (4,5+b)$	То же

Примечания:

1 Показатель удельной общей площади, учитывающий площади для хранения межоперационных заделов, кладовых и магистральных проездов, $S_{уд.о} = 1,3 S_{уд.нр}$.

2 l – длина объекта сборки; b – его ширина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

13. Практическое занятие РАЗРАБОТКА, СОСТАВЛЕНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ПО СЛУЖБАМ АКТОВ И ИЗВЕЩЕНИЙ

Цель: освоение методики составления и алгоритма движения актов и извещений.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Извещение на изменение технологической документации.

Изменение технологической документации производится в следующих случаях:

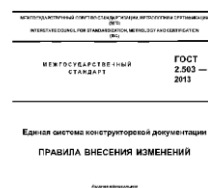
- изменение или выпуск нового чертежа изделия, детали, сборочной единицы, агрегата, монтажа схем или технических условий;
- совершенствование технологического процесса;
- изменения характера производства, типа применявшегося оборудования, оснастки, инструмента;
- исправление ошибок в технологии;
- изменение технических условий на поставку заготовок (поковок, штамповок, литья) или деталей и сборочных единиц из других цехов;
- изменение технологического маршрута.

Аннулирование технологической документации производится в случае аннулирования чертежа изделия, детали, сборочной единицы или коренного изменения технологического процесса.

Основанием для изменения или аннулирования технологической документации служат:

- извещение об изменении конструкторской документации, на основании которого проведено уточнение чертежа или технических условий;
- технологические указания главного технолога или главного металлурга;
- решение начальника тех. бюро о необходимости изменения технологической документации;
- отчёты о проведении опытных работ.

Изменения в технологической документации проводится на основании



утверждённых извещений по ГОСТ 2.503-90.

Все изменения по оснастке вносятся технологом цеха в листах извещения об изменении оснастки одновременно с проведением изменения технологии.

Оформление извещения об изменении технологической документации.

Извещения об изменении технологической документации выпускаются и оформляются разработчиком документов.

В извещении указываются причины и основание изменения, содержание и дата изменения.

Извещение согласовывается со службами и смежными цехами, которых касается данное изменение, в том числе с представителем заказчика, если технологическая документация согласована с ним.

При изменении технологии изготовления особо ответственных деталей и сборочных единиц извещение согласовывается с главным технологом, главным металлургом, представителем заказчика.

Изменение карт контроля деталей, контрольного паспорта, дела сборочной единицы и другой технологической документации, касающейся контроля качества продукции, во всех случаях согласовывается с начальником БТК цеха (участка).

При изменении заготовок, количества деталей на технологические нужды, количества образцов, технологических условий на заготовки, извещения согласовываются с технологическим бюро отдела главного технолога (ТБ ОГТ). При изменении трудоёмкости вследствие изменения технологиче-

ского процесса извещения визируются в ООТиЗ. Изменения технологической документации, вызывающие необходимость изменения документации других подразделений, должны согласовываться с ними. Извещения утверждаются должностными лицами, утвердившими технологическую документацию. Утверждённое извещение является документом, выполнение которого обязательно для всех подразделений. Форменное извещение регистрируется в специальном журнале регистрации извещений, сдаётся в группу изменений этого отдела для размножения, рассылки, проведения изменения и хранения. Срок хранения – три года.

Внесение изменений

На основании утверждённого и зарегистрированного извещения, изменение технологической документации проводит отдел главного технолога по правилам ЕСКД, действующей для конструкторской документации. Срок проведения изменений не более календарного месяца, если не оговорено особо.

Если количество проведённых в подлинниках изменений настолько велико, что затрудняет пользование технологической документацией, а также, если произошли коренные изменения технологического процесса или подлинник пришел в негодность, допускается замена его новым с оформлением извещения о замене.

В новом подлиннике делается запись «взамен аннулированного», а на старом делается запись «аннулирован» с указанием номера извещения каким он аннулирован, и хранится в числе аннулированных в течение 3 лет.

Допускается в технологическом бюро цеха оставлять аннулируемые копии технологической документации со штампом «аннулирована» для использования задела деталей, выполненных без учёта изменений.

В тех случаях, когда задержка в оформлении изменения может привести к изготовлению бракованной продукции, технологу разрешается немедленно проводить изменения в копиях технологической документации черными тушью, чернилами или пастой с последующим срочным оформлением из-

вещения. После внесения изменения технолог обязан поставить дату изменения и подпись. Работать по такой технологической документации разрешается не более 12 дней, но выпуск продукции осуществляется только после утверждения извещения.

Конструкторский акт (извещение), имеет литеру «К».

Выпускается конструкторским бюро (КБ) в связи с изменением конструкции изделия, то есть с тем, что влечёт за собой изменение технической документации, в том числе в первую очередь, чертежа.

Архив определяет службы, которые имеют отношение к изготовлению данных узлов и деталей, например: отдел главного технолога (ОГТ), отдел технического контроля (ОТК) цеха, центральная раздаточная кладовая (ЦРК), экспортный участок, планово-диспетчерский отдел (ПДО), отдел главного механика (ОГМ).

Инженер, занимающийся актами, визирует данный акт во всех этих службах и учитывает замечания начальников этих служб.

Акт визируют: технологический контроль, нормоконтроль. Утверждает акт главный инженер.

Затем акт размножается и выдается по службам, упомянутым в акте, но уже после соответствующего изменения чертежей.

Акты, выдаваемые в ОГТ, рассматриваются начальником бюро, который распределяет работу, связанную с проведением изменений в технологии, между технологами, детали которых упомянуты в акте.

Для этого в ОГТ существует «книга учёта» регистрации актов, в которой фиксируется выдача акта технологу для работы и срок выполнения изменения, проведенные технологом ОГТ в технологии (экземпляр отдела) затем переносятся и в технологии-экземпляры цеха.

Акты, проведенные полностью, хранятся в ОГТ, оригиналы – в КБ.

Технологический акт (извещение), имеет литеру «Т».

Такой акт выпускается технологом на изменение технологического процесса как решение определенных технологических вопросов, ситуаций, рацпредложений. Причина указывается в соответствующей графе акта.

После составления акта технолог визирует его в цехе, ОТиЗ, ОГТ, техническом контроле, нормоконтроле и утверждается акт главным инженером.

Затем акт регистрируется в ОГТ в «Журнале регистраций технологических извещений», где акту присваивают номер, и размножают.

После этого акт выдают по упомянутым в нем подразделениям. Оригинал акта хранится в ОГТ.

Основные требования

Акт (извещение) должен быть написан тушью на специальной форме, предусмотренной ГОСТ.

Акт составляется на детали или узлы станка только одной марки, так как регистрация актов производится в первую очередь по моделям выпускаемых станков (изделий).

В акте должны быть эскизы чертежей с выполненными изменениями, когда это необходимо.

Необходимость в изменениях конструкторской, технологической или другой документации возникает в случае невозможности обеспечения требований по изготовлению деталей или изделий, указанных в данной документации. С этой целью предварительно проводится анализ возникшего противоречия. Далее предложены некоторые ситуации, реально возникающие на производстве.

СИТУАЦИЯ 1

Из цеха поступает в ОГТ сообщение о том, что возник вопрос по изготовлению детали: - в цехе нет инструмента для нарезания левой наружной резьбы M10LN-8g.

СИТУАЦИЯ 2

Конец месяца, из сборочного цеха поступает вопрос – кому производить сборку выключателя на блокировке дверцы станка, электрику или слесарю-сборщику?

СИТУАЦИЯ 3

Только что запущено в производство изделие, ранее не изготавливаемое на данном заводе. Из цеха поступает вопрос: как производить оплату рабочим, производящим детали данной машины?

СИТУАЦИЯ 4

Из цеха поступает в ОГТ сообщение о том, что возник вопрос по изготовлению детали: - нет разверток и зенкеров.

СИТУАЦИЯ 5

Из цеха поступает сообщение, что нет зенковки левой обратной диаметром 10,2 мм по СТП 262-75.

СИТУАЦИЯ 6

В цехе нет сверл для сверления отверстия диаметром 5,5 мм.

СИТУАЦИЯ 7

В цехе отсутствуют калибры-кольца на трапециидальную резьбу для контроля деталей типа ходовой винт и винт подъема. Как поступить технолог?

СИТУАЦИЯ 8

В цехе в связи с устареванием и износом производится демонтаж станка модели 6А518. Как отразится демонтаж станка на производстве в целом, и какие трудности могут возникнуть?

Вопрос студенту:

Как отразится демонтаж станка на производстве в целом, и какие трудности могут возникнуть?

СИТУАЦИЯ 9

Из цеха поступает сообщение об отсутствии необходимой оснастки, предусмотренной технологическим процессом. Как поступать в данном случае?

ВОПРОСЫ и Задания

- 1 Получить вариант ситуации у преподавателя.
- 2 Проанализировать вопрос, определить возможные методы его решения.
- 3 Публично в виде сообщения с использованием краткой презентации предложить собственный вариант ответа на ситуацию.
- 4 Ответить на дополнительные вопросы студентов и преподавателя по ситуации с учетом возможных усложнений ситуации.
- 5 Предложить вариант извещений об изменениях по ГОСТ 2.503-90.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

14. Практическое занятие МЕТОД КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ (ЛЕНТОЧНАЯ ДИАГРАММА ГЕНРИ Л. ГАНТА)

Цель: Целью работы является ознакомление студентов с методиками календарного планирования организации производства на участке.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Диаграмма Ганта представляет собой отрезки («ленты»), размещенные на горизонтальной шкале времени («календаре») (Рисунок 1). Каждый отрезок соответствует отдельной задаче. Задачи, составляющие план, размещаются по вертикали. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности задачи.

Ленточная диаграмма Ганта — это один из наиболее простых способов графического представления плана. Она позволяет:

- оценить последовательность задач, их относительную длительность и протяженность плана в целом;
- определить зависимость между задачами;
- сравнить планируемый и реальный ход выполнения задач (часть «ленты», соответствующая выполненной работе, заштриховывается и показывается вертикальная линия, отвечающая моменту «сегодня»).

3. *Метод планирования Паттерн* разработан американскими учеными в качестве универсального средства планирования научной деятельности на срок 15—20 лет, основан на принципе деления сложной проблемы на более мелкие проблемы (аналогично построению системы целей («дерева» целей организации)).

График Ганта позволяет представить план довольно легко и наглядно до тех пор, пока каждая подпроблема не сможет быть всесторонне и надежно количественно оценена экспертами. Для каждой проблемы (цели) эксперты устанавливают «вес», *коэффициент относительной важности* (значимости).

Сумма коэффициентов относительной важности для каждого уровня иерархии принимается равной единице.

№	Задача	Март 2021 г.																		
		Содержание		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Подсборка 1	Деталь 1.1															Сборка			
		Деталь 1.2																		
		Деталь 1.3																		
		Деталь 1.4																		
		Деталь 1.5																		
2	Подсборка 2	Деталь 2.1																		
		Деталь 2.2																		
		Деталь 2.3																		
3	Деталь 3	Изготовление																		
		Термообработка																		
		Отделка																		
4	Обкатка	1 цикл																		
		2 цикл																		
		3 цикл																		

Рисунок 1 – Пример ленточного графика Ганта

Пропорционально коэффициентам значимости происходит распределение ресурсов между отдельными проблемами (целями).

Методика возникла в результате анализа наиболее трудного места в планировании — разрыва между стратегическими планами и механизмом их материально-технического обеспечения, то есть противоречия между ростом новых потребностей и потенциальных технических возможностей их удовлетворения и более медленным увеличением экономических возможностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

15. Практическое занятие РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Цель: освоить на практике методику расчета основных параметров транспортной системы

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Внутризаводской транспорт является не только способом механического перемещения грузов, а и способом труда, который обеспечивает ритмичную работу предприятия в соответствии с заданным производственным графиком. Транспортные операции составляют значительную часть в технологическом процессе производства продукции. Это является следствием функционально-технологических особенностей разделения труда между цехами (участками), которые определяют необходимость многоразовых перевозок одних и тех же грузов. Значение транспортного обслуживания определяется тем, что часть транспортных затрат в себестоимости продукции относительно велика и колеблется в пределах 3-7%. Поэтому улучшение использования транспортных средств является важным условием снижения себестоимости продукции и сокращения длительности производственного цикла.

В цехах в качестве межцехового и межучасткового транспорта используют вилочные электропогрузчики и электрокары с подъемной платформой грузоподъемностью до 1 т. Они могут транспортировать крупные детали и тару и являются универсальным средством, так как позволяют быстро перевести груз в нужное место. Вилочные электропогрузчики осуществляют подъем груза на высоту до 2,8 м; что обеспечивает многоярусное хранение тары. Потребное количество транспорта (шт.) при двухсменной работе можно определить по формуле:

$$K_{\text{э}} = \Gamma_{\text{з.д.}} \cdot t_p \cdot k_n / 3320$$

где $\Gamma_{\text{з.д.}}$ — годовой грузооборот заготовок, деталей, т;

t_p — время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч;

$k_h > 1$ — коэффициент неравномерности.

В цехе используют также подвесной транспорт. Различают непрерывный конвейерный транспорт, в том числе конвейерный толкающего типа, и периодический транспорт в виде подвесных (на монорельсах) электровозов, автоматически подающих груз в заданное место по программе.

Транспортные средства в ГПС относятся к колесному транспорту и конвейерам. Последние иногда используют как операционный транспорт для удаления отходов, перемещения специальной тары типа спутников, палет, хранения и перемещения инструмента. Классификация конвейеров приведена в ГОСТ 18501—73. При выборе конвейеров исходят из целей их использования и грузоподъемности можно пользоваться данными таблицы 1. Конвейеры могут выполнять функции магистрального транспорта, а также дополнительные функции. В частности, ленточными и роликовыми конвейерами можно оснащать автоматические транспортные тележки, подъемно-поворотные столы, приемные устройства у складов для обеспечения автоматической загрузки и выгрузки.

Для перемещения грузов в ГПС наиболее часто используют колесный транспорт, в частности автоматические тележки, груз на которых размещают на платформе.

Таблица 1 - Назначение и область использования конвейеров

Конвейер	Грузоподъемность, кг	Назначение
Ленточный	До 50	Для межоперационной передачи единичных изделий и изделий в таре в обрабатывающем и сборочном производстве в приборостроении и точном машиностроении
Пластинчатый	25—125	Для передачи единичных изделий и изделий, укрепленных на спутниках, в заготовительном, обрабатывающем и сборочном производстве

Подвесной с автоматическим адресованием	50—250	Для межучастковой передачи изделий в таре и крупногабаритных изделий в машиностроении на расстоянии более 50 м
Роликовый	30—500	Для межоперационной передачи изделий, укрепленных на спутниках, при механической обработке на расстояние менее 50 м

Колесные автоматические тележки, манипуляторы, робокары, робототрайлеры применяют как межоперационный транспорт. Преимущества транспортных тележек по сравнению с другим транспортом для перемещения грузов в ГПС заключаются в их широких возможностях по изменению транспортных траекторий и автоматизации передачи различных грузов. -

Автоматические тележки оснащают индивидуальным приводом, они информационно связаны с ЭВМ верхнего уровня ГПС и могут быть адресованы к различным операционным средствам и накопителям ГПС. Различают рельсовые и безрельсовые тележки. Первые отличаются более простой системой управления для отслеживания маршрута. Для изменения маршрута используют стрелочные переводы. Изменять планировку ГПС, обслуживаемую рельсовой тележкой, сложнее, чем ГПС, обслуживаемую безрельсовой тележкой. Для отработки маршрута движения безрельсовых тележек применяют различные способы.

Существуют также следующие транспортные тележки: с индуктивной связью, движущиеся по белой светоотражающей или флуорисцирующей полосе (оптоэлектрическая связь); с управлением по лучу (лазер, инфракрасное излучение, радиолуч сверхвысокой частоты); с наведением по маякам, радиосвязью; с жесткими направляющими типа желоба или выпуклого трассировочного элемента. Наиболее часто используют тележки с индуктивной связью, маршрут которых зависит от схемы расположения заложенного в полу проводника. В отечественных тележках МП-12Т и МП-14Т используют в основном оптоэлектрическую связь для отработки маршрута движения. Тележка МП-12Т оснащена роботом для перемещения грузов в налетах, грузоподъ-

емность 200 кг, число адресных точек 62. масса 800 кг.

Важным элементом функционирования транспортно-накопительной системы является контроль наличия груза на соответствующих позициях. На основании этой информации происходит включение или отключение загрузочных и транспортных устройств. Для контроля наличия груза используют контактные и бесконтактные датчики, из бесконтактных чаще применяют фотодатчики.

Условия работы автоматизированной транспортно-накопительной системы соответствуют условиям работы систем массового обслуживания (СМО), характеризуемым пуассоновским законом распределения времени заявок на обслуживание транспортом рабочих мест. Интенсивность потока заявок на ТСП

$$\lambda = t_c / (2T_{cp} (n_c - n_{c.n.})) + 2n_{c.n.}$$

где $T_{c.p.}$ — выборочная средняя станкоемкость технологической операции, ч (в случае группового транспортирования деталей:

$$T_{cp} = \sum T_{cpi} q_{Tj};$$

q_{Tj} — вместимость транспортной тары (среднее число заготовок i -го типа, укладываемых в тару, шт.);

n_c — число обслуживаемых станков;

$n_{c.n.}$ — число станков, подлежащих переналадке за расчетный период времени t_c .

Первое слагаемое в формуле учитывает операции по подаче деталей (тары с деталями при групповом способе транспортирования к станку и обратно), второе — подачу технологической оснастки к станкам, когда она осуществляется при участии системы.

Длительность обслуживания заявки определяется типом транспорта, его

скоростными характеристиками и протяженностью трассы.

Для циклических транспортных средств длительность обслуживания (мин) при двухадресном режиме работы

$$t_{об} = 2(t_p + t_T + t_v + t_{в.н.}),$$

где t_p — время разгона транспорта, мин;

t_T — время его торможения, мин;

t_v — время движения на маршевой скорости, мин;

$t_{в.н.}$ — время отработки цикла взять—поставить, мин.

Для расчета $t_{об}$ обычно используют средний путь движения на маршевой скорости, который равен 0,3—0,5 длины трассы.

Интенсивность обслуживания

$$\mu = 1/t_{об}$$

Основное условие работы автоматизированной транспортно-накопительной системы— соблюдение неравенства:

$$\alpha < n_{Т.ср.},$$

где $\alpha = \lambda / \mu$;

$n_{Т.ср.}$ — число транспортных средств.

Входящий в систему поток заявок исходит от обслуживаемых объектов ($n_c > T_{Т.ср.}$) и объект вновь становится потенциальным источником заявки на обслуживание, т. е. находится внутри системы и генерирует ограниченный поток заявок. Поэтому система является замкнутой СМО, для которой длина очереди (шт.) определяется по формуле

$$L_{оч} = \sum_{k=n_{Т.ср.}}^{n_c} (k - n_{Т.ср.}) P_k$$

где k — число заявок на обслуживание;

P_k — вероятность того, что в системе на обслуживании и в очереди имеется k требований:

$$P_h = \begin{cases} n_c! \alpha^k P_0 / k!(n_c - k)!; & \text{if } 1 \leq k \leq n_c \\ n_c \alpha^k P_0 / n_{T.ср.}^{k-n_{T.ср.}} (n_c - k)!; & \text{if } n_{T.ср.} \leq k \leq n_c \end{cases}$$

Величину P_0 , находят из условий нормировки $\sum_{k=1}^{n_c} P_h$ при $k = 1, 2, 3, \dots, n_c$.

Среднее число обслуживаемых и ожидающих обслуживания требований

$$L_T = \sum_{k=n_{T.ср.}}^{n_c} k P_h. \text{ Коэффициент использования оборудования } k_{и.о.} = 1 - (L_{оч} / n_c).$$

Коэффициент простоя оборудования в ожидании обслуживания $k_{н.о.} = L_{оч} / n_c$. Коэффициент $k_{н.о.}$ характеризует интенсивность эксплуатации обслуживаемого технологического оборудования: он практически равен вероятности того, что данный станок в любой момент времени эксплуатируется. Это справедливо при отсутствии буферного накопителя. При его наличии во избежание простоя оборудования нужно соблюсти условие $L_{оч} \leq t_{об.ср.}$, где $t_{об.ср.}$ — среднее время обработки детали или транспортного комплекта. Для непрерывного транспорта конвейеров различного вида транспортно-накопительную систему можно рассматривать как СМО с неограниченным числом обслуживающих агрегатов, т. е. $n_{T.ср.} = \infty$. и при любой интенсивности входящий поток требований начинает сразу обслуживаться, так как в системе имеются свободные агрегаты.

Производительность транспортного средства, шт/мин,

$$Q_{ср} = Q_{ц}(1 - k_H)$$

где $Q_{ц}$ — цикловая производительность обслуживаемого технологического оборудования (единицы или нескольких единиц оборудования, работающих параллельно), шт/мин;

$k_H, = 0,2 \dots 0,3$ — коэффициент неустойчивости работы транспорта.

Производительность транспорта зависит от скорости перемещения груза. В таблицах 2, 3 приведены рекомендуемые скорости соответственно перемещения деталей конвейерами и подъемниками, а также самотечного перемещения заготовок и изделий в лотковых конвейерах.

Скорость (мм/с) перемещения груза ленточным, цепным, роликовым, вибрационным подъемниками

$$v_{\Gamma} = \frac{Q_{\text{ср}} \cdot L_{\Gamma}}{60k_{\text{з.г.}}}$$

где L_{Γ} — размер груза в направлении движения, мм;

$k_{\text{з.г.}}$ — коэффициент заполнения транспорта грузом.

Частота вращения мин^{-1} приводного барабана (ролика, звездочки)

$$n = 1000v_{\Gamma} / (\pi d)$$

где d — диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм.

Для двухвалкового конвейера частота вращения (мин-1) валков

$$n_c = v_c / [\pi d_{\text{ср}} \text{tg}(\beta\varphi)]$$

где v_c — скорость подачи при обработке заготовки на бесцентровых круглошлифовальных станках, мм/мин;

$d_{\text{ср}}$ — средний диаметр вала, мм;

β — угол наклона валков,

$\varphi = 0,85 \dots 0,9$ — коэффициент скольжения.

Частота вращения (мин-1) винтов винтового конвейера $n_{\text{вин}} = 1000v_{\Gamma} / P$, где P — шаг винта, мм.

Число двойных ходов в минуту приводного механизма переключивающих, пилообразных, гребенчатых конвейеров, толкающих и шаговых подъемников $n_{\text{ш}} = 1000v_{\Gamma} / 2L$, где L — ход планки (гребенки, ползуна, каретки), мм.

Таблица 2 - Рекомендуемые скорости принудительного перемещения деталей конвейерами и подъемниками

Тип	Скорость, м/мин	Применение
-----	--------------------	------------

Ленточный	Конвейер	Для деталей с $m = 2$ кг
Цепной	40—60	Для колец с $D = 24 \dots 160$ мм
Роликоприводной	4—15	
Распределительный	8—12	Для деталей с $m < 40$ кг
Двухвалковый		
Винтовой	4—8	Для деталей с $m = 40 \dots 60$ кг
Вибрационный	4—12	Для колец с $D = 24 \dots 160$ мм
	0,5—0,8 1,2—	Для колец с $D = 24 \dots 160$ мм
Пневматический	1,5	Для валиков с $D = 10 \dots 30$ мм. В зависимости от
Шаговый:		такта обработки деталей
с убирающимися	0,6—6	Для колец с $D = 24 \dots 35$ мм
собачками		
с поворотными		Для деталей с $m = 1 \dots 2$ кг
захватными	2—5	
устройствами		Для деталей с $m < 100$ кг
Перекладывающий	6—20	
Пилообразный		Для деталей с $m < 60$ кг
Гребенчатый	до 10—12	
	до 30—40	
	5—10	Для деталей с $m < 40$ кг
	4—10	Для валиков с $D = 10 \dots 20$ мм
	4—10	Для шатунов
Подъемник		
Цепной:		
с поводком	7—20	Для колец с $D = 24 \dots 160$ мм
с люлькой	7—10	Для деталей с $D = 90 \dots 200$ мм Для деталей с $m =$
Вибрационный	4—10	0,1 ... 0,3 кг
Толкающий	3—6	Для колец с $D = 40 \dots 100$ мм
Шаговый	7—10	Для деталей с $D = 100 \dots 290$ мм
Примечание : D-диаметр детали; m-масса		

Таблица 3 - Предельные скорости (м/мин) самотечного перемещения заготовок в лотковых конвейерах и лотках

Материал	Масса, кг	Скольжение		Качение		Скатывание на роликах	
		заготовки	детали	заготовки	детали	заготовки	детали
Чугун	0,1—0,5	93—66	51—36	60—42	39—30	72—51	51—36
Бронза	1—4	48—24	30—15	33—15	21—9	36,- 18	30—15
Латунь, сталь	0,2—1	105—78	51—36	72—51	51—36	78—57	60—42
незакаленная	2—8	54—27'	30—15	36—18	30—15	42—21	33—15
Сталь	0,3—1,5	1 14—90	72—51	78—57	60—42	90—75	72—51

	3—12	72—36	36—18	42—21	33—15	60—24	36—18
закаленная Медь	0,1—0,5	78—57	45—30	51—36	36—27	60—42	39—30

ВОПРОСЫ и Задания

Получить вариант задания.

Определить состав и количество необходимого транспортного оборудования.

Оформить отчет.

1	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч Средняя станкоемкость, ч Число обслуживаемых станков Число станков, подлежащих переналадке Время разгона транспорта, мин; Время его торможения, мин; Время движения на маршевой скорости, мин; Время отработки цикла взять—поставить, мин. Число транспортных средств Размер груза в направлении движения, мм Коэффициент заполнения транспорта грузом Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	300 0,7 3,5 6 4 2 2 2,5 1 6 120 0,8 60
2	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч Средняя станкоемкость, ч Число обслуживаемых станков Число станков, подлежащих переналадке Время разгона транспорта, мин; Время его торможения, мин; Время движения на маршевой скорости, мин; Время отработки цикла взять—поставить, мин. Число транспортных средств Размер груза в направлении движения, мм Коэффициент заполнения транспорта грузом Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	500 0,85 4 5 1 1,5 1,5 2,5 1 4 500 0,9 70
3	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч Средняя станкоемкость, ч Число обслуживаемых станков Число станков, подлежащих переналадке Время разгона транспорта, мин; Время его торможения, мин; Время движения на маршевой скорости, мин; Время отработки цикла взять—поставить, мин. Число транспортных средств Размер груза в направлении движения, мм Коэффициент заполнения транспорта грузом Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	150 0,67 3 8 4 2 2 1,5 1 5 300 0,95 75
4	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч Средняя станкоемкость, ч Число обслуживаемых станков Число станков, подлежащих переналадке Время разгона транспорта, мин; Время его торможения, мин; Время движения на маршевой скорости, мин; Время отработки цикла взять—поставить, мин. Число транспортных средств	200 1 2 4 1 3 3 2 1,5 4

	Размер груза в направлении движения, мм	250
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,6
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	85
5	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	360
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	1,5
	Средняя станкоемкость, ч	2
	Число обслуживаемых станков	6
	Число станков, подлежащих переналадке	3
	Время разгона транспорта, мин;	1,5
	Время его торможения, мин;	1,5
	Время движения на маршевой скорости, мин;	1
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	1
	Число транспортных средств	7
	Размер груза в направлении движения, мм	100
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,5
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	50
6	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	380
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	0,95
	Средняя станкоемкость, ч	1,4
	Число обслуживаемых станков	5
	Число станков, подлежащих переналадке	2
	Время разгона транспорта, мин;	2,6
	Время его торможения, мин;	2,6
	Время движения на маршевой скорости, мин;	2
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	1,5
	Число транспортных средств	4
	Размер груза в направлении движения, мм	300
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,45
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	52
7	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	180
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	0,5
	Средняя станкоемкость, ч	2
	Число обслуживаемых станков	6
	Число станков, подлежащих переналадке	2
	Время разгона транспорта, мин;	3,7
	Время его торможения, мин;	3,7
	Время движения на маршевой скорости, мин;	2
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	1,5
	Число транспортных средств	5
	Размер груза в направлении движения, мм	257
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,6
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	40
8	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	200
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	0,4
	Средняя станкоемкость, ч	4
	Число обслуживаемых станков	7
	Число станков, подлежащих переналадке	3
	Время разгона транспорта, мин;	4
	Время его торможения, мин;	4
	Время движения на маршевой скорости, мин;	3
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	2
	Число транспортных средств	4
	Размер груза в направлении движения, мм	100
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,8
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	40
9	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	260
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	0,9
	Средняя станкоемкость, ч	3,5
	Число обслуживаемых станков	6
	Число станков, подлежащих переналадке	1
	Время разгона транспорта, мин;	2
	Время его торможения, мин;	2,5

	Время движения на маршевой скорости, мин;	1,4
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	1
	Число транспортных средств	5
	Размер груза в направлении движения, мм	70
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,6
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	55
10	Годовой грузооборот заготовок (деталей), т	340
	Время одного рейса с учетом подъема и опускания тары, ч	2
	Средняя станкоемкость, ч	2,5
	Число обслуживаемых станков	5
	Число станков, подлежащих переналадке	2
	Время разгона транспорта, мин;	2,3
	Время его торможения, мин;	2
	Время движения на маршевой скорости, мин;	1,8
	Время отработки цикла взять—поставить, мин.	1,4
	Число транспортных средств	5
	Размер груза в направлении движения, мм	180
	Коэффициент заполнения транспорта грузом	0,76
	Диаметр приводного барабана (начальной окружности звездочки), мм	65

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

16.Практическое занятие ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВА СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СИСТЕМЕ ИНСТРУМЕНТООБЕСПЕЧЕНИЯ

Цель: освоение на практике методики расчета состава и количества средств, используемых в системе инструментаобеспечения.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Повышение конкурентоспособности современного предприятия невозможно без модернизации. Инновационное развитие включает в себя ряд процессов. К ним относятся:

- выпуск новой продукции;
- усовершенствование системы управления;
- внедрение более эффективных технологических решений;
- обновление станочного парка, перевооружение основного производства;
- реорганизация системы инструментаобеспечения.

В условиях финансовых ограничений далеко не все компании могут приобрести новое высокоточное оборудование, необходимое для производства качественной продукции. В таких случаях оптимальным выходом станет применение в технологическом процессе прогрессивного инструмента. Это позволит:

- максимально использовать потенциал уже действующего оборудования, расширить его возможности;
- создать более конкурентоспособные товары;
- обеспечить в перспективе повышение спроса продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Система инструментаобеспечения предназначена для обслуживания всего технологического оборудования цеха заранее подготовленным инструментом, а также для контроля за его правильной эксплуатацией.

Определение вместимости центрального магазина инструментов (ЦМИ). Основной расчетной характеристикой ЦМИ является его вместимость q , которая определяется числом инструмента, требуемого для обработки заданного числа заготовок, и размерами ГПС. Центральный магазин следует располагать над станками, что позволяет экономить производственную площадь. При таком расположении его выполняют одноярусным. Число рядов магазина может быть различным и определяется числом гнезд для инструмента. Центральный магазин желательно использовать для хранения комплекта инструмента, необходимого для обработки заготовок всех предусмотренных наименований деталей. Если это и не удастся конструктивно, то необходимо организовать хранение части инструмента вне комплекса. На стадии технического предложения суммарное число инструментов, необходимых для обработки заготовок всей номенклатуры деталей в течение месяца, составляет:

$$N_{\text{и}} = N_1 + N_{\text{д.и.}} \quad (1)$$

где $N_{\text{и}}$ — число инструментов для обработки всей номенклатуры деталей;

$$N_1 = \frac{k_{\text{н}} \cdot t_{\text{обр. ср.}}}{t_{\text{и. ср.}}} \quad (2)$$

где $k_{\text{н}}$ — число наименований деталей;

$t_{\text{обр. ср.}}$ — среднее время обработки одного наименования, мин;

$t_{\text{и. ср.}}$ — среднее время работы одного инструмента, мин;

$N_{\text{д.и.}} = n_{\text{д.и.}} \cdot k_{\text{н}}$ — число дублеров для обработки месячной программы деталей ($n_{\text{д.и.}}$ — среднее число дублеров на одну деталь). Дублеры необходимы для инструмента с малой стойкостью (метчики, развертки и т. Д.).

Подвижные транспортные механизмы. Подача инструмента в центральный магазин, расположенный над станками и его вывод осуществляются подъемными устройствами. Одним из них являются кассеты, которые

обеспечивают вертикальные перемещения инструмента. Разгрузку и загрузку кассет вверху, а также передачу инструмента в магазины станков выполняют автооператоры (АО) с одним или двумя захватами. Основной характеристикой кассеты является число гнезд для инструмента, которое определяется из условия обеспечения за один подъем кассеты доставки к верхнему стеллажу не менее двух инструментов. Для обеспечения равномерной работы АО желательно иметь две одинаковые кассеты. Производительность (шт/ч), которую должна обеспечить кассета:

$$\Phi_{\text{и}} = \frac{N_{\text{и}} \cdot k_p}{\Phi_{\text{к}}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{и}}$ — число инструмента, необходимого для обработки заготовок всей номенклатуры деталей;

k_p — коэффициент, учитывающий число деталей в партии;

$\Phi_{\text{к}} = 305$ ч — месячный фонд времени работы кассеты.

Определение числа автооператоров. Для определения числа АО, работающих со стороны станков, нужно знать ориентировочное число смен инструмента в магазинах станков в течение месяца и среднее время $t_{\text{см.ср}}$ выполнения одной смены.

Суммарное время, (ч), затрачиваемое АО на обслуживание станков,

$$t_{\text{сум.обсл.}} = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{k_{\text{см}} \cdot t_{\text{см.ср.}}}{60}, \quad (4)$$

где $k_{\text{см}}$ — число смен инструмента на одном станке в течение месяца;

$t_{\text{см.ср}}$ — среднее время смены одного инструмента, мин;

n_c — число станков в ГПС.

Суммарное число смен инструмента в ГПС в течение месяца

$$k_{\text{см}} = N_{\text{и}} \cdot k_p + k_{\text{см.д.}} \quad (5)$$

где $k_{\text{см.д.}}$ — число дополнительных смен в магазинах станков в течение месяца, связанное с некомплектностью размещений инструмента,

$$k_{\text{см.д.}} = 2N_{\text{и}} \cdot N\left(\frac{k_{\text{д.}}}{n_3}\right), \quad (6)$$

где 2 — коэффициент, учитывающий ввод и вывод одного инструмента;

N_n — число инструментов, не размещающихся в магазине станка;

N — месячная программа выпуска деталей;

k_d — число наименований деталей, изготавливаемых в ГПС;

n_z — число заготовок, одновременно обрабатываемых на станке.

Время $t_{см.ср}$ смены одного инструмента в магазине определяется временем отработки АО стандартного цикла и зависит от длины и скорости v_a перемещения АО ($v_a = 30 \dots 60$ м/мин). Для упрощения расчетов используют среднее значение перемещения АО:

$$t_{см.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} t_{ij}}{\sum_{i=1}^{n_c} j} \quad (7)$$

где t_{ij} — расстояние от i -го станка до j -го гнезда центрального магазина, м;

n_c — число станков в ГПС;

j — число гнезд центрального магазина.

Для определения числа АО рассчитывают коэффициент его загрузки

$$k_{з.а} = \frac{t_{сум.обсл.}}{\Phi_a}, \quad (8)$$

где Φ_a — месячный фонд работы АО (305 ч). Если $k_{з.а} \geq 1$, то необходимо иметь два и более автооператора. Допустимое суммарное время (ч) простоя АО определяют по формуле:

$$t_{сум.пр.} = \frac{\Phi_a - t_{сум.обсл.}}{n_{дн} \cdot n_{см} \cdot k_y}, \quad (9)$$

где $n_{дн}$ — число рабочих дней в месяце;

$n_{см}$ — число рабочих смен в течение дня;

k_y — коэффициент, учитывающий число устройств, управляемых от одной СЧПУ.

Если за это время отказ будет устранен, то простои АО не влияют на производительность ГПС.

Для определения числа АО, работающих между линиями центрального магазина, нужно установить необходимое число перемещений АО в

данной зоне и среднее время одного перемещения. Суммарное время, ч, затрачиваемое этим АО, составляет

$$t_{обс} = t_{в.в} + t_{о.и} \quad (10)$$

где $t_{в.в}$ — время на обслуживание кассет при вводе и выводе инструмента из ГПС, ч;

$t_{о.и}$ — время обмена инструмента между линиями центрального магазина, ч.

$$\text{Время } t_{в.в} = N_{в.в} (N_{в.в. ср}/60)$$

Где $N_{в.в}$ - суммарное число инструментов, вводимых и выводимых из ГПС в течение месяца;

$N_{в.в}$ — среднее время одного ввода-вывода инструмента, мин.

Если инструмент, необходимый для обработки заготовок всей номенклатуры деталей в ГПС, находится в магазинах, то $N_{в.в} = n_{из}$, где $n_{из}$ — число изношенного инструмента, выводимого из ГПС в течение месяца.

Время, необходимое на обмен инструмента между линиями центрального магазина, $t_{о.и} = k_{л} t_{см. ср}/60$, где $k_{л}$ — суммарное число смен инструмента между линиями; $t_{см. ср}$ — среднее время одной смены. Время $t_{см, ср}$ затрачивается на отработку АО стандартного цикла.

Коэффициент k_3 загрузки АО: $k_3 = t_{обс}/\Phi_a$. Если $k_3 \geq 1$, то нужно иметь два АО. Один АО обслуживает кассеты и гнездо с кодовым датчиком, другой — линии центрального магазина. При этом каждый АО берет и ставит инструмент в гнезда передаточной зоны одной линии. При отказе одного АО другой АО должен выполнять две функции.

После расчетов приступают к разработке компоновочных решений СИО и их оценке.

Расчеты участка настройки инструмента. Минимальный оборотный фонд (шт.) режущего инструмента каждого типоразмера составляет

$$N_{ф. мин} = И_1 + И_2 + И_3, \quad (11)$$

где I_1 , I_2 , I_3 — соответственно число комплектов инструмента на рабочем месте, на участке настройки, в его страховом запасе. Максимальный оборотный фонд, шт.,

$$N_{\phi.\max} = N_{\phi.\min} + N_M, \quad (12)$$

где N_M — среднемесячная норма расхода режущего инструмента.

Оборотный фонд вспомогательного инструмента принимают из расчета двух комплектов в зоне обслуживания и двух комплектов настроенных инструментов на каждый станок с ЧПУ. Участки оснащают следующими средствами: приборами для настройки инструмента, стеллажами для его хранения, контрольными плитами, верстаками, приемными столами, тележками для транспортирования инструмента внутри участка. В рабочем проекте рассчитывают число приборов, верстаков, стеллажей, тележек. В техническом проекте число приборов и тележек определяют процентом от числа обслуживаемых станков; число верстаков — процентом от числа приборов; число стеллажей — отношением общей площади под инструмент к площади под один стеллаж.

Площадь (м^2) участка определяется:

$$П = П_1 + П_2, \quad (13)$$

где $П_1 = (n_c A_c) + (n_c A_o) + (n_c A_p)$ — площадь зоны обслуживания инструментом станков с ЧПУ;

$П_2 = n_n A_p$ — площадь зоны размерной настройки инструмента.

Здесь n_c — число станков с ЧПУ в цехе;

A_c , A_o — норма площади для хранения на один станок соответственно инструмента, технологической документации, м^2 ;

A_p — норма площади на одно рабочее место, м^2 ;

n_n — число приборов для настройки инструмента.

Нормы площади, типовые планировки участков, состав оборудования и оргоснастки приведены в справочной литературе.

Число стеллажей и ячеек в цеховом складе инструмента определяют исходя из принятого оборотного фонда инструмента, используемого в цехе.

ВОПРОСЫ и Задания

- 1 Определить вместимость центрального магазина инструментов
- 2 Рассчитать производительность кассеты
- 3 Определить число автооператоров
- 4 Рассчитать площадь участка настройки инструмента
- 5 Оформить отчет

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>.

17. Практическое занятие ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕХОВОЙ РЕМОНТНОЙ БАЗЫ

Цель: освоить на практике методику проектирования цеховой ремонтной базы.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Любой вид техники, зданий, сооружений состоит из многочисленных конструктивных элементов, различного функционального назначения. В процессе эксплуатации они изнашиваются, разрушаются, теряют работоспособность. Если своевременно не произвести необходимые профилактические работы, станки потеряют точность обработки, возможна даже авария.

Для компенсации износа и поддержания оборудования в нормальном, работоспособном состоянии требуются систематическое техническое обслуживание его и выполнение ремонтных работ, а также проведение мероприятий по технической диагностике. Для этих целей на предприятии создается ремонтное хозяйство или ремонтная служба.

Ремонтное хозяйство представляет собой совокупность отделов и производственных подразделений, занятых анализом технического состояния технологического оборудования, надзором за его техническим обслуживанием, ремонтом и разработкой мероприятий по замене изношенного оборудования на более прогрессивное и лучшим его использованием.

Техническим обслуживанием принято называть комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности оборудования при его использовании по назначению, во время ожидания, хранения и транспортирования.

Ремонт - это комплекс операций по восстановлению исправности, работоспособности или ресурса оборудования либо его составных частей.

Износ оборудования в процессе его эксплуатации нерациональная организация технического обслуживания и ремонта приводят к увеличению про-

стоя в ремонте, к ухудшению качества обработки и повышению брака, а также к увеличению затрат на ремонт.

О значении улучшения организации содержания и ремонта оборудования можно судить по следующим показателям. Годовые затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования на предприятиях составляют 10-25% его первоначальной стоимости. А их доля в себестоимости продукции достигает 6-8%.

Численность ремонтных рабочих колеблется в пределах 20-30% от общей численности вспомогательных рабочих.

Поэтому основными задачами ремонтного хозяйства являются:

- сохранение оборудования в рабочем, технически исправном состоянии, обеспечивающем его высокую производительность и бесперебойную работу;
- сокращение времени и затрат на обслуживание и все виды ремонтов.

В задачи ремонтной службы входят:

1. Монтаж и ввод в действие вновь приобретаемого или изготовленного самим предприятием оборудования.
2. Наблюдение за техническим состоянием и правильностью эксплуатации оборудования (на небольших предприятиях и зданий и сооружений).
3. Техническое обслуживание и ремонт оборудования.
4. Конструирование и изготовление нестандартного оборудования.
5. Модернизация морально стареющего оборудования.
6. Повышение эффективности ремонтного хозяйства.

Исходя из технологического процесса выполнения ремонтных работ оборудования и систем управления производственным процессом определяют состав оборудования для ЦРБ.

Количество основного оборудования для станочного участка определяется исходя из количества ремонтов и станкоемкости одной ремонтной единицы (РЕ) за весь межремонтный цикл (от капитального до капитального), т.е. 5,5; 7 или 8 лет.

Нормы времени на ремонт одной РЕ механической части даны в таблице

1.

Таблица 1 – Нормы времени на ремонт одной РЕ механической части.

Вид ремонта		Количество, шт	Станкоемкость, ч
Осмотр (О)		20	2
Текущий ремонт(ТР)	Малый ремонт	6	12
	Средний ремонт	2	14

Общая станкоемкость ремонта одной РЕ: $T_{СТ} = 28$ станко-ч. Приведенный расчет учитывает 10%-ое централизованное обеспечение запасными частями в зависимости от потребности в них. При ином обеспечении вводятся коэффициенты.

Средняя ремонтная сложность механической части основного оборудования принимается равной 20 РЕ, а электрической части – 15 РЕ. В общем случае средняя ремонтная сложность определяется в каждом конкретном случае следующим образом. По системе ППР берется категория ремонтной сложности по каждому виду оборудования и умножается на количество этого вида оборудования, затем складывается по всем видам и делится на количество оборудования в цехе, т.е. рассчитывают средневзвешенную категорию сложности.

Продолжительность межремонтного обслуживания и категории сложности ремонта для промышленных роботов рекомендуется определять в зависимости от конструктивных характеристик (массы, числа деталей, точности) по аналогии с межремонтным обслуживанием станков с ЧПУ, пользуясь таблицей категорий сложности ремонта отдельных моделей станков. Эту продолжительность принимают равной 8-10 мес.

Для транспортных и грузозахватных устройств обычно рекомендуется следующая структура ремонтного цикла: О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О-ТР-О-О- КР. Продолжительность цикла составляет 3-7,5 лет.

Предварительное планирование сроков ремонта и обслуживания парка

оборудования участков и цехов для расчета численности ремонтников, составления заявок на материалы и определения затрат на поддержание и восстановление работоспособности оборудования можно выполнять в зависимости от фактически отработанного времени. Однако вывод в капитальный ремонт отдельных станков независимо от запланированной (средней для данной группы оборудования) продолжительности цикла необходимо производить согласно их техническому состоянию.

Количество станков в ЦРБ

$$N = \Sigma R_{PE} T_{CT} K_{Ц} / T_{ЦР} K_3 \Phi_{Э} \quad (1)$$

где $K_{Ц}$ – коэффициент, учитывающий объем ремонтных работ, выполняемый в ЦРБ ($K_{Ц}=0,9$);

ΣR_{PE} – общая ремонтность, PE;

$T_{ЦР}$ – межремонтный цикл, год;

$\Phi_{Э}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_3 – коэффициент загрузки оборудования ($K_3 = 0,55 - 0,80$);

T_{CT} – станкочасовое время ремонта одной PE.

В укрупненных расчетах количество оборудования на станочном участке берется по нормам в зависимости от числа обслуживаемого оборудования (2 – 6%). В число обслуживаемого оборудования включают все производственное оборудование цеха, кроме станков в самом ЦРБ.

На слесарном участке число верстаков берется примерно равным числу станков на станочном участке ЦРБ. Ориентировочный состав оборудования на слесарном участке: настольно-сверлильный станок, гидравлический пресс, шлифовальный переносной станок, обдирочно-шлифовальный, сварочный аппарат, ручной пресс, моечная ванна и пост газовой сварки.

Количество рабочих в ЦРБ:

$$P_{CT} = N_{ПР} n_{СМ} K_3 / K_{СП} \quad (2)$$

где $N_{ПР}$ – число оборудования в ЦРБ;

$n_{СМ}$ – режим работы ЦРБ;

K_3 – коэффициент загрузки оборудования ЦРБ ($K_3 = 0,48$);

$K_{СП}$ – коэффициент совмещения профессий ($K_{СП} = 1,1$).

Площадь, занимаемая ЦРБ определяется с учетом данных, приведенных в таблице 2

Таблица 2 – Удельная площадь, занимаемая станками ЦРБ

Число станков ЦРБ, шт	Удельная площадь, м ²	В том числе площадь склада запчастей, м ²
5 – 10	29 – 31	3,5 – 4,0
11 – 18	27 – 28	2,0 – 3,0

В небольших цехах с числом станков менее 100, ЦРБ не организуют, а все ремонтные работы проводят в РМЦ.

В крупных производственных системах с высокой насыщенностью электрооборудованием и электроникой ремонт электрооборудования и электронных блоков производят в мастерской энергетика. Площадь мастерской энергетика принимается из расчета 20% от всей площади ЦРБ.

Количество наладчиков систем ЧПУ определяется из норм: ремонт одного блока – 0,25 часа; количество ремонтов каждого шкафа в год – 12; количество блоков в шкафу – 20. БЧПУ располагают в цеху с учетом недопустимости наличия магнитных полей (трансформаторных подстанций, высокочастотных преобразователей, сварочных установок).

Норма расхода металла на единицу оборудования в год – 13 тонн.

Трудоемкость текущего ремонта электрооборудования рассчитывается по формуле:

$$T = 3,6 K [\text{ч}], \quad (3)$$

где K – число условно приведенных электродвигателей (составляет 120% от количества электродвигателей установленных в производственной системе).

Ремонт неучтенного электрооборудования составляет 30% от расчетного.

При расчете площади, занимаемой ремонтным персоналом, исходят из следующих норм: для одного слесаря-ремонтника – 10 м², электрика – 7 м²,

наладчика системы ЧПУ – 6 м².

Существует три способа внепланового ремонтного обслуживания: обслуживание того участка, который отказал раньше других; обслуживание начинается на том участке, где время устранения отказа минимально, параллельный способ устранения отказов. Выбор способа определяется из экономических соображений, исходя из модели работы участка. Первый и второй способы используют, если число отказывающего оборудования превышает число наладчиков и возникает очередь из отказавшего оборудования.

Плановая подготовка оборудования обеспечивает бесперебойный выпуск продукции требуемого качества. Она осуществляется наладчиками, число которых определяется по следующим нормам – один наладчик на: 4 – 6 токарных полуавтоматов; 8 – 12 агрегатных станков; 6 – 10 зубообрабатывающих станков; 3 – 6 многоцелевых станков; 5 – 8 сборочных автоматов и полуавтоматов; 4 – 6 сборочных центров с ЧПУ.

ВОПРОСЫ и Задания

- 1 Получить задание у преподавателя
- 2 Выполнить расчет количества оборудования и работающих ЦРБ.
- 3 Определить общую площадь ЦРБ
- 4 Оформить отчет

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

18. Практическое занятие РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СКЛАДСКОЙ СИСТЕМЫ

Цель: освоить на практике методику проектирования складской системы.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Склады в современном производстве выполняют важную роль регулятора производственного процесса. Любой процесс производства начинается и заканчивается на складах. На складах происходит преобразование грузопотока, например, периодически приходящие партии заготовок на складах разделяют по типам и количеству для того, чтобы обеспечить ритмичную работу участков механического цеха.

Склады проектируют за одну стадию (рабочий проект) или за две стадии (проект и рабочая документация). Рабочий проект склада выполняют обычно за два этапа. На первом этапе определяют техническую возможность и экономическую целесообразность основных технологических, конструктивных и, объемно-планировочных решений складской системы, а на втором разрабатывают рабочие чертежи склада. Расчет основных параметров складской системы начинают с выбора нормы запаса хранения (табл.1).

Зная норму запаса хранения в днях, определяют запас хранения соответствующей группы грузов (t) по формуле

$$S_1 = \frac{Q_i \cdot n_i}{365}$$

где Q_i – годовое поступление груза соответствующего наименования (или приведенный грузопоток для группы полуфабрикатов), т/год;

n_i – норма запаса хранения, дни.

При выборе основных параметров складской системы необходимо учитывать характеристики грузов – габаритные размеры, геометрическую форму, массу, подверженность повреждениям, необходимость пространственной

ориентации при хранении и перемещении, а также строительные характеристики здания. В зависимости от перечисленных характеристик определяют тип, количество и параметры складского оборудования в соответствии с технологическим процессом переработки грузов, количеством перерабатываемого груза и периодичностью его поступления и отправления.

Таблица 1 - Нормы для расчета цеховых складов и кладовых

Характеристика складов		Нормативный запас хранения, календарные сутки, при производстве				Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м ² , при хранении черных металлов						
Наименование складов, кладовых	Объект хранения	единичном и мелкосерийном	среднесерийном	крупносерийном	массовом	в штабелях		на стеллажах				
						высота штабеля или стеллажа, м						
						до 2,5*	до 3**	до 2,5	2,5-4	4-6	6-8	8-10
Механические цеха												
Склад металла	Прутки, прокат	7	5	4	2	-	-	2,5	3,5	-	-	-
Склад заготовок	Крупные отливки, поковки	15	8	3	1	3,0	-	-	-	-	-	-
	Резанный прокат, мелкие и средние отливки и поковки	20	12	5	0,5-1	-	4,2	2,0	2,8	4,0	5,5	7,0
Межоперационный склад	Крупные полуфабрикаты	15	10	3	-	2,5	-	-	-	-	-	-
	Полуфабрикаты средних и мелких деталей	20	12	3	-	-	3,5	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5
Инструментально-раздаточная кладовая	Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	70-90	50-70	50-70	40-50	-	-	-	-	-	-	-
Сборочные цехи												
Склад готовых деталей	Крупные и тяжелые детали	10	7	4	0,25	2	-	-	-	-	-	-
	Средние и мелкие детали	20	15	5	0,5	-	2,5	1,2	1,8	2,2	3,0	4,0
Склад готовых узлов	Крупные узлы	10	7	4	0,25	-	1,5	-	-	-	-	-
	Средние и мелкие узлы	15	12	4	0,5	-	-	1,0	1,5	1,8	2,5	3,2
Склад комплектующих изделий	Крупные изделия	7	5	2	1	-	1,5	-	-	-	-	-
	Средние и мелкие изделия	7	5	4	3			1,0	1,5	1,8	2,5	3,8
Кладовая инстру-	Инструмент всех видов	70-90	50-70	50-70	50-70	-	-	-	-	-	-	-

мента												
Примечание. К крупным изделиям относятся изделия с массой более 100 кг., к средним и мелким - с массой до 10 кг. Примечание 2. Поправочные коэффициенты $K_p=0,8$ - для единичного и мелкосерийного производства; $K_p=1,1$ - для крупносерийного; $K_p=1$ - для среднесерийного; $K_p=1,2$ - для массового.												

* Хранение поштучное ** Хранение в таре

К производственной таре относят *поддоны, кассеты, спутники и специальную тару*. При выборе или конструировании производственной тары следует стремиться к ее унификации (по габаритным размерам и направляющим элементам, используемым при транспортировании).

Увязка тары с внешними и внутренними грузопотоками должна выполняться посредством лучшего заполнения транспортных средств, т. е. путем увеличения объема транспортной партии и обеспечения бесперевалочного процесса транспортирования и складирования грузов. Увеличение транспортной партии может быть достигнуто путем компактного размещения грузов в производственной таре, а также контейнерной перевозки грузов. *Поддоны классифицируют следующим образом: по назначению универсальные (для грузов широкой номенклатуры) и специальные (для определенного наименования грузов); по конструкции ящичные, стоечные и плоские; по материалу металлические и пластмассовые.*

В зависимости от типов и размеров изготавливаемых изделий, а также условий транспортирования и складирования размеры тары в плане выбирают из следующего стандартного ряда: 150×200, 200×300, 300×400, 400×600, 600×800, 800×800, 800×1200, 1000×1200, 1600×1000, 1600×1200 мм. Для длинномерных грузов (например, металлопроката) в ГОСТе предусматривают поддоны длиной до 6 м. Масса брутто стандартных поддонов составляет от 10 кг до 5 т.

Параметры ящичных металлических поддонов высокой грузоподъемности приведены в [1].

Потребное число единиц производственной тары на складе рассчитывают по формуле

$$Z_{Ti} = \frac{S_i}{C_{Ti}},$$

где S_i – запас хранения груза соответствующего наименования, т;

C_{Ti} – средняя грузоподъемность тары выбранного типа, т.

Средняя грузоподъемность $C_{Ti} = qK_u$, где q – максимальная грузоподъемность данного типа тары, т; $K_u = 0,2 \dots 0,85$ – коэффициент использования данного типоразмера тары по грузоподъемности.

Число спутников рассчитывают исходя из выбранного режима работы автоматизированного производства. В практике этот расчет часто производят, учитывая необходимость обеспечения работы автоматизированного участка или цеха в течение двух малолюдных смен и наличие запаса спутников с установленными заготовками еще на одну смену, что объясняется необходимостью работы автоматизированного производства в последующие сутки. Помимо того, на складе должен быть как минимум суточный запас спутников для изготовления изделий новых партий, т.е. $Z_c = (Z_1 + Z_2) K_3$, где Z_1 – число спутников с заготовками, составляющее суточное задание ГПС; Z_2 – число спутников для выполнения задания на следующие сутки; $K_3 = 1,1$ – коэффициент запаса, учитывающий неодинаковую продолжительность операций. В ряде случаев принимают $Z_1 = Z_2$. Число спутников Z_1 для выполнения суточного задания можно рассчитать по формуле

$$Z_1 = \frac{C_{II} \Phi_9}{n_p t_{cp}},$$

где C_{II} – число многоцелевых станков, необходимых для изготовления корпусных деталей;

Φ_9 – эффективный годовой фонд времени работы ГПС, ч;

n_p – число рабочих дней в году;

t_{cp} – средняя продолжительность одной детали-операции, ч.

Средняя продолжительность (ч) изготовления корпусной детали на многоцелевом станке t_{cp} при габаритных размерах деталей: до $300 \times 300 \times 300$ мм – 0,29 ч, до $500 \times 500 \times 500$ – 0,58 ч, до $800 \times 800 \times 800$ – 1,03 ч.

При выборе типа склада можно пользоваться классификацией, приведенной на рисунке 1. За основные признаки приняты наличие стеллажных конструкций, типы и конструкция стеллажей и штабелирующих устройств.



Рисунок 1 – Классификация автоматических складов по типам оборудования

Характеристики внешних материальных потоков, учитывающие их неравномерность, задают в виде коэффициентов неравномерности или в виде математической модели, учитывающей стохастический характер грузопотока.

При укрупненном расчете число стеллажей склада $P_{ст}$ определяют по формуле: $P_{ст} = S_{max}/W_{ст}$,

где $W_{ст}$ – полезная вместимость стеллажа выбранного типа, т;

S_{max} – максимальный запас хранения грузов соответствующего наименования, т.

При изготовлении широкой номенклатуры изделий создают запас ячеек в стеллажах около 10%.

Основные расчетные параметры при проектировании **автоматизированного склада** следующие: *геометрические размеры ячеек, число ярусов по высоте, высота подъема грузозахвата штабелера, занимаемая площадь.*

Высоту яруса стеллажа можно определить, зная высоту или толщину тары (для плоского поддона) Δ или сумму высоты ножек поддона и толщины его настила (для стоечных и ящичных поддонов), собственную высоту груза s , зазор e между верхом нижнего поддона (для ящичных и стоечных поддо-

нов) или лежащего на нем груза (для плоских поддонов) до низа опорной поверхности следующей по высоте тары с грузом, по формуле

$$c_{я} = c + \Delta + e.$$

Для бесполочных стеллажей принимают $e = 60 \dots 100$ мм, для каркасных $e = 110 \dots 220$ мм (в зависимости от толщины полки), а при штабельном хранении $e = 0$.

Высота складского помещения в зоне хранения грузов H_x определяется стандартными строительными размерами здания (1).

Число ярусов рассчитывают по формуле

$$z = \varepsilon \left\{ \frac{H_x - h_{я} - h_{г}}{c_{я}} \right\} + 1,$$

где $h_{я}$ – высота над полом нижнего яруса;

$h_{г}$ – расстояние по высоте от низа строительных конструкций покрытия здания до опорной поверхности верхнего яруса стеллажей или штабеля (для стеллажных кранов-штабелеров $h_{г} = 1,5$ м; для мостовых кранов-штабелеров $h_{г} = 1,8 \dots 4,1$ м).

Выражение $\varepsilon \{ \dots \}$ означает, что берется целая часть от расчетного числа.

При использовании мостовых кранов-штабелеров, напольных штабелеров и погрузчиков принимают высоту уровня первого яруса над полом $h_{я} = 0$, так как нижняя тара устанавливается непосредственно на пол.

При применении на складе стеллажных кранов-штабелеров высоту h_H определяют по формуле

$$h_H = d_H + \lambda - e\theta,$$

где d_H – минимальное приближение грузозахвата крана-штабелера к уровню опорной поверхности стеллажей; λ – зазор между низом тары и верхней поверхностью грузозахвата; $e\theta$ – высота ножек тары.

Число рядов в зоне хранения

$$y = P_{я} / (\rho_{шз}),$$

где $\rho_{ш}$ – количество тары по ширине ячейки.

Длину, занятую грузами в зоне хранения, рассчитывают в зависимости от используемых стеллажей по следующим формулам:

для бесполочных стеллажей (рис. 3.7, а)

$$L_{CT} = yA = y(a + 2\lambda + x);$$

для каркасных стеллажей

$$L_{CT} = \frac{y}{\rho_D} \left[\rho_D a + (\rho_D + 1)\lambda + x \right],$$

где A – длина ячейки стеллажа;

a – длина грузовой единицы (размер вдоль зоны хранения);

x – толщина стоек стеллажей;

ρ_D – количество тары по длине ячейки каркасного стеллажа ($\rho_D = 2...3$ при установке тары длинной стороной вдоль стеллажей и $\rho_D = 3...4$ при установке их длинной стороной в глубь стеллажа); λ – зазоры между грузовыми единицами или между грузовой единицей и стойкой стеллажа ($\lambda = 0,03...0,05$ м – при хранении в стеллажах; $\lambda = 0,05...0,1$ м – при хранении в штабелях).

При определении площади зоны хранения учитывают ширину стеллажа, рассчитывают по формуле

$$BCT = p_{\Gamma} = b + \lambda_1,$$

где b – ширина грузовой складской единицы, т.е. размер, в направлении которого ее устанавливают в глубь стеллажа, м;

$\lambda_1 = 0,05...0,1$ м – зазор между грузом и краем стеллажа или между грузами;

p_{Γ} – количество тары по глубине ячейки.

Выбор штабелирующего оборудования производят с учетом величины рабочего хода стеллажных и мостовых кранов-штабелеров

$$D_{\Gamma} = H_{\text{Ж}} - d_{\text{Н}} - d_{\text{В}}$$

и высоты подъема грузозахвата

$$D = H_{\text{Ж}} - d_{\text{В}} \text{ для электропогрузчиков.}$$

При выполнении планировочных решений зоны складирования следует учесть возможность выполнения различных схем расположения стеллажей относительно штабелирующих устройств.

Ширину ВПП продольного проезда для штабелирующей машины рассчитывают в зависимости от типа машины: для электро-штабелеров и электропогрузчиков с поворотным грузозахватом $ВПП = 1,6...1,8$ м; для стеллажного крана-штабелера $ВПП = b + 0,2$ м; для мостового крана-штабелера без кабины $ВПП = b + (0,4...0,6)$ м; для мостового крана-штабелера с кабиной $ВПП = b + (1,2...1,5)$ м.

При проектировании автоматизированного склада возможны следующие схемы планировок стеллажей совместно со штабелирующим оборудованием: с одним стеллажом и одним штабелером; с одним стеллажом и двумя штабелерами, расположенными по обе его стороны; с одним стеллажом и двумя штабелерами, расположенными с одной его стороны; с двумя стеллажами и одним штабелером, перемещающимся между стеллажами. Планировочное решение с двумя штабелерами, расположенными с одной стороны стеллажа, применяется редко, так как при этом значительно усложняется система управления штабелерами, которая должна обеспечить их четкую взаимную и безаварийную работу.

Общая площадь зоны хранения составит сумму площадей, занимаемых стеллажами и проездами для штабелирующих машин.

Для приема грузов на склад, а также выдачи их со склада на транспортную систему рядом с автоматизированным складом обычно располагают приемо-сдаточную секцию. Она является составной частью складской системы. Планировочное решение этой секции должно обеспечить удобство подъезда или стыковки с транспортными средствами, доставляющими грузы на склад и отправляющими грузы на производственные участки. Для осуществления приемки и отправки грузов приемо-сдаточные секции оснащаются следующими перегрузочными устройствами: стационарными столами с толкателями, передвижными консольными секциями, гравитационными ролико-

выми конвейерами, накопителями, встроенными в конструкцию стеллажей, подъемными столами.

Площадь приемо-сдаточной секции определяют по формуле

$$F_{п.с.} = \frac{Q_c(k_{пп} + k_0)t}{n_d q},$$

где Q_c – годовой материальный поток на склад, т;

$k_{пп} = 1,3$ – соответственно коэффициент неравномерности поступления грузов на склад;

$k_0 = 1,5$ – коэффициент, учитывающий неравномерность отпуска грузов;

t – время нахождения груза на площадке секции, дни;

n_d – число рабочих дней в году;

q – нагрузка на 1 м^2 площади приемо-сдаточной секции (принимается равной $0,5$ средней нагрузки на полезную площадь склада), т.

Число разгрузочных устройств в приемо-сдаточной секции определяют исходя из нормы на разгрузку транспортной партии (при разгрузке электро-тележек и прицепных тележек 5-8 мин).

ВОПРОСЫ и Задания

- 1 Получить вариант задания у преподавателя.
- 2 Определить запас хранения.
- 3 Выбрав тип тары, определить ее потребное количество.
- 4 Рассчитать число стеллажей.
- 5 Определить площадь зоны хранения с учетом выбранной схемы расположения стеллажей.
- 6 Рассчитать площадь приемо-сдаточной секции.

Таблица 2 – Исходные данные

№	Наименование складов, кладовых	Годовое поступление груза, Q_i , т/год	Тип производства	Размеры заготовок

	Склад металла	100	единичное и мел- косерийное	6000*100
	Склад заготовок	200	среднесерийное	90*60*90
	Межоперационный склад	250	крупносерийное	100*250*50
	Склад готовых деталей	360	массовое	600*400*200
	Инструментально- раздаточная кладовая	40	крупносерийное	20*30*400
	Склад готовых деталей	600	Среднесерийное	500*300*300
	Межоперационный склад	200	единичное и мел- косерийное	150*250*300
	Склад металла	450	массовое	4000*2000*5
	Склад заготовок	300	крупносерийное	60*50*20
	Склад готовых деталей	200	Среднесерийное	30*40*60
	Инструментально- раздаточная кладовая	30	единичное и мел- косерийное	300*60*40
	Склад металла	90	крупносерийное	6000*20*20
	Склад заготовок	60	массовое	90*70*60
	Межоперационный склад	900	Среднесерийное	30*30*50
	Склад готовых деталей	350	единичное и мел- косерийное	100*20*10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине
«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и отражают основные этапы самостоятельной работы и требования к ее организации. Методические рекомендации составлены в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, рабочим учебным планом и программой дисциплины «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства».

Составитель к.т.н., доцент С.А. Сидоренко

Содержание

Введение.....	4
1. Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины «Проектирование технологической оснастки».....	5
2. План-график выполнения самостоятельной работы	8
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	9
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	100
5. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	13
6. Типовые контрольные задания	17
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	

Введение

Самостоятельная работа представляет собой вид к планируемой учебной и учебно-исследовательской деятельности студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основным принципом организации СРС является перевод всех студентов на индивидуальную работу с переходом от формального выполнения определенных заданий при пассивной роли студента к познавательной активности с формированием собственного мнения при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Целями самостоятельной работы студентов является:

- научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией,
- заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию;
- развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем;
- самостоятельное овладение знаниями, умениями и навыками из области профессиональными деятельности.

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

- систематизация, углубление и закрепление полученных знаний и умений;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление плана работы, подготовка методического обеспечения);
- основной (реализация плана, поиск необходимой информации, переработка и усвоение материала, применение приобретенных знаний и навыков);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

Общая характеристика самостоятельной работы при изучении дисциплины **«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»**

Цель: Целью изучения дисциплины является формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Задачи дисциплины:

- формулирование целей проекта, задач при выданных критериях, целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач;
- разработка обобщённых вариантов решения проблем, анализ вариантов и выбор оптимального, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проектов;
- разработка проектов с учетом механических, технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров.

Цели и задачи самостоятельной работы: Самостоятельная работа

направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов по темам практических работ.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта по заданным темам на базе рекомендованной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к практическим работам, оформление отчета, поиск необходимой справочной информации.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит формирование профессиональных компетенций представленных ниже:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен выполнять технологическое проектирование участка,	ИД-1 _{ПК-4} Анализирует исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса	Знает алгоритм формирования исходных данных для разработки проектных решений

цеха механосборочного производства.	механосборочного участка (цеха) с учетом требований безопасности	технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с учетом требований безопасности
	ИД-2 _{ПК-4} Разрабатывает проектные технологические решения механосборочного цеха	Умеет разрабатывать проектные технологические решения механосборочного цеха
	ИД-3 _{ПК-4} Формирует комплект проектной документации технологических решений механосборочного цеха	Владеет методикой формирования комплекта проектной документации технологических решений механосборочного цеха

Для успешного выполнения данного вида работ необходимо самостоятельно изучить материалы по представленным темам по рекомендуемым источникам информации.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лекционным занятиям	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1, 2
2	Подготовка к практическим занятиям	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1, 2
3	Самостоятельное изучение литературы	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1, 2
4	Выполнение КП	1	1, 2	1, 2, 3, 4	1, 2

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к практическим занятиям по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к практическому или лабораторному занятию студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.

Также в качестве самостоятельной работы студента предусмотрено выполнение курсового проекта, календарный план, формируемые компетенции и рекомендации по выполнению которой представлены в соответствующих методических указаниях.

1. План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Студентам при самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Порядок проектирования машиностроительных предприятий	1 неделя
2	Общие вопросы проектирования механических цехов	2 неделя
3	Проектирование основной системы механических цехов	6 неделя
4	Проектирование основной системы механических цехов.	8 неделя
5	Проектирование вспомогательных систем	10 неделя
6	Компоновка механических и сборочных цехов	12 неделя
7	Проектирование транспортной системы	14 неделя
8	Создание микроклимата	16 неделя
9	Выполнение курсового проекта	1-16 недели

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

очная форма обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр					
ИД-1ПК-4; ИД-2ПК-4; ИД-3ПК-4	Подготовка к лекциям	Собеседование	1,4	0,2	1,6
ИД-1ПК-4; ИД-2ПК-4; ИД-3ПК-4	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	5,8	0,6	6,4
ИД-1ПК-4; ИД-2ПК-4; ИД-3ПК-4	Выполнение курсового проекта	Защита курсового проекта	27	3	30
ИД-1ПК-4; ИД-2ПК-4; ИД-3ПК-4	Самостоятельное изучение материала по темам 1-16	Собеседование	52,2	5,8	58
ИД-1ПК-4; ИД-2ПК-4; ИД-3ПК-4	Подготовка зачету с оценкой	Зачет с оценкой	0	0	0
Итого за 6 семестр			86,4	9,6	96
Итого			86,4	9,6	96

Промежуточная аттестация**Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой**

Процедура зачета с оценкой как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в форме собеседования проводимого по результатам выполнения практических работ. Допуск к защите практических работ происходит при наличии у студентов выполненного задания. Защита отчета проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если задание соот-

ветствует установленным требованиям, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывает суть работы.

Основанием для снижением оценки являются:

- небрежное оформление отчета;

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- неверные результаты расчетов или измерений;
- ошибки в выводах;
- неспособность защиты материала практической работы;
- не согласие студента с оценкой.

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы

2. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении матери-

ала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТА:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Основная цель таких занятий – помочь студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы над документами и первоисточниками. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях и в методических указаниях по данной дисциплине.

При подготовке к занятию студенту необходимо, прежде всего, найти страницы в конспекте лекций, разделы в учебниках и учебных пособиях, чтобы получить общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Подготовка к занятию включает 2 этапа:

1й – организационный;

2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только

его часть. Остальная его часть выполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны

и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.
- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

При подготовке к практическому занятию в качестве альтернативной замены конспекту преподаватель может предложить студентам составление презентаций.

Защита практической работы проводится в виде беседы со студентом по анализу полученных результатов, выводов и теоретическим основам материа-

ла по вопросам для собеседования.

6. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой, являющегося накопительной формой оценивания, выставяющейся по результатам текущего контроля.

Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

1. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Направление деятельности	Примерная тематика
Производственно-технологический тип деятельности	Разработка планировки участка механообрабатывающего цеха (по индивидуальному заданию)
Проектно-конструкторский тип деятельности	Разработка планировки РТК механообрабатывающего участка (по индивидуальному заданию)
Сервисно-эксплуатационный тип деятельности	Разработка участка для регламентного эксплуатационного обслуживания средств и систем машиностроительных производств (по индивидуальному заданию)

2. Структура работы

Курсовая работа имеет следующую композиционную структуру: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, список используемых источников, приложения.

1. Структура работы для проектно-конструкторского типа деятельности

Раздел 1 __Анализ задания__

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-1 _{ПК-4}							
Анализирует исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с учетом требований безопасности	Задание 1 Анализ технологического процесса (по индивидуальному заданию)								

Графический материал (при необходимости) — **нет**

Раздел 2__Разработка плана участка

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						
Разрабатывает проектные технологические решения механосборочного цеха	Задание 1 Расчет площадей участка Задание 2 Расчет работающих Задание 1 Расчет транспортных систем Задание 1 Расчет складских систем								

Графический материал (при необходимости) — **План участка – 1 лист формата А1.**

Раздел 3 Оценка эффективности работы участка

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						
Формирует комплект проектной документации технологических решений механосборочного цеха.	Задание 1 Расчет графика загрузки Задание 2 Расчет Графиков использования по основному времени Задание 1 Расчет графика использования оборудования по мощности Задание 1 Расчет графика стойкости инструмента								

Графический материал (при необходимости) — **Графики технологические -1 лист формата А1**

2. Структура работы для проектно-конструкторского типа деятельности

Раздел 1__Анализ задания__

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-1ПК-4							
Анализирует исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с	Задание 1 Анализ технологического процесса (по индивидуальному заданию)								

учетом требований без- опасности									
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Графический материал (при необходимости)—**нет**

Раздел 2__Разработка плана РТК

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
Разрабатывает проектные технологические решения механосборочного цеха	Задание 1 Расчет площадей РТК Задание 2 Расчет работающих РТК Задание 1 Расчет транспортных систем РТК Задание 1 Расчет складских систем	ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						

Графический материал (при необходимости)—**Компоновка РТК – 1 лист формата А1.**

Раздел 3 Оценка эффективности работы РТК

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
Формирует комплект проектной документации технологических решений механосборочного цеха.	Задание 1 Расчет показателей эффективности РТК Задание 2 Расчет циклограммы работы РТК	ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						

Графический материал (при необходимости)—**Циклограмма работы РТК -1 лист формата А1**

3. Структура работы для сервисно-эксплуатационный тип деятельности типа деятельности

Раздел 1__Анализ задания__

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
Анализирует исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с учетом требований без-	Задание 1 Анализ технологического процесса (по индивидуальному заданию)	ИД-1ПК-4							

опасности									
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Графический материал (при необходимости) — **нет**

Раздел 2 __Разработка плана участка

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						
Разрабатывает проектные технологические решения механосборочного цеха	Задание 1 Расчет площадей обслуживающего участка Задание 2 Расчет работающих Задание 1 Расчет транспортных систем Задание 1 Расчет складских систем								

Графический материал (при необходимости) — **План участка – 1 лист формата А1.**

Раздел 3 Оценка эффективности работы участка

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)							
		ИД-2ПК-4	ИД-3ПК-4						
Формирует комплект проектной документации технологических решений механосборочного цеха.	Задание 1 Расчет графика графиков ремонта оборудования Задание 2 Расчет графиков обслуживания и ремонта оборудования Задание 1 Разработка карт смазки основного оборудования								

Графический материал (при необходимости) — **Графики обслуживания основного оборудования -1 лист формата А1**

1. Критерии оценивания компетенций.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий проектирования и анализа, при анализе привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: защиту курсового проекта.

Предлагаемые студенту задания по курсовому проекту позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}; ИД-2_{ПК-4}; ИД-3_{ПК-4}.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

При проверке заданий, оцениваются: соответствие содержания заданию на курсовому проекту, последовательность и рациональность выполнения заданий, самостоятельность выполнения работы, правильность и точность расчётов, правильность выполнения чертежей и их соответствие действующим стандартам, ЕСКД и другим нормативным документам.

При защите работы оцениваются:

- правильное обоснование выбора конструкции для заданного объекта производства;
- умение разбираться в чертежах;
- содержание и характер оригинальной (самостоятельной) части проекта;
- отработку деталей, узлов станка;
- получение задания и выполнение проекта в срок;
- оформление расчетно-пояснительной записки и графической части проекта в соответствии с изложенными выше требованиями ГОСТов и отраслевых стандартов;
- характеристику руководителя проекта о работе студента при выполнении проекта.

Вопросы для собеседования

1. Основные технические и организационные направления проектирования.
2. Этапы проектных работ.
3. Производственная система и ее составляющие.
4. Технологические, экономические и организационные задачи проектирования
5. Критерии выбора оптимального проекта.
6. Алгоритм проектирования.
7. Принципы формирования производственных участков и цехов: коэффициент кооперации; линейный, предметный, технологический принципы.
8. Технологичность конструкций изделий; критерии оценки технологичности.
9. Технологический процесс как основа создания производственной системы.
10. Области использования технологического оборудования в зависимости от типа производства.
11. Назначение и структура системы управления и подготовки производства.

12. Назначение, классификация, структура транспортных систем.
13. Основные принципы выбора и размещения средств охраны труда
14. Основные параметры производственного помещения цеха.
15. Принципы размещения основного оборудования на производственных участках.
16. Разработка требований к условиям работы производственных участков.
17. Назначение и структура системы инструментаобеспечения.
18. Назначение, классификация и структура складской системы.
19. Параметры унифицированных типовых секций.
20. Накопительные системы на производственных участках .
21. Компонировочно-планировочные решения складской системы.
22. Назначение и структура системы охраны труда.
23. Расчет основных параметров автоматизированных складов.
24. Расчет количества производственных рабочих.
25. Определение числа вспомогательных, инженерно-технических работников и младшего обслуживающего персонала.
26. Алгоритм компоновки цеха. Критерии отбора вариантов.
27. Расчет количества основного оборудования и числа сборочных рабочих мест в поточном производстве.
28. Определение состава и расчет количества транспортных средств.
29. Назначение и структура системы ремонтно-технического обслуживания.
30. Проектирование цеховой ремонтной базы.
31. Отделение по приготовлению, хранению, раздаче, очистке и регенерации СОЖ и масел.
32. Организация энергопотоков в цехе.
33. Разработка заданий по строительной, сантехнической и энергетической части.
34. Расчет количества основного оборудования и числа сборочных рабочих мест в непоточном производстве.
35. Экономическое обоснование проекта производственной системы.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог препода-

вателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-1_{ПК-4}; ИД-2_{ПК-4}; ИД-3_{ПК-4}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} ; ИД-2 _{ПК-4} ; ИД-3 _{ПК-4}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Задания для групповых творческих работ

по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»

для проведения практического занятия по теме «Определение приведенной программы выпуска изделий»

Групповые творческие задания:

1. По предложенным чертежам деталей сформировать группу.
2. Выбрать деталь-представитель.
3. Определить приведенную программу выпуска для группы деталей.
4. Оформить работу и сделать выводы.

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование изделия	Годовая программа N _г , шт	Масса		Наименование изделия-представителя	Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт
		одного изделия, кг	годовой программы, т		По массе	По серийности	По сложности	общий	
Домкрат гидравлический 5т	400	10,7	4,28						
То же 10 т	2000	16,0	32,0						
...15 т.	100	20,0	2,0						
Всего: 2500			38,28		Всего:				
Наименование изделия	Годовая программа N _г , шт	Масса		Наименование изделия-представителя	Коэффициент приведения				Приведенная программа на годовой выпуск, шт
		одного изделия, кг	годовой программы, т		По массе	По серийности	По сложности	общий	
Домкрат реечный А	5000	3,2	16,0	Домкрат реечный А					
То же Б	2000	5,0	10,0						
рычажный	500	1,1	0,55						
Всего: 7500			26,55		Всего:				

Задания для групповых творческих работ
по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»
для проведения практического занятия по теме
«Разработка графиков загрузки оборудования»

Групповые творческие задания:

1. Определить коэффициент использования оборудования по основному времени.
2. Построить график загрузки оборудования.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
1	005	Токарная	16K20	2,8 мин	20 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,6 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,07 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,3 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	2,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,6 мин	

	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
2	005	Токарная	16K20	2,8 мин	5 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,75 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,7 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,4 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	1,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,9 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,7 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
3	005	Токарная	16K20	2,8 мин	6000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,6 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,07 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,3 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	2,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,6 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
4	005	Токарная	16K20	2,8 мин	10 550 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,75 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,7 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,4 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,8 мин	
	030	Токарная	1E325	1,5 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,9 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,7 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
5	005	Токарная	16K20	2,8 мин	7800 штук
	010	Сверлильная	2M58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ опера- ции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
6	005	Токарная	16K20	2,8 мин	6 500 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,68 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,35 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,55 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	2,56 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	

Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
7	005	Токарная	16K20	2,8 мин	50 000 штуки
	010	Сверлильная	2M58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
8	005	Токарная	16K20	2,8 мин	4 650 штук
	010	Сверлильная	2M58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
9	005	Токарная	16K20	2,8 мин	25 500 штук
	010	Сверлильная	2M58	2,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	1,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,37 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	4,5 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,57 мин	
Вариант	№ операции	Наименование операции	Оборудование	Основное время	Годовая программа выпуска
10	005	Токарная	16K20	2,35 мин	35 000 штук
	010	Сверлильная	2M58	1,54 мин	
	015	Сверлильная	2M55	2,68 мин	
	020	Фрезерная	6P11	1,87 мин	
	025	Сверлильная	2M57	1,78 мин	
	030	Токарная	1E325	2,35 мин	
	035	Фрезерная	6P82Г	3,4 мин	
	040	Фрезерная	6P12	2,4 мин	

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки, при ответе на вопрос привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых

ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоения компетенций.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-1_{ПК-4}; ИД-2_{ПК-4}; ИД-3_{ПК-4} компетенции. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу и выполнить практические работы по темам дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-1 _{ПК-4} ; ИД-2 _{ПК-4} ; ИД-3 _{ПК-4}	последовательность и рациональность выполнения	
	точность расчетов	
	умение использовать методическую и техническую литературу	
	практические навыки по выполнению расчетно-проектировочной работы	
	аккуратность оформления	
	четкость и выразительность изложения доклада	
	умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы	
	правильность ответов на вопросы	
	связь проекта с производственным опытом	
	инициативность в поиске информации	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для

освоения дисциплины

7.1.1. Перечень основной литературы:

1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209930>

7.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Проектирование участков и цехов обрабатывающего производства : учебник для студентов, обучающихся по напр. "Конструкторско-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / Н. М. Тудакова, А. Г. Схиртладзе, Д. С. Пахомов, Б. В. Устинов. - Старый Оскол : ТНТ, 2019. - 264 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-575-9; 621_П 79
2. Шабашов, А.А. Проектирование машиностроительного производства Электронный ресурс : учебное пособие / А.А. Шабашов. – Проектирование машиностроительного производства, 2022-08-31. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 76 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-7996-1789-9

7.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Проектирование участков и цехов машиностроительного производства: практикум / сост.: С.А. Сидоренко, Н.Ю., 2026. – 134 с. - рукопись.
2. Рукопись методических указаний по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства», 2026 г.
3. Рукопись методических указаний по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства», 2026 г.
4. Конспект лекций по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства» - рукопись.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.i-mash.ru> – ресурс машиностроения, каталог стандартов ЕСКД.
2. <http://www.iprbookshop.ru/66583.html>.— ЭБС «IPRbooks»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению курсового проекта по дисциплине
«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания для студентов по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование участков и цехов машиностроительного производства». Содержат материал по проектированию участков и цехов машиностроительного производства, методики расчета количества основного технологического оборудования и определения количества работающих; методики проектирования вспомогательных систем: складской, транспортной, контроля качества, инструментальнообеспечения, ремонтного и технического обслуживания.

При выполнении курсового проекта используется программный комплекс NANOCAD и система автоматизированного проектирования Компас 3D.

Составитель: С.А. Сидоренко

Содержание

1	Цель, задачи и реализуемые компетенции	5
2	Формулировка задания и его объем.....	6
3	Общие требования к написанию и оформлению работы.....	7
4	Определение состава и количества основного технологического оборудования	8
5	Определение состава и числа работающих.....	12
6	Проектирование вспомогательных систем	15
6.1	Проектирование складской систем».....	15
6.2	Проектирование внутрицеховой и межоперационной транспортной системы.....	21
6.3	Проектирование системы инструментообеспечения	23
6.4	Проектирование системы ремонтного и технического обслуживания	24
6.5	Проектирование цеховых контрольных пунктов.....	25
6.6	Проектирование системы охраны труда работающих.....	27
6.7	Определение общей площади цеха	28
7	Формирование технологических графиков	29
7.1	График загрузки оборудования.....	29
7.2	График загрузки оборудования по мощности.....	31
8	Выполнение графической части	32
9	План-график выполнения работы	41
10	Критерии оценивания работы	42
10.1	Описание шкалы оценивания	
10.2	Порядок защиты курсового проекта	42
11	Рекомендуемая литература.....	44

Курсовой проект по дисциплине **«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»** выполняется студентами с целью закрепления знаний о принципах, последовательности и методах проектирования машиностроительных производств. При выполнении курсового проекта применяются на практике знания по проектированию основной производственной системы и вспомогательных систем.

Дисциплина **«Проектирование участков и цехов машиностроительного производства»** изучается на завершающем этапе образования бакалавра, обобщая и систематизируя знания, полученные по ранее изученным дисциплинам.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, требуются при выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

1 Цель, задачи и реализуемые компетенции

Целями и задачами работы являются:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических и практических знаний, полученных при изучении дисциплины и их применение при решении конкретных технических, экономических и организационных задач при проектировании машиностроительных производств;
- развитие навыков ведения самостоятельной проектной работы при решении поставленной задачи;
- выявление подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства.

Код, формулировка КОМПЕТЕНЦИИ	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен выполнять технологическое проектирование участка, цеха механосборочного производства.	ИД-1 _{ПК-4} Анализирует исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с учетом требований безопасности	Знает алгоритм формирования исходных данных для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного участка (цеха) с учетом требований безопасности
	ИД-2 _{ПК-4} Разрабатывает проектные технологические решения механосборочного цеха	Умеет выполнять расчет количества основного и вспомогательного оборудования технологического комплекса механосборочного участка (цеха)
	ИД-3 _{ПК-4} Формирует комплект проектной документации технологических решений механосборочного цеха	Владеет методикой формирования комплекта проектной документации технологических решений механосборочного цеха

2 Формулировка задания и его объем

Примерная тематика курсовых проектов представлена в таблице

Направление деятельности	Примерная тематика
Производственно-технологический тип деятельности	Разработка планировки участка механообрабатывающего цеха (по индивидуальному заданию)
Проектно-конструкторский тип деятельности	Разработка планировки РТК механообрабатывающего участка (по индивидуальному заданию)
Сервисно-эксплуатационный тип деятельности	Разработка участка для регламентного эксплуатационного обслуживания средств и систем машиностроительных производств (по индивидуальному заданию)

В соответствии с вариантом задания необходимо выполнить проект участка механической обработки с разработкой планировки оборудования, предусмотрев необходимые вспомогательные системы, обеспечивающие нормальный ход производственного процесса и рассчитать технологические графики использования оборудования.

Для разработки планировки участка в САПР целесообразно использовать систему автоматизированного проектирования Компас 3D.

В качестве индивидуального задания на курсовой проект используются материалы курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения» (деталь, обоснование типа производства, маршрутный технологический процесс) или индивидуальные задания в виде детали на проектирование маршрутного технологического процесса, перечень оборудования для выполнения планировки.

3 Общие требования к написанию и оформлению работы

Курсовой проект выполняется в виде расчетно-пояснительной записки и планировки спроектированного участка, а также технологических графиков.

Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105 – 2019 в электронном виде.

Брошюрование расчетно-пояснительной записки выполняется в следующем порядке: титульный лист; задание; содержание; введение; разделы с соответствующим иллюстративным материалом; в конце пояснительной записки приводится список использованной литературы, приложения (графическая часть).

Правила оформления пояснительной записки:

1. Текст рукописи должен быть подготовлен в текстовом редакторе Word for Windows и представлен в распечатанном виде в одном экземпляре.

Текст должен иметь следующие параметры: формат бумаги А4 (210×297 мм), бумага белая; поля: верхнее до нумерации стр. – 20 мм, нижнее и левое – 30 мм, правое – 15 мм; межстрочное расстояние – полуторное (т. е. на одной странице должно быть не более 29 строк и 60 ± 2 знака в одной строке, учитывая пробелы); переплет 0 см; ориентация книжная; шрифт Times New Roman Cyr ; размер шрифта 14 пунктов; красная строка – 1,25 см; формулы выравниваются по центру, их нумерация по правому краю в круглых скобках; рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1.1 – Название), таблицы – сверху (Таблица 1.1 – Название).

2. Графическая часть выполняется в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации, ГОСТ 2.001 – 83; ГОСТ 2.121 – 83 и выполняется в одной из систем автоматизированного проектирования.

4 Определение состава и количества основного технологического оборудования

Состав и методика расчета количества основного технологического оборудования в большей степени зависит от типа производства.

На начальной стадии проектирования допустимо ориентировочное определение типа производства (по таблице 1).

Таблица 1 – Ориентировочные данные для предварительного определения типа производства

Производство	Число обрабатываемых деталей одного типоразмера в год		
	тяжелых (массой более 100 кг)	средних (массой более 10 до 100 кг)	легких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Для массового производства характерны методы поточной работы. Число станков непрерывно-поточной линии определяют для каждой операции (в автоматической линии (АЛ) для каждой позиции) изготовления. Расчетное значение числа станков C_p' , шт. определяют по формуле

$$C_p' = \frac{t_{\text{шт}}}{\tau}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время (станкочас) выполнения операции, мин.

τ – такт выпуска деталей или изделий, шт. определяемый по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{N}, \quad (4.2)$$

где Φ_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч. (см. таблицу 2);

N – годовая программа выпуска, шт.

Таблица 2 – Эффективный (расчетный) годовой фонд времени, ч., работы оборудования и рабочих

<i>Металлорежущее оборудование</i>			
Оборудование	Режим работы		
	одно-сменный	двух-сменный	трех-сменный *
Металлорежущие станки массой, т:			
до 10	2040	4060	6060
10 – 100	2000	3985	5945
Металлорежущие станки с ПУ массой, т:			
до 10	—	3890	5775
10 – 100	—	3810	5650
Агрегатные станки	—	4015	5990
Гибкие производственные модули, роботизированные технологические комплексы массой, т:			
до 10	—	—	5970 (7970)
10 – 100	—	—	5710 (7620)
<i>Рабочие</i>			
Продолжительность		Эффективный годовой фонд времени рабочих, ч	
Рабочей недели, ч	Основного отпуска, дни		
41	24	1820	
36	24	1610	

* В скобках указано время работы оборудования в выходные и праздничные дни

Полученное значение C'_p округляют до ближайшего большего целого числа, получая при этом расчетное число станков C_p , затем определяют коэффициент загрузки оборудования на данной операции:

$$K_3 = \frac{C'_p}{C_p}. \quad (3)$$

В тех случаях, когда коэффициент загрузки ниже допустимых значений (см. таблицу 3), принятое число станков C_{II} равно расчетному C_p , если же коэффициент загрузки K_3 выше допустимого, для учета наложенных потерь вводится коэффициент использования оборудования K_{II} (таблица 3), поэтому принятое число станков

$$C_{II} = \frac{C_p}{K_{II}}. \quad (4)$$

Таблица 3 – Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования K_z		Коэффициент использования оборудования $K_{\text{и}}$
	максимальный	средний по группе	
Универсальные станки	0,95 – 1,0	0,8	0,9
Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	0,95 – 1,0	0,85	0,85
То же, многошпиндельные	0,90	0,90	0,8
Специальные и агрегатные станки	0,9	0,9	0,8
Автоматические линии с жесткими связями	0,95 – 1,0	0,9	0,75
Станки с ЧПУ	0,95	0,9	0,85

Для серийного и крупносерийного производства характерно применение переменного-поточных и групповых поточных линий. Число станков на каждую операцию C_p' , шт. в таком случае определяют по формуле

$$C_p' = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ш-к}i} \cdot N_i}{\Phi_0 \cdot 60}, \quad (5)$$

где $t_{\text{ш-к}i}$ – штучно-калькуляционное время изготовления i -й детали на данной операции;

n – количество разных деталей, изготавливаемых на переменном-поточной линии.

Принятое число станков $C_{\text{п}}$ определяют в той же последовательности, что и в массовом производстве.

В условиях единичного и мелкосерийного производства детали изготавливают партиями. При проектировании участков и цехов не поточного производства количество станков определяется по каждому типоразмеру оборудования для каждого участка.

Расчетное значение числа станков

$$C'_P = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_0}, \quad (6)$$

где T_{Σ} – суммарная станкоемкость обработки годового количества деталей, обрабатываемых на участке на станках данного типоразмера, станкочасы. Суммарная станкоемкость обработки

$$T_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{\text{ш-к ij}} \cdot N_i}{60}, \quad (7)$$

где $t_{\text{ш-к ij}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения j -й операции изготовления i -й детали, станкоминуты;

m – число операций обработки i -й детали на станках данного типоразмера.

Принятое число станков C_{Π} определяют так же как для непрерывно-поточного производства, т.е. рассчитывают коэффициент загрузки оборудования K_3 , сравнивают его с допустимыми значениями и, если K_3 превышает нормативы, вводят коэффициент использования оборудования $K_{\text{и}}$, и C_{Π} рассчитывают по формуле (4).

5 Определение состава и числа работающих

Состав и число работающих механических и сборочных цехов определяются характером производственного процесса, степенью его автоматизации, уровнем кооперации и специализации вспомогательных служб в масштабах корпуса или завода, структурой и степенью автоматизации системы управления производством.

На начальных стадиях проектирования расчет числа работающих ведут укрупненно, а затем полученные результаты корректируют по мере уточнения структуры цеха, планировки оборудования, схемы управления производством.

В данной расчетно-графической работе число рабочих-станочников можно определить по числу станков C_{Π} цеха или участка:

$$P_{ст} = \frac{C_{\Pi} \cdot \Phi_0 \cdot K_3 \cdot K_{II}}{\Phi_P \cdot K_M}, \quad (8)$$

где K_M – коэффициент многостаночного обслуживания, зависит от вида оборудования: универсальные станки с ручным управлением $K_M=1$; прутковые токарные и токарно-револьверные автоматы $K_M=3...8$; многошпиндельные полуавтоматы $K_M=1...4$; зубообрабатывающие полуавтоматы $K_M=2...4$; агрегатно-сверлильные, агрегатно-расточные $K_M=1...3$; станки с ЧПУ $K_M=2...3$; Φ_0 – эффективный годовой фонд времени рабочих, (таблица 2).

Меньшие значения принимают для мелкосерийного производства. Указанные нормы даны для работы с наладчиком.

Число наладчиков в условиях крупносерийного и массового производства зависит от точности и сложности обработки и определяется по нормам для каждого типа оборудования [3]. Для токарных станков один наладчик на 11 – 18 станков; для агрегатно-сверлильных на 5 – 12; для универсально-шлифовальных на 8 – 18; для токарных с ЧПУ на 4 – 10; сверлильных и фрезерных с ЧПУ на 8 – 16; для многоцелевых станков и роботизированных комплексов на 3 – 6.

В условиях мелко- и среднесерийного производства использовать наладчиков не рекомендуется.

Численность вспомогательных рабочих (рабочие инструментальных, ремонтных, транспортных служб, подсобные рабочие, уборщики, рабочие складов и т.д.) определяется по нормам обслуживания или в зависимости от трудоемкости работ. При укрупненных расчетах определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Численность вспомогательных рабочих механических и сборочных цехов (% числа производственных рабочих)

Цеха и линии	Производство			
	единичное и мелко- серийное	средне- серийное	крупно- серийное	массовое
Механические цехи	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25
	40 – 45*			
Автоматные цехи	–	–	30 – 35	30 – 35
Автоматические линии	–	–	–	30 – 40
Сборочные цехи	20 – 25	20 – 25	20 – 25	20 – 25
	40 – 45*			

* Нормы приведены для цехов тяжелого машиностроения с массой собираемых изделий более 50 т.

Число ИТР (начальник цеха, начальники подразделений, участков, мастера, инженеры-технологи, и т.д.) также определяют по нормам [3] (см. таблицу 5).

Число служащих в механических цехах в зависимости от числа производственных рабочих составляет в единичном и мелкосерийном производстве 1,2 – 2,2 %, в среднесерийном 0,9 – 1,9 %, в крупносерийном 0,6 – 1,6 %, в массовом 0,1 – 0,14 %. Нормы даны для условий централизации табельного участка (т.е. в состав работающих цеха не входят).

Таблица 5 – Нормы для определения численности ИТР механических и сборочных цехов

Цехи	Численность ИТР (% числа основных станков механического цеха или числа производственных рабочих сборочного цеха) при производстве			
	единичном и мелко-серийном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
Механические	24 – 18	22 – 16	21 – 15	20 – 15
Сборочные	12 – 9	11 – 8	10 – 8	10 – 7

Младший обслуживающий персонал рассчитывают по норме 1 человек на 500 – 600 м² площади конторских и бытовых помещений.

При проектировании участков из станков с ЧПУ для предварительных расчетов можно пользоваться нормативами на один станок:

операторы	0,8;
слесари-ремонтники	0,07;
электрики	0,045;
электронщики	0,1;
программисты	0,25;
служащие	0,01.

6 Проектирование вспомогательных систем

Нормальный ход производственного процесса в большой степени зависит от правильной организации вспомогательных систем: складской, транспортной, инструментообеспечения, ремонтного и технического обслуживания, контроля качества, охраны труда работающих, управления и подготовки производства.

6.1 Проектирование складской систем»

Проектирование складской системы цехов включает склады металла и заготовок, межоперационные склады, склады готовых изделий, кладовые технологической оснастки.

Складская система по организационной структуре может быть централизованной и децентрализованной. Склады проката и заготовок организуют при механических цехах единичного и мелкосерийного производства, а также при автоматных цехах. Для размещения металлопроката используют специальные стеллажи, оснащенные погрузчиками с боковым выдвижным грузозахватом, мостовыми кранами-штабелерами т.д.

Штучные заготовки, а также резаный прокат хранят в универсальной таре на стеллажах. Основные параметры стеллажей смотри в таблице 6 и на рисунке 1.

В массовом производстве склады металлопроката располагают в заготовительных цехах.

В любом случае площадь складов определяется на основании нормативных данных о запасе хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей

$$S_{СК} = \frac{m_{\Sigma} \cdot t}{D \cdot q \cdot K_{и}}, \quad (10)$$

где m_{Σ} – масса заготовок, полуфабрикатов, деталей, проходящих через цех в течение года, т;

t – нормативный запас хранения грузов на складе, календарные дни;

q – средняя грузонапряженность площади склада, т/м² (таблица 7);

D – число календарных дней в году;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади, учитывающий наличие переходов для транспортных средств и площадок приема, комплектации и выдачи грузов.

$K_{\text{и}}=0,25 - 0,3$ при обслуживании склада напольным конвейером; $K_{\text{и}}=0,35 - 0,4$ при обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелёрами.

Число кладовщиков, обслуживающих склады механического цеха при укрупненных расчетах определяют по нормативам в зависимости от производственных станков (см. таблицу 8).

Межоперационные склады находят применение в цехах единичного, мелкосерийного и серийного производства, в поточно-массовом производстве межоперационные склады не предусматривают.

Площадь межоперационного склада S , м^2 определяют по формуле

$$S = \frac{1,1 \cdot m \cdot t_i}{D \cdot q \cdot K_{\text{и}}}, \quad (11)$$

где m – масса деталей, обрабатываемых на участке (в цехе) в течении года, т;

t – запас хранения, сут.;

i – число доставок полуфабрикатов деталей на склад, ($i = n - 1$, где n – число операций техпроцесса);

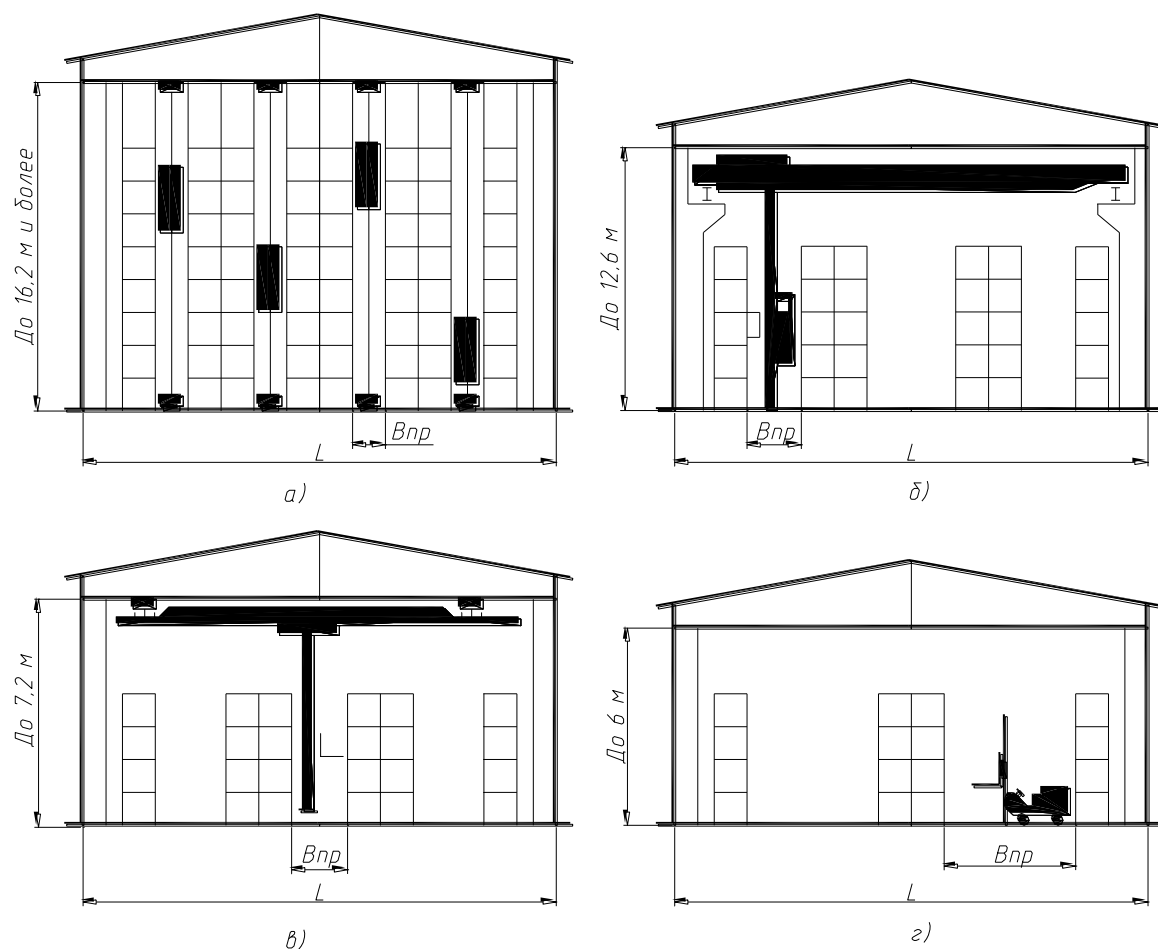
D – число календарных дней в году;

q – грузонапряженность склада, $\text{т}/\text{м}^2$;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади склада.

Таблица 6 – Основные параметры бесполочных и каркасных стеллажей по ГОСТ 14751 – 81

Стеллаж	Длина ячейки A , мм	Ширина стеллажа $B_{\text{ст}}$, мм	Нагрузка на ячейку, Н
Бесполочный	450; 710; 950;	450; 600; 850;	500; 1000; 2500;
	1320; 1800	900; 1200; 1250	5000
Каркасный	450; 950; 1320;	450; 600; 850;	10000;
	1800; 2650	900; 1200; 1250	20000
Примечание. Высота стеллажей $H_{\text{ст}}$, м, следующая: 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 5,1; 5,7; 6,3; 6,9; 7,8; 8,4; 9,3; 9,9; 10,5; 12,3; 14,4; 16,2.			



а – стеллажным краном-штабелером; б – мостовым краном-штабелером с управлением из кабины; в – подвесным краном-штабелером при обслуживании с пола или пульта; г – электропогрузчиком

Рисунок 1 – Схемы стеллажных складов при обслуживании

Таблица 7 – Нормы для расчета цеховых складов и кладовых

Характеристика складов		Нормативный запас хранения, календарные сутки, при производстве				Нормы грузонапряженности полезной площади, т/м2, при хранении черных металлов						
Наименование складов, кладовых	Объект хранения	единичном и мелко-серийном	средне-серийном	крупносерийном	массовом	в штабелях		на стеллажах				
						высота штабеля или стеллажа, м						
						до 2,5*	до 3**	до 2,5	2,5 – 4	4 – 6	6 – 8	8 – 10
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Механические цеха												
Склад металла	Прутки, прокат	7	5	4	2	–	–	2,5	3,5	–	–	–
Склад заготовок	Крупные отливки, поковки	15	8	3	1	3,0	–	–	–	–	–	–
	Резанный прокат, мелкие и средние отливки и поковки	20	12	5	0,5 – 1	–	4,2	2,0	2,8	4,0	5,5	7,0
Межоперационный склад	Крупные полуфабрикаты	15	10	3	–	2,5	–	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Межоперационный склад	Полуфабрикаты средних и мелких деталей	20	12	3	—	—	3,5	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5
Инструментально-раздаточная кладовая	Режущий, вспомогательный и измерительный инструмент	70 – 90	50 – 70	50 – 70	40 – 50	—	—	—	—	—	—	—
Склад комплектующих изделий	Средние и мелкие изделия	7	5	4	3			1,0	1,5	1,8	2,5	3,8
Кладовая инструмента	Инструмент всех видов	70 – 90	50 – 70	50 – 70	50 – 70	—	—	—	—	—	—	—
Примечание 1. К крупным изделиям относятся изделия с массой более 100 кг, к средним и мелким – с массой до 10 кг. Примечание 2. Поправочные коэффициенты Кп=0,8 – для единичного и мелкосерийного производства; Кп=1,1 – для крупносерийного; Кп=1 – для среднесерийного; Кп=1,2 – для массового.												

* Хранение поштучное

** Хранение в таре

Таблица 8 – Нормы для определения числа кладовщиков, обслуживающих склады механических и сборочных цехов.

Склад	Число производственных станков механического цеха или число производственных рабочих сборочного цеха, обслуживаемых одним кладовщиком при производстве.			
	единичном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
<i>Механический цех</i>				
Заготовок	125	135	180	—
Межоперационный	65	80	105	—
<i>Сборочный цех</i>				
Готовых деталей	65	80	105	105
Готовых узлов	180	270	360	360
Комплектующих изделий	90	160	270	270

Таблица 9 – Нормы расчета площади кладовых

Наименование кладовой или участка	Норма площади, м ² на один производственный станок механического цеха или на одного производственного рабочего сборочного цеха при производстве			
	единичном и мелко-серийном	средне-серийном	крупно-серийном	массовом
<i>Механический цех</i>				
Кладовая приспособлений и инструментальной оснастки	1 – 2,2	0,6 – 1,3	0,45 – 1,2	0,35 – 0,5
Участок хранения, сборки и разборки УСП или УСПО	0,35 – 0,45	0,3 – 0,45	0,05 – 0,2	—
<i>Сборочный цех</i>				
Кладовая приспособлений	0,6 – 1,0	0,35 – 0,6	0,3 – 0,45	0,3 – 0,35
Примечание. Для кладовых вспомогательных материалов норма площади составляет 0,1 м ² на один станок механического цеха или на одного производственного рабочего сборочного цеха.				

Самостоятельные кладовые приспособлений и инструментальной оснастки предусматривают в цехах единичного, средне- и мелкосерийного производства при числе станков более 50 единиц, а в крупносерийных и массовых цехах более 200 единиц. В противном случае создают одну общую кладовую инструментов и приспособлений.

Площадь таких кладовых определяют по нормативам (см. таблицу 9), а один кладовщик должен обслуживать 35 – 40 производственных станков в единичном и мелкосерийном производстве, 55 – 65 в среднесерийном, 75 – 85 в крупносерийном, 95 – 105 – массовом.

6.2 Проектирование внутрицеховой и межоперационной транспортной системы

Внутрицеховая транспортная система предназначена для своевременной доставки заготовок, полуфабрикатов, готовых изделий, материалов и других грузов со склада на требуемый участок, на склад с участков и для транспортирования между участками.

Исходя из потребности производственных участков в грузах, отправляемых каждым складом, определяют грузопотоки (в т/сут, т/год) и наносят их на схему транспортных связей цеха в виде полос, ширина которых кратна грузопотокам.

Исходя из техпроцесса транспортирования, планировки технологического оборудования и складов, компоновки цеха, производят расчет транспортной системы.

В механосборочном производстве используются следующие виды напольного колесного транспорта: электропогрузчики, электрокары, электротягачи, каретки-операторы, приводные и ручные тележки.

Широкое применение имеют также различные виды конвейеров: шаговые, ленточные, пластинчатые, роликовые, подвесные, толкающие и др.

В поточном производстве при изготовлении изделий средних размеров (автомобили, универсальные металлорежущие станки и т. п.) электрические мостовые краны, как правило, не применяют.

В любом случае количество транспортных средств каждого типа определяют исходя из машиноёмкости $T_{М.Е.}$ транспортных операций

$$T_{М.Е.} = \frac{Q \cdot T_{Ц}}{q_n \cdot 60}, \quad (12)$$

где Q – грузопоток, т;

$T_{Ц}$ – средняя длительность одного рейса или одного цикла транспортного средства, мин;

q_n – средняя транспортная партия (количество грузов перевозимых за один рейс), т.

Величина $T_{Ц}$ определяется с учетом выполнения следующих операций: движение транспорта к месту погрузки, движение с грузом, разгрузки, непредвиденных задержек, время которых считают равным 0,15 времени движения с грузом.

Время движения транспортного средства определяют исходя из длины пути и скорости перемещения, которая не должна превышать 80 м/мин для напольного и 50 м/мин для подвешного транспорта. Для непоточного производства время пути можно рассчитать по средней длине пути.

Количество транспортных средств определяют по формуле

$$N_{TP} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{М.Е.} \cdot K_C}{\Phi_0 \cdot K_3}, \quad (13)$$

где $K_C=1,2...1,6$ коэффициент спроса, учитывающий неравномерность поступления заявок;

$K_3 = 0,7...0,8$ – коэффициент загрузки;

Φ_0 – эффективный годовой фонд времени транспортного средства;

n – число грузопотоков, обслуживаемых данным типом транспорта.

После определения типа и количества транспортных средств выполняются компоновку транспортной системы и определяют число работающих.

6.3 Проектирование системы инструментообеспечения

Система инструментообеспечения состоит из участка инструментальной подготовки, включающего в себя секцию обслуживания инструментом оборудования (инструментально-раздаточную кладовую – ИРК) и секцию сборки и настройки инструмента, контрольно-проверочного пункта (КПП), отделения ремонта оснастки и централизованного восстановления инструмента.

Секция настройки и сборки инструмента предназначена для сборки и настройки комплектов инструментов для станков с ЧПУ, а также передачи настроенного инструмента в секцию обслуживания инструментом производственных участков.

В данной КР можно воспользоваться проектами типовых участков инструментальной подготовки, объединяющих эти секции [1;4]. Например, площадь типового участка, обслуживающего 10 – 20 токарных и сверлильно-фрезерных станков с ЧПУ – $9 \times 9 = 81 \text{ м}^2$.

Отделение по восстановлению режущего инструмента организуется в механическом цехе при числе станков 150 – 300 единиц. Число универсально-заточных станков определяют в процентах от числа обслуживаемых (с учетом многошпиндельности): в поточном производстве – 3 – 5; в непоточном – 3 – 4.

Число специальных заточных станков (для заточки червячных фрез, резцовых головок, долбяков, протяжек, шеверов и т.д.) определяют исходя из того, что один специальный станок обслуживает 4 – 20 станков основного производства, использующих соответствующий инструмент.

Средняя площадь на один станок: $12 - 14 \text{ м}^2$ – для крупных изделий, $10 - 12 \text{ м}^2$ – для средних изделий, выпускаемых цехом, $8 - 12 \text{ м}^2$ – при мелких изделиях.

При планировке оборудования по восстановлению режущего инструмента предусматривают места для установки вентиляционных устройств. Высота помещений на таких участках должна быть не менее $5 - 6 \text{ м}$. Полы покрывают метлахскими, а стены облицовочными керамическими или пластмассовыми плитками, чтобы их было легко мыть.

На небольших предприятиях (до 150 станков основного производства) восстановление инструмента производят в инструментальном цехе, а в механическом отделении по восстановлению не проектируют.

Число работающих определяют по числу станков отделения с учетом сменности – два человека на один станок при двухсменной работе.

6.4 Проектирование системы ремонтного и технического обслуживания

Система включает службы, обеспечивающие ремонт и техническое обслуживание основного технологического оборудования, удаление и переработку стружки, обеспечение рабочих мест смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ), электроэнергией, сжатым воздухом, а также создание микроклимата и необходимой чистоты воздуха в цехе.

Обычно на предприятиях единичного и серийного производства с числом производственных станков до 600 эти задачи решаются централизованно, и все эти службы, кроме подсистемы удаления стружки, в состав механического цеха не входят.

Способы удаления стружки зависят от ее количества. Массу стружки можно принимать равной $10 - 15 \%$ массы готовых деталей в год.

При количестве стружки до 0,3 т в год, приходящейся на 1 м² площади цеха, стружку собирают в специальные емкости и доставляют к месту переработки напольным транспортом.

При количестве стружки 0,3 – 0,65 т в год на 1 м² площади цеха предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера. Заполненная тара вывозится на участок переработки.

Если на 1 м² площади приходится 0,65 – 1,2 т стружки в год, в общем количестве не менее 3000 т в год, рекомендуется создавать систему линейных и магистральных конвейеров, которые транспортируют стружку на накопительную площадку, расположенную за пределами цеха.

При больших количествах стружки решают вопрос о создании участка переработки стружки на предприятии.

6.5 Проектирование цеховых контрольных пунктов

Схема контроля качества представляет собой сложную общезаводскую структуру, включающую в себя центральную измерительную лабораторию, контрольно-проверочные пункты, цеховые контрольные пункты и испытательные отделения.

В данной РГР рассмотрим только проектирование цеховых контрольных пунктов. Один стандартный контрольный пункт занимает площадь $2 \times 3 = 6$ м². Число контрольных пунктов определяют исходя из трудоемкости контроля и программы выпуска изделий. Как правило, контролируется первая деталь, а затем каждая m -я. При этом если обработка происходит на нескольких станках, то чаще всего контроль проводят после обработки на каждом из них. Необходимое число контрольных пунктов (округленное до целого большего)

$$n_K = \frac{t_K \cdot K_{y\partial}}{\Phi_n \cdot 60}, \quad (14)$$

где t_K – среднее время контроля одного установа детали, мин;

$K_{y\partial}$ – число установов деталей, приходящих на контрольный пункт за месяц, шт;

Φ_n – месячный фонд времени работы пункта, ч.

Число установов деталей

$$K_{KD} = \frac{K_D}{q}, \quad (15)$$

где K_D – число установов деталей, изготавливаемых на участке или в цехе за месяц, шт;

q – число установов деталей, через которое проводится их контроль, шт.

$$q = \frac{q_1}{k_1 \cdot k_2}, \quad (16)$$

где q_1 – число установов, через которые деталь поступает на контроль;

$k_1=1,15$; $k_2=1,05$ – коэффициенты, учитывающие контроль первой детали-установки, обработанной в начале смены и контроль в связи с заменой инструмента.

В поточном производстве контрольные пункты целесообразно размещать в конце поточных линий или технологически замкнутых участков, а в непоточном желательно располагать их вдоль окон для лучшего естественного освещения рабочих мест контролеров и по пути движения деталей в сборочный цех. Работники технологического контроля в состав работающих по цеху не включаются.

6.6 Проектирование системы охраны труда работающих

При проектировании участка механообработки необходимо предусмотреть следующие меры по охране труда работающих.

Ограждение рабочих зон автоматизированных участков из труб, обтянутых металлической сеткой высотой не менее 1,3 м от пола и на расстоянии не менее чем 0,8 м от исполнительных устройств или применение контактных, силовых, ультразвуковых, индукционных, светолокационных датчиков, формирующих охрану на включение робота в случае появления человека в зоне его рабочего пространства [5]. (ГОСТ 12.4.026 – 2015 ЦВЕТА СИГНАЛЬНЫЕ, ЗНАКИ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗМЕТКА СИГНАЛЬНАЯ)

Защиту от стружки и СОЖ – индивидуальную – очки, защитные костюмы, обувь и оградительные средства – стационарные, подвижные, переносные.

Защиту от воздействия электрического тока, электромагнитного поля и статического электричества по ГОСТ 12.1.019-79.

Пожарная защита по ГОСТ 2.01.02 – 85, ГОСТ 3620 – 88, ГОСТ 12.4.009 – 83 – дымовые извещатели (один на 60 – 70 м² площади цеха), пожарные водопроводы, стационарные пожарные установки, огнетушители и противопожарные щиты с ящиками для песка. Выделяются эвакуационные пути. В соответствии с ГОСТ 2.01.02 – 85 предусматриваются два эвакуационных пути на расстоянии друг от друга 240 м, и на расстоянии 120 м до территории участка. Ширина участка путей эвакуации равна 2 м, а дверей на путях эвакуации – 1 м.

Обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений – оборудование защитно-обеспыливающими кожухами и местными вытяжными вентиляционными устройствами шлифовальных, заточных, полировальных станков.

Защиту от шума – использование защитных кожухов, использование глушителей при выпуске сжатого воздуха, размещение наиболее мощных источников в звукоизолированных помещениях, использование звукопоглощающей облицовки стен и потолков, виброизолирующих фундаментов или амортизаторов под оборудование.

Цеховое медицинское обслуживание осуществляется в здравпунктах. Их площадь рассчитывают по норме $0,06 - 0,08 \text{ м}^2$ на одного работающего в смене с максимальным количеством работающих. На небольших предприятиях создается общезаводской здравпункт, не входящий в состав цеха.

6.7 Определение общей площади цеха

При предварительной проработке компоновочной схемы общую площадь S_0 участка или цеха без учета вспомогательных служб (общезаводских складов, ремонтных баз, мастерской энергетика, участка по ремонту оснастки, заточного участка и площадей, занятых энергетическими и санитарно-техническими устройствами) определяют по показателю $S_{уд.0}$ общей площади, приходящейся на один станок или одно рабочее место

$$S_0 = S_{уд.0} C_{\Pi}, \quad (17)$$

где C_{Π} – принятое число станков, а в случае сборки – рабочих мест цеха (участка).

Этот показатель зависит от габаритных размеров применяемого оборудования и транспортных средств. Последние определяют ширину проездов между рядами станков. Так, для средних станков $S_{уд.0} = 18 - 22 \text{ м}^2$, для мелких $S_{уд.0} = 14 - 18 \text{ м}^2$.

Полная площадь цеха определяется как сумма площадей вспомогательных служб и общей площади цеха или участка

$$S_{цеха} = \sum S_{всп} + \sum S_o. \quad (18)$$

7 Формирование технологических графиков

7.1 График загрузки оборудования

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование. При выборе станков для разработанного техпроцесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить простои оборудования. С этой целью определяется наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному техпроцессу.

Для каждого станка в технологическом процессе подсчитаны коэффициент загрузки и коэффициент использования станка по основному времени.

Коэффициент загрузки станка η_z определяется как отношение расчетного количества станков C_p , занятых на данной операции процесса, к принятому (фактическому) $C_{пр}$

$$\eta_z = \frac{C_p}{C_{пр}} \cdot \left(\eta_z = \frac{C_p}{C_{пр}} \times 100\% \right) \quad (18)$$

Расчетное количество станков определяется по формуле

$$C_p = \frac{N \times \sum_{i=1}^n t_{ш-ki}}{\Phi_0 \times 60}, \quad (19)$$

где $t_{ш-ki}$ – штучно-калькуляционное время операции на данном станке;

i – количество операций, выполняемых на этом станке;

Φ_0 – годовой эффективный фонд времени работы оборудования;

N – программа выпуска.

$$t_{ш-ki} = T_o \times j_k, \quad (20)$$

где T_o – основное время, мин;

φ_k – коэффициент серийности.

Число станков $C_{пр}$ принимается ближайшее большее.

График выполняется в виде гистограммы коэффициентов загрузки (в процентах) на каждый станок, в соответствии с выполняемой операцией.

Линией, параллельной горизонтальной, указывается средний коэффициент загрузки оборудования ($\eta_{зср}$).

Полученные значения занести в таблицу 10.

Таблица 10 – Характеристика загрузки оборудования

Модель станка	Наименование операции	Расчетное количество станков C_p	Принятое количество станков $C_{пр}$	Коэффициент загрузки станка

График загрузки оборудования представлен в рисунке 1.

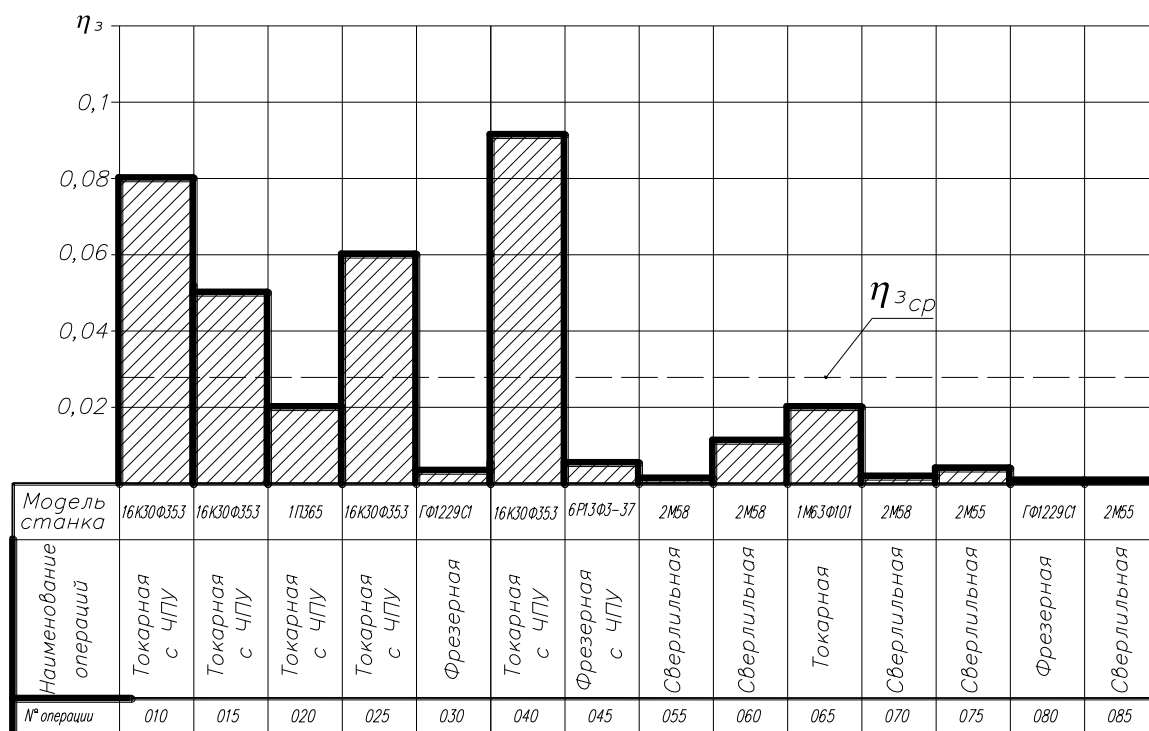


Рисунок 1 – Пример построения графика загрузки оборудования

7.2 График загрузки оборудования по мощности

Эта характеристика определяется коэффициентом использования оборудования η_N , который представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка N_{np} к мощности установленного электродвигателя $N_{ст}$

$$\eta_N = \frac{N_{np}}{N_{ст}} \cdot 100\% . \quad (21)$$

Рассчитываем по формуле (21) коэффициент использования оборудования η_N для всех станков.

График построен для всех станков технологического процесса и характеризует правильность выбора оборудования. Пунктирной линией на графике показано среднее значение коэффициента использования оборудования по мощности, он равен 21%.

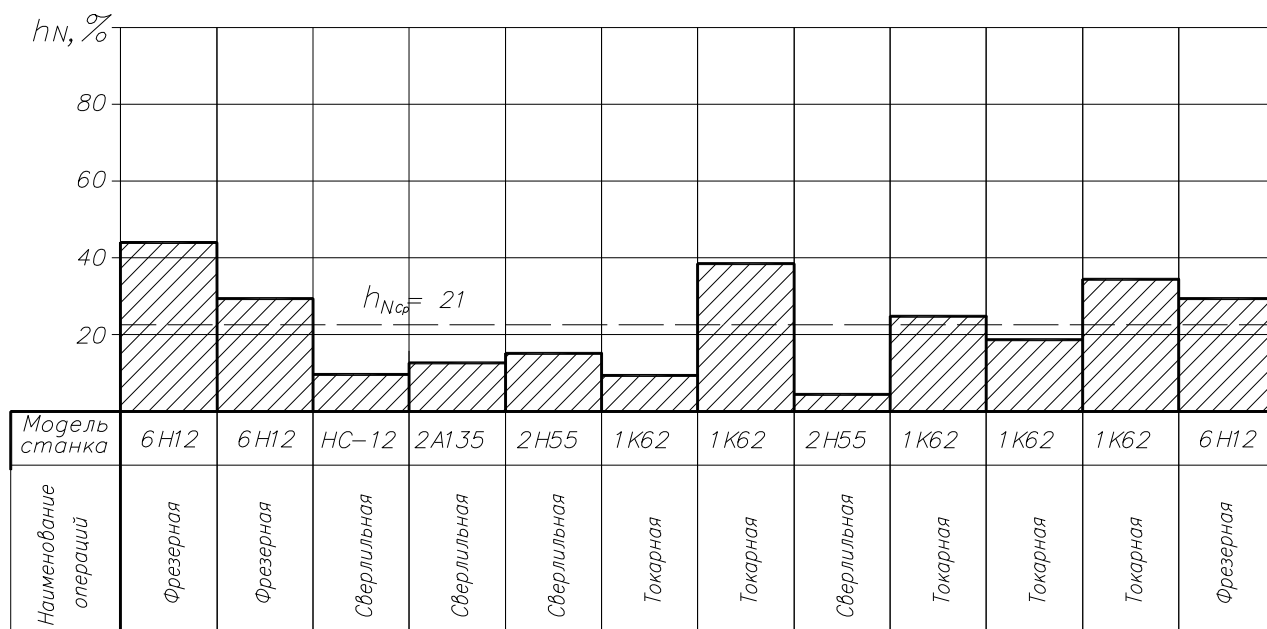


Рисунок.3 –Пример графика загрузки оборудования по мощности

Кроме приведенных в качестве примера графиков строится по аналогичной методике график стойкости инструмента и график использования оборудования по основному времени

8 Выполнение графической части

Графическая часть работы выполняется на 2 листах формата А1 и включает: компоновку участка, поперечный разрез цеха (1 лист формата А1) и графики технологические (1 лист формата А1).

Под компоновкой участка понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха. При оформлении компоновочных планов здание в плане изображают в виде сетки продольных и поперечных разбивочных осей. При этом продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита, а поперечные – арабскими цифрами.

Производственное здание проектируют на основании унифицированных типовых секций (УТС). Размеры основных секций в плане 72х72 и 72х144 м, причем первый размер длина, второй – ширина. Основные секции могут быть крановыми и бескрановыми, с сеткой колонн 18х12 м или 24х12м, при высоте пролета 6; 7.2; 8.4 м – для бескрановых и 10.8; 12.6 м – для крановых.

Таблица 11 – Параметры типовых унифицированных секций

Категория секции	Секции	Сетка	Высота пролета, м	Грузоподъемность мостового крана, т
Основная	6х6 3х6	18х24	6.0; 7.2 10.8; 12.6	5 20; 30
Дополнительная	2х6	24х12	10.8; 12.6	20; 30
	1х6	24х12	10.8; 12.6	20; 30
	1х6	30х12	16.2; 18	50

Таблица 12– Формулы для расчета высоты пролета

Формула	Параметры
Проверка по высоте станков:	K_1 – максимальная высота станка; K_2 – до-

$H_1 = K_1 + K_2 + K_3;$ $H_1 = K_1 + K_2' + K_3$	пустимое расстояние от станка до нижней кромки моста крана в верхнем положении, либо K_2' – допустимое расстояние от станка до нижней кромки будки крана K_2 , $K_2' \geq 400$ мм; K_3 выбирают по ГОСТ 3332 – 54, ГОСТ 6711 – 70
Проверка по габаритам транспортируемого изделия: $H_1 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$	$A_1 > 2$ м – высота подъема изделия, A_2 – максимальный габарит изделия; $A_3 > 1$ м – длина стропы; $A_4 > 500$ мм – резерв в верхнем положении крюка

Таблица 13 – Параметры типовых пролетов

L, м	H, м	Грузоподъемность крана, т *
18	6; 7.2; 8.4	0.25/5
24; 30	7.2; 8.4	0.25/5
18	8.4; 9.6; 10.8	10
24		20/5
18		10
24		20/
30	12.6; 14.4	30/5
30		30/5, 50/10
36		75/20
30; 36	16.2; 18; 19.8	100/20
30; 36	19.8	150/30
* Цифра в знаменателе – грузоподъемность крана		

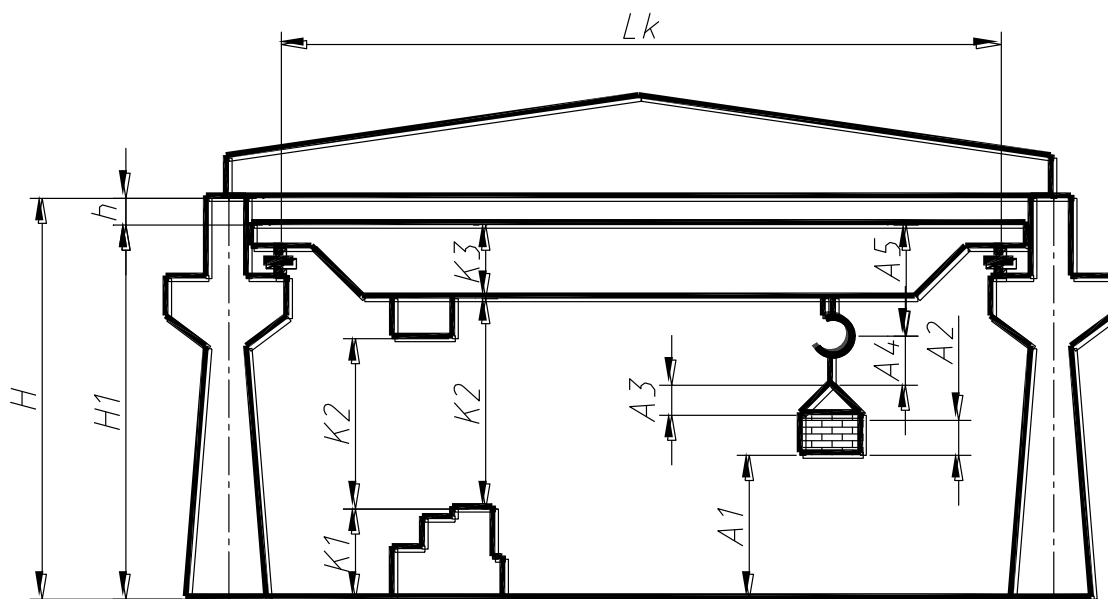


Рисунок 4 – Схема для определения высоты пролета

При оформлении компоновочного плана необходимо привязать конструктивные элементы здания (колонны, оси крановых рельсов и подкрановых балок к разбивочным осям в соответствии с правилами [1, 3]).

На компоновочных планах указывают основные стены, границы между цехами и участками, вспомогательные устройства, основные подъемно-транспортные устройства и их трассы, основные грузопотоки, основные проезды и проходы, вводы железнодорожных путей, границы подвалов, антресолей, тоннелей, магистральных стружкоуборочных каналов с указанием вертикальных отметок относительно уровня пола основного этажа.

Компоновочные планы выполняют в масштабе 1:200 и 1:400.

Основные принципы разработки компоновочного цеха:

- обеспечение прямоточности производственного процесса;
- компактность;
- использование наиболее экономичного транспорта;

- совместимость технологических процессов, выполняемых на смежных участках, с точки зрения их влияния на качество изделий, с учетом условий труда и противопожарных мероприятий;
- возможность последующего расширения производства и перепланировки оборудования;
- использование рациональных компоновок зданий из УТС.

После выполнения компоновки плана цеха приступают к планировке оборудования на проектируемом участке, руководствуясь нормами размещения (таблица 13, рисунок 5) [3]. На планировке указывают: сечение колонн с фундаментами; магистральные проезды; наружные и внутренние стены; окна; ворота; двери; основное и вспомогательное оборудование; месторасположение работающих; подвалы, каналы, шахты, антресоли, верстаки, рабочие столы, подставки, места для хранения инструмента, места для складирования заготовок и готовой продукции, транспортные устройства, площадки для контроля, места для мастеров, ширину пролетов, шаг колонн, ширину продольных проходов и проездов, расстояние от станков до колонн и между станками, габаритные размеры крупных станков, нумерацию оборудования с ее расшифровкой в спецификации, название всех производственных отделений и участков, средства защиты рабочих.

При выполнении планировки и компоновочных планов принято пользоваться условными обозначениями, приведенными в таблице 14.

На основании планировки окончательно устанавливают площадь участка, цеха и его подразделений.

Таблица 13 – Нормы размещения станков

Расстояния	Наибольший из габаритных размеров станка в плане, м*			
	до 1,8	от 1,8 до 4,0	от 4,0 до 8,0	св. 8,0
1	2	3	4	5
a	1,6/1,0	1,6/1,0	2,0/1,0	2,0/1,0

* Значения в числителе для ГПС, в знаменателе – для поточного производства

б	0,5	0,5	0,5	0,5
в	0,5	0,5	0,7/0,5	1,0/0,5
г	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,8	2,6/1,8
д	0,7	0,8	1,0	1,3/1,0
е	0,9	0,9	1,3/1,2	1,8/1,2
ж	2,1/1,9	2,5/2,3	2,5/2,3	2,6
з	1,7/1,4	1,7/1,6	2,6/1,7	1,7
и	2,5/1,4	2,5/1,6	—	—
к	0,7	0,7	—	—
л	1,6/1,3	1,6/1,5	1,6/1,5	1,6/1,5
л1	1,3	1,3/1,5	1,5	1,5
м	0,7	0,8	0,9	1,0/1,9
н	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9	1,2/0,9

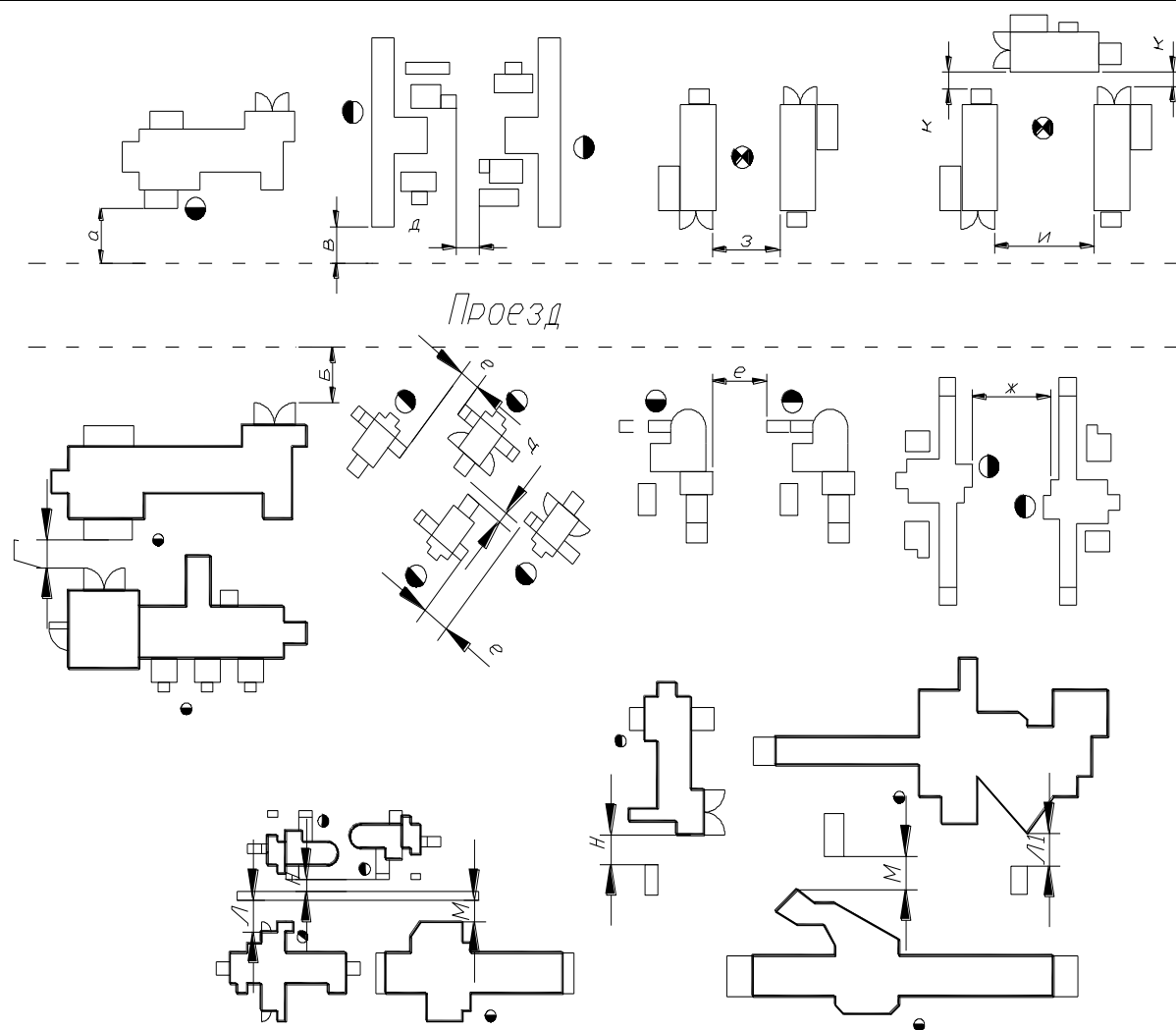
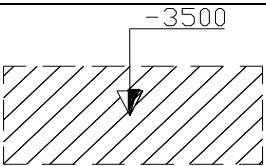
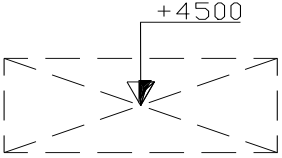
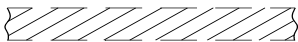
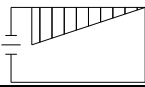
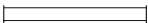
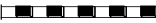
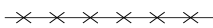
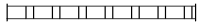
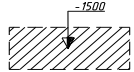
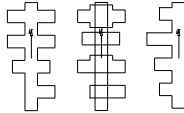
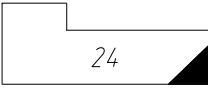
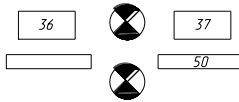
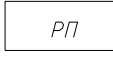
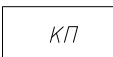
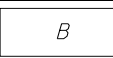
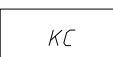
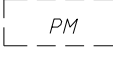


Рисунок 5 – Нормы размещения оборудования

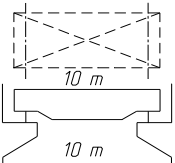
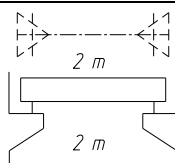
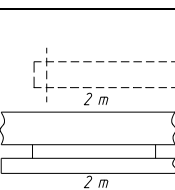
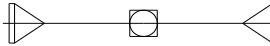
Таблица 14 – Условные обозначения, применяемые на технологических планах цехов

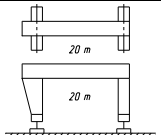
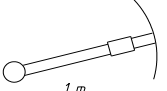
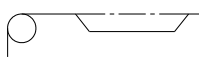
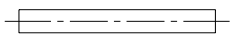
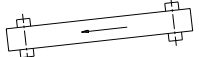
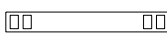
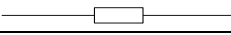
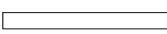
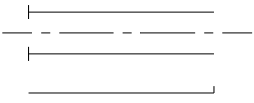
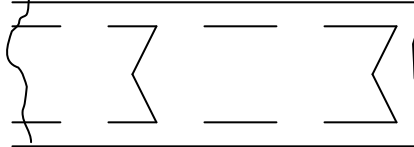
Наименование планов и обозначаемых элементов	Условные обозначения
1	2
Компоновочные планы	
Капитальная стена	
Легкие перегородки всех видов	
Граница цеха (отделения, участка) не огороженная	
Колонна здания	+
Подвальные помещения с отметкой уровня пола	
Антресоли, вентиляционные камеры и площадки	
Проезд	
Тоннель, канал	
Железнодорожный путь (тупиковый ввод)	
Центральный распределительный пункт, трансформаторное отделение	
Санитарный узел	
Лестничная клетка	
Ворота, проем, дверь	
Планы расположения оборудования	
Капитальная стена	
Колонна с фундаментом: железобетонная	
металлическая	
Ворота	
Сплошная перегородка до низа фермы или до потолка	
Остекленная перегородка	

Продолжение таблицы 14

1	2
Перегородка с сеткой	
Металлическая перегородка (из листа)	
Звукопоглощающая перегородка	
Барьер	
Тоннель, канал	
Люк	
Трап	
Дверь	
Автоматические линии	
Технологическое оборудование (с номером по плану)	
Место рабочих	
Технологическое оборудование, существующее в цехе и не переставляемое (с номером по плану)	
Многостаночное обслуживание одним рабочим (с номером по плану)	
Разметочная плита	
Контрольная плита	
Верстак	
Контрольный стол	
Резервное место оборудования	
Складочное место заготовок или деталей	
Контрольный пункт	
Подвод холодной воды	
Подвод холодной воды с отводом в канализацию	

Продолжение таблицы 14

1	2
Подвод пара	
Подвод сжатого воздуха ($P=6 \text{ кгс/см}^2$)	
Подвод эмульсии	
Подвод содового раствора	
Подвод масла (сульфофрезол)	
Подвод газа	
Подвод холодной воды с раковиной на стене или перегородке	
Подвод холодной и горячей воды	
Слив отработанной охлаждающей жидкости в канализацию	
Местный вентиляционный отсос	
Подвод спецтоков	
Местное освещение	
Щит управления	
Мостовой электрический кран: в плане в разрезе	
Мостовой (опорный) однобалочный кран: в плане в разрезе	
Подвесной однобалочный (кран-балка) кран с электроталью: в плане в разрезе	
Подвесная многоопорная кран-балка в плане	
Кран-балка с автоматическим адресованием груза в плане	
Кран-штабелер, управляемый с пола в плане	
Кран-штабелер, управляемый из кабины в плане	
Рельсовая тележка в плане	

Козловый электрический кран в плане в разрезе	
Консольно – поворотный кран в плане	
Подвесной цепной конвейер с примыкающим монорельсом	
Подъем и спуск подвесного цепного конвейера	
Ленточный транспортер	
Рольганг	
Монорельс с тельфером	
Монорельс с пневматическим подъемником	
Электроинструмент на монорельсе	
Желоб, склиз	
Гидроподъемник	
Лифт – подъемник	
Железнодорожный путь (тупиковый ввод): на планировках оборудования на компоновочных планах	
Канал для транспортирования стружки	

9 План-график выполнения работы

Выдача задания на курсовой проект осуществляется не позднее 2 недели семестра. Курсовой проект сдается на проверку преподавателем не позднее 14 недели. После проверки преподавателем студент получает допуск к его защите. Защита работы осуществляется не позднее 16 недели семестра.

- Студент обязан пользоваться оригинальной, рекомендуемой учебной, справочной и научной литературой, методическими разработками.

- Пояснительная записка с решением поставленных задач должна быть выполнена в строгом соответствии с требованием ГОСТов, ЕСКД и других нормативных документов.

Выполнение проекта должно быть под контролем руководителя, согласно представленному выше графику.

10 Критерии оценивания работы

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий проектирования и анализа, при анализе привлечены дополнительные источники информации, в том числе и многовариантный анализ ситуации, что свидетельствует о повышенном уровне усвоения компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно, что свидетельствует о базовом уровне усвоения компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками, что свидетельствует о частичном усвоении базового уровня усвоения компетенций.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если знания, умения и навыки отсутствуют, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоении компетенций.

10.1 Порядок защиты курсового проекта

Допуск к защите осуществляется при наличии у студентов оформленных в соответствии с единой системой конструкторской документации пояснительной записки и графической части. Защита проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если проект соответствует требованиям ЕСКД, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывают суть работы.

Основанием для снижения оценки являются:

- бессистемность и разрозненность теоретических знаний;
- наличие ошибок оформления чертежа и пояснительной записки;
- отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:
- допущения при выполнении проекта не критических ошибок.

При защите работы оцениваются:

- правильное обоснование выбора конструкции для заданного объекта производства;
- умение разбираться в чертежах;

- содержание и характер оригинальной (самостоятельной) части проекта;
- отработку деталей, узлов проекта;
- получение задания и выполнение проекта в срок;
- оформление расчетно-пояснительной записки и графической части проекта в соответствии с изложенными выше требованиями ГОСТов и отраслевых стандартов;
- характеристику руководителя проекта о работе студента при выполнении проекта.

11 Рекомендуемая литература

Основная литература	1. Смирнов, А. М. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов : учебное пособие / А. М. Смирнов, Е. Н. Сосенушкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2201-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209930
Дополнительная литература	1. Проектирование участков и цехов обрабатывающего производства : учебник для студентов, обучающихся по напр. "Конструкторско-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / Н. М. Тудакова, А. Г. Схиртладзе, Д. С. Пахомов, Б. В. Устинов. - Старый Оскол : ТНТ, 2019. - 264 с. : ил. - Гриф: Доп. УМО. - ISBN 978-5-94178-575-9; 621_П 79 2. Шабашов, А.А. Проектирование машиностроительного производства Электронный ресурс : учебное пособие / А.А. Шабашов. – Проектирование машиностроительного производства, 2022-08-31. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 76 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-7996-1789-9