

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ  
Г(О)У БОУ СПО «Липецкий машиностроительный колледж»

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПМ 01.  
«Разработка технологических процессов изготовления деталей машин».  
МДК 01.01. «Технологические процессы изготовления деталей машин».

Раздел 1. Оснащение машиностроительного производства.

Контрольные задания с программой и краткими методическими указаниями для студентов-заочников средних специальных учебных заведений по специальности 151901 «Технология машиностроения»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Гончаров А.М.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Рабочая программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальностям среднего профессионального образования (далее – СПО) 151901 «Технология машиностроения».

Организация-разработчик: Государственное (областное) бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Липецкий машиностроительный колледж»

Разработчик:  
Ефимова Елена Сергеевна, преподаватель

Рассмотрена и одобрена цикловой комиссией «Технология машиностроения»      Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Шульгина Н.Н.

Протокол № 1 от 01.09. 2014 г.  
Председатель цикловой комиссии  
\_\_\_\_\_ Н.С. Попова

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ №1

1. Машиностроение как основа развития экономики и база для других отраслей промышленности.
2. Современные проблемы машиностроительного производства.
3. Задачи, методы и формы организации производства.
4. Производственная программа и производственная мощность предприятия.
5. Типы производства и их технико-экономические характеристики.
6. Производственная структура предприятия и определяющие ее факторы.
7. Производственная структура цеха.
8. Производственный процесс и его организация.
9. Длительность производственного цикла и виды движения предметов труда.
10. Определить длительность цикла технологических операций при последовательном виде движения предметов труда в производстве. Построить график организации выполнения технологических операций. На механическом участке обрабатывают деталь «торсионный валик». Размер партии деталей — 6 шт. Детали с операции на операцию передают поштучно. Технологический процесс обработки деталей показан в табл. 1.

Таблица 1. Исходные данные.

№ опер.	Операция	$T_{шк}$ , мин	$C_i$
1	Фрезерно-центровальная	0,936	1
2	Токарная	1,096	1
3	Фрезерная	1,89	2
4	Накатная	4,374	4
5	Токарно-накатная	4,652	4

11. Определить длительность цикла технологических операций при параллельном виде движения предметов труда. На участке изготавливают солнечную шестерню. Размер производственной партии — 50 шт., передаточной — 10 шт. Технологический процесс приведен в табл. 2

Таблица 2. Исходные данные.

№ опер.	Операция	$T_{шк}$ , мин	$C_i$
1	Фрезерно-центровальная	1,47	2
2	Токарная	2,35	2
3	Фрезерование шлицев	8,65	7
4	Предварительное фрезерование зубьев	17,30	13
5	Чистовое фрезерование зубьев	8,46	7
6	Сверление отверстий и снятие фасок	1,62	2
7	Нарезание резьбы	1,2	1
8	Шлифование диаметров	3,56	3
9	Шлифование шлицев	5,6	5
10	Шлифование зубьев	18,73	14

12. Определить длительность цикла технологических операций при параллельно-последовательном виде движения предметов труда. На участке изготавливают солнечную шестерню. Размер производственной партии — 50 шт., передаточной — 10 шт. Технологический процесс приведен в табл. 2

### Краткий теоретический материал для решения задач 10-12

Одним из важнейших показателей качества организации производственного процесса изготовления изделий является производственный цикл.

*Производственным циклом* называют календарный период времени, в течение которого выполняется производственный процесс изготовления изделия или любая часть его — изготовление детали, заготовки, узла и др.

Производственный цикл состоит из времени выполнения операций (рабочего периода) и времени перерывов.

Рабочий период состоит из технологических и вспомогательных операций, времени протекания естественных процессов, выполнения контрольных и транспортных операций.

Время перерывов состоит из перерывов, связанных с режимом рабочего времени (перерывы между сменами, поеденные перерывы, нерабочие дни); межцикловых перерывов, образующихся при передаче изделий из цеха в цех, с участка на участок; межоперационных, связанных с ожиданиями и пролеживаниями деталей при передаче с одного рабочего места на другое.

Производственный цикл зависит от характера изготавливаемой продукции, организационно-технического уровня производства. Соотношение времени на выполнение отдельных составных элементов цикла определяет его структуру.

Следовательно, структура производственного цикла включает время выполнения основных, вспомогательных операций и перерывов в изготовлении изделий. Продолжительность выполнения технологических операций в производственном цикле называют технологическим циклом ( $T'$ ). Составляющим элементом его является операционный цикл ( $T_{oni}$ ), который в общем виде для партии деталей рассчитывается по формуле

$$T_{oni} = nt_i / c_i,$$

где  $n$  — размер партии деталей, шт.;  $t_i$  — полная норма времени  $i$ -й операции;  $c_i$  — число рабочих мест на  $i$ -й операции.

Под партией  $n$  понимается планируемое и учитываемое число одинаковых деталей, одновременно запускаемых в производство и обрабатываемых с однократной переналадкой оборудования.

Технологический цикл (а также и производственный) зависит от сочетания по времени выполнения операционных циклов, а это определяет порядок передачи (движения) предметов труда в процессе производства.

Различают три вида движения предметов труда в процессе их производства: последовательный, последовательно-параллельный и параллельный.

При *последовательном виде движения* партии деталей каждая последующая операция начинается только после окончания обработки всех деталей партии на

предыдущей операции. Партия передается с операции на операцию в полном размере. При этом каждая деталь пролеживает у каждого рабочего места сначала в ожидании своей очереди обработки, а затем в ожидании окончания обработки всех других деталей партии на этой операции.

Длительность технологического цикла при последовательном движении предметов труда может быть определена по формуле

$$T'_{ц(послед)} = n \sum_{i=1}^m (t_i / c_i),$$

где  $m$  — число операций в процессе.

Последовательный вид движения предметов труда является наиболее простым, но в то же время имеет большие перерывы из-за пролеживания деталей в ожидании обработки. Вследствие этого цикл очень длителен, что увеличивает размер незавершенного производства и потребность предприятия в оборотных средствах. Последовательный вид движения предметов труда характерен для единичного и мелкосерийного производства.

*При последовательно-параллельном виде движения* предметов труда последующая операция начинается раньше, чем заканчивается обработка всей партии деталей на предыдущей операции. Партия передается на последующую операцию не целиком, а частями (транспортными партиями), при этом имеет место частичное совмещение времени выполнения смежных операционных циклов. Цикл при последовательно-параллельном движении предметов труда меньше, чем при последовательном, вследствие наличия параллельности протекания каждой пары смежных операционных циклов  $\sum_{i=1}^{m-1} \tau_i$ .

Длительность технологического цикла обработки партии деталей при последовательно-параллельном виде движения предметов труда можно определить по формуле

$$T'_{ц(пп)} = T'_{ц(послед)} - \sum_{i=1}^{m-1} \tau_i,$$

где  $\tau_i$  - время параллельности (одновременности) протекания операционных циклов между двумя смежными операциями. Последовательно-параллельный вид движения предметов труда целесообразно применять в тех случаях, когда смежные операции значительно отличаются по продолжительности, а также при обработке больших партий трудоемких деталей. Этот вид движения предметов труда имеет наиболее широкое применение при механической обработке в серийном производстве.

$$T'_{ц(пп)} = n \sum_{i=1}^m (t_i / c_i) - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} (t / c)_{кор},$$

*При параллельном виде движения* предметов труда обработка каждой детали (партии) на последующей операции начинается немедленно после окончания предыдущей. При этом детали партии одновременно обрабатываются на разных

операциях. Длительность технологического цикла изготовления партии деталей при параллельном виде движения предметов труда определяется по формуле

$$T'_{ц(нар)} = p \sum_{i=1}^m (t_i / c_i) + (n - p)(t / c)_{\max},$$

где  $p$  — передаточная (транспортная) партия, шт.;  $(t / c)_{\max}$  — наибольшее значение операционного цикла в процессе.

Параллельный вид движения предметов труда наиболее эффективен при большом количестве одноименных деталей или изделий с одинаковой или кратной продолжительностью операции. Он обеспечивает наиболее полную загрузку оборудования и рабочих мест, отсутствие межоперационных перерывов и тем самым ведет к ритмичности процесса и сокращению длительности технологического цикла производства изделий. Параллельный вид движения предметов труда применяется в условиях массового производства и на отдельных участках серийного и единичного производства при большом количестве обрабатываемых на участке одноименных деталей, при близком равенстве операционных циклов.

13. Технологический процесс и его элементы.
14. Общая структура технологического процесса и исходные данные для его проектирования.
15. Стадии технической подготовки производства.
16. Эффективность ускорения технической подготовки и освоения производства новой техники.
17. Основные задачи и этапы конструкторской подготовки производства.
18. Обеспечение технологичности конструкций новых изделий.
19. Повышение технико-экономического уровня новых изделий.
20. Методы ускорения конструкторской подготовки.
21. Содержание и этапы технологической подготовки производства.
22. Технико-экономический анализ и обоснование выбора технологического процесса.
23. Основные направления ускорения технологической подготовки производства.
24. Содержание и основные этапы организационной подготовки производства.
25. Освоение промышленного производства новой продукции.
26. Организация перехода на выпуск новых видов продукции. Лизинг нового оборудования.
27. Основные задачи планирования технической подготовки производства.
28. Нормативный метод планирования подготовки производства.
29. Вероятностный метод планирования подготовки производства на базе системы СПУ.
30. Построить сетевой график выполнения эскизного проекта на основе перечня событий и работ приведенного в таблице 3.

Таблица 3. Исходные данные.

№	Содержание события	Индекс работы	Содержание работ
0	Задание получено		
1	Принципиальная схема составлена	0-1	Разработка принципиальной схемы
2	Теоретический чертёж выполнен	1-2	Разработка теоретического чертежа
3	Габаритный чертёж выполнен	2-3	Выполнение габаритного чертежа
4	Чертёж общего вида выполнен	2-4	Разработка чертежа общего вида
5	Расчёты выполнены	3-5	Выполнение расчётов
6	Таблицы и прочие документы составлены	4-6	Проведение расчётов и оформление прочих документов
7	Программа и методика испытаний составлены	5-7	Разработка программы и методики испытаний
8	Пояснительная записка составлена	7-8	Составление пояснительной записки

31. Произвести правильную нумерацию событий заданного сетевого графика. На этом рисунке номера событий проставлены произвольно.

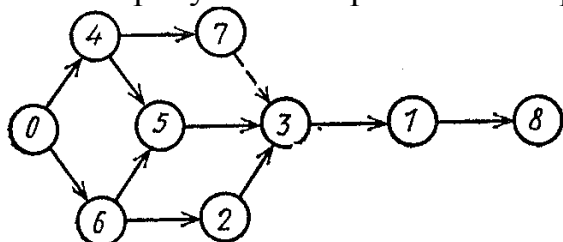


Рисунок 1. Сетевой график с произвольной нумерацией событий.

32. Дать правильную нумерацию событий для сети, показанной на рисунке.

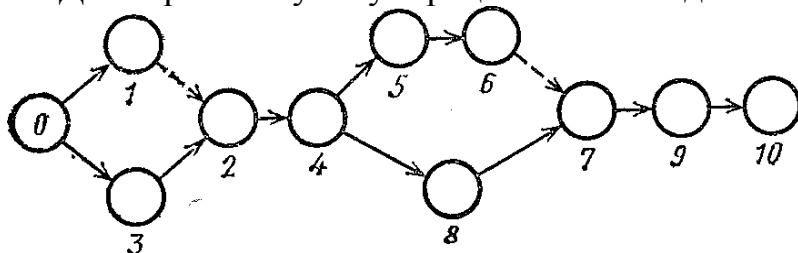


Рисунок 2. Сетевой график с произвольной нумерацией событий.

33. На рисунке 3 показан сетевой график с произвольной нумерацией (номера поставлены около кружков). Необходимо осуществить нумерацию событий.

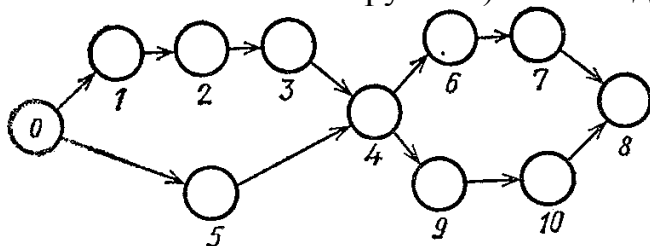


Рисунок 3. Сетевой график с произвольной нумерацией событий.

34. Построить сетевой график и произвести нумерацию событий на основе приведенного ниже перечня событий и работ по выполнению технического проекта модернизации станка (табл. 4).

Таблица 4. Исходные данные.

№	Содержание события	Индекс работы	Содержание работы	Продолжительность работы, дни
0	Задание на технический проект получено			
1	Расчет и вычерчивание электрической принципиальной схемы закончены	0-1	Расчет и вычерчивание электрической принципиальной схемы	19
2	Расчет и вычерчивание пневматической схемы закончены	0-2	Расчет и вычерчивание пневматической схемы	18
3	Расчет и вычерчивание кинематической схемы закончены	1-3	Расчет и вычерчивание кинематической схемы	11
4	Разработка и вычерчивание общего вида станка закончены	3-4	Разработка и вычерчивание общего вида станка	14
5	Расчет и вычерчивание электрической монтажной схемы произведены	4-5	Расчет и вычерчивание электрической монтажной схемы	26
6	Детализировка узлов станка окончена	4-6	Детализировка узлов станка	5
7	Составление программы и методики испытаний закончено	5-7	Составление программы и методики испытаний	13
8	Разработка описания технического проекта закончена	6-8	Разработка технического описания	13
9	Составление ведомости проекта закончено	8-9	Составление ведомости проекта	33
10	Технический проект утвержден	9-10	Рассмотрение и утверждение технического проекта	4
11		2-3	Фиктивная работа	
12		7-8	Фиктивная работа	

35. Определить графическим методом ранние и поздние сроки свершения событий и критический путь для сетевого графика, показанного на рис. 4.



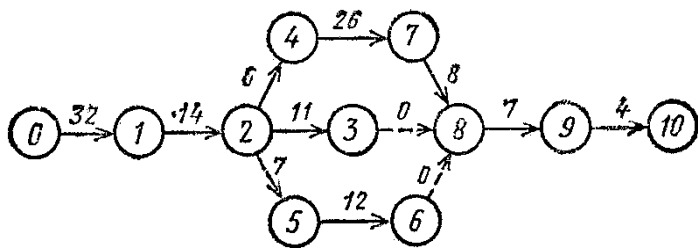


Рисунок 4. Сетевая модель выполнения технического проекта изделия.

36. Для заданного сетевого графика (рис. 5) рассчитать резервы работ. Продолжительности работ, ранние и поздние сроки свершения событий указаны на сетевой модели.

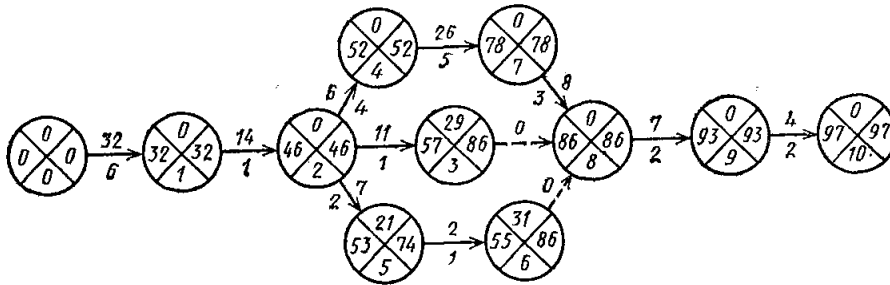


Рисунок 5. Сетевой график организационной подготовки участка к внедрению новых станков.

37. Определить поздние сроки свершения событий для сети, показанной на рис. 6.

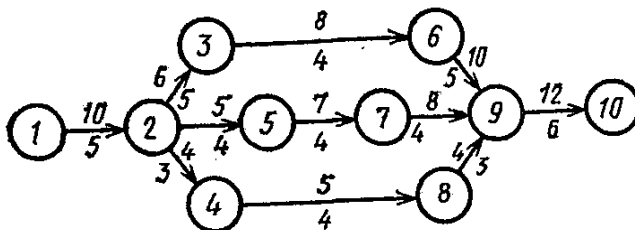


Рисунок 6. Сетевой график по выполнению технического проекта модернизации автоматической линии.

38. Оптимизировать сетевой график по времени выполнения (см. рис. 7), на котором над стрелками проставлена продолжительность работ, а под ними — количество исполнителей. При этом считать, что все исполнители одной квалификации, а их число в любой момент времени с учетом параллельных работ не должно превышать 12 человек.

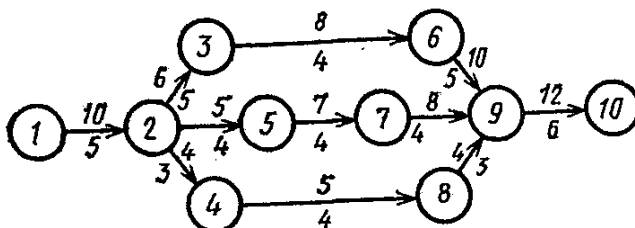


Рисунок 7. Сетевой график по выполнению технического проекта модернизации автоматической линии.

39. На основе сетевого графика (см. рис. 8) и перечня событий и работ, приведенных в табл. 5, определить ранние и поздние сроки свершения событий, резервы событий, продолжительность критического пути.

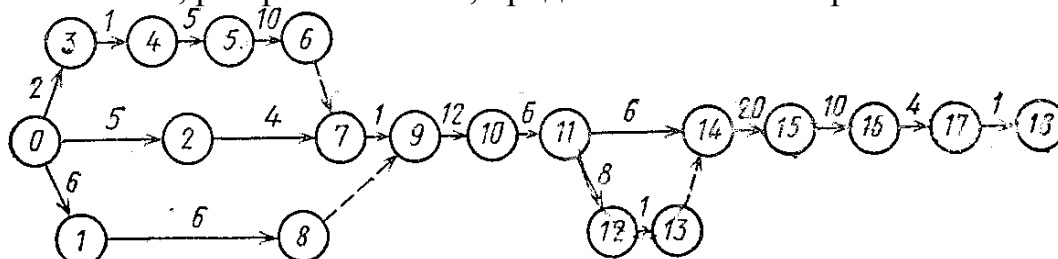


Рисунок 8. Сетевой график монтажа автоматической линии блок-картера.

Таблица 5. Исходные данные.

№	Содержание события	Индекс работы	Содержание работы	Продолжительность работы, дни
0	Задание на монтаж получено			
1	Изготовление фундаментных подушек закончено	0-1	Изготовление фундаментных подушек	6
2	Изготовление металлической рамы под фундамент закончено	0-2	Изготовление металлической рамы	5
3	Оборудование выгружено	0-3	Выгрузка оборудования	2
4	Транспортирование выполнено	3-4	Транспортирование до монтажной зоны	1
5	Оборудование распаковано	4-5	Распаковка	5
6	Оборудование расконсервировано	5-6	Расконсервация	10
7	Монтаж рамы окончен	2-7	Монтаж рамы	4
8	Роликовый конвейер изготовлен	1-8	Изготовление роликового конвейера	6
9	Разметка произведена	7-9	Разметка под установку оборудования	1
10	Монтаж станков окончен	9-10	Монтаж станков	12
11	Электромонтаж окончен	10-11	Электромонтаж	6
12	Монтаж роликового конвейера закончен	11-12	Монтаж роликового конвейера	8
13	Заливка фундамента выполнена	12-13	Заливка фундамента роликового конвейера	1
14	Общая сборка окончена	11-14	Общая сборка	6
15	Узлы отлажены	14-15	Отладка узлов	20
16	Отладка произведена	15-16	Отладка в процессе	10

			испытания	
17	Линия на точность проверена	16-17	Проверка на точность	4
18	Линия в эксплуатацию принята	17-18	Пуск и прием	1

40. На основе приводимого в табл. 6 перечня событий и работ и сроков их продолжительности организационной подготовки механического участка построить сетевой график и определить его параметры: критический путь, ранние и поздние сроки свершения событий, резервы событий и работ.

Таблица 6. Исходные данные.

№	Содержание события	Индекс работы	Содержание работы	Продолжительность работы, дни
0	Задание получено			
1	Технологический процесс скорректирован	0-1	Корректировка технологического процесса	2
2	Параметры работы линии рассчитаны	1-2	Расчет параметров	3
3	Заявка на стандартное оборудование составлена	2-3	Составление заявки	2
4	Заявка на изготовление специальных приспособлений и инструментов составлена	2-4	Составление заявки	2
5	Заявка на получение транспортных средств составлена	2-5	Составление заявки	1
6	Стандартное оборудование получено	3-6	Получение стандартного оборудования	20
7	Специальные приспособления и инструмент спроектированы	4-7	Проектирование специальных приспособлений и инструмента	15
8	Транспортные средства получены	5-8	Получение транспортных средств	16
9	Заявка на режущий и измерительный инструмент составлена	7-5	Составление заявки	2
10	Планировка участка выполнена	7-10	Планировка участка	10
11	Специальные приспособ-	7-11	Изготовление спе-	18

	собления и инструмент изготовлены		циальных приспособлений и инструмента	
12	Заявка на набор и обучение рабочих составлена	6-12	Расчет и составление заявки	10
13	Заявка на получение заготовок составлена	8-13	Составление заявки	2
14	Участок к установлению оборудования готов	10-14	Подготовка участка к установлению оборудования	17
15	Рабочие набраны и обучены	12-15	Набор и обучение рабочих	10
16	Режущий и измерительный инструмент получен	9-16	Получение режущего и измерительного инструмента	
17	Специальный инструмент и приспособления получены	11-17	Получение специального инструмента и приспособлений	
18	Заготовки получены	13-18	Получение заготовок	
19	Произведено установление стандартного оборудования и транспортных средств, оснащение рабочих мест специальным инструментом и приспособлениями, режущим и измерительным инструментом	6-19	Установка стандартного оборудования	12
14-19		Фиктивная работа		
15-19		Фиктивная работа		
16-19		Оснащение рабочих мест режущим и измерительным инструментом	8	
17-19		Оснащение рабочих мест специальным оборудованием, инструментом	5	
		8-19	Установление транспортных средств	16
		18-19	Фиктивная работа	
20	Закончено опробование участка	19-20	Опробование участка	3
21	Участок принят в эксплуатацию комиссией	20-21	Сдача участка приемной комиссии	2

41. Построить сетевой график, определить ранние и поздние сроки свершения событий, резервы времени событий, резервы времени работ и критический путь разработки конструкции нового изделия.  
Исходные данные для расчета приведены в табл. 7.

Таблица 7. Исходные данные.

№	Содержание события	Индекс работы	Содержание работы	Продолжительность работы, дни
0	Задание получено			
1	Параметры, конструктивные особенности и области применения нового изделия установлены	0-1	Установление параметров, конструктивных особенностей и области применения нового изделия	3
2	Технико-экономическое обоснование изготовления нового изделия произведено	1-2	Технико-экономическое обоснование изготовления нового изделия	4
3	Сравнительный анализ аналогов и обоснование целесообразности изготовления нового изделия выполнены	1-3	Анализ и обоснование изготовления нового изделия	6
4	Методика испытания изделия выбрана	2-4	Выбор методики испытания изделия	1
5	Техническое задание утверждено	3-5	Оформление, согласование и утверждение технического задания	1
6	Разработка эскизов общего вида закончена	5-6	Разработка эскизов общего вида изделия	9
7	Общие компоновки агрегатов, систем и изделия в целом выполнены	5-7	Компоновка агрегатов, систем и изделия в целом	12
8	Изготовление и испытание макета осуществлены	7-8	Изготовление и испытание макета	12
9	Принципиальные схемы систем изделия разработаны	8-9	Разработка принципиальных (электрических, механических и др.) систем изделия	24
10	Технические расчеты изделия в целом агрегатов и узлов выполнены	9-10	Технические расчеты изделия	30
11	Чертежи общего вида разработаны	9-11	Разработка чертежей общего вида	35
12	Технико-экономическое	11-12	Технико-экономиче-	6

	обоснование конструкций узлов выполнено		ское обоснование конструкций узлов	
13	Узловые спецификации разработаны	10-13	Разработка узловых спецификаций	5
14	Технический проект утвержден	13-14	Оформление и утверждение технического проекта	4
15	Рабочие чертежи разработаны	14-15	Разработка рабочих чертежей	15
16	Монтажные схемы разработаны	14-16	Разработка монтажных схем	9
17	Сборочные чертежи разработаны	15-17	Разработка сборочных чертежей	12
18	Документация рабочая утверждена	17-18 4-5 6-8 12-13 16-17	Оформление, согласование и утверждение рабочей документации Фиктивная работа Фиктивная работа Фиктивная работа Фиктивная работа	15

42. Построить сетевой график изготовления опытного образца изделия и рассчитать его параметры: критический путь, ранние и поздние сроки свершения событий, резервы событий и работ. Произвести оптимизацию сетевого графика и определить новый критический путь.

Исходные данные приведены в табл. 8.

Таблица 8. Исходные данные.

№	Работа	Индекс работы	Продолжительность работы, дни
1	Разработка технологического маршрута механической обработки и сборки	0-1	17
2	Проектирование оснастки для механической обработки и сборки	1-2	19
3	Разработка механической обработки и сборки по технологическим операциям	1-3	30
4	Изготовление оснастки для механической обработки	2-4	16
5	Изготовление оснастки для сборки	3-5	10
6	Механическая обработка деталей	4-6	25
7	Сборка узлов	6-7	16
8	Общая сборка изделия	7-8	18
9	Фиктивная работа	5-6	

## Краткий теоретический материал для решения задач 30-42

Организация, планирование и управление процессами создания сложных объектов современной техники могут быть существенно улучшены с помощью математических методов анализа и метода сетевого планирования и управления (СПУ), который позволяет осуществить оптимизацию плана работ по созданию новой техники по продолжительности (срокам) и стоимости.

СПУ основано на графическом изображении комплекса работ, отражающем их логическую последовательность, взаимосвязь, с последующей оптимизацией разработанного графика при помощи прикладной математики и вычислительной техники. Такие графики периодически корректируются по фактическому состоянию дел и используются для текущего руководства этими работами.

Основным плановым документом в СПУ является сетевой график, изображающий взаимосвязь всех работ, необходимых для достижения конечной цели.

СПУ может быть использовано в практике работы предприятий единичного производства, а также для сборочных цехов заводов с мелкосерийным и серийным характером производства.

Сетевой график (сетевая модель, или сеть) представляет собой графическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ планируемого комплекса. Составление сетевого графика начинается с системного анализа рассматриваемого комплекса. Планируемый комплекс разбивается на возможно большее количество отдельных конкретных операций — работ с указанием исполнителей для каждой из них. Далее на основании анализа содержания и логики взаимосвязи их выполнения строится вариант сетевой модели. Сетевая модель строится с помощью двух элементов: кружка, означающего событие, и стрелки, соединяющей два события и означающей работу (рис. 9). При этом  $t_{pi}$  — ранний срок свершения события;  $t_{ni}$  — поздний срок свершения события;  $P_i$  — резерв события;  $t_{ij}$  — продолжительность работы;  $P_{nij}$  — полный резерв работы;  $P_{cij}$  — свободный резерв работы. Если  $i$  и  $j$  — номера событий, то между ними существует работа с индексом  $ij$ .

Событие в сетевой модели выражает собой конечный результат одной или нескольких работ. Событие — это свершившийся факт, оно занимает лишь один момент во времени и не имеет продолжительности.

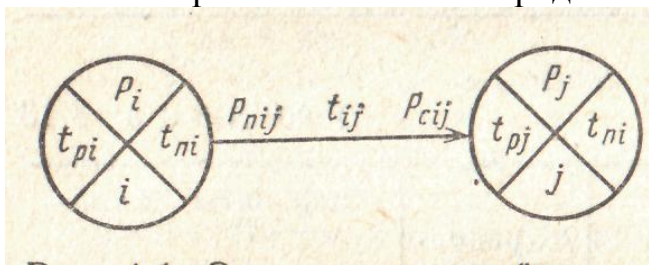


Рисунок 9. Элементы сетевой модели.

Поэтому в ведомости расшифровки событий и работ оно формулируется в совершенной форме, например, «Задание получено», «Схема спроектирована» и т. д.

Работа может быть действительной и фиктивной. *Действительная работа* — это определенное действие; она всегда имеет продолжительность и исполнителей. *Фиктивная работа* — логическая связь между двумя событиями, не имеющая ни продолжительности, ни исполнителей; на сетевой модели она изображается пунктирной линией.

Каждая сетевая модель имеет исходное и завершающее события. *Исходное событие* — это начало выполнения работ планируемого комплекса; оно не имеет предшествующих работ. *Завершающее событие* — это конечное событие, отражающее завершение работ планируемого комплекса; оно не имеет последующих работ.

Наибольший путь сетевого графика от исходного события до завершающего называется *критическим путем*.

Правила построения сетевого графика.

1. При построении сетевых графиков не допускается возникновение замкнутых контуров (рис. 10).

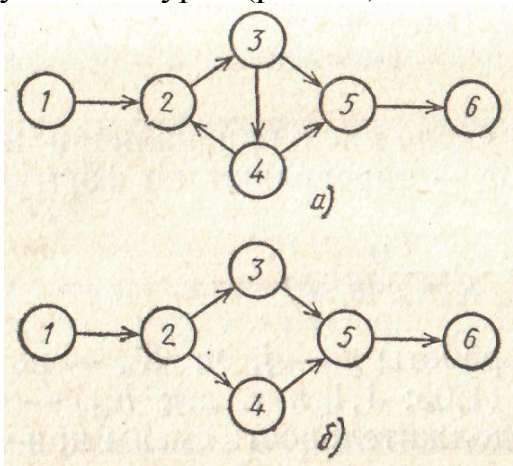


Рисунок 10. Изображение сетевых графиков  
 а - неправильное; б - правильное

2. Если предшествующее событие является началом нескольких работ, то они должны завершаться не в одном последующем событии, а в различных событиях (при необходимости введением фиктивных работ) соответственно числу входящих работ (рис.11).

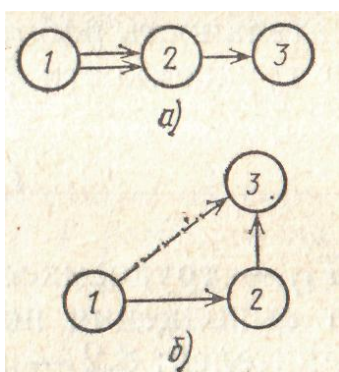


Рисунок 11. Изображение предшествующих и последующих событий:  
 а — неправильное; б — правильное



3. Число работ, входящих в одно событие, может быть не равно числу работ, выходящих из этого события (рис. 12).

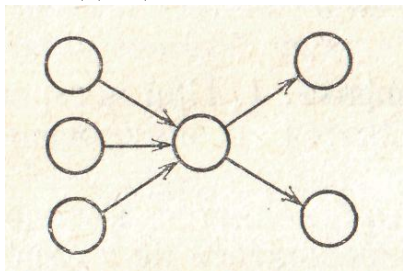


Рисунок 12. Сетевой график.

4. Сетевой график не должен содержать тупиков, как это показано на

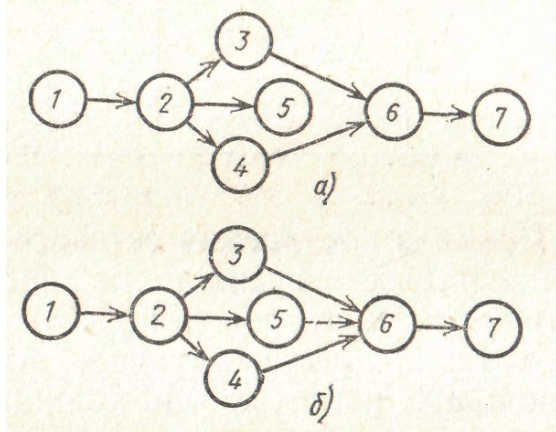


Рисунок 13. Изображение сетевого графика: а-неправильное, б-правильное.

5. В сетевом графике не должно быть пересекающихся стрелок.

6. Направление стрелок на сетевом графике должно быть слева направо.

7. При построении сетевого графика необходимо соблюдать технологическую последовательность выполняемого комплекса.

Расчёт продолжительности работ.

Продолжительность работ — число дней при наличии нормативов трудоемкости работ — определяют по формуле

$$t_{ij} = \frac{T_{ij}}{K_B K_{uc} \times 8,2s},$$

где  $T_{ij}$  — трудоемкость работы  $i — J$ , ч;  $K_B$  — коэффициент выполнения норм (1,05; 1,1 и т. д.);  $K_{uc}$  - число исполнителей; 8,2 — продолжительность смены при 41-часовой рабочей неделе, ч;  $s$  — число рабочих смен работы в сутках.

Для вероятностных сетей продолжительность работ определяют по формулам:

с двумя оценками времени

$$t_{ож} = (3t_{\min} + 2t_{\max}) / 5;$$

с тремя оценками времени

$$t_{ож} = (t_{\min} + 4t_{н.в.} + t_{\max}) / 6,$$

где  $t_{\min}$  — минимально вероятная продолжительность работы;  $t_{\max}$  — максимально вероятная продолжительность работы;  $t_{н.в.}$  — наиболее вероятная продолжительность работы.

Нумерация событий сетевого графика.

В сетевых графиках необходимо соблюдать последовательность в нумерации событий от исходного, которому обычно присваивается нулевой номер, к завершающему. При этом для любой работы  $i - j$  одним из условий правильного построения сетевой модели (графика) является обязательность выполнения неравенства  $i < j$ .

График нумеруют произвольно, номера ставят над кружками, обозначающими события; событие, в которое не входит ни одна работа (исходное) — событие нулевое.

#### Параметры сетевого графика и их расчет.

К основным параметрам сетевого графика относят: критический путь, резервы событий и резервы работ.

Критическим путем  $T_{Lcp}$  называют наибольший по продолжительности из всех путей сетевого графика от исходного события до завершающего. Резерв события — это промежуток времени, на которое может быть отсрочено завершение этого события без нарушения срока разработки планируемого комплекса в целом. Резерв события  $P_i$  равен разности между поздним  $t_{ni}$  и ранним  $t_{pi}$  сроками свершения данного события.

$$P_i = t_{ni} - t_{pi}.$$

Ранние и поздние сроки событий, лежащие на критическом пути, равны между собой, из чего следует, что резервы событий, находящиеся на критическом пути, равны нулю.

Различают полный и свободный резервы работ. Полный резерв работы — это время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, оставляя без изменения продолжительность критического пути.

Полный резерв работы

$$P_{nij} = t_{nj} - t_{pj} - t_{ij},$$

где  $t_{nj}$  — поздний срок свершения предыдущего  $j$ -го события;  $t_{pj}$  — ранний срок свершения  $j$ -го события;  $t_{ij}$  — продолжительность работы  $i - j$ .

Свободный резерв работы, являющийся частью полного резерва, — это время, на которое можно увеличить продолжительность работы без изменения сроков начала последующих работ. Свободный резерв работы

$$P_{cij} = t_{pj} - t_{pi} - t_{ij},$$

где  $t_{pi}$  — ранний срок свершения  $i$ -го события.

Работы, лежащие на критическом пути, резервов не имеют, поскольку все резервы создаются за счет разности продолжительностей критического и рассматриваемого путей.

Параметры сети для несложных сетевых графиков рассчитывают, применяя графический и табличный методы, а для сложных сетевых графиков — математические методы.

Из простых методов наиболее распространенным является графический метод, при котором вычисления производятся непосредственно на сетевом графике и отличаются наглядностью.

Ранним сроком свершения события  $t_{pi}$  называется наибольший путь, предшествующий данному событию, иначе максимальный путь от исходного события до данного  $T_{L1}; t_{pi} = T_{L1}$ .

Поздним сроком свершения события  $t_{ni}$  называется разность между продолжительностью критического пути  $T_{L\text{ кр}}$  и наибольшим следующим за событием путем, иначе продолжительностью максимального пути от данного события до завершающего  $T_{L2}; t_{ni} = T_{L\text{ кр}} - T_{L2}$ .

#### Оптимизация сетевых графиков.

Оптимизация сетевых графиков в общем случае может производиться по времени, трудовым и материальным ресурсам и по стоимости.

По времени сетевые графики оптимизируют тогда, когда критический путь графика не укладывается в установленный заданием срок или критический путь и пути критической зоны резко отличаются от остальных путей сетевой модели.

Каждый из этих случаев свидетельствует о том, что сетевой график построен нерационально и необходима его переработка.

Оптимизация сетевой модели по времени может быть осуществлена различными способами: а) перераспределением ресурсов; б) интенсификацией работ в критической зоне — сокращением продолжительности отдельных работ путем разработки и внедрения организационно-технических мероприятий.

Применительно к технической подготовке производства сокращения трудоемкости отдельных работ можно достичь, например, следующими способами: широким использованием в новой разработке стандартизированных или унифицированных деталей, узлов и приборов, позволяющих сократить время на проектирование и изготовление опытного образца; применением при технологической подготовке производства типовых технологических процессов, а при проектировании специальной оснастки — универсально-сборочных приспособлений, универсально-наладочных штампов.

Оптимизация по времени при ограниченных трудовых ресурсах осуществляется перераспределением ресурсов между путями критической зоны и кратчайшими путями сетевого графика. При этом ресурсы должны быть однородными. Тогда вследствие перевода части исполнителей с кратчайшего пути на критический путь можно продолжительность кратчайшего пути увеличить, а критического — уменьшить.

43. Основные принципы организации производственного процесса.
44. Структура производственного цикла.
45. Классификация поточных линий и их технико-экономическая характеристика.
46. Особенности организации и расчет основных параметров поточных линий.
47. Особенности организации различных видов поточных линий.
48. Состав и классификация поточных линий.
49. Выбор и расчет количества оборудования.

50. Определить такт линии, число рабочих мест, необходимую длину и скорость движения конвейера, а также средний коэффициент загрузки линии. На рабочем горизонтально-замкнутом конвейере непрерывного действия производится сборка изделия. Суточный выпуск изделий — 890 шт. Режим работы линии двухсменный по 8,2 ч. Нормы времени по операциям технологического процесса сборки изделия приведены в табл. 9. Расположение рабочих мест одностороннее, шаг конвейера 2 м.

Таблица 9. Исходные данные.

№ опер.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Норма времени $t_{шк}$ , мин	4,9	21,3	2,7	0,74	4,2	2	6,4	1,51	11	2,2	2,2	2

51. Определить такт линии, число рабочих мест длину и скорость движения конвейера. На рабочем пульсирующем горизонтально-замкнутом конвейере производится сборка изделия. Суточный выпуск изделий — 1812 шт. Линия работает в две смены по 8,2 ч. Нормы времени по операциям сборки приведены в табл. 10. Рабочие места на конвейере располагаются в шахматном порядке, шаг конвейера 1 м.

Таблица 10. Исходные данные.

№ опер.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Норма времени $t_{шк}$ , мин	2,483	2,361	3,582	4,969	2,195	5,055	31	11,7	12,9	4,3	11,7	2,92

№ опер.	13	14	15
Норма времени $t_{шк}$ , мин	0,688	5,856	8,358

### Краткий теоретический материал для решения задач 50-51

Непрерывно-поточные линии применяют в тех случаях, когда достигается синхронность технологического процесса, т. е. продолжительность отдельных операций равна или кратна такту линии

$$t_i / C_i = \text{const} = r_p,$$

где  $t_i$  — норма времени на  $i$ -й операции;  $c_i$  — число рабочих мест на  $i$ -й операции;  $r_p$  — расчетный такт поточной линии.

При проектировании линий при синхронизации допускается отклонение  $\pm 10\%$ , которое затем устраняется при отладке линии.

В непрерывно-поточном производстве широко применяют рабочие и распределительные конвейеры. Рабочие конвейеры используют при выполнении операций технологического процесса непосредственно на их несущей части во время движения конвейера. В тех случаях, когда операции должны выполняться на неподвижном объекте, применяют пульсирующие конвейеры.

Распределительные конвейеры используют на поточных линиях с выполнением операций технологического процесса на стационарных рабочих местах (станках) и с разным числом станков на каждом рабочем месте. В этом случае адресование и поступление предметов труда по рабочим местам обеспечивают необходимую ритмичность работы поточной линии.

На однопредметных поточных линиях каждый предмет труда запускается (выпускается) через интервал времени, называемый тактом линии. Величина, обратная такту, характеризует темп поточной линии, т. е. показывает, какое количество предметов труда выпускается за единицу времени.

Расчетный такт непрерывно-поточной линии (мин) с поштучной передачей изделий

$$r_p = F_3 K_p / N$$

где  $F_3$  — эффективный фонд времени работы линии в планируемом периоде, мин;  $K_p$  — коэффициент, учитывающий регламентированные перерывы (обычно  $K_p = 0,95$ );  $N$  — программа выпуска изделий в планируемом периоде, шт.

Эффективный фонд времени работы линии за сутки (мин)

$$F_3 = Ts,$$

где  $T$  — сменный фонд времени, мин;  $s$  — число рабочих смен в сутки.

Если принят конвейер непрерывного действия, то дальнейшие расчеты ведут по расчетному такту  $r_p$ . При использовании пульсирующего конвейера расчеты производят по технологическому такту

$$r_{\text{техн}} = r_p + \tau$$

где  $\tau$  — время передвижения предметов труда с одного рабочего места на другое, мин.

При передаче изделий на конвейере непрерывного действия с операции на операцию передаточными партиями определяют расчетный ритм поточной линии

$$R_p = r_p p,$$

где  $R_p$  — расчетный ритм поточной линии, представляющий собой интервал времени, через который последовательно запускается (выпускается) очередная передаточная партия изделий, мин;  $p$  — размер передаточной партии, шт.

При использовании пульсирующего конвейера определяют технологический ритм поточной линии

$$R_{\text{тех}} = R_p + \tau.$$

Расчетное число рабочих мест на каждой операции

$$C_p = t_{\text{шк}} / r$$

где  $t_{\text{шк}}$  — норма времени на операцию, мин;  $r$  — такт (ритм) линии (для непрерывного конвейера  $r$  является расчетным тактом  $r_p$ , а при передаче партиями — расчетным ритмом  $R_p$  для пульсирующего конвейера  $r$  является технологическим тактом  $r_{\text{тех}}$ , а при передаче передаточными партиями — технологическим ритмом).

Принятое число рабочих мест  $c_{\text{пр}}$  на каждой операции устанавливают путем округления  $c_p$  до ближайшего целого числа.

Коэффициент загрузки рабочих мест определяют по соотношению

$$K_{з.р} = c_p / c_{\text{пр}}$$

На стадии проектирования поточных линий перегрузка (недогрузка) рабочих мест может колебаться в пределах 10—12 %, поскольку они в цеховых условиях могут быть устранены в процессе отладки линии.

Скорость конвейера (м/мин) в зависимости от его вида и схемы расположения рабочих мест при поштучной передаче изделий определяют по следующим формулам.

Для конвейера непрерывного действия:

а) при одностороннем расположении рабочих мест

$$v = l_0 / r_p,$$

где  $l_0$  — шаг конвейера, или расстояние между предметами труда на конвейере, м;

б) при шахматном расположении рабочих мест

$$v = l_0 / 2r_p,$$

для пульсирующего конвейера:

а) при одностороннем расположении рабочих мест

$$v = l_0 / \tau$$

б) при шахматном расположении рабочих мест

$$v = l_0 / 2 \tau$$

Длина вертикально-замкнутого конвейера (м):

а) при односторонней работе

$$L = l_0 \sum c_{пр} + 2l,$$

где  $\sum c_{пр}$  — общее принятое число рабочих мест на линии;  $2l$  — длина приводной и натяжной станций, м;

б) при шахматном расположении рабочих мест

$$L = \frac{l_0 \sum c_{пр}}{2} + 2l$$

Длина горизонтально-замкнутого конвейера (м):

а) при одностороннем расположении рабочих мест

$$L = l_0 \sum c_{пр}$$

б) при шахматном расположении рабочих мест

$$L = \frac{l_0 \sum c_{пр}}{2}$$

52. Определить такт линии, число станков, расчетное число рабочих-операторов и коэффициенты загрузки рабочих мест по операциям. Непрерывно-поточная линия работает в две смены по 8,2 ч. Суточный выпуск изделий составляет 1265 шт. Детали с операции на операцию передают поштучно. Коэффициент регламентированных перерывов на линии равен 0,9;  $f_{пер}$  на операциях с числом станков более одного принять равным 0,1 мин. Технологический процесс обработки изделий приведен в табл. 11.

Таблица 11. Исходные данные.

№ опер.	t <sub>шк</sub> , МИН			t <sub>а.н</sub>
		t <sub>ма</sub>	t <sub>в</sub>	
1	0,33	0,1	0,23	0,1
2	1,45	0,7	0,75	0,3
3	2,05	1,3	0,75	0,6
4	0,68	0,2	0,48	0,2
5	1,03	0,6	0,43	0,1

53. Определить принятое число станков и коэффициент их загрузки по операциям, расчетное и принятое число рабочих-операторов и коэффициенты их загрузки, исходя из возможностей их многостаночного обслуживания на смежных операциях. Непрерывно-поточная линия механической обработки изделий работает с тактом 0,7 мин. Расчётное число станков и нормы обслуживания рабочих мест приведены в таблице 12.

Таблица 12. Исходные данные.

№ опер.	c <sub>p</sub>	N <sub>o</sub>
1	0,47	1,3
2	2,07	1,6
3	2,93	1,9
4	0,97	1,3
5	1,47	2,1

54. Определить такт непрерывно-поточной линии, потребное число станков и коэффициент их загрузки. Непрерывно-поточная линия работает в одну смену (8,2 ч). Сменный выпуск изделий — 515 шт. Регламентированные перерывы в работе линии составляют 10 % продолжительности смены. Нормы времени по операциям технологического процесса обработки зубчатого колеса приведены в табл. 13.

Таблица 13. Исходные данные.

№ опер.	Операция	t <sub>шк</sub> , МИН
1	Зенкерование отверстия	1,72
2	Протягивание отверстия	0,85
3	Точение и подрезка торцов	2,57
4	Шлифование торцов	0,88
5	Нарезание зубьев зубчатого колеса	9,42
6	Шевингование зубьев	2,53
7	Шлифование наружного диаметра	1,69
8	Шлифование отверстия	1,74
9	Промывка	0,83

#### Краткий теоретический материал для решения задач 52-54

Такт (ритм), число рабочих мест (станков) и скорость движения распределительного конвейера рассчитываются также, как и для непрерывно-

поточных линий с рабочим конвейером. Значение шага конвейера в этом случае зависит от массы и размеров изделия, а также планировки оборудования.

Расчетное число рабочих-операторов на каждой операции

$$W_p = c_p / N_o,$$

где  $c_p$  — расчетное количество рабочих мест (станков);  $N_o$  — норма обслуживания рабочих мест, которую обычно рассчитывают по формуле

$$N_o = \frac{t_{ma}}{t_3} + 1 = \frac{t_{ma}}{t_b + t_{пер} + t_{a.н}} + 1$$

где  $t_{ma}$  — машинно-автоматическое время обработки детали на данной операции, мин;  $t_3$  — время занятости рабочего, которое состоит из вспомогательного времени  $t_b$ , времени перехода многостаночника от станка к станку  $t_{пер}$  и времени активного наблюдения за работой станка  $t_{a.н}$  мин.

Скорость движения оператора принимается в среднем 1 м/с. Принятое число операторов  $W_{пр}$  устанавливается с учетом совмещения профессий.

Коэффициент загрузки рабочих-операторов

$$K_{зр} = W_o / W_{пр},$$

коэффициент загрузки станков

$$K_{з.с.} = C_p / C_{пр}$$

55. Определить такт линии, число станков и коэффициент их загрузки по операциям. Прямоточная линия по обработке цилиндрической втулки работает в две смены по 8,2 ч. Суточный выпуск изделий — 715 шт. Технологический процесс приведен в табл. 14.

Таблица 14. Исходные данные.

№ операции	1	2	3	4	5
$t_{шк}$	0,848	0,531	3,4	2,06	2,48

56. Рассчитать необходимое число станков и коэффициенты их загрузки по операциям. Прямоточная линия по обработке втулки работает в две смены по 8,2 ч. Такт линии  $\tau_p = 2$  мин. Нормы времени на обработку детали по операциям технологического процесса приведены в табл. 15.

Таблица 15. Исходные данные.

№ операции	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{шк}$	2,0	1,0	3,6	0,8	1,4	1,4	1,0	1,5

57. Определить такт линии, необходимое число станков и коэффициент их загрузки по операциям. Прямоточная линия по обработке зубчатого колеса работает в две смены по 8,2 ч. Суточная программа выпуска изделий — 405 шт. Нормы времени на обработку детали по операциям приведены в табл. 16. Период обслуживания  $R_o = 60$  мин.

Таблица 16. Исходные данные.

№ операции	1	2	3	4	5	6	7
$t_{шк}$	2,01	1,91	1,85	1,67	16,43	1,844	1,65

58. Определить такт линии, число станков и коэффициент их загрузки по операциям. Прямоточная линия по обработке зубчатого колеса работает в одну



смену (8,2 ч). Сменный выпуск — 378 шт. Нормы времени по операциям технологического процесса приведены в табл. 17.

Таблица 17. Исходные данные.

№ операции	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{\text{штк}}$	1,81	0,505	2,05	1,54	0,705	11,95	3,0	1,65

59. Определить такт линии и количество рабочих мест. Прямоточная линия по обработке зубчатого колеса работает в одну смену (8,2 ч). Сменный выпуск — 378 шт. Нормы времени по операциям технологического процесса приведены в табл. 18.

Таблица 18. Исходные данные.

№ операции	1	2	3	4	5	6
$t_{\text{штк}}$	2,3	0,463	1,53	0,632	9,88	2,68

### Краткий теоретический материал для решения задач 55-59

Прерывно-поточные линии применяют в том случае, когда синхронность технологического процесса не выдерживается, т. е. продолжительность операций не равна и не кратна такту линии. Ритмичность работы прямоточной линии характеризуется тем, что в течение определенного периода времени на каждой операции производится установленное одинаковое количество изделий. Это достигается созданием между смежными операциями, имеющими разную производительность, межоперационных оборотных заделов. С целью наиболее полной загрузки рабочих допускается многостаночное обслуживание нескольких даже не смежных операций.

Расчет такта, числа единиц потребного оборудования, числа рабочих-операторов производится в основном так же, как и для непрерывно-поточных линий. Однако при расчете такта коэффициент регламентированных перерывов не учитывается, поскольку эти перерывы на прямоточных линиях отсутствуют.

60. Оборудование для резания материалов механическими ножовками.
61. Ножницы и штампы.
62. Формовочные материалы и смеси.
63. Конструктивные типы и узлы встряхивающих формовочных и стержневых машин.
64. Конструктивные типы пескодувных и пескострельных машин.
65. Состав поточной литейной линии.
66. Хранение формовочных материалов.
67. Механический транспорт формовочных материалов и смесей.
68. Типы оборудования для приготовления отработанной формовочной смеси.
69. Формовочные материалы и смеси.
70. Конструктивные типы и узлы встряхивающих формовочных и стержневых машин.
71. Конструктивные типы пескодувных и пескострельных машин.
72. Состав поточной литейной линии.
73. Хранение формовочных материалов.

74. Механический транспорт формовочных материалов и смесей.  
 75. Типы оборудования для приготовления отработанной формовочной смеси.  
 76. Типы оборудования для приготовления формовочных и стержневых смесей.  
 77. Дуговые электропечи для плавки сплавов.  
 78. Индукционные электропечи для плавки.  
 79. Электропечи сопротивления для плавки.  
 80. Вагранки.  
 81 - 91. Определить количество оборудования литейного производства исходя из условий табл.19

Таблица 19. Исходные данные для решения задач 81-91.

№ зад	Определить Кол-во	Материал отливки	Производительность оборудования, т\ч	Годовая программа, т	Режим работы (смена)	Выход годного литья, %	Безвозвратные потери, %
81	Плавильных печей	Сталь	50	55000	2	70	5
82		Чугун	55	50000	3	75	4
83		Сталь	60	60000	2	60	5
84		Чугун	65	65000	3	65	4
№ зад	Определить кол-во	Материал отливки	Производительность оборудования, т\ч	Годовая программа, т	Режим работы (смена)	Средняя масса отливки, кг	Среднее число отливок в форме, шт
85	Автоматически х линий	Сталь	50	65000	2	8	1,67
86		Чугун	55	60000	3	10,5	2,25
87		Сталь	60	50000	2	12,5	2,4
88		Чугун	65	55000	3	20	1,0
№ зад	Определить количество		Производительность оборудования, т\ч	Годовая программа, т	Режим работы (смена)	Кол-во стержней в ящике, шт	
89	Стержневых машин		120	80000	2	1,75	
90			240	100000	3	1,5	
91			150	150000	2	1,8	

### Краткий теоретический материал для решения задач 81-91

#### Плавленное отделение

Число правильных печей производят по формуле:

$$n_p = Q_m * n / (\Phi_o * q_{пл})$$

где  $Q_m$ - годовая масса металлозавалки, т;

$n$  – коэффициент неравномерности потребления жидкого металла;  $n = 1,1 - 1,2$

$q_{пл}$  – производительность плавильных агрегатов, т\ч;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени работы плавильных агрегатов, ч.

Массу (в т.) металлозавалки металла данной марки определяют по формуле:

$$Q_m = (Q_n + Q_l + Q_o) / ((100 - P_y)) * 100$$

где  $Q_m$  - чистая масса отливок на программу по данной марке металла, т;

$Q_l$  - расход металла на литниковые системы, т;

$Q_o$  - расход металла по причине брака отливок, т;

$P_y$  - угар металла при плавке, %.

Потери металла (в т.) на угар  $Q_y$  составляют:

$$Q_y = P_y * Q / 100,$$

Угар и безвозвратные потери металла различны для различных сплавов и плавильных агрегатов и составляют в среднем от 5 до 8%.

Наименьший угар в индукционных печах (2-3%) и наибольший при использовании конвекторов (до 10-12%).

### **Формовочно-заливочно-выбивное отделение.**

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объема и серийности производства отливок.

В настоящее время наиболее широкое применение получили автоматические литейные линии.

Потребность в автоматических литейных линиях определяют по формуле:

$$n_l = N * 1000 / (q_k * C_o * \Phi_d * \eta),$$

где  $N$  - проектная мощность цеха, кг/год;

$q_l$  - производительность линии, форм/ч;

$C_o$  - металлоемкость отливок в форме, кг;

$\Phi_d$  - действительный годовой фонд работы машин, ч;

$\eta$  - коэффициент загрузки оборудования

$\eta = 0,7 \dots 0,8$ .

### **Стержневое отделение**

Количество стержневого оборудования определяется по формуле:

$$n_p = A * K_n / (\Phi_d * q_p * K_{op})$$

$A$  - годовое количество съемов с учетом числа гнезд в ящике или деление стержня на две части и более;

$K_n$  - коэффициент неравномерности потребления стержней;

для серийного производства  $K_n = 1,1 - 1,2$ ;

$\Phi_d$  - годовой действительный фонд времени работы оборудования;

$q_p$  - расчетная часовая производительность стержневого оборудования, цикл/час

$$A = \frac{N}{C}, \text{ где}$$

$N$  - годовая программа выпуска стержней;

C - среднее число стержней в ящике;

Кбр - коэффициент брака

Кбр=0,9

Если принять пд единиц стержневого оборудования, то коэффициент его загрузки

$$\eta_c = n_p / n_o$$

Он должен быть меньше или равен коэффициенту загрузки формовочного оборудования ( $\eta_c \leq n_\phi$ ). В этом случае стержневое отделение не будет сдерживать работу формовочного оборудования.

92. Виды оборудования кузнечных цехов.

93-103. Рассчитать основные параметры гидравлического пресса. Исходные данные приведены в таблице 20.

Таблица 20. Исходные данные для решения задач 93-103.

№ вар	Диаметр главного плунжера Дг, м	Диаметр обратных плунжеров До, м	Диаметр поршня выталкивателя Дв, м	Диаметр штока выталкивателя d в, м	Ход подвижной поперечины S, м	Давление жидкости p, Па
1	2	3	4	5	6	7
93	74	32	52	22	2	25
94	70	30	50	22	4	32
95	68	30	48	20	6,5	36
96	64	28	46	20	5	40
97	70	28	48	20	2	46
98	70	30	50	22	4	48
99	74	32	52	22	5	50
100	76	34	54	24	6	60
101	78	34	56	24	5	62
102	84	36	60	26	4	64
103	96	42	68	30	6,3	66

### Краткий теоретический материал для решения задач 93-103

Гидравлический пресс - это кузнечно-штамповочная машина, принцип работы которой основан на законе Паскаля. Перемещение траверсы гидравлического пресса в отличие от ползуна кривошипного пресса не является строго фиксированным. Вместо характерной для кривошипных прессов закрытой высоты в гидравлических задается открытая высота, определяемая наибольшим расстоянием между столом и опорной поверхностью ползуна в его верхнем положении, вместо параметра "частота хода ползуна" приводятся скорости рабочего и холостого ходов. Принципиальная схема гидравлического пресса приведена на рис. 14.

Для сокращения времени полного цикла работы пресса возвратные цилиндры 4 постоянно подключают к трубопроводу высокого давления 7 и тогда усилие пресса определяют следующим образом:

$$P_H = \frac{\pi}{4} p (D_r^2 - D_0^2) * 10^{-3}, \text{кН}$$

Усилие обратного хода

$$P_0 = \frac{2\pi}{4} p * D_0^2 * 10^{-3}, \text{кН}$$

Для повышения быстродействия выталкивателя 5 надпоршневую полость цилиндра также постоянно подключают к трубопроводу высокого давления, а усилие выталкивателя рассчитывают по следующей формуле:

$$P_B = \frac{\pi}{4} p (D_g^2 - d_g^2) * 10^{-3}, \text{кН}$$

где  $P_H, P_0, P_B$  - номинальное усилие, усилия обратного хода и выталкивания соответственно, кН;

$p$  - давление жидкости в трубопроводе высокого давления, МПа;

$D_r, D_0$  - диаметры плунжеров главного и возвратного цилиндров соответственно, м;

$D_B, d_0$  - диаметры поршня и штока выталкивателя соответственно,

Расход жидкости  $Q, \text{м}^3$ , за цикл пресса определяют следующим образом:

$$Q = \frac{\pi}{4} s (D_r^2 - 2D_0^2), \text{м}^3$$

Где  $s$  – перемещение подвижной траверсы пресса, м.

В зависимости от вида обрабатываемого материала различают прессы для неметаллических материалов и прессы для металла. Последние по технологическому принципу подразделяют на следующие основные группы: дляковки, для листовой штамповки, для объемной штамповки, для правильных сборочных работ, для выдавливания и для обработки металлических отходов.

В гидравлических прессах применяется рабочая жидкость в основном двух типов: минеральное масло и эмульсия.

Привод гидравлического пресса определяет его конструктивное исполнение и технологические возможности. Различают прессы с насосным безаккумуляторным и насосным аккумуляторным приводом, а также прессы с мультипликаторным приводом.

Станины гидравлических прессов могут быть одно- и двухстоечными, колонного и рамного типа.

При рамной конструкции пресса нижняя часть штампа закрепляется на столе пресса, находящемся на нижней неподвижной поперечине, а верхняя - на подвижной поперечине (иногда называемой траверсой). Главный цилиндр пресса чаще всего размещают на верхней неподвижной поперечине.

Важнейшие характеристики пресса, определяющие его производительность: скорость подвижной поперечины при ходе вниз, м/с,

$$v_p = \frac{4}{\pi} (Q_H / D r^2)$$

и скорость подвижной поперечины при ходе вверх, м/с,

$$v_o = 2(4/\pi)(Q_H/D_0^2),$$

где  $Q_H$  - производительность насоса, м/с.

104. Кривошипные прессы. Назначение, разновидности, особенности конструкций.
105. Горячештамповочные прессы. Назначение, принцип работы.
106. Горизонтально-ковочные прессы. Назначение, принцип работы.
107. Основные механизмы кривошипных прессов.
108. Паровоздушные молоты. Назначение, разновидности, устройство.
109. Бесшаботные паровоздушные молоты.
110. Пневматические молоты. Назначение, принцип работы, разновидности.
111. Гидравлические молоты. Назначение, разновидности, принцип работы.
112. Взрывные молоты. Принцип действия
113. Гидравлические прессы. Назначение, цикл работы, типы приводов. Классификация
114. Физическая сущность образования сварочного соединения.
115. Сварка давлением.
116. Сварка плавлением.
117. Виды сварки плавлением. Электродуговая сварка.
118. Основные параметры электрической дуги.
119. Оборудование сварочного поста.
120. Электроды для ручной электродуговой сварки.
121. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом.
122. Флюсы, электродная проволока и подготовка кромок под сварку.
123. Электрошлаковая сварка.
124. Газовая сварка металлов. Назначение. Сварочное пламя.
125. Сварочные горелки, их устройство и назначение.
126. Способы сварки пластическим деформированием.
127. Технология контактной сварки.
128. Контактные сварочные машины.
129. Стыковая контактная сварка. Схема стыковой машины.
130. Точечная сварка. Многоточечные машины.
131. Шовная сварка. Сварочные машины.
132. Оборудование для дуговой сварки и резки.
133. Оборудование для аргонодуговой и плазменной сварки.
134. Общие сведения о газовой сварке и резке.
135. Оборудование для контактной сварки.
136. Оборудование для диффузионной сварки материалов.

137. Сущность физических и электрофизических способов обработки материалов.
138. Оборудование для лазерной обработки материалов.
139. Оборудование для электронно-лучевой обработки.
140. Оборудование для электроискровой обработки.
141. Оборудование для ультразвуковой обработки.
142. Установки для химической и электрохимической обработки материалов.
143. Робототехнологические комплексы для нанесения гальванических покрытий.
144. Оборудование для очистки и закрепления покрытий после электрохимической обработки деталей и материалов.
145. Общие сведения о подъемно-транспортных машинах.
146. Подъемно-транспортные машины периодического действия.
147. Конвейеры и элеваторы.
148. Тележки, погрузчики и подъемники.
149. Основные типы грузоподъемных кранов, используемых на промышленных предприятиях.
150. Грузозахватные устройства кранов.
151. Электрооборудование кранов.
152. Гибкие органы подъемно-транспортных машин.
153. Применение подъемно-транспортных машин в производстве.
154. Классификация робототехнологических комплексов.
155. Устройство промышленных роботов.
156. Приводы промышленных роботов.
157. Захватные устройства промышленных роботов.
158. Применение роботов в машиностроении.
159. Общие сведения об автоматизации производства.
160. Общие сведения о гибких производственных системах.
161. Гибкие автоматические линии.
162. Оборудование для транспортирования отходов производства для утилизации.
163. Удаление, транспортирование и первичная переработка стружки.
164. Общие сведения о грузах и их складировании.
165. Подъемно-транспортные средства, применяемые для складских работ.
166. Требования безопасности при работе на внутривозовском транспорте.
167. Монтаж и демонтаж машиностроительного оборудования.
168. Установка оборудования на фундамент.
169. Инструменты для выверки оборудования на фундаменте.
170. Контроль и испытание установленного оборудования.
171. Эксплуатация и паспортизация оборудования.

## **Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.**

### Основные источники:

1. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство М.:Высш. Школа, Издательский центр «Академия», 2001г.
2. Моряков О.С. Оборудование машиностроительного производства - М.: Издательский центр «Академия», 2009 г.
3. Шишмарёв В.Ю. Машиностроительное производство:- М.: Издательский центр «Академия», 2006.

### Дополнительные источники:

1. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. -М.: Машиностроение, 1976
2. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины .-М.: Высшая школа, 1984
3. Банхетов А.Н.«Ланской Е.Н. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование. -М.: Машиностроение, 1982
4. Долотов Г.П. Оборудование термических цехов и лабораторного испытания. - М.: Машиностроение, 1988
5. Додонов Б.П., Лифанов В.А. Грузоподъемные и транспортные устройства. - М.: Машиностроение, 1990
6. Ковальский В.И. Организация и планирование производства на машиностроительном предприятии М.:Машиностроение, 1986.
7. Козырев Ю.С. Промышленные роботы (справочник).-М. Машиностроение, 1983
8. Локтева С. Е. Станки с программным управлением. -М. Машиностроение, 1986
9. Матвиенко И.В. и др. Оборудование литейных цехов. -М. Машиностроение, 1991
- 10.Пляскин М.М. Сборник задач по курсу Экономика, организация и планирование производства на машиностроительном предприятии. М.:Машиностроение, 1986.
11. Розаренов Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением. - М.Машиностроение, 1987
12. Соколов К.Н. Оборудование термических цехов. - М.: Высшая школа, 1984
- 13.Челноков НМ. Технология горячей обработки материалов. -М.: Высшая школа, 1972
- 14.Черепяхин А.А. Технология обработки материалов – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
- 15.Щеглов В.Ф. и др. Кузнечно-прессовые машины. -М. Машиностроение, 1979



Периодические издания (отечественные журналы):

1. «Вестник машиностроения»
2. «Стружка»

Интернет-ресурсы:

1. Мир станочника. Техническая литература [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.mirstan.ru](http://www.mirstan.ru), свободный. – Загл. с экрана.
2. Портал нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pntdoc.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Информация технологам-машиностроителям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://texinfo.inf.ua>, свободный. – Загл. с экрана.

Нормативно-правовые источники:

1. Единая система конструкторской документации.  
ГОСТ 2.301-68; ГОСТ 2.303-81; ГОСТ 2.304-81; ГОСТ 2.305-2008;  
ГОСТ 2.306-68; ГОСТ 2.307-2011; ГОСТ 2.308-2011; ГОСТ 2.309-73;  
ГОСТ 2.310-68; ГОСТ 2.311-68; ГОСТ 2.312-71; ГОСТ 2.313-82;  
ГОСТ 2.314-68; ГОСТ 2.316-2008; ГОСТ 2.317-2011; ГОСТ 2.318-81;  
ГОСТ 2.320-82; ГОСТ 2.321-84; ГОСТ 2.105-95.

<b>Первая цифра шифра</b>	<b>Последняя цифра шифра</b>									
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0</b>		1, 76, 147 10, 103	2, 77, 148 11, 102	3, 78, 139 12, 101	4, 79, 140 30, 100	5, 80, 141 31, 99	6, 92, 142 32, 98	7, 104, 143 33, 97	8, 105, 144 34, 96	9, 106, 145 35, 95
<b>1</b>	13, 107, 146 36, 94	14, 108, 147 37, 93	15, 109, 148 38, 91	16, 110, 149 39, 90	17, 111, 150 40, 89	18, 112, 151 41, 88	19, 113, 152 42, 87	20, 114, 153 50, 86	21, 115, 154 51, 85	22, 116, 155 52, 84
<b>2</b>	23, 117, 156 53, 10	24, 118, 157 54, 83	25, 119, 158 55, 82	26, 120, 159 56, 81	27, 121, 160 57, 10	28, 122, 161 58, 11	29, 123, 162 59, 12	43, 124, 163 81, 30	44, 125, 164 82, 31	45, 126, 165 83, 32
<b>3</b>	46, 127, 166 84, 33	47, 128, 167 85, 34	48, 129, 168 86, 35	49, 130, 169 87, 36	60, 131, 170 88, 37	61, 132, 171 89, 38	62, 133, 1 90, 39	63, 134, 2 91, 40	64, 135, 3 93, 41	65, 136, 4 94, 42
<b>4</b>	66, 137, 5 95, 50	67, 138, 6 96, 51	68, 139, 7 97, 52	69, 140, 8 98, 53	70, 141, 9 99, 54	71, 142, 13 100, 55	72, 143, 14 101, 56	73, 144, 15 102, 57	74, 145, 16 103, 58	75, 146, 17 10, 103



