

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**Методические указания
к практическим занятиям
для студентов экономических специальностей
всех форм обучения**

Утверждено
на заседании методического совета
Протокол № 8 від 16.06.2016

Краматорск
ДГМА
2016

УДК 658.5

Организация производства : методические указания к практическим занятиям для студентов экономических специальностей всех форм обучения / сост. Т. П. Гитис. – Краматорск : ДГМА, 2016. – 92 с.

Методические указания содержат теоретический материал к практическим занятиям по дисциплине «Организация производства», примеры решения типовых задач, тестовые задания и задачи для самостоятельного решения

Составитель

Т. П. Гитис, доц.

Отв. за выпуск

С. В. Бурлуцкий, доц.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА	6
1.1 Процессы, протекающие в производстве	6
1.2 Принципы организации процесса производства	7
1.3 Прогрессивные формы организации производства	8
1.4 Типы производств	11
1.5 Примеры решения типовых задач	12
1.6 Задачи для самостоятельной работы	14
1.7 Тестовые задания	15
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ И РАБОЧИХ МЕСТ	21
2.1 Разделение и кооперация труда, их формы и границы	21
2.2 Требования к планировке рабочего места	23
2.3 Примеры решения типовых задач	24
2.4 Задачи для самостоятельной работы	27
2.5 Тестовые задания	28
3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВРЕМЕНИ	29
3.1 Расчёт длительности производственного цикла при последовательном виде движения предметов труда	29
3.2 Расчёт длительности производственного цикла при параллельно-последовательном виде движения предметов труда	30
3.3 Расчёт длительности производственного цикла при параллельном виде движения предметов труда	32
3.4 Примеры решения типовых задач	34
3.5 Задачи для самостоятельной работы	36
3.6 Тестовые задания	36
4 ОРГАНИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА	43
4.1 Расчёт годовой потребности в инструменте	43
4.2 Определение структуры ремонтного цикла	47
4.3 Примеры решения типовых задач	48
4.4 Задачи для самостоятельной работы	51
4.5 Тестовые задания	52
5 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ХОЗЯЙСТВ	57
5.1 Определение грузооборота, грузопотоков и потребности в транспортных средствах	57
5.2 Определение площади складских помещений	59
5.3 Примеры решения типовых задач	60
5.4 Задачи для самостоятельной работы	62
5.5 Тестовые задания	63

6 ПОТОЧНОЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО	66
6.1 Расчёт параметров поточных линий.....	66
6.2 Расчёт параметров прерывно-поточных (прямоточных) линий.....	68
6.3 Примеры решения типовых задач.....	70
6.4 Задачи для самостоятельной работы	73
6.5 Тестовые задания	74
7 КОМПЛЕКСНАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА К ВЫПУСКУ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ	78
7.1 Метод сетевого планирования и управления: сущность, понятия.....	78
7.2 Методика расчёта временных параметров сетевой модели	80
7.3 Примеры решения типовых задач.....	82
7.4 Задачи для самостоятельной работы	86
7.5 Тестовые задания	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	92

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Организация производства» играет важную роль в обретении теоретических знаний, профессиональных навыков и опыта и в области принятия стратегических решений относительно перспектив работы предприятия, условий и возможностей его работы.

Цель преподавания дисциплины «Организация производства» – формирование системы теоретических и прикладных знаний по рациональной организации производственных систем промышленного предприятия, развитие у студентов творческого подхода и навыков самостоятельной работы, необходимых для практической деятельности в условиях рыночных отношений.

Задачи изучения курса «Организация производства»: изучения теории и практики организации производства; обретение знаний и навыков анализа производственных процессов; формирование умений самостоятельного выполнения технико-экономических расчетов и обоснование параметров рациональной организации производственных систем.

В результате изучения дисциплины «Организация производства» бакалавр должен:

- получить знания, необходимые для решения задач, возникающих в производственно-хозяйственной деятельности предприятия при выборе рациональных вариантов организационно-плановых решений, обеспечивающих повышение экономической эффективности производства;

- научиться организовывать работу производственного подразделения, оптимизировать производственные процессы с целью принятия эффективных хозяйственных решений;

- овладеть методами анализа производственно-хозяйственной деятельности, рациональной организации производственного процесса, поиска и использования внутрипроизводственных резервов;

- эффективно использовать организацию, нормирование и оплату труда.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса и предназначены для углубленного изучения лекционного материала, проведения практических занятий, оказания помощи студентам при самостоятельной работе над предметом.

Тематика разделов связана с темами лекционного материала.

Методические указания содержат теоретический материал и методические рекомендации для решения задач по темам практических занятий; примеры решения типовых задач; задания для самостоятельной работы студентов (тесты и задачи). Приводится рекомендуемая литература для закрепления и углубления знаний студентов, применение их к решению практических производственных ситуаций.

1 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Процессы, протекающие в производстве

Все процессы, протекающие в производстве, можно разделить на 3 группы:

- процессы организации производства;
- процессы планирования и управления;
- производственные процессы.

Производственный процесс – это совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, направленных на изготовление определенной продукции.

В зависимости от роли в изготовлении продукции производственные процессы подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Основные (или технологические) – процессы, во время которых изменяются формы и размеры предмета труда (детали, изделия), состояние поверхности, взаимное расположение элементов конструкции и т.п. (сварка, обработка резанием, штамповка, термообработка, сборка, монтаж, окраска, сушка).

Основной (технологический) процесс состоит из последовательно выполняемых над данной деталью технологических действий – операций.

Основной процесс состоит из трёх фаз:

- заготовительной – получение отливок, поковок, раскрой и резка листа, труб, проката;
- обрабатывающей – превращение заготовки в готовую деталь путем выполнения механических, термических, электрочастотных, электроискровых, электрофизикотермических операций, покрытий;
- сборочной – из деталей комплектуют изделие путем прохождения частичной, узлов, общей сборки, регулировки, испытания и контроля.

Вспомогательные процессы непосредственно не воздействуют на предметы труда, а обеспечивают нормальное протекание основных процессов (изготовление инструмента и восстановление изношенного, ремонт и техническое обслуживание оборудования, ремонт зданий и сооружений, производство для нужд предприятия электроэнергии, пара, сжатого воздуха и т.п.).

Обслуживающие процессы – обслуживают основные (контроль качества продукции и хода производственных процессов; внутризаводское транспортирование, складские операции по переработке и учету материальных ценностей и т.п.).

Производственные процессы могут быть сложными и простыми. Любой производственный процесс является сложной системой, которая состоит из многих простых процессов. Характерным из них и широко используемым является технологическая операция.

Технологическая операция – законченная часть производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте (станке, агрегате, стенде) с участием рабочего или автоматически, состоящая из группы действий над каждой деталью (изделием, узлом) или их группой, обрабатываемой совместно.

1.2 Принципы организации процесса производства

Организация процесса производства должна обеспечивать высокую его эффективность. Это возможно при соблюдении основных принципов организации производственного процесса:

1. **Специализация** – закрепление за каждым производственным подразделением (цехом, участком, рабочим местом) ограниченной номенклатуры работ или деталиеопераций, которые обладают конструктивно-технологическим сходством. Уровень специализации зависит, прежде всего, от объемов производства одноименных изделий. Специализация – один из важнейших факторов роста производительности труда.

2. **Стандартизация** – процесс установления и применения стандартов. Стандартизация способствует упорядочению производственной деятельности предприятия, что особенно важно для многономенклатурного предприятия, а также для реализации специализации производства.

3. **Пропорциональность** производственного процесса предполагает, что все производственные подразделения работают с одинаковой производительностью, обеспечивающей выполнение плановой производственной программы в установленные сроки. Пропорциональность должна обеспечиваться не только между основными, но и между вспомогательными и обслуживающими процессами.

Пропорциональность обеспечивается по следующим факторам производства: по времени работ, нормам запасов и расхода, нормам заделов, нормам длительности циклов.

4. **Непрерывность** производственного процесса предполагает, что производственный процесс должен быть организован таким образом, чтобы свести к минимуму или к отсутствию перерывов. Пропорциональность позволяет реализовать принцип непрерывности.

5. **Ритмичность** – обеспечение выпуска через равные промежутки времени одного и того же или равномерно возрастающего количества изделий с повторением через определенные промежутки времени производственного процесса на всех его стадиях и операциях. Указанный принцип в особой степени характерен для автоматизированного производства.

6. **Прямоточность** – обеспечение кратчайшего пути прохождения изделия по всем стадиям и операциям производственного процесса.

7. **Параллельность** – обеспечение максимально возможного одновременного выполнения технологических процессов (технологических операций на многопозиционных станках) при изготовлении изделия.

8. **Концентрация** – сосредоточение выполнения операций над технологически однородной продукцией на отдельных рабочих местах, участках, линиях, цехах (например, производство подшипников).

9. **Дифференциация и комбинирование** – рассредоточение производственного процесса в зависимости от сложности изделия и объемов его производства, дифференцирование по нескольким подразделениям (цехам, участкам) и наоборот – сосредоточение разнородных производств в каком-либо одном подразделении.

10. **Автоматичность** – максимальная замена ручного труда автоматизированными средствами и соединение производственного процесса с процессом управления им (применение компьютерной и робототехники).

11. **Гибкость** – обеспечение быстрой переналадки технологического процесса в условиях производства продукции с часто меняющейся номенклатурой. Особое значение это требование приобретает в условиях единичного и мелкосерийного производства.

1.3 Прогрессивные формы организации производства

Специализация предприятия это сосредоточение его деятельности на производстве определенного вида или видов продукции.

В промышленности специализация реализуется в следующих основных формах: предметной, поддетальной, технологической, функциональной.

Предметная специализация – сосредоточение производства определенных видов продукции конечного потребления: станко-инструментальные, автомобильные заводы т. д.

Поддетальная специализация (поагрегатная) – специализация предприятий на производстве отдельных деталей, узлов, агрегатов: шарико-подшипниковые заводы, завод поршней.

Технологическая специализация – превращение отдельных фаз производства или операций в самостоятельные производства: литейные производства,ковка, штамповка, сборка, сварка.

Функциональная специализация – сосредоточение деятельности на выполнении определенных работ (функций) по обслуживанию других предприятий: ремонтные предприятия.

Показатели специализации:

– коэффициент специализации – отношение стоимости основной (профилирующей) продукции к общему объему продукции предприятия;

– коэффициент закрепления операций – отношение числа всех различных технологических операций, выполняемых в учетную единицу времени (месяца), к числу рабочих мест;

– удельный вес автоматического специального и специализированного оборудования в общем его парке;

– удельный вес прогрессивных технологических процессов;

- удельный вес стандартных, нормализованных и унифицированных узлов и деталей в изделиях;
- удельный вес трудоемкости поточных методов организации производства в общей трудоемкости;
- серийность изготавливаемой продукции.

Годовой экономический эффект от специализации предприятия можно определить по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{нт}} = (Z_{\text{баз}} - Z_{\text{нов}}) * N_{\text{нов}} = [(C_{\text{баз}} + E_{\text{н}} * K_{\text{баз}}) - (C_{\text{нов}} + E_{\text{н}} * K_{\text{нов}})] * N_{\text{нов}}, \quad (1.1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нт}}$ – экономический эффект новой техники и технологии, грн.;

$Z_{\text{баз}}$ – приведенные затраты на производство единицы продукции с помощью базового варианта техники и технологии, грн.;

$Z_{\text{нов}}$ – приведенные затраты на производство продукции с помощью новой техники или технологии, грн.;

$N_{\text{нов}}$ – годовой объем производства продукции с помощью новой техники и технологии, ед.;

$C_{\text{баз}}$ – себестоимость продукции базового варианта, грн.;

$C_{\text{нов}}$ – себестоимость продукции на основе новой техники и технологии, грн.;

$K_{\text{баз}}$ – капиталовложения на единицу продукции базового варианта, грн.;

$K_{\text{нов}}$ – капиталовложения на единицу продукции на основе новой техники и технологии, грн.;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности.

Кооперирование – прямые производственные связи между предприятиями (объединениями), участвующими в совместном изготовлении определенной продукции.

Для анализа состояния кооперирования применяются такие показатели:

- удельный вес элементов продукции, поставляемых по кооперации в общей стоимости продукции;
- число предприятий, осуществляющих кооперированные поставки.

Концентрация производства – это увеличение масштабов предприятия или однородных предприятий внутри региона или производственно-хозяйственного комплекса.

Основные показатели концентрации производства:

- удельный вес производства продукции крупных предприятий в общем объеме выпуска однородной продукции;
- удельный вес работающих на крупных предприятиях в общей численности работающих на предприятиях, выпускающих однородную продукцию;
- удельный вес стоимости основных производственных фондов крупных предприятий в общей стоимости фондов предприятий, выпускающих однородную продукцию.

При планировании концентрации производства указывается необходимость сосредоточить изготовление однородной по конструктивно-

технологическим признакам продукции или выполнения аналогичных работ на предприятиях оптимальных масштабов.

Один из подходов к определению оптимального размера предприятия связан с минимизацией приведенных затрат ($Z_{\text{прт}}$) на выпуск продукции:

$$Z_{\text{прт}} = C_t + E_n * K_t - Z_{\text{трт}}, \quad (1.2)$$

где C_t – себестоимость продукции по t -му варианту, грн;

E_n – нормативный коэффициент эффективности;

K_t – капитальные вложения по t -му варианту;

$Z_{\text{трт}}$ – транспортные расходы по t -му варианту.

Оптимальным считается такой размер предприятия, при котором достигается минимум приведенных затрат.

Комбинирование производства заключается в технологическом сочетании взаимосвязанных разнородных производств одной или различных отраслей промышленности в рамках одного предприятия – комбината; производственный цикл основан на выполнении последовательных стадий переработки сырья, комплексном использовании отходов производства.

В зависимости от характера производства, технологии и объединения в производственном процессе отдельных стадий переработки сырья и материалов комбинирование в промышленности выступает в трех основных формах:

– последовательная переработка сырья вплоть до получения готовой продукции. Типично для черной металлургии, химической, текстильной промышленности. Полученные в процессе производства различные полуфабрикаты выходят из комбината либо как промежуточный продукт, идущий в дальнейшую переработку в другие отрасли, либо как конечный продукт. Например, в черной металлургии:

железная руда → чугуны → сталь → прокат;

– использование отходов производства для выработки других видов продукции. Используется в металлургической промышленности, деревообрабатывающей, пищевой;

– комплексная переработка сырья (выработка из одного вида сырья разных видов продуктов). Характерна для отраслей, занятых переработкой органического сырья: нефти, угля, торфа; комплексных руд (полиметаллических): коксохимические комбинаты, по производству цветных металлов, нефтехимические, энергохимические.

Показатели уровня комбинирования:

– удельный вес продукции (в действующих ценах, выпускаемый комбинатом в общем объеме выпуска продукции отрасли);

– удельный вес сырья и полуфабрикатов, которые перерабатываются в последующий продукт на месте их получения в общем количестве тех же видов сырья и полуфабрикатов, произведенных на комбинате;

– доля побочной продукции, полученной в результате комбинирования в общем объеме выпускаемой продукции;

– количество рабочих, занятых на комбинированных производствах в отрасли;

- доля основных средств, находящихся в комбинированных производствах в общей стоимости средств в отрасли;
- количество сырья, перерабатываемого в комбинированных производствах;
- количество продуктов, получаемое из перерабатываемого на комбинате сырья и их стоимость;
- процент извлечения полезных компонентов из сырья, применяемого на комбинате.

1.4 Типы производств

Организационно-технической характеристикой процесса производства на предприятии является **тип производства** – классификационная категория производства, основанная на специализации, повторяемости и ритмичности производственного процесса.

Различают 3 типа производства: единичный, серийный, массовый.

Единичное производство характеризуется изготовлением очень широкой номенклатуры изделий в ограниченном (единичном) исполнении, повторяющейся через неопределенные промежутки времени (либо не повторяющейся вообще). На рабочих местах выполняется широкий спектр операций; оборудование и оснастка универсальные; оборудование располагается по технологическому принципу; квалификация основных рабочих высокая.

Серийное производство характеризуется периодически повторяющимся выпуском партий изделий. Для серийного производства характерна достаточно широкая номенклатура выпускаемых изделий ограничивается сериями, производство которых периодически повторяется. На рабочих местах выполняются периодически повторяющиеся операции. Используемое оборудование – как универсальное, так и специальное – располагается по предметному и технологическому принципам, оснастка – унифицированная. Квалификация рабочих средняя и высокая.

Характеристикой серийного производства является коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = i / C_p, \quad (1.3)$$

где i – общее число технологических операций, выполняемых на участке, в цехе, при производстве данного вида продукции;

C_p – число рабочих мест на участке (в цехе), единиц оборудования.

В зависимости от количества изделий в партии и значения коэффициента закрепления операций различают 3 вида серийного производства:

- $K_{30} = 20...40$ - мелкосерийное производство;
- $K_{30} = 5...20$ - среднесерийное производство;
- $K_{30} = 2...5$ - крупносерийное производство.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска узкой номенклатуры изделий, непрерывно изготавливаемых в течение длительного периода времени. На рабочем месте выполняется одна постоянно повторяющаяся операция ($K_{30}=1$); оборудование и оснастка в основном специальные; оборудование размещается по предметному принципу; квалификация рабочих относительно невысокая.

1.5 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Завод ежегодно изготавливает 5670 шт. изделий. Также предприятие ежегодно закупает по кооперированным поставкам два вида комплектующих для каждой единицы готовой продукции по цене 107 грн. за шт. и 89 грн. за шт. Себестоимость одной единицы готовой продукции составляет 305 грн. Определите уровень кооперирования.

Решение

Определим затраты на производство за год:

$$Z_{\text{общ}} = 5670 * 305 = 1\,729\,350 \text{ грн.}$$

Определим затраты на приобретение комплектующих:

$$Z_{\text{компл}} = 5670 * (107 + 89) = 1\,111\,320 \text{ грн.}$$

Уровень кооперирования составит:

$$K_{\text{кооп}} = 1\,111\,320 / 1\,729\,350 = 0,64$$

Задача 2. Определить годовой экономический эффект от специализации производства и изменение уровня специализации при следующих данных, приведенных в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Показатели	До специализации	После специализации
Выпуск изделий за год, шт.	20 000	25 000
Себестоимость изделия, грн.	250	200
Цена изделия, грн.	360	360
Удельные капитальные вложения, грн.	540	610
Стоимость профильной продукции, тыс. грн.	4320	6500
Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений	0,15	0,15

Решение

Определим уровень специализации (профильный продукт):

– до специализации:

$$K_{\text{спец}} = 4\,320\,000 / 360 * 20\,000 = 0,6;$$

– после специализации:

$$K_{\text{спец}} = 6\,500\,000 / 360 * 25\,000 = 0,72.$$

Рост уровня специализации составит:

$$\Delta K_{\text{спец}} = 0,72 - 0,6 = 0,12.$$

По формуле (1.1) определим годовой экономический эффект от специализации производства составит:

$$\mathcal{E}_{\text{нт}} = [(250 + 0,15 * 540) - (200 + 0,15 * 610)] * 25\,000 = 987\,500 \text{ грн.}$$

Задача 3. Нефтеперерабатывающий завод производит бензин в год на сумму 19,6 млн. грн. Производство продукции, не связанной с основным видом деятельности, составляет 850 тыс. грн. в год. При переработке мазута и использовании его при переработке позволит увеличить объем производства на 20%. Определите изменения уровня комбинирования.

Решение

Определим коэффициент комбинирования до создания переработки:

$$K_{\text{комб}} = 850 / 19\,600 = 0,04.$$

Коэффициент комбинирования после создания переработки:

$$K_{\text{комб}} = (850 + 850 * 0,2) / 19\,600 = 0,05.$$

Изменение уровня комбинирования составит:

$$\Delta K_{\text{комб}} = (0,05 - 0,04) / 0,04 * 100 \% = 25 \%.$$

Задача 4. Необходимо выбрать оптимальный размер предприятия на основе показателей, характеризующих уровень концентрации производства (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Исходные данные

Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Мощность предприятия, тыс. тонн/год	65	60	60
Себестоимость 1 тонны продукции, грн.	8750	7340	7280
Удельные капитальные вложения, грн/тонну	3200	3800	3600
Себестоимость перевозки 1 тонны продукции, грн.	650	590	650
Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений	0,2	0,2	0,2

Решение

Определим сумму приведенных затрат на выпуск продукции, используя формулу (1.2):

– 1 вариант:

$$Z_{пр1} = (8750 + 0,2 * 3200 - 650) * 65 = 568\ 100 \text{ тыс. грн.}$$

– 2 вариант:

$$Z_{пр2} = (7340 + 0,2 * 3800 - 590) * 60 = 450\ 600 \text{ тыс. грн.}$$

–3 вариант:

$$Z_{пр3} = (7280 + 0,2 * 3600 - 650) * 60 = 441\ 000 \text{ тыс. грн.}$$

Минимум приведенных затрат достигается при 3 варианте. Таким образом, оптимальный размер предприятия мощностью 60 тыс. тонн/год

1.6 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Определить уровень специализации предприятия на основе данных табл. 1.3.

Таблица 1.3 – Исходные данные

Наименование изделия	Выпуск, тыс. грн		
	Завод №1	Завод №2	Завод №3
Муфты	300	400	900
Редукторы	500	800	400
Крестовины	900	650	200

Задача 2. Объем валовой продукции предприятия по плану на год – 900 тыс. грн., фактически – 950 тыс. грн. Стоимость покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, полученных в порядке кооперирования, составила 380 тыс. грн. вместо 360 тыс. грн. по плану.

Определить: выполнение плана по выпуску валовой продукции с учетом кооперированных поставок; изменение коэффициента кооперирования в отчетном периоде по сравнению с плановым.

Задача 3. Деревообрабатывающий завод производил основной продукции (пиломатериалы) на сумму 3,5 млн. грн. и побочной продукции (тара) на сумму 90 тыс. грн. На базе отходов было создано гидролизное производство, которое обеспечило полное использование отходов производства. Стоимость побочной продукции выросла до 300 тыс. грн.

Определить изменение уровня комбинирования производства.

Задача 4. Выбрать оптимальный размер предприятия на основе показателей уровня концентрации производства (табл. 1.4).

Таблица 1.4 – Исходные данные

Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Мощность предприятия, тыс. изд./год	25	20	24
Себестоимость изделия, грн.	550	640	580
Удельные капитальные вложения, грн/изд.	200	150	200
Себестоимость перевозки изделия, грн.	10	12	11
Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений	0,18	0,18	0,18

1.7 Тестовые задания

Тест № 1. Производственный процесс – это:

- а) совокупность организованных в определенной последовательности действий, которые изменяют состояние предмета труда;
- б) совокупность организованных в определенной последовательности действий, которые обеспечивают бесперебойность основных производственных процессов;
- в) совокупность организованных в определенной последовательности процессов труда и естественных процессов, в результате которых исходное сырье превращается в готовую продукцию;
- г) процесс изготовления продукции.

Тест № 2. Определить частью чего является технологический процесс:

- а) операции;
- б) производственного процесса;
- в) специализации;
- г) календарного процесса.

Тест № 3. Совокупность организованных в определенной последовательности действий, которые изменяют состояние предмета труда, называют процессом:

- а) основным;
- б) вспомогательным;
- в) обслуживающим;
- г) производственным;
- д) технологическим;
- е) техническим.

Тест № 4. Совокупность организованных в определенной последовательности действий, которые обеспечивают бесперебойность основных операций, называют процессом:

- а) основным;
- б) вспомогательным;
- в) обслуживающим;
- г) производственным;
- д) технологическим;
- е) техническим.

Тест № 5. Производственный процесс состоит из таких операций:

- а) основных или технологических;
- б) естественных;
- в) обслуживающих;
- г) управленческих;
- д) вспомогательных.

Тест № 6. Назовите правильный ответ:

- а) обслуживающие процессы обеспечивают бесперебойность основных процессов;
- б) обслуживающие процессы обеспечивают бесперебойность вспомогательных процессов;
- в) обслуживающие процессы обеспечивают бесперебойность основных и вспомогательных процессов;
- г) обслуживающие процессы обеспечивают бесперебойность технологических процессов;
- д) обслуживающие процессы обеспечивают бесперебойность технических процессов.

Тест № 7. Процессы обеспечения непрерывности производственного процесса - это:

- а) основных или технологических;
- б) естественных;
- в) обслуживающих;
- г) управленческих;
- д) вспомогательных.

Тест № 8. Определить, какие цеха относятся к основному производству:

- а) заготовительные;
- б) вспомогательные;
- в) обслуживающие;
- г) транспортные.

Тест № 9. Определить, какие цеха относятся к обрабатывающим цехам:

- а) ремонтные;
- б) энергетические;
- в) кузнечнопрессовые;
- г) сварочные.

Тест № 10. Показателями уровня специализации являются:

- а) часть основной продукции в общем объеме продукции предприятия;
- б) часть специализированных кадров в их общей численности;
- в) количество групп конструктивно-технологических однородных типов изделий, изготовленных в отрасли, на предприятии;
- г) ассортимент выпускаемой продукции;
- д) степень дифференциации промышленности на отрасли.

Тест № 11. Экономическая эффективность специализации и кооперирования характеризуется:

- а) повышением рентабельности;
- б) сокращением длительности производственного цикла;
- в) улучшением качества продукции;
- г) приростом производственных мощностей;
- д) ростом фондоотдачи;
- е) снижением себестоимости продукции;
- ж) повышением производительности труда;
- з) ускорением оборачиваемости оборотных фондов.

Тест № 12. Укажите правильный ответ:

- а) кооперирования производства является основой специализации;
- б) специализация производства является основой его кооперирования;
- в) связи между ними нет;

Тест № 13. Уровень комбинирования определяется следующими показателями:

- а) количеством предприятий, которые кооперируются;
- б) частью побочной продукции, которая выпускается предприятием, в общей сумме выпуска;
- в) частью товарной продукции, которая выпускается комбинатом, в общеотраслевой сумме выпуска;
- г) частью сырья и полуфабрикатов, которые перерабатываются на месте их добычи.

Тест № 14. Комбинирование промышленного производства может совершаться на основе:

- а) снижения себестоимости продукции и повышения ее рентабельности;
- б) обеспечение комплексного использования сырья;
- в) объединения последовательных стадий обработки исходного сырья;
- г) повышения качества продукции;
- д) использования отходов.

Тест № 15. Назовите основные виды специализаций предприятий (цехов, участков):

- а) групповая;
- б) смешанная;
- в) предметная;
- г) единичная;
- д) массовая;
- е) технологическая.

Тест № 16. К типовым формам комбинирования на основе комплексного использования сырья принадлежат комбинаты:

- а) текстильный;
- б) металлургических;
- в) мясоперерабатывающий;
- г) нефтехимический;
- д) коксохимический;
- е) бытового обслуживания
- ж) целлюлозно-бумажный;
- з) деревообрабатывающий.

Тест № 17. К комбинированию на основе отходов принадлежат комбинаты:

- а) текстильный;
- б) металлургических;
- в) мясоперерабатывающий;
- г) нефтехимический;
- д) коксохимический;
- е) бытового обслуживания
- ж) целлюлозно-бумажный;
- з) деревообрабатывающий.

Тест № 18. К комбинированию на основе последовательных стадий обработки исходного сырья принадлежат комбинаты:

- а) текстильный;
- б) металлургических;
- в) мясоперерабатывающий;
- г) нефтехимический;
- д) коксохимический;
- е) бытового обслуживания
- ж) целлюлозно-бумажный;
- з) деревообрабатывающий.

Тест № 19. Одновременность выполнения частей производственного процесса обеспечивает принцип:

- а) параллельность;
- б) прямоточность;
- в) автоматичность;
- г) гибкость;
- д) ритмичность;
- е) непрерывность.

Тест № 20. Концентрация промышленного предприятия – это:

- а) какое-либо разукрупнение предприятия;
- б) сосредоточение выпуска продукции на больших предприятиях;
- в) централизация производства (объединение мелких предприятий в большие);
- г) рост части крупных предприятий;
- д) укрупнение предприятий, которое может осуществляться присоединением части прибыли к начальным капитальным вложениям.

Тест № 21. Равенство производительностей всех подразделений - это принцип:

- а) комплексность;
- б) прямоточность;
- в) непрерывность;
- г) параллельность;
- д) ритмичность;
- е) пропорциональность.

Тест № 22. Основными видами концентрации производства являются:

- а) сосредоточение выпуска однородной продукции на специализированных предприятиях;
- б) увеличение размеров предприятия путем присоединения части прибыли;
- в) создание территориально-производственных комплексов;
- г) объединение мелких предприятий - централизация;
- д) увеличение численности работников на одном предприятии.

Тест № 23. Кратчайший путь прохождения изделий в границах производственного процесса обеспечивает принцип:

- а) параллельность; б) прямоточность; в) автоматичность;
г) гибкость; д) ритмичность; е) непрерывность.

Тест № 24. Равномерность выпуска продукции обеспечивает принцип:

- а) параллельность; б) прямоточность; в) автоматичность;
г) гибкость; д) ритмичность; е) непрерывность.

Тест № 25. Равные промежутки времени между выпуском партий изделий подразумевает принцип:

- а) комплексность; б) прямоточность; в) непрерывность;
г) параллельность; д) ритмичность; е) пропорциональность.

Тест № 26. Формы кооперирования промышленных предприятий:

- а) межрайонное и внутрирайонное;
б) единичное и комплексное;
в) постоянное и разовое;
г) межотраслевое и внутриотраслевое;
д) районно-отраслевое.

Тест № 27. Назовите основные показатели кооперирования производства:

- а) часть стоимости полуфабрикатов, деталей, узлов в полной себестоимости;
б) количество предприятий, с которыми кооперируется предприятие;
в) часть однородной продукции в общем объеме продукции отрасли, предприятия;
г) соотношение внутрирайонного и межрайонного кооперирования.

Тест № 28. Какой принцип предусматривает согласование пропускной способности подразделений

- а) параллельность; б) прямоточность; в) автоматичность;
г) гибкость; д) ритмичность; е) непрерывность.

Тест № 29. Определить специализацию участка по производству пива в бутылках:

- а) функциональная; б) технологическая;
в) предметная; г) основная.

Тест № 30. Определить, для какого типа производства характерна внутрицеховая предметная специализация с созданием предметно-замкнутых участков:

- а) среднесерийного; б) мелкосерийного;
в) крупносерийного; г) массового.

Тест № 31. Какова величина коэффициента закрепления операций при единичном производстве:

- а) 1; б) 2...10; в) 11...40; г) >40.

Тест № 32. Какова величина коэффициента закрепления операций при массовом производстве:

- а) 1; б) 2...10; в) 11...40; г) >40.

Тест № 33. Какова величина коэффициента закрепления операций при крупносерийном производстве:

- а) 1; б) 2...10; в) 11...40; г) >40.

Тест № 34. Какова величина коэффициента закрепления операций при серийном производстве:

- а) 1; б) 2...10; в) 11...40; г) >40.

Тест № 35. Укажите типы производства:

- а) единичный; б) партионный; в) поточный;
г) серийный; д) массовый; е) индивидуальный.

Тест № 36. По масштабам производства однородной продукции различают типы производства:

- а) аналитические; б) единичные; в) серийные;
г) непрерывные; д) массовые.

Тест № 37. Массовое производство характеризуется:

- а) высокой квалификацией рабочей силы;
б) низким уровнем специализации;
в) высоким техническим уровнем применяемой технологической оснастки;
г) универсальностью оборудования;
д) большой частью заработной платы в себестоимости.

Тест № 38. Назовите характерные признаки единичного типа производства:

- а) узкая номенклатура изделий;
б) периодическая повторяемость операций;
в) высокая квалификация рабочих;
г) оборудование – специальное.

Тест № 39. Определить, в каком производстве самый короткий производственный цикл:

- а) серийном; б) массовом; в) единичном; г) мелкосерийном.

Тест № 40. Определить тип производства, при котором изготавливается очень большой объем узкой номенклатуры изделий в течение длительного периода времени:

- а) массовый; в) серийный; д) среднесерийный;
б) единичный; г) мелкосерийный; е) крупносерийный.

Тест № 41. Определите, как называется тип производства, при котором изготавливается очень широкая номенклатура продукции и не повторяется:

- | | | |
|---------------|-------------------|--------------------|
| а) массовый; | в) серийный; | д) среднесерийный; |
| б) единичный; | г) мелкосерийный; | е) крупносерийный. |

Тест № 42. Определить тип производства, при котором непрерывно изготавливается очень большой объем узкой номенклатуры изделий:

- | | | |
|---------------|-------------------|--------------------|
| а) массовый; | в) серийный; | д) среднесерийный; |
| б) единичный; | г) мелкосерийный; | е) крупносерийный. |

Тест № 43. Определить, при каком типе производства используется технологическая специализация цехов:

- | | | |
|---------------|-------------------|--------------------|
| а) массовый; | в) серийный; | д) среднесерийный; |
| б) единичный; | г) мелкосерийный; | е) крупносерийный. |

Тест № 44. Определить, какие предприятия относятся к массовому производству:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| а) судостроительный завод; | в) кондитерская фабрика; |
| б) завод машиностроительный; | г) пошив обуви. |

Тест № 45. Определить, какие цеха относятся к единичному производству:

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| а) автомобильный сборочный цех; | в) цех крупного литья; |
| б) колбасный цех; | г) кондитерский цех. |

Тест № 46. Определить, какие предприятия относят к серийному типу производства:

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| а) самолетостроительный завод; | в) ателье швейное; |
| б) станкостроительный завод; | г) швейная фабрика; |
| д) цементно-шиферный; | е) мебельный цех. |

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ И РАБОЧИХ МЕСТ

2.1 Разделение и кооперация труда, их формы и границы

Разделение труда – специализация трудовой деятельности, выделение качественно однородного труда.

Разделение труда на предприятии проявляется в формах функционального, профессионального, квалификационного, технологического разделения труда.

Функциональное разделение труда определяется характером выполняемых человеком работ. Выделяют: основной, вспомогательный, управленческий труд, обслуживающий труд.

Профессиональное разделение труда связано с разделением каждой функциональной группы работников на профессии и специальности. Выделяют следующие группы работников: рабочие (основные и вспомогательные), специалисты, профессионалы, руководители, технические служащие.

Квалификационное разделение труда определяет уровни сложности труда внутри профессиональных групп.

Технологическое разделение труда позволяет все виды работ подразделить на группы в зависимости от способа их выполнения. Выделяют следующие модификации технологического разделения труда:

1. Пооперационное разделение труда предусматривает распределение и закрепление операций технологического процесса за отдельными работниками и их расстановку, обеспечивающую рациональную занятость и оптимальную загрузку оборудования. На одном рабочем месте выполняется ограниченное число операций, что обуславливает применение специализированного и специального оборудования.

2. Предметное разделение труда предусматривает закрепление за конкретным исполнителем всего комплекса операции данной стадии и даже фазы по изготовлению детали, сборке изделия или разработке технической документации (например, для работников служб подготовки производства) определенного изделия или группы изделий.

3. Поддетальное разделение труда предусматривает еще более узкую специализацию работников. Как правило, изделие расчленяется на ряд составляющих его элементов — агрегатов, сборочных единиц, деталей. В этом случае за исполнителем закрепляют комплекс работ по изготовлению или проектированию отдельных деталей или других составляющих частей изделия.

Границы, т.е. условия рациональности разделения труда:

- технологические границы – барьер, когда далее членить операцию с учетом возможностей оборудования невозможно;
- экономические границы, когда экономический эффект от разделения труда перекрывается возрастающими затратами на межоперационную транспортировку изделий и межоперационный контроль;
- физиологические границы, определяемые степенью утомления работника от возросшей монотонности труда;
- социальные границы, определяемые отношением работника к содержанию труда, неудовлетворенностью собой и рутинным трудом.

Кооперация труда – объединение работы отдельных исполнителей, координация их взаимосвязей для достижения совместной конкретной цели производства продукции (оказания услуг) в условиях внутрипроизводственного разделения труда.

Различают следующие виды кооперации труда:

- межцеховую, основанную на согласованной работе над одним предметом труда специализированных цехов;

- внутрицеховую, основанную на согласованной работе над одним предметом труда специализированных участков или групп (бригад) работников.

Разновидностями кооперации при индивидуальной форме организации труда являются: овладение смежными профессиями, совмещение профессий, многостаночное обслуживание.

2.2 Требования к планировке рабочего места

Под **планировкой рабочего места** понимается пространственное размещение в рабочей зоне всех элементов его оснащения, предмета труда и работника.

Планировка осуществляется в зависимости от рабочей позы: стоя или сидя. Планировка рабочего места предполагает рациональное размещение предметов и средств труда в горизонтальной или вертикальной плоскостях. Это расположение должно учитывать антропометрические характеристики (рост, пропорции тела) и обеспечивать работнику наиболее удобное положение тела и экономные движения.

При планировке рабочих мест следует руководствоваться правилами, основными из них являются:

- на рабочем месте не должно быть ничего лишнего;
- каждый предмет должен иметь постоянное место;
- все, что используется чаще, должно располагаться ближе;
- все, что берется левой рукой, располагается по левую сторону, правой рукой - по правую сторону;
- руки не должны быть заняты поддерживающими операциями;
- предметы, используемые последовательно, должны располагаться рядом, чтобы можно было использовать обратное движение и т.п.

2.3 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Определить технологическую границу разделения труда, т.е. оптимальный вариант разделения труда. Затраты времени при различных вариантах разделения труда приведены в табл. 2.1 (на одно готовое изделие).

Таблица 2.1 – Затраты времени при различных вариантах разделения труда

Затраты времени, мин.	Характер разделения труда		
	предметное	подетальное	пооперационное
Обработка деталей	15	12	10
Вспомогательные элементы трудового процесса	6	4	5
Транспортировка заготовок и полуфабрикатов	2,5	3	4
Межоперационное пролёживание	-	2	4
Отдых и личные потребности	0,4	0,4	0,5
Потери рабочего времени по организационным причинам	-	0,8	1,5

Решение

Определим суммарные затраты времени на изделие по каждому варианту:

1. Предметное разделение труда:

$$T_{\text{общ}} = 15 + 6 + 2,5 + 0,4 = 23,9 \text{ мин.}$$

2. Подетальное разделение труда:

$$T_{\text{общ}} = 12 + 4 + 3 + 2 + 0,4 + 0,8 = 22,2 \text{ мин.}$$

3. Пооперационное разделение труда:

$$T_{\text{общ}} = 10 + 5 + 4 + 4 + 0,5 + 1,5 = 25 \text{ мин.}$$

Суммарные затраты времени минимальны при подетальном разделении труда. Таким образом, данный вариант разделения труда является оптимальным.

Задача 2. Определить явочную численность рабочих по каждому разряду и общую численность рабочих бригады, если установлена нормативная трудоемкость сборки одного изделия по разрядам выполняемых работ: I разряд – 43,7 нормо-час., II разряд – 25,3 нормо-час., III разряд – 33,9 нормо-час. Планируется выполнение нормы труда рабочими I разряда – на 122 %, II разряда – на 109 %, III разряда – на 118 %. За смену бригада должна собрать 8 изделий. Продолжительность рабочей смены составляет 8,2 ч, время на подготовительно-заключительные действия, а также отдых и личные потребности – 40 мин в смену.

Решение

Определим эффективный фонд рабочего времени на одного рабочего ($\PhiРВ_{эф}$) по формуле:

$$\PhiРВ_{эф} = (T_{см} - T_{пер}) * D_p * C, \quad (2.1)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены в часах;

$T_{пер}$ - время на подготовительно-заключительные действия, а также отдых и личные потребности за смену в часах;

D_p – количество рабочих дней;

C – количество смен.

$$\PhiРВ_{эф} = 8,2 - \frac{40}{60} = 7,53 \text{ часа}$$

Явочная численность рабочих ($\mathcal{C}_{яв}$) определяется по формуле:

$$\mathcal{C}_{яв} = \frac{T_n * 100}{\PhiРВ_{эф} * П_{в.н}}, \quad (2.2)$$

где T_n – трудоёмкость работ в нормо-часах;

$\PhiРВ_{эф}$ – эффективный фонд рабочего времени на одного рабочего в часах;

$П_{в.н}$ – процент выполнения норм.

Рассчитаем явочную численность рабочих (формула 2.2):

$$\text{– I разряда: } \mathcal{C}_{яв(I)} = \frac{43,7 * 100}{7,53 * 122} = 5 \text{ чел.};$$

$$\text{– II разряда: } \mathcal{C}_{яв(II)} = \frac{25,3 * 100}{7,53 * 109} = 4 \text{ чел.};$$

$$\text{– III разряда: } \mathcal{C}_{яв(III)} = \frac{33,9 * 100}{7,53 * 118} = 4 \text{ чел.}$$

Явочная численность рабочих по бригаде составляет:

$$\mathcal{C}_{яв.бр.} = 5 + 4 + 4 = 13 \text{ чел.}$$

Таким образом, явочная численность рабочих I разряда составляет 5 чел., II разряда – 4 чел., III разряда – 4 чел. Общая численность работников бригады – 13 чел.

Задача 3. Трудоёмкость взаимосвязанных последовательных операций на четырёх рабочих местах составляет 0,5; 1,5; 3,25; 2,75 мин. Определить явочную численность по рабочим местам и в целом по производственной цепочке, если в час выпускается 100 деталей.

Решение

Явочную численность рабочих на выполнение i -ой операции ($Ч_{яв.i}$) можно определить по следующей формуле:

$$Ч_{яв.i} = \frac{N \cdot t_i}{60}, \quad (2.3)$$

где N – выпуск продукции в час в натуральных единицах (штуки, кг и т. д.),

t_i – трудоёмкость i -ой операции в минутах.

Рассчитаем явочную численность рабочих (формула 2.3):

– по первой операции: $Ч_{яв(1)} = \frac{0,5 \cdot 100}{60} = 1$ чел.;

– по второй операции: $Ч_{яв(2)} = \frac{1,5 \cdot 100}{60} = 3$ чел.;

– по третьей операции: $Ч_{яв(3)} = \frac{3,25 \cdot 100}{60} = 6$ чел.;

– по четвёртой операции: $Ч_{яв(4)} = \frac{2,75 \cdot 100}{60} = 5$ чел.;

Явочная численность рабочих в целом по производственной цепочке составляет:

$$Ч_{яв.} = 1 + 3 + 6 + 5 = 15 \text{ чел.}$$

Явочная численность по рабочим местам составляет соответственно 1, 3, 6, 5 чел. Общая численность рабочих по производственной цепочке – 15 чел.

Задача 4. Предлагается два варианта внешней планировки рабочего места токаря-расточника. При варианте планировки №1 путь, проходимый рабочим за время выполнения операции, составляет 5,0 м, при варианте планировки №2 – 3 м. Средняя скорость перемещения рабочего 4,5 км /ч. Сменная норма выработки $N_{выр.см} = 250$ шт. Продолжительность смены 480 мин. Обосновать целесообразность внедрения планировки варианта № 2.

Решение

Второй вариант планировки рабочего места токаря является наиболее целесообразным, поскольку его применение позволяет экономить время за счет того, что уменьшено расстояние переходов на 2,0 м (5,0 м – 3,0 м).

В данном случае общая продолжительность пути, преодолеваемого рабочим в пределах своей рабочей зоны, составит:

$$3,0 * 250 / 1000 = 0,75 \text{ км.}$$

При средней скорости перемещения рабочего 4,5 км /ч, данный вариант планировки рабочего места обеспечит сокращение рабочего времени на переходы на:

$$(5,0 - 3,0) / 1000 * 250 / 4,5 = 0,111 \text{ ч} = 6,67 \text{ мин.}$$

Сокращение времени перехода позволит увеличить время оперативной работы, а, следовательно, сменную выработку на:

$$((480 + 6,67) * 250 / 480) - 250 = 3 \text{ изделия.}$$

2.4 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Сборка изделия из пяти узлов на одном универсальном рабочем месте требует 7,8 чел.-ч. При разделении сборки на 5 специализированных операций затраты по операциям составят: 1,1 чел.-ч., 1,9 чел.-ч., 1,6 чел.-ч., 0,8 чел.-ч., 0,7 чел.-ч. Определить, как повысится производительность труда вследствие его разделения, если нормативная продолжительность рабочей смены составляет 8 ч., а среднее время на подготовительно-заключительные действия, а также отдых и личные надобности – 45 мин. в смену.

Задача 2. Определить явочную численность рабочих по каждой операции и в целом на производственную цепочку, если плановый выпуск – 200 изделий в смену. Процесс производства разделен на шесть взаимосвязанных операций различной трудоемкости: 35; 12; 28; 7; 19 и 21 мин. Нормативная продолжительность рабочей смены составляет 8 ч, а среднее время на подготовительно-заключительные действия, а также отдых и личные надобности – 35 мин. в смену.

Задача 3. При прежней планировке рабочего места токарь-универсал за время выполнения операции проходил путь, равный 8,5 м. Норма выработки за смену – 400 шт. Была предложена другая планировка, при которой перемещение токаря в площади рабочего места при выполнении операции сокращается до 4,5 м. Средняя скорость перемещения 5 км/ч. Продолжительность смены – 480 мин. Как изменится сменная выработка рабочего (шт. и %)?

2.5 Тестовые задания

Тест № 1. Определить, с какой целью разрабатывается карта организации труда на рабочем месте:

- а) обеспечение рационального трудового процесса;
- б) усовершенствование форм разделения и кооперации труда;
- в) более полного учета индивидуального вклада каждого работника в результат коллективного труда.

Тест № 2. Определить, куда относится время на отдых и личные потребности рабочего:

- а) потери времени;
- б) затраты времени;
- в) нормы обслуживания;
- г) вспомогательное время.

Тест № 3. Определить, куда относится время, которое исполнитель затрачивает для поддержания своего рабочего места в состоянии, обеспечивающем производительную работу:

- а) потери времени;
- б) затраты времени;
- в) нормы обслуживания;
- г) вспомогательное время.

Тест № 4. Разделение труда определяется характером выполняемых человеком работ:

- а) функциональное;
- б) профессиональное;
- в) квалификационное;
- г) технологическое

Тест № 5. Определить, как называется разделение труда, когда все работники подразделяются на руководителей, специалистов, профессионалов, технических служащих, рабочих:

- а) по профессиям;
- б) по разряду;
- в) по труду;
- г) функциональное разделение труда;
- д) по категориям;
- е) по квалификации.

Тест № 6. Каким должно быть соотношение квалификации рабочего и квалификации работы в карте организации труда:

- а) > 1 ;
- б) $= 1$;
- в) $\neq 1$;
- г) < 1 .

Тест № 7. Закрепление операций технологического процесса за отдельными работниками это:

- а) предметное разделение труда;
- б) пооперационное разделение труда;
- в) подетальное разделение труда;
- г) функциональное разделение труда.

Тест № 8. Закрепление за конкретным исполнителем всего комплекса операции по изготовлению детали это:

- а) предметное разделение труда;
- б) пооперационное разделение труда;
- в) подетальное разделение труда;
- г) функциональное разделение труда.

Тест № 9. Технологические границы разделения труда определяют:

- а) экономическим эффектом от разделения труда;
- б) возможностями оборудования;
- в) степенью утомления работника;
- г) неудовлетворённостью работника содержанием труда.

Тест № 10. Физиологические границы разделения труда определяют:

- а) экономическим эффектом от разделения труда;
- б) возможностями оборудования;
- в) степенью утомления работника;
- г) неудовлетворённостью работника содержанием труда.

Тест № 11. Социальные границы разделения труда определяют:

- а) экономическим эффектом от разделения труда;
- б) возможностями оборудования;
- в) степенью утомления работника;
- г) неудовлетворённостью работника содержанием труда.

Тест № 12. Многостаночное обслуживание это разновидность:

- а) разделения труда;
- б) кооперации труда.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВРЕМЕНИ

3.1 Расчёт длительности производственного цикла при последовательном виде движения предметов труда

Последовательный вид движения характеризуется тем, что при изготовлении некоторой партии деталей (сборочных единиц) в многооперационном технологическом процессе каждая последующая операция начинается только после выполнения предыдущей операции над всей обрабатываемой партией.

Общая календарная продолжительность процесса ($T_{\text{посл}}$) определяется в этих условиях как суммарная длительность выполнения всех операций:

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^m t_i / C_i, \quad (3.1)$$

где t_i — нормы времени по отдельным операциям;

n — число деталей в партии;
 m — число операций в технологическом процессе.
 C_i — число единиц оборудования, одновременно занятого на i -й операции.

На рис. 3.1 приведен график последовательного движения партии деталей при технологическом процессе из трёх операций (для упрощения межоперационные перерывы не предусмотрены).

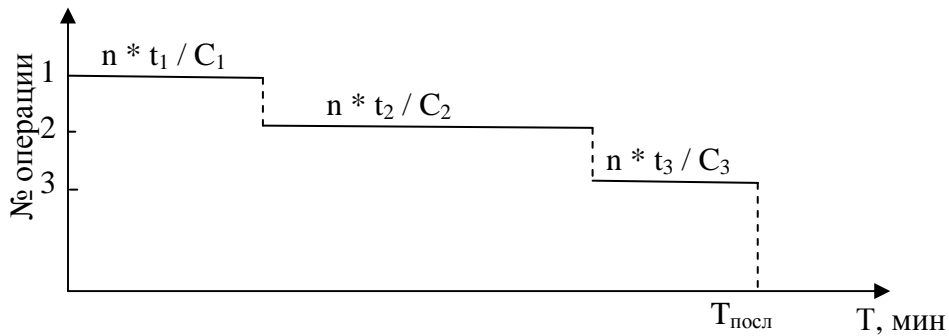


Рисунок 3.1 – Последовательный вид движения предметов труда во времени

Последовательный вид движения отличается относительно простой организацией. Он преобладает в производствах, где обрабатывается партиями небольшое количество одноименных деталей, при частой смене номенклатуры.

Каждая деталь перед выполнением последующей операции задерживается (пролеживает) в ожидании обработки всей партии на данной операции. В связи с этим увеличивается и общая календарная продолжительность прохождения партии деталей по всем операциям.

Для уменьшения и ликвидации таких задержек и соответствующего сокращения длительности производственного цикла применяются другие виды движения предметов труда в процессе производства.

3.2 Расчёт длительности производственного цикла при параллельно-последовательном виде движения предметов труда

Более совершенным по сравнению с рассмотренным является параллельно-последовательный вид движения.

Параллельно-последовательное движение – это такой порядок передачи предметов труда в многооперационном производственном процессе, при котором выполнение последующей операции начинается до окончания обработки всей партии на предыдущей операции.

Это сокращает время пролеживания деталей между операциями и обеспечивает непрерывную загрузку рабочих мест.

При этом виде движения смежные операции перекрываются во времени в связи с тем, что они выполняются в течение некоторого времени параллельно (рис. 3.2).

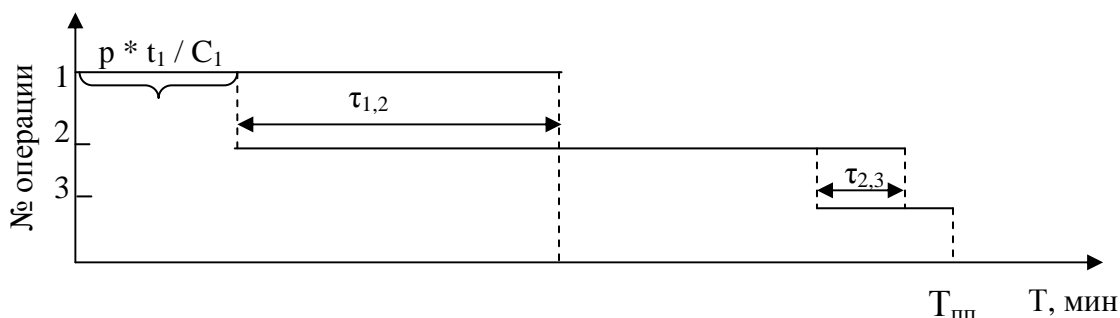


Рисунок 3.2 – Параллельно-последовательный вид движения предметов труда

Вследствие уплотнения производственного процесса общая его календарная продолжительность $T_{пп}$ меньше, чем при последовательном движении деталей на сумму тех отрезков времени τ , в течение которых смежные операции выполняются параллельно:

$$T_{пп} = T_{посл} - \sum_1^{m-1} \tau \quad (3.2)$$

Возможны два случая параллельно-последовательного сочетания смежных операций:

- когда продолжительность предшествующей операции больше последующей (на рис. 3.2 – сочетание 2-й и 3-й операций). Сразу передавать деталь (или транспортную партию) на следующую операцию нельзя (нет задела);

- когда продолжительность предшествующей операции меньше последующей (сочетание 1-й и 2-й операций). Обработка детали (или транспортной партии) на последующей операции возможна сразу же после окончания обработки первой детали (или первой транспортной партии) на предыдущей операции (есть задел).

Отрезок времени, в течение которого смежные операции выполняются параллельно, т.е. величина τ , определяется:

- в первом случае: $\tau_{2,3} = t_3 * n - t_2 = t_3 * (n - 1)$;

- во втором случае: $\tau_{1,2} = t_1 * n - t_1 = t_1 * (n - 1)$.

Т.к. в практических расчетах приходится пользоваться относительно более короткой (менее трудоемкой) операцией из двух смежных, то для общего случая:

$$\tau = t_{кор} * (n - 1) \quad (3.3)$$

Тогда общее выражение календарной продолжительности производственного цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда:

$$T_{\text{пп}} = T_{\text{посл}} - (n - 1) * \sum_1^{m-1} t_{\text{кор}} = n * \sum_1^m t - (n - 1) * \sum_1^{m-1} t_{\text{кор}} \quad (3.4)$$

Этот вывод справедлив для случая поштучной передачи предметов труда с операции на операцию, что может быть лишь при небольших партиях запуска.

При партиях большой величины передача деталей осуществляется не поштучно, а частями, на которые дробится обрабатываемая партия. Эти небольшие партии называются **передаточными или транспортными партиями – р.**

Тогда:

$$\tau = t_{\text{кор}} * (n - p), \quad (3.5)$$

$$T_{\text{пп}} = T_{\text{посл}} - (n - p) * \sum_1^{m-1} t_{\text{кор}i} = n * \sum_1^m t - (n - p) * \sum_1^{m-1} t_{\text{кор}i} \quad (3.6)$$

Параллельно-последовательный вид движения применяется при обработке сравнительно больших партий деталей, операционных циклах и трудоемких техпроцессах. Отмечается уменьшение $T_{\text{пп}}$ по сравнению с $T_{\text{посл}}$ на 20–25%.

Параллельно-последовательное движение предметов труда, сокращая время пролеживания, уменьшает календарную продолжительность всего процесса изготовления изделия, а значит и общую длительность производственного цикла тем больше, чем значительнее время параллельного выполнения смежных операций.

Параллельно-последовательное движение изделий требует тщательной организации производственных процессов, т. е. необходимо постоянно поддерживать на расчетном уровне минимальные, но достаточные запасы предметов труда между операциями.

3.3 Расчёт длительности производственного цикла при параллельном виде движения предметов труда

Параллельный вид движения предметов труда – такой порядок передачи предметов труда в многооперационном процессе производства, который характеризуется отсутствием перерывов партионности, при котором каждый экземпляр передается на последующую операцию немедленно после окончания обработки на предшествующей операции (рис. 3.3).

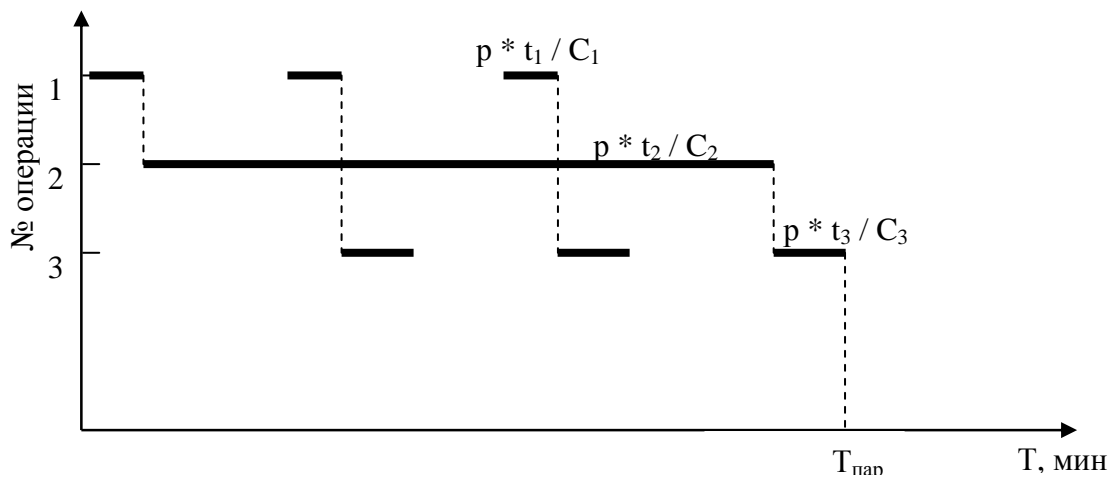


Рисунок 3.3 – Параллельный вид движения предметов труда во времени

Правила построения параллельного цикла следующие:

1. Строится технологический цикл обработки первой передаточной партии на всех операциях без перерывов между ними. Т.е. для первой передаточной партии строится график последовательного движения.

2. Считается, что при нормальных условиях процесс обработки партии деталей на главной операции происходит непрерывно. Поэтому на ней строится график проведения работ по всей обрабатываемой партии деталей без перерывов.

3. Изображается обработка всех передаточных партий на операциях, находящихся после главной операции. Окончание обработки последней передаточной партии на последней операции означает окончание производственного процесса.

4. Находятся отрезки времени обработки передаточных партий деталей на операциях, расположенных (предусмотренных) до главной, исходя из необходимых сроков подачи передаточных партий на главную операцию.

Параллельное движение по сравнению с последовательным более эффективно. При этом виде движения пролеживание изделий полностью ликвидируется, все операции технологического процесса выполняются параллельно, вследствие чего календарная продолжительность изготовления партии сокращается до минимума. В результате уменьшается и общая продолжительность производственного цикла. Для поштучной передачи она равна:

$$T_{\text{пар}} = \sum_1^m t - t_{\text{гл}} * (n - 1), \quad (3.7)$$

где $t_{\text{гл}}$ - длительность операционного цикла обработки на самой трудоемкой операции (ее называют главной операцией).

При передаче деталей транспортными партиями:

$$T_{\text{пар}} = p * \sum_1^m t / C_i - t_{\text{гл}} * (n - p) \quad (3.8)$$

Параллельный вид движения применяется в крупносерийном и массовом производстве и обеспечивает сокращение длительности цикла по сравнению с параллельно-последовательным на 25–30 %.

Поскольку каждый предмет труда передается на последующую операцию немедленно после его обработки на предшествующей, достигается кратчайшее время прохождения детали по всем операциям. Однако подобный порядок может вызвать простои на рабочих местах, где выполняются наиболее короткие операции. Эти простои оказываются тем больше, чем значительнее разность между временем выполнения самой длительной – главной операции и временем, затрачиваемым на остальные операции. При равной длительности всех операций простои вовсе будут отсутствовать. К этому стремятся при организации массового производства на основе непрерывно-поточных методов работы.

3.4 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Определить расчётным путём, длительность производственного цикла изготовления партии изделий $N = 250$ шт. при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Длительность операций: $t_1 = 12$ мин., $t_2 = 15$ мин. Количество оборудования на каждой операции $C=1$. Размер передаточной партии $p = 50$ шт.

Решение

Определим длительность производственного цикла изготовления партии изделий при последовательном виде движения по формуле (3.10):

$$T_{\text{посл}} = 250 * (12 / 1 + 15 / 1) = 6750 \text{ мин.}$$

Определим длительность производственного цикла изготовления партии изделий при параллельно-последовательном виде движения по формуле 3.6:

$$T_{\text{пп}} = 250 * (12 / 1 + 15 / 1) - (250 - 50) * 12/1 = 4350 \text{ мин.}$$

Определим длительность производственного цикла изготовления партии изделий при параллельном виде движения по формуле 3.8:

$$T_{\text{пар}} = 50 * (12 / 1 + 15 / 1) + (250 - 50) * 15/1 = 4350 \text{ мин.}$$

Задача 2. Построить график длительности производственного цикла обработки партии изделий $N = 250$ шт. при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Длительность операций: $t_1 = 12$ мин., $t_2 = 15$ мин. Количество оборудования на каждой операции $C = 1$. Размер передаточной партии $p = 50$ шт.

Решение

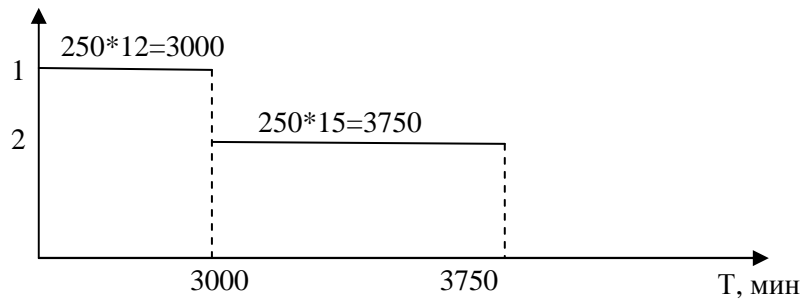


Рисунок 3.4 – Последовательный вид движения предметов труда

Определим отрезок времени τ , на протяжении которого операции выполняются параллельно по формуле (3.50):

$$\tau = 12 / 1 * (250 - 50) = 2400 \text{ мин.}$$

Тогда график длительности производственного цикла при параллельно-последовательном виде движения имеет вид (рис. 3.5):

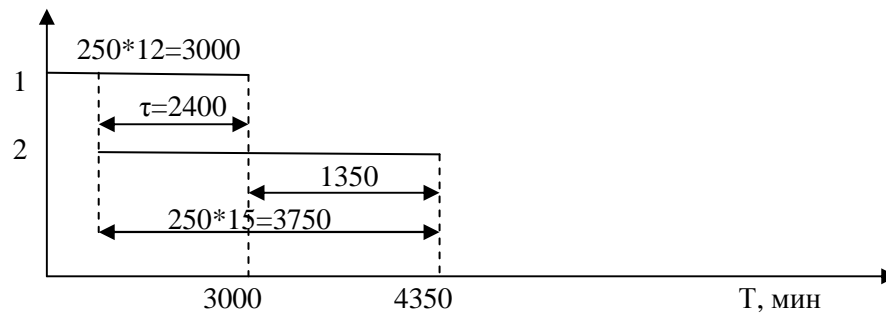


Рисунок 3.5 – Параллельно-последовательный вид движения предметов труда

График длительности производственного цикла при параллельном виде движения имеет вид (рис. 3.6):

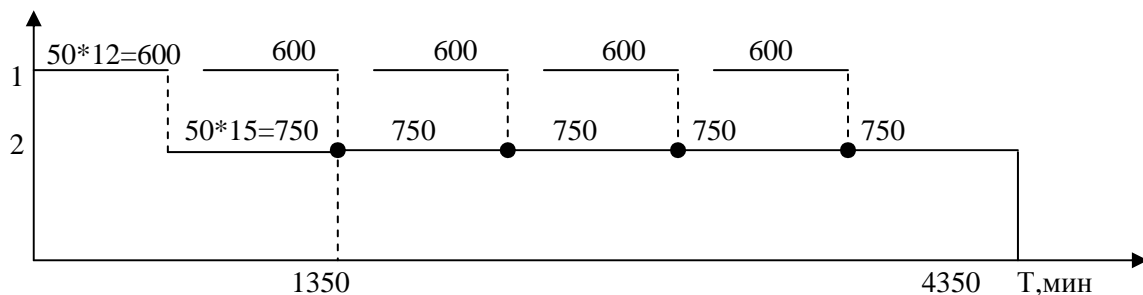


Рисунок 3.6 – Параллельный вид движения предметов труда

3.5 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Определить расчётным путём, длительность производственного цикла изготовления партии изделий $N = 200$ шт. при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Длительность операций: $t_1 = 10$ мин., $t_2 = 15$ мин., $t_3 = 8$ мин., $t_4 = 6$ мин. Количество оборудования на каждой операции: $C_1 = 2$, $C_2 = 2$, $C_3 = 1$, $C_4 = 3$. Размер передаточной партии $p = 50$ шт.

Задача 2. Построить график длительности производственного цикла обработки партии изделий $N = 200$ шт. при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Длительность операций: $t_1 = 10$ мин., $t_2 = 15$ мин., $t_3 = 8$ мин., $t_4 = 6$ мин. Количество оборудования на каждой операции: $C_1 = 2$, $C_2 = 2$, $C_3 = 1$, $C_4 = 3$. Размер передаточной партии $p = 50$ шт.

3.6 Тестовые задания

Тест № 1. Определить, что обозначает длительность производственного цикла:

- а) календарный период времени между запуском в производство сырья и получением готовой продукции;
- б) календарный период времени на сборку готовой продукции;
- в) часть технологического процесса между запуском изделия в производство и получением готовой продукции;
- г) количество рабочих дней между запуском изделия в производство и получение готовой продукции.

Тест № 2. Длительность производственного цикла включает:

- а) длительность технологического цикла;
- б) выходные и праздничные дни;
- в) время на исправление чертежей;
- г) межсменные и внутрисменные перерывы.

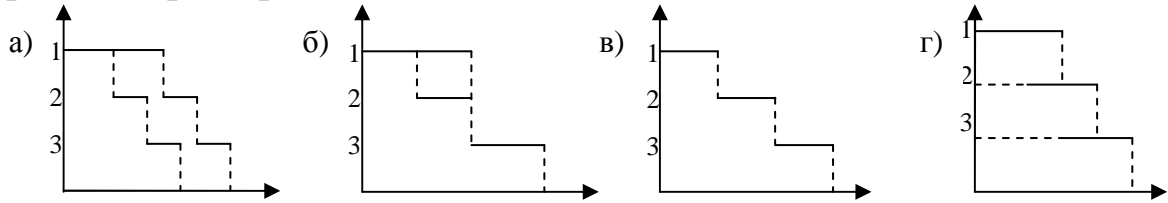
Тест № 3. Существуют такие виды движения предметов труда в производстве:

- а) параллельный;
- б) непрерывный;
- в) последовательный;
- г) прямоточный;
- д) параллельно-последовательный;
- е) партионный.

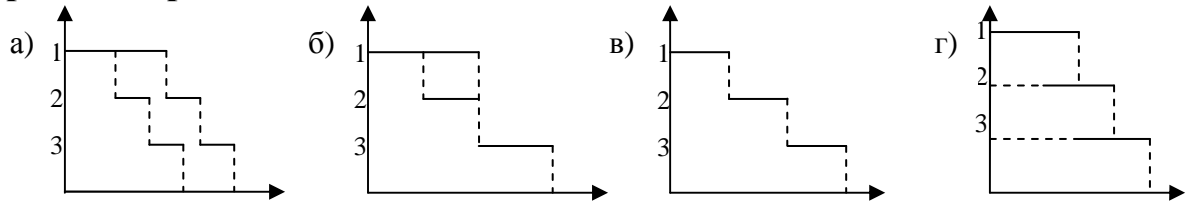
Тест № 4. Параллельный вид движения предметов труда предполагает, что:

- а) каждая операция начинается только после окончания предварительной обработки всей партии;
- б) детали обрабатываются частями партии;
- в) совершается одновременное выполнение всех операций на рабочих местах.

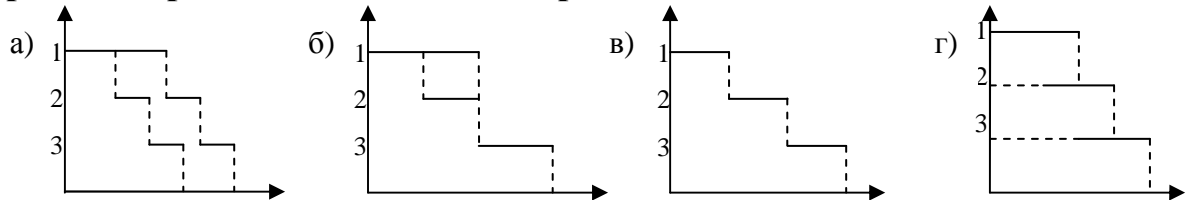
Тест № 5. Определить график длительности производственного процесса при параллельном виде движения:



Тест № 6. Определить график длительности производственного процесса при последовательном виде движения:



Тест № 7. Определить график длительности производственного процесса при последовательно-параллельном виде движения:



Тест № 8. Укажите формулу для определения длительности технологического цикла при последовательном виде объединения операций.

а) $T_{\text{техн}} = p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i} + (n-p) \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{ГЛ}}$;

б) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i} - (n-p) \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{КОР}}$;

в) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i}$.

Тест № 9. Укажите формулу для определения длительности технологического цикла при последовательно-параллельном виде объединения операций.

а) $T_{\text{техн}} = p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i} + (n-p) \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{ГЛ}}$;

б) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i} - (n-p) \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{КОР}}$;

в) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{PM_i}$.

Тест № 10. Укажите формулу для определения длительности технологического цикла при параллельном виде объединения операций.

- а) $T_{\text{техн}} = p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт } i}}{PM_i} + (n-p) \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{ГЛ}}$;
- б) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт } i}}{PM_i} - (n-p) \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{\text{шт}}}{PM} \right)_{\text{КОР}}$;
- в) $T_{\text{техн}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт } i}}{PM_i}$.

Тест № 11. Определить формулу для расчёта времени одновременной обработки заготовок на двух смежных операциях при последовательно – параллельном движении партии заготовок:

- а) $\tau = t_{\text{кор}} * (n + p)$; б) $\tau = t_{\text{кор}} * (n - p)$; в) $\tau = (n - p) * \sum_1^{m-1} t_{\text{кор } i}$.

Тест № 12. Определить формулу для определения количества передаточных партий при расчёте длительности производственных циклов:

- а) $n = N * p$; б) $n = \frac{N}{p}$; в) $n = \frac{p}{N}$;
- г) $n = t_i * p$; д) $n = C_i * p$.

Тест № 13. Основными причинами неритмичной работы являются:

- а) «узкие» места; б) некомплектность поставки;
- в) некачественное планирование; г) незапланированные потери;
- д) регламентированные простои.

Тест № 14. К преимуществам последовательного объединения операций относят:

- а) более полная загрузка оборудования;
- б) сокращение длительности производственного процесса;
- в) уменьшение количества незавершенного производства;
- г) упрощение контроля за качеством;
- д) сокращение межоперационных перерывов.

Тест № 15. Определить, какой основной недостаток при использовании в производстве последовательного движения предметов труда во времени:

- а) тщательная организация производственных процессов;
- б) сложность предварительных расчетов;
- в) сложность планирования и регулирования производства;
- г) большая длительность производственного цикла;
- д) малая длительность производственного цикла.

Тест № 16. Определить, какие преимущества имеет последовательно-параллельный вид движения предметов труда во времени:

- а) сокращение длительности производственного цикла;
- б) минимальная длительность производственного цикла;
- в) простота организации движения предметов труда и загрузки рабочих мест;
- г) ликвидация времени пролеживания между операциями;
- д) простои оборудования отсутствуют.

Тест № 17. Определить, какой основной недостаток при использовании в производстве последовательно-параллельного движения предметов труда во времени:

- а) тщательная организация производственных процессов;
- б) сложность предварительных расчетов;
- в) сложность планирования и регулирования производства;
- г) большая длительность производственного цикла;
- д) малая длительность производственного цикла;
- е) отсутствие пролеживания из-за партионности;

Тест № 18. Определить, какие преимущества имеет параллельный вид движения предметов труда во времени:

- а) сокращение длительности производственного цикла;
- б) минимальная длительность производственного цикла;
- в) простота организации движения предметов труда и загрузки рабочих мест;
- г) ликвидация времени пролеживания между операциями;
- д) простои оборудования отсутствуют.

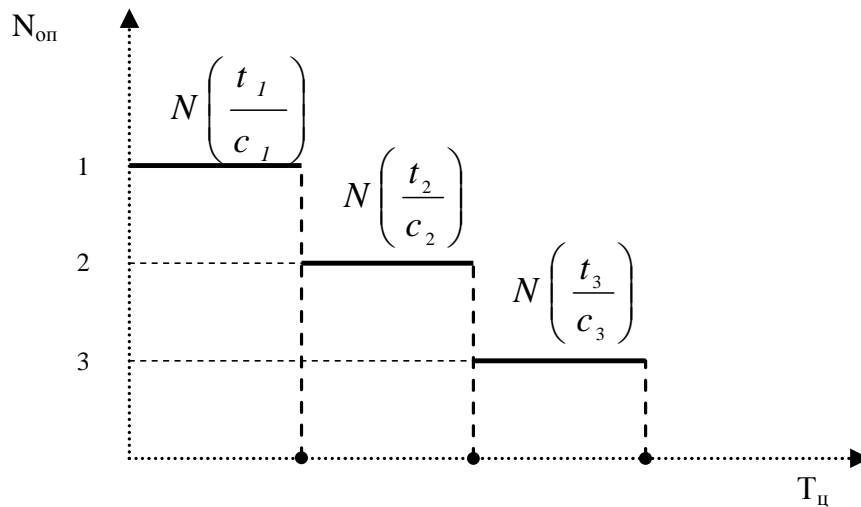
Тест № 19. Определить основной недостаток при использовании в производстве параллельного вида движения предметов труда во времени:

- а) тщательная организация производственных процессов;
- б) сложность предварительных расчетов;
- в) сложность планирования и регулирования производства;
- г) большая длительность производственного цикла;
- д) малая длительность производственного цикла;
- е) отсутствие пролеживания из-за партионности;

Тест № 20. Определить, при каком виде движения предметов труда рационально использовать обработку больших партий деталей:

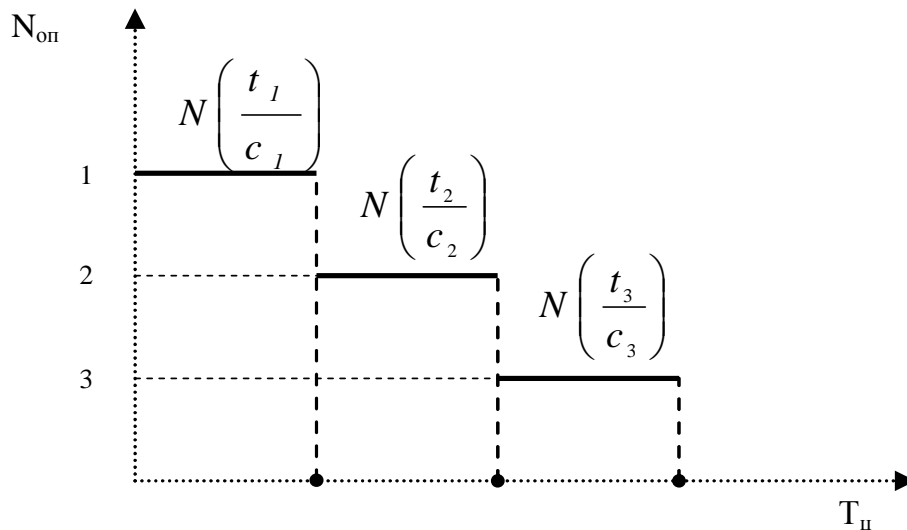
- а) при непрерывном;
- б) при последовательном;
- в) при параллельном;
- г) при прямом;
- д) при последовательно-параллельном;
- е) при прерывном.

Тест № 21. Определить, что на данном графике обозначает величина $T_{ц}$:



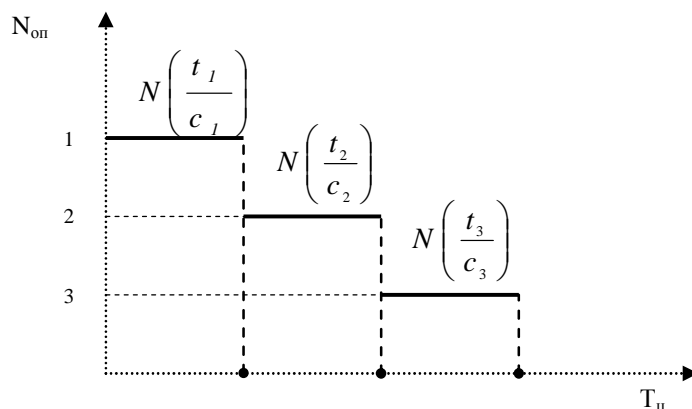
- а) количество заготовок в партии;
- б) длительность обработки одной заготовки на операции;
- в) количество оборудования на операции;
- г) продолжительность производственного цикла изготовления партии;
- д) продолжительность технологического цикла.

Тест № 22. Определить, что на данном графике обозначает величина t .



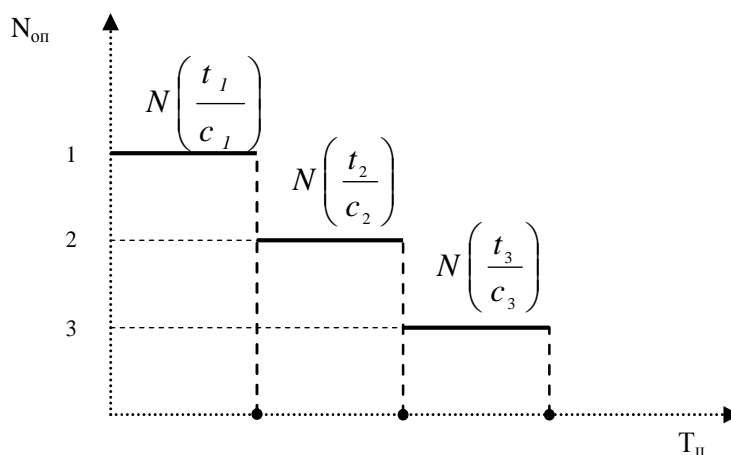
- а) количество заготовок в партии;
- б) длительность обработки одной заготовки на операции;
- в) количество оборудования на операции;
- г) продолжительность производственного цикла изготовления партии;
- д) продолжительность технологического цикла.

Тест № 23. Определить, что обозначает величина C на данном графике:



- а) количество заготовок в партии;
- б) длительность обработки одной заготовки на операции;
- в) количество оборудования на операции;
- г) продолжительность производственного цикла изготовления партии;
- д) продолжительность технологического цикла.

Тест № 24. Определить, что обозначает величина N на данном графике:



- а) количество заготовок в партии;
- б) длительность обработки одной заготовки на операции;
- в) количество оборудования на операции;
- г) продолжительность производственного цикла изготовления партии;
- д) продолжительность технологического цикла.

Тест № 25. Определить, в каком производстве используется последовательный вид движения:

- а) массовом; б) серийном; в) единичном; г) крупносерийном.

Тест № 26. Определить, какие мероприятия сокращают длительность производственного цикла по направлению «сокращение рабочего периода»:

- а) внедрение параллельного, параллельно-последовательного видов движения;
- б) сокращение контрольных и транспортных операций;
- в) устранение организационно-технических неполадок;
- г) внедрение последовательного вида движения.

Тест № 27. Определить, при каком виде движения предметов труда во времени рационально использовать широкую номенклатуру деталей (изделия):

- а) при непрерывном;
- б) при последовательно-параллельном;
- в) при последовательном;
- г) при прерывном;
- д) при параллельном;
- е) при прямом.

Тест № 28. Определить, при каком виде движения предметов труда во времени рационально использовать узкую номенклатуру деталей (изделия):

- а) при непрерывном;
- б) при последовательно-параллельном;
- в) при последовательном;
- г) при прерывном;
- д) при параллельном;
- е) при прямом.

Тест № 29. Определить, в каком производстве самый короткий производственный цикл:

- а) массовом;
- б) серийном;
- в) единичном;
- г) крупносерийном.

Тест № 30. Определить расчётным путём, длительность производственного цикла изготовление партии изделий $N=100$ шт. при последовательном виде движения. Длительность операций: $t_1 = 23$ мин., $t_2 = 30$ мин. Количество оборудования на каждой операции $C=1$:

- а) 5300 мин.;
- б) 3500 мин.;
- в) 4500 мин.;
- г) 5000 мин.

Тест № 31. Определить расчётным путём, длительность производственного цикла изготовление партии изделий $N=120$ шт. при последовательно-параллельном виде движения. Длительность операций: $t_1 = 20$ мин., $t_2 = 35$ мин. Передаточная партия $P=40$ шт. Оборудование на каждой операции $C=1$:

- а) 4000 мин.;
- б) 5000 мин.;
- в) 6000 мин.;
- г) 4500 мин.

Тест № 32. Определить расчётным путём, длительность производственного цикла изготовление партии изделий $N=200$ шт. при параллельном виде движения. Длительность операций: $t_1 = 16$ мин., $t_2 = 14$ мин. Передаточная партия $P=50$ шт. Количество оборудования на каждой операции $C=1$:

- а) 3900 мин.;
- б) 1500 мин.;
- в) 2400 мин.;
- г) 9300 мин.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Расчёт годовой потребности в инструменте

Общая потребность в инструменте определяется исходя из его расхода, необходимого для планового выпуска продукции и изменения оборотного фонда инструмента:

$$I_o = P + (O_n - O_\phi), \quad (4.1)$$

где I_o – общая потребность в инструменте на плановый период (год), шт.;

P – расход инструмента на плановую программу выпуска продукции, шт.;

O_n – норматив оборотного фонда инструмента, т. е. нормативная величина запаса инструмента на конец планового периода, шт.;

O_ϕ – фактическое наличие оборотного фонда инструмента, т. е. фактическая величина запаса на начало планового периода, шт.

Планирование потребности в инструменте начинается с выявления его номенклатуры, необходимой для выполнения заданной производственной программы.

Номенклатура специального инструмента устанавливается по картам технологических процессов, универсального инструмента в серийном и массовом производстве – по картам применяемости инструмента, а в единичном и мелкосерийном – по картам типового оснащения инструментом рабочих мест. В этих картах указывается процент применения каждого вида инструмента, т. е. удельный вес машинного времени обработки данным видом инструмента в общем машинном времени работы станка.

Под **нормой инструмента** понимается количество инструмента, которое должно одновременно находиться на соответствующем рабочем месте в течение всего планового периода.

Под **нормой расхода инструмента** понимается количество инструмента данного типоразмера, расходуемого (изнашиваемого) при обработке одной детали или изделия. Для удобства расчета ее определяют на 100 или 1000 деталей (изделий).

Норма расхода инструмента (режущего и абразивного) H_p в массовом и серийном производстве на 1000 деталей определяется по формуле:

$$H_p = t_m * 1000 / T * (1 - K_{c.y}) * 60, \quad (4.2)$$

где t_m – машинное время обработки данным инструментом одной детали или изделия, мин;

T – время работы инструмента до полного износа, ч;

$K_{c.y}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

Машинное время обработки рассчитывается по формуле:

$$t_m = \sum_{k=1}^m t_{mk}, \quad (4.3)$$

где t_{mk} – машинное время обработки данным инструментом по k -й операции детали (изделия) данного наименования, мин;

$k = 1, \dots, m$ – число операций, для выполнения которых применяется данный инструмент по детали (изделия) данного наименования.

Коэффициент случайной убыли инструмента определяется следующим образом:

$$K_{c.y} = P_{c.y} / 100, \quad (4.4)$$

где $P_{c.y}$ – величина, характеризующая случайную убыль инструмента в процентах, определяется по статистическим данным ($P_{c.y}$ составляет от 5 до 10 %).

Время работы до полного износа определяется по формуле:

$$T = (L / l + 1) / t_{ct}, \quad (4.5)$$

где L – величина рабочей части инструмента, на которую допускается стачивание, мм;

l – величина стачивания за одну заточку, мм;

t_{ct} – время работы инструмента между двумя заточками, ч.

Расход инструмента P на программу можно рассчитать следующим образом:

$$P = n_i \sum_{i=1}^m N_{pi} * N_i / 1000 \quad (4.6)$$

или по формуле

$$P = n_i \sum_{i=1}^m t_{mk} * N_i / T * (1 - K_y) * 60, \quad (4.7)$$

где n_i – количество инструмента данного типоразмера, одновременно задействованного на обработке детали i -го наименования

N_{pi} – норма расхода инструмента на 1000 деталей (изделий) i -го наименования, шт.;

N_i – количество деталей (изделий) i -го наименования, подлежащих обработке в плановом периоде, шт.;

$i = 1, \dots, m$ – число наименований деталей (изделий), обрабатываемых данным инструментом;

В единичном и мелкосерийном производстве норма расхода инструмента определяется укрупнённо, например, на 1000 станко-часов работы данного вида оборудования:

$$N_p = 1000 * K_m * K_n / T * (1 - K_y), \quad (4.8)$$

где N_p – норма расхода данной группы режущего инструмента на 1000 ч работы оборудования, шт.;

K_M – коэффициент машинного времени, характеризующий отношение машинного времени к штучному для данной группы оборудования (в единичном производстве он равен 0,4-0,6, в мелкосерийном – 0,75);

K_{Π} – коэффициент применяемости данного инструмента.

Расход данного инструмента в единичном и мелкосерийном производстве будет равен:

$$P = N_p * t_{c-ч} = t_{c-ч} * K_M * K_{\Pi} / T * (1 - K_{c,y}), \quad (4.9)$$

где $t_{c-ч}$ — количество станко-часов работы данной группы оборудования в плановом периоде.

Оборотный фонд инструмента – количество инструмента, необходимое для эксплуатации (на рабочих местах и в заточке) и находящееся в запасе (в различных подразделениях инструментального хозяйства) для обеспечения непрерывности техпроцесса.

Оборотный фонд инструмента в целом по предприятию ($F_{об}$) состоит из цеховых оборотных фондов ($F_{ц}$) и запасов центрального инструментального склада ($F_{цис}$):

$$F_{об} = F_{ц} + F_{цис}. \quad (4.10)$$

Цеховой оборотный фонд состоит из запасов инструмента в ИРК ($F_{ирк}$), инструмента, находящегося на рабочих местах ($F_{рм}$), в заточке (F_3) и ремонте (F_p):

$$F_{ц} = F_{ирк} + F_{рм} + F_3 + F_p. \quad (4.11)$$

Количество инструмента в инструментально-раздаточных кладовых ($F_{ирк}$):

$$F_{ирк} = N_{ср.сут} * t_{ирк} * (1 + K_3), \quad (4.12)$$

где $N_{ср.сут}$ – среднесуточный расход инструмента, шт.;

$t_{ирк}$ – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада в инструментально-раздаточные кладовые;

K_3 – коэффициент страхового запаса инструмента в ИРК.

Количество инструмента на рабочих местах ($F_{рм}$) при его периодической доставке по графику:

$$F_{рм} = (t_{\Pi} / t_c) * C_{o,p} + PM * (1 + K_{зр}), \quad (4.13)$$

где t_{Π} – периодичность подноски инструмента к рабочим местам, ч;

t_c – периодичность съема инструмента со станка, ч;

$C_{o,p}$ – количество одновременно работающего инструмента на всех рабочих местах, шт.;

PM – число рабочих мест, на которых одновременно применяется данный инструмент;

$K_{зр}$ – коэффициент страхового запаса инструмента на рабочих местах.

Количество инструмента, находящегося в ремонте (F_p) или заточке (F_3), определяется по формуле:

$$F_3 = (t_3 / t_n) * C_{o,p}, \quad (4.14)$$

где t_3 – продолжительность заточки (ремонта) инструмента, ч;

Система максимум-минимум. Согласно этой системе устанавливаются три уровня запасов: максимальный, минимальный и точка заказа.

Под минимальным уровнем запасов инструмента (Z_{min}) понимается такой запас, ниже которого он не должен сокращаться, так как возникнут перебои в снабжении цехов и произойдет остановка производства. Минимальный запас – это величина страхового (резервного) запаса, создаваемого на случай нарушения сроков и объема поставок инструмента. Он определяется по формуле:

$$Z_{min} = H_d * D_{cp}, \quad (4.15)$$

где H_d – среднедневной расход инструмента данного типоразмера по предприятию в целом, шт.;

D_{cp} – число дней срочного изготовления или приобретения очередной партии инструмента.

Максимальный запас Z_{max} – такое количество инструмента, выше которого он не должен создаваться, так как это приведет к сверхнормативному запасу оборотных средств, сокращению их оборачиваемости, снижению рентабельности. Величина максимального запаса определяется по формуле:

$$Z_{max} = П + Z_{min}, \quad (4.16)$$

где $П$ – величина партии заказа (изготовления) инструмента, шт.

Величина партии заказа рассчитывается по формуле:

$$П = H_d * B_{ц}, \quad (4.17)$$

где $B_{ц}$ – периодичность поступления партии инструмента в ЦИС, дни.

Точка заказа $Z_{т.з}$ – величина запаса, при достижении которой выдается заказ на очередную партию инструмента. Она определяется следующим образом:

$$Z_{т.з} = H_d * B_n + Z_{min}, \quad (4.18)$$

где B_n – время от момента выдачи заказа до поступления очередной партии инструмента на ЦИСе.

4.2 Определение структуры ремонтного цикла

Структуру ремонтного цикла в системе планово-предупредительных ремонтов определяют следующие понятия:

1. **Ремонтный цикл** – период времени между двумя капитальными ремонтами или между капитальным ремонтом и вводом оборудования в эксплуатацию. Он измеряется оперативным временем работы оборудования. Время простоя в ремонте в цикл не включается. Ремонтный цикл ($T_{р.ц}$) определяется по формуле:

$$T_{р.ц} = O_{час} * (V_{тип} * V_{мат} * V_{ин} * V_{массы} * V_{возр} * V_{точн} * V_{долг}), \quad (4.19)$$

где $O_{час}$ – нормативное время работы станка в течение ремонтного цикла, ч;

$V_{тип}$ – коэффициент типа производства: массовый = 1, серийный = 1,3, единичный = 1,5;

$V_{мат}$ – коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала: сталь = 1, алюминий = 0,75, чугун, бронза = 0,8;

$V_{ин}$ – коэффициент, учитывающий используемый инструмент: металлический = 1,1, абразивный без охлаждения = 0,7, твердосплавный, б/р = 1,2;

$V_{массы}$ – коэффициент массы оборудования: легкие = 1, средние = 1,2, тяжёлые = 1,4, особо тяжёлые и уникальные = 1,7;

$V_{возр}$ – коэффициент возраста оборудования: более 20 лет = 1, от 10 до 20 лет = 1,3, менее 10 лет = 1,4;

$V_{точн}$ – категория точности оборудования: нормальная = 1, повышенная = 1,5;

$V_{долг}$ – долговечность оборудования.

2. **Межремонтный период** ($T_{мр}$) – период времени (в месяцах) между двумя очередными ремонтами:

$$T_{мр} = T_{р.ц} / (K_T + 1), \quad (4.20)$$

где K_T – количество текущих ремонтов на один ремонтный цикл.

Между двумя текущими ремонтами могут также осуществляться средние и малые ремонты

3. **Межосмотровый период** ($T_{мо}$) – период времени (в месяцах) между двумя очередными осмотрами, или между очередным осмотром и текущим ремонтом:

$$T_{мо} = T_{р.ц} / (K_T + K_o + 1), \quad (4.21)$$

где K_o – число осмотров за один ремонтный цикл.

Структурой ремонтного цикла называется порядок расположения и чередования ремонтов и осмотров в ремонтном цикле.

Пример, для лёгких и средних станков массой до 10 тонн, сроком службы до 10 лет:

К-О-М-О-М-О-С-О-М-О-М-О-К,

где К – капитальный ремонт;

С – средний ремонт;

М – малый ремонт;

О – осмотр.

В промежутке между осмотрами оборудования проводится его техническое обслуживание.

Техобслуживание оборудования осуществляется между плановыми ремонтами и предусматривает ежедневную чистку, смазывание оборудования, соблюдение правил его эксплуатации, своевременную регулировку механизмов и устранение мелких неисправностей. Все работы по ТО четко регламентированы комплексами работ: Е, ТО–1, ТО–2, ТО–3, ТО–4, ТО–5.

В комплекс Е входят все работы, выполняемые каждую смену основными работниками (это инструкция по эксплуатации и уходу за оборудованием).

ТО–1 – 1 раз в неделю проверка устройств ТБ и механизмов, отказ которых может привести к аварии.

ТО–2 – 1 раз в месяц – проверка органов управления оборудованием, крепежа и т. д.

ТО–3 – 1 раз в 3 месяца – каждый из этих компонентов.

ТО–4 – 1 раз в 6 месяцев, ТО–5 – 1 раз в 12 месяцев предусматривает более сложные и трудоёмкие работы предыдущих комплексов.

Работы ТО–1,2,3,4,5 выполняются комплексными ремонтными бригадами.

Пример: универсальное металлорежущее оборудование имеет структуру ремонтного цикла:

К–мр (4ТО1–2ТО2–ТО3) –2О–2Т–ОК–К,

где К – капитальный ремонт, О – осмотр, Т – текущий ремонт, ОК – осмотр перед капитальным ремонтом.

Тогда структура межремонтного периода: $T_{\text{мр}} = 4\text{ТО}1-2\text{ТО}2-\text{ТО}3$.

4.3 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Определить общую потребность в инструменте на текущий год (производство серийное) и потребность предприятия в нём на следующий год, если:

- толщина слоя, снимаемого при переточке, $l = 3$ мм;
- рабочая часть инструмента $L = 36$ мм;
- стойкость инструмента $t_{\text{ст}} = 1$ час;
- коэффициент случайной убыли инструмента $K_{\text{с.у}} = 0$;
- машинное время $t_{\text{м}} = 5$ мин;
- годовая программа $N = 120$ тыс. шт.;

- планируемый оборотный фонд инструмента до начала следующего года $O_n = 400$ шт.;
 - фактический запас инструмента на 1 октября текущего года – 200 шт.;
- В 4-м квартале текущего года поступит 150 шт. инструмента.

Решение

Время работы до полного износа определим по формуле 4.5:

$$T = (36 / 3 + 1) / 1 = 13 \text{ час.}$$

Норму расхода инструмента определим по формуле 4.2:

$$N_p = 5 * 1000 / 13 * (1 - 0) * 60 = 6,41 \text{ шт.}$$

Расход инструмента на программу рассчитаем по формуле 4.6:

$$P = 6,41 * 120000 / 1000 = 770 \text{ шт.}$$

При решении задачи необходимо учесть расход инструмента за 4-й квартал текущего года, т. к. фактический расход инструмента дан на 1 октября.

Тогда фактическая величина запаса инструмента на конец текущего года составит:

$$O_{\phi} = 200 - 770 / 4 + 150 = 157 \text{ шт.}$$

Общую потребность в инструменте на текущий год определим по формуле 4.1:

$$I_o = 770 + (400 - 157) = 1013 \text{ шт.}$$

Потребность предприятия в инструменте на следующий год составит:

$$770 + 400 = 1170 \text{ шт.}$$

Задача 2. Сверла конические для обработки деталей применяют 50 человек по 2 на рабочем месте. Периодичность подноски инструмента на рабочие места – 8 ч, периодичность съема со станка – 8 ч. Одновременно работает 100 шт. инструмента. Коэффициент страхового запаса на рабочих местах равен 0,2. В цехе ведутся заточка, ремонт и восстановление инструмента. Продолжительность заточки – 2 ч. Из ЦИС завода в ИРК цеха инструмент поступает 2 раза в месяц, т. е. через 15 дней. Дневной его расход – 15 шт. Коэффициент страхового запаса в ИРК – 0,1.

Каков запас инструмента на рабочих места, в ИРК, в ремонте, заточке и цеховой оборотный фонд?

Решение

Количество инструмента в инструментально-раздаточных кладовых ($F_{ирк}$) определим по формуле (4.12):

$$F_{ирк} = 15 * 15 * (1 + 0,1) = 248 \text{ шт.}$$

Количество инструмента на рабочих местах ($F_{рм}$) определим по формуле (4.13):

$$F_{рм} = (8 / 8) * 100 + 50 * (1 + 0,2) = 160 \text{ шт.}$$

Количество инструмента, находящегося в или заточке ($F_з$), определяется по формуле (4.14):

$$F_з = (2 / 8) * 100 = 25 \text{ шт.}$$

Цеховой оборотный фонд ($F_{ц}$) определим по формуле (4.11):

$$F_{ц} = 248 + 160 + 25 = 433 \text{ шт.}$$

Задача 3. Дневной расход инструмента – 200 шт.; время срочного изготовления (приобретения) – 5 дней; время нормального изготовления (приобретения) – 10 дней; величина партии заказа – 6000 шт. Рассчитать минимальный и максимальный запас инструмента на складе, «точку заказа».

Решение

Минимальный запас инструмента определим по формуле (4.15):

$$Z_{min} = 200 * 5 = 1000 \text{ шт.}$$

Максимальный запас рассчитаем, используя формулу (4.16):

$$Z_{max} = 6000 + 1000 = 7000 \text{ шт.}$$

«Точка заказа» составит (формула (4.18):

$$Z_{т.з} = 200 * 10 + 1000 = 3000 \text{ шт.}$$

Задача 4. Станок металлорежущий повышенной точности ($B = 1,5$), категория по массе средняя ($B = 1,2$), используется для обработки заготовок из различных материалов ($B = 0,75$) металлическим инструментом ($B = 1,0$). Режим работы двухсменный, действительный годовой фонд времени – 4000 ч. Удельный вес оперативного времени в действительном фонде составляет 80 %. В структуре ремонтного цикла пять текущих ремонтов и шесть технических обслуживаний. Определить для станка длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периода.

Решение

Ремонтный цикл определим по формуле (4.19):

$$T_{p.ц} = 4000 * 0,8 * 1,5 * 1,2 * 0,75 * 1 = 4320 \text{ час.}$$

Ремонтный цикл в днях (месяцах) составит:

$$T_{p.ц} = 4320 / 8 * 2 = 270 \text{ дней (или 9 месяцев)}$$

Межремонтный период определим по формуле (4.20):

$$T_{mp} = 9 / (5 + 1) = 1,5 \text{ месяца,}$$

Межосмотровый период определим по формуле (4.21):

$$T_{mo} = 9 / (5 + 6 + 1) = 0,75 \text{ месяца}$$

4.4 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Объем выпуска продукции на предприятии массового производства характеризуется данными:

– программа выпуска деталей А – 3000 тыс. шт., Б – 1000 шт., В – 2000 шт.;

– норма машинного времени, необходимая для обработки детали, на изделие А составляет 3 ч, на изделие Б – 4 и на изделие В – 6 ч.;

– величина слоя режущей части инструмента, стачиваемого за время переточек, – 6 мм, за одну переточку – 0,2 мм.;

– время работы между переточками – 4 ч.;

– одновременно на станке применяется 6 резцов;

– коэффициент случайной убыли инструмента – 0,08.

Определить расход инструмента на объем выпуска.

Задача 2. Завод с мелкосерийным характером производства выпускает три вида изделий: А – 500 шт., Б – 200 шт., В – 300 шт.

Удельный вес машинного времени в общей трудоемкости продукции равен 89 %. Удельный вес работы данного инструмента в машинном времени по изделиям – 20 %, Величина слоя режущей части инструмента, стачиваемого за время всех переточек, – 5 мм. Величина слоя, стачиваемого за одну переточку, – 0,5 мм. Время работы инструмента между двумя переточками – 2 ч. Коэффициент случайной убыли инструмента — 0,04.

В цехе имеется 40 рабочих мест. На каждом находится 20 единиц инструмента. Его запас в раздаточной кладовой составляет 50 % месячной потребности, запас в заточке – 15 %, страховой – 5 %.

Рассчитать месячную потребность в инструменте и его оборотный фонд в цехе.

Задача 3. Определить минимальный и максимальный запас инструмента в ЦИС до момента заявки очередной партии, если цикл изготовления заявки составляет 0,5 месяца, интервал времени между заявками инструмента – 2 месяца. Месячные затраты инструмента составляют 200 шт., а ежедневные – 10 шт. Инструмент может быть изготовлен срочно на протяжении 3 дней.

Задача 4. Определить для станка длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периода, если коэффициент, учитывающий тип оборудования, – 1,25, тип производства (серийный) – 1,3, род обрабатываемого материала – 1,0, долговечность – 1,1, тип применяемого инструмента – 0,7, возраст – 0,8.

Структура ремонтного цикла:

К-О-О-Т-О-О-Т-О-О-С-О-О-Т-О-О-Т-О-О-К.

Режим работы предприятия двухсменный, действительный годовой фонд времени работы оборудования – 4000 ч. Удельный вес оперативного времени в действительном фонде составляет 70 %.

4.5 Тестовые задания

Тест № 1. Какие подразделения входят во вспомогательное хозяйство:

- а) транспортное; б) энергетическое; в) основное.

Тест № 2. Какие подразделения входят во вспомогательное хозяйство:

- а) транспортное; б) инструментальное; в) основное.

Тест № 3. Какие инструменты входят во вспомогательное хозяйство:

- а) транспортное; б) ремонтное; в) обслуживающее.

Тест № 4. Инструментальное хозяйство занимается:

- а) изготовлением конкретного инструмента;
б) ремонтом и заточкой действующего инструмента;
в) поставками инструмента по кооперативным поставкам.

Тест № 5. Инструментальное хозяйство занимается:

- а) проектированием инструмента;
б) изготовлением инструмента для реализации на сторону;
в) изготовлением инструмента для собственных нужд предприятия;
г) сохранением инструмента;
д) реализацией инструмента

Тест № 6. Обслуживание рабочих мест инструментом при массовом производстве происходит при помощи:

- а) централизованной системы доставки;
- б) смешанной системы доставки;
- в) децентрализованной системы доставки;
- г) специализированной системы доставки;

Тест № 7. По характеру использования инструмент делят на:

- а) обрабатывающий;
- б) контрольный;
- в) универсальный;
- г) измерительный;
- д) специальный;
- е) инструмент I порядка.

Тест № 8. Обслуживание рабочих мест инструментом при серийном производстве происходит при помощи:

- а) специализированной системы доставки;
- б) смешанной системы доставки;
- в) децентрализованной системы доставки;
- г) централизованной системы доставки.

Тест № 9. Обслуживание рабочих мест инструментом при единичном производстве происходит при помощи:

- а) централизованной системы доставки;
- б) смешанной системы доставки;
- в) децентрализованной системы доставки;
- г) специализированной системы доставки.

Тест № 10. Расход инструмента учитывает:

- а) время работы до полного износа;
- б) количество инструмента, необходимого для производства продукции;
- в) количество времени, необходимое для изготовления единицы продукции;
- г) все ответы верны.

Тест № 11. Кто руководит инструментальным хозяйством:

- а) главный механик;
- б) главный технолог;
- в) главный энергетик;
- г) главный металлург.

Тест № 12. Эксплуатационный фонд включает инструмент, который находится:

- а) на затачивании;
- б) в ремонте;
- в) на складе;
- г) на рабочих местах;
- д) в ИРК цеха.

Тест № 13. Цеховой оборотный фонд включает инструмент, который находится:

- а) на затачивании и в ремонте;
- б) в эксплуатации;
- в) в запасах ИРК цеха;
- г) все ответы верны.

Тест № 14. В запас инструментов ИРК входит:

- а) переходный запас;
- б) страховой запас;
- в) максимальный запас;
- г) затратный запас;
- д) запас точки заказа.

Тест № 15. Укажите формулу для расчета цехового оборотного фонда:

а) $F_{ц} = F_{ирк} + F_{рм}$;

в) $F_{ц} = N_{ср.сут} * t_{ирк} * (1 + K_3)$;

б) $F_{ц} = F_{ирк} + F_{рм} + F_3 + F_p$;

г) $F_{ц} = F_{ирк} + F_{рм} + F_3$.

Тест № 16. Укажите формулу для расчета количества инструмента в инструментально-раздаточных кладовых:

а) $F_{ирк} = N_{ср.сут} * t_{ирк} * (1 - K_3)$;

в) $F_{ирк} = N_{ср.сут} * t_{ирк} * (1 + K_3)$;

б) $F_{ирк} = N_{ср.сут} * t_{ирк}$;

г) $F_{ирк} = (t_3 / t_{п}) * C_{о.р.}$.

Тест № 17. Укажите формулу для расчета количества инструмента на затачивании:

а) $F_3 = (t_3 / t_{п}) * K_3$;

в) $F_3 = N_{ср.сут} * t_{ирк} * (1 + K_3)$;

б) $F_3 = N_{ср.сут} * (t_3 / t_{п})$;

г) $F_3 = (t_3 / t_{п}) * C_{о.р.}$.

Тест № 18. Страховой запас инструмента создается с целью обеспечения:

а) бесперебойной работы;

в) эффективности производства;

б) ритмичной работы;

г) качества продукции.

Тест № 19. Страховой запас ЦИС рассчитывается с учетом времени:

а) задержки поступления инструмента;

б) пребывания инструмента на затачивании;

в) пребывания инструмента в эксплуатации;

г) нормального изготовления инструмента;

д) срочного изготовления или приобретения инструмента.

Тест № 20. Энергетическое хозяйство возглавляет отдел:

а) главного конструктора;

в) главного механика;

б) главного энергетика;

г) главного технолога.

Тест № 21. Кто руководит энергетическим хозяйством на предприятии

а) главный электрик;

в) главный механик.

б) начальник транспортного цеха;

Тест № 22. Кто руководит энергетическим хозяйством на большом предприятии

а) главный инженер;

в) главный механик.

б) начальник транспортного цеха;

Тест № 23. Какие из приведенных материальных ресурсов относятся к энергетическому хозяйству:

а) гаражи;

в) ЦИС;

д) трансформаторные подстанции;

ж) заправочные станции;

б) компрессорная станция;

г) путепровод;

е) котельная;

з) электромеханический цех.

Тест № 24. Общая потребность в энергоресурсах включает потребность в электроэнергии:

- а) приводной;
- б) технологической;
- в) осветительной;
- г) технической;
- д) экономической.

Тест № 25. Укажите правильный ответ:

- а) экономия или перерасход энергоресурсов определяются на основе составления баланса энергоресурсов;
- б) экономия или перерасход энергоресурсов определяются на основе составления баланса предприятия;
- в) экономия или перерасход энергоресурсов определяются на основе себестоимости продукции.

Тест № 26. Укажите показатели, характеризующие эффективность деятельности энергетических подразделений:

- а) коэффициент оборачиваемости;
- б) коэффициент потерь энергии в электросети;
- в) коэффициент энерговооруженности труда;
- г) численность работников;
- д) материалоемкость.

Тест № 27. Ремонтным хозяйством руководит отдел:

- а) главного конструктора;
- б) главного энергетика;
- в) главного механика;
- е) планово-экономический.

Тест № 28. Ремонтное хозяйство включает:

- а) ремонтно-механические цехи;
- б) основные цехи;
- в) ремонтные мастерские;
- г) цеховые ремонтные базы.

Тест № 29. Перечислите основные задания ремонтного хозяйства:

- а) ремонт и обновление инструмента;
- б) модернизация оборудования;
- в) строительство новых цехов и участков;
- г) ремонт и рациональная эксплуатация оборудования.

Тест № 30. Дайте определение структуры ремонтного цикла:

- а) период времени между двумя капитальными ремонтами;
- б) часть затрат на отдельные виды ремонта в их общем объеме;
- в) совокупность размещения в определенном порядке ремонтных и профилактических операций в период между двумя капитальными ремонтами.

Тест № 31. Средний ремонт предусматривает:

- а) полное обновление паспортных характеристик машины;
- б) частичное обновление паспортных характеристик машины;
- в) все ответы верны.

Тест № 32. Капитальный ремонт предусматривает:

- а) полное обновление паспортных характеристик машины;
- б) частичное обновление паспортных характеристик машины;
- в) все ответы верны.

Тест № 33. Планово–предупредительный ремонт предусматривает совершение ремонтов:

- а) планового;
- б) нормативного;
- в) малого;
- г) среднего;
- д) максимального;
- е) полного;
- ж) капитального;
- з) очередного.

Тест № 34. Ремонтный цикл характеризуется промежутком времени:

- а) от момента введения оборудования в действие до первого его капитального ремонта;
- б) от момента введения оборудования в действие до первого его малого ремонта;
- в) от момента введения оборудования в действие до первого его среднего ремонта;
- г) между двумя осмотрами;
- д) между двумя капитальными ремонтами.

Тест № 35. Межремонтный период - это промежутком времени:

- а) от момента введения оборудования в действие до первого его капитального ремонта;
- б) от момента введения оборудования в действие до первого его малого ремонта;
- в) от момента введения оборудования в действие до первого его среднего ремонта;
- г) между двумя осмотрами;
- д) между двумя капитальными ремонтами.
- е) между двумя смежными ремонтами.

Тест № 36. Межосмотровой период - это промежутком времени:

- а) от момента введения оборудования в действие до первого его капитального ремонта;
- б) от момента введения оборудования в действие до первого его малого ремонта;
- в) от момента введения оборудования в действие до первого его среднего ремонта;
- г) между двумя осмотрами;
- д) между двумя капитальными ремонтами.
- е) между двумя смежными ремонтами.

Тест № 37. Структура ремонтного цикла отображает:

- а) перечень капитальных, средних, малых ремонтов и осмотров;
- б) соотношения между капитальными ремонтами и осмотрами;
- в) соотношения между всеми видами ремонтов;
- г) соотношения между средним ремонтом и осмотрами;
- д) соотношения между средними и малыми ремонтами.

Тест № 38. Трудоемкость ремонтных работ зависит от:

- а) количества единиц оборудования;
- б) нормы времени;
- в) нормы производительности;
- г) нормы обслуживания;
- д) категории ремонтной сложности оборудования.

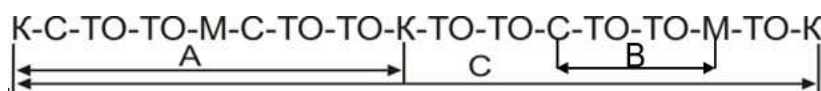
Тест № 39. Укажите формулу для определения межремонтного периода:

- а) $T_{\text{мр}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} + 1)$;
- б) $T_{\text{мр}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} - 1)$;
- в) $T_{\text{мр}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} + K_{\text{о}} + 1)$;
- г) $T_{\text{мр}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{о}} + 1)$.

Тест № 40. Укажите формулу для определения межосмотрового периода:

- а) $T_{\text{мо}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} + 1)$;
- б) $T_{\text{мо}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} - 1)$;
- в) $T_{\text{мо}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{т}} + K_{\text{о}} + 1)$;
- г) $T_{\text{мо}} = T_{\text{р.ц}} / (K_{\text{о}} + 1)$.

Тест № 41. Определить, что обозначает величина A:



- а) ремонтный цикл;
- б) капитальный ремонт;
- в) межремонтный период;
- г) структура ремонтного цикла.

Тест № 42. Определить что обозначает величина C:



- а) межремонтный период;
- б) ремонтный цикл;
- в) капитальный ремонт;
- г) структура ремонтного цикла.

Тест № 43. Определить что обозначает величина B:



- а) ремонтный цикл;
- б) межремонтный период;
- в) капитальный ремонт;
- г) структура ремонтного цикла

5 ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛУЖИВАЮЩИХ ХОЗЯЙСТВ

5.1 Определение грузооборота, грузопотоков и потребности в транспортных средствах

Форма организации транспортного хозяйства зависят от объёма грузооборота и величины грузопотоков.

Грузооборот является исходным показателем для определения объёма работы транспортного цеха. Он разделяется на:

– внешний грузооборот – величина всех грузов (по весу), прибывающих на предприятие ($M_{пр}$) и отправляемых с предприятия ($M_{от}$):

$$M_{вн} = M_{пр} + M_{от}. \quad (5.1)$$

– внутренний грузооборот – основанием для его расчета является программа цехов и действующая система грузопотоков на предприятии.

Грузопоток – это объем грузов, перевозимых в одном направлении между двумя пунктами погрузки и выгрузки. Совокупность грузовых потоков составляет грузооборот предприятия и отдельных его подразделений. На основе схемы грузопотоков, объема перевозок по каждой группе грузов производят выбор транспортных средств и расчет потребности в них.

Количество транспортных единиц прерывного действия (автомобилей, авто- и электрокаров и т. д.), необходимых для межцеховых перевозок, определяется по формуле:

$$N_o = M_{сут} / q_{сут}, \quad (5.2)$$

где N_o – количество транспортных средств, ед.;

$M_{сут}$ – суточный грузооборот, т;

$q_{сут}$ – суточная производительность транспортного средства, т.

Суточный грузооборот определяется по формуле:

$$M_{сут} = M_{пл} * K / Д, \quad (5.3)$$

где $M_{пл}$ – грузооборот в плановом периоде, т;

K – коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота ($K = 1,1-3$);

$Д$ – число рабочих дней в плановом периоде.

Суточная производительность транспортного средства определяется по формуле:

$$q_{сут} = q * K_{гр} * \Phi_{сут} * K_{вр} / T, \quad (5.4)$$

где q – грузоподъемность транспортного средства, т;

$K_{гр}$ – коэффициент использования грузоподъемности;

$\Phi_{сут}$ – суточный фонд времени транспорта, мин;

$K_{вр}$ – коэффициент использования транспортного средства во времени;

T – транспортный цикл, мин.

Транспортный цикл – это время одного рейса в часах (минутах).

Оно зависит от маршрута перевозок:

1. При маятниковых односторонних перевозках транспортный цикл (T) определяется по формуле:

$$T = l / v + l / v_1 + t_n + t_p, \quad (5.5)$$

где l – расстояние между двумя пунктами, м;

v, v_1 – скорость движения транспортного средства с грузом и без груза соответственно, м/мин;

$t_{\text{п}}$, $t_{\text{р}}$ – время на одну погрузочную и разгрузочную операцию соответственно, мин.

2. Для кольцевых перевозок:

– с равномерным грузопотоком:

$$T = l_{\text{кол}} / v_{\text{ср}} + K_{\text{пр}} * (t_{\text{п}} + t_{\text{р}}), \quad (5.6)$$

где $l_{\text{кол}}$ – длина всего кольцевого маршрута, м;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения транспортного средства, м/мин;

$K_{\text{пр}}$ – количество погрузочно-разгрузочных пунктов.

– с нарастающим грузопотоком:

$$T = l_{\text{кол}} / v_{\text{ср}} + K_{\text{пр}} * t_{\text{п}} + t_{\text{р}}, \quad (5.7)$$

– с затухающим грузопотоком:

$$T = l_{\text{кол}} / v_{\text{ср}} + t_{\text{п}} + K_{\text{пр}} * t_{\text{р}}, \quad (5.8)$$

Количество рейсов (P), совершаемых единицей транспортного средства за сутки, определяется по формуле:

$$P = t_{\text{см}} * K_{\text{см}} * K_{\text{вр}} / T, \quad (5.9)$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, мин.;

$K_{\text{см}}$ – количество смен за сутки.

Производительность одного рейса (Π) определяется по формуле:

$$\Pi = M_{\text{сут}} / P. \quad (5.10)$$

5.2 Определение площади складских помещений

Общая площадь складского помещения состоит из полезной, оперативной и конструктивной площади.

Полезная площадь склада – это площадь, занятая непосредственно материальными ценностями или устройствами для хранения.

Полезную площадь склада ($S_{\text{пол}}$) можно определить по формуле:

$$S_{\text{пол}} = E_{\text{скл}} / e, \quad (5.11)$$

где $E_{\text{скл}}$ – общая грузоподъемность склада, т;

e – масса груза (удельная) на 1 м^2 площади склада, т/м².

Этот способ применим для расчета площадей под материалы, хранимые в закромах, штабелях, емкостях.

При хранении штучных грузов на стеллажах полезную площадь склада определяют по формуле:

$$S_{\text{пол}} = S_{\text{ст}} * n_{\text{ст}}, \quad (5.12)$$

где $S_{ст}$ – площадь одного стеллажа, m^2 ;

$n_{ст}$ – количество стеллажей.

Количество стеллажей определяется по формуле:

$$n_{ст} = E_{скл} / V_{я} * m * k_o * n_{я}, \quad (5.13)$$

где $V_{я}$ – полный объем ячейки стеллажа, m^3 ;

m – объемная масса материала, t/m^3 ;

k_o – коэффициент заполнения объема ячейки;

$n_{я}$ – количество ячеек в одном стеллаже.

Оперативная площадь склада включает конторские помещения, отпускные и весовые площадки, проходы и проезды.

Конструктивная площадь определяется конструктивными особенностями здания (перегородки, колонны, лестничные клетки и т. п.).

Показатели складского хозяйства:

1. Коэффициент использования площади склада ($K_{исп}$):

$$K_{исп} = S_{пол} / S_{общ}. \quad (5.14)$$

2. Средняя нагрузка на $1m^2$ складской площади ($Q_{ср}$):

$$Q_{ср} = M_{мат} / S_{общ}, \quad (5.15)$$

где $M_{мат}$ – масса хранимых материалов, тонн.

5.3 Примеры решения типовых задач

Задача 1. На склад готовой продукции в течение месяца (24 рабочих дня) должны быть доставлены изделия из сборочного цеха в объеме 1500 тонн. Транспортировка осуществляется электрокарами грузоподъемностью 2 тонны. Цех работает в две смены. Продолжительность смены – 8 ч. Коэффициент использования транспортных средств по грузоподъемности – 0,7, по времени – 0,92. Скорость движения электрокаров с грузом – 4 км/ч, без груза – 6 км/ч. Время погрузки – 12 мин, время на выгрузку – 15 мин. Расстояние между складом и сборочным цехом – 400 м. Коэффициент, учитывающий неравномерность грузооборота – 1,1.

Определить среднесуточный грузооборот и необходимое количество электрокаров для доставки готовой продукции на склад.

Решение

Перевозка из цеха в склад – маятниковая односторонняя.

Скорость движения транспортного средства с грузом и без груза составит:

$$v = 4000 / 60 = 66,7 \text{ м/мин};$$

$$v_1 = 6000 / 60 = 100 \text{ м/мин};$$

Тогда транспортный цикл (формула 5.5) составит:

$$T = 400 / 66,7 + 400 / 100 + 12 + 15 = 37 \text{ мин.}$$

Суточную производительность электрокара определим по формуле (5.4):

$$q_{\text{сут}} = 2 * 0,7 * 8 * 60 * 2 * 0,92 / 37 = 33,4 \text{ тонны}$$

Среднесуточный грузооборот вычислим по формуле 5.3:

$$M_{\text{сут}} = 1500 * 1,1 / 24 = 68,75 \text{ тонн,}$$

Количество электрокаров определим по формуле 5.2:

$$N_o = 68,75 / 33,4 = 2.$$

Задача 2. Доставка деталей из механообрабатывающего в термический цех, а затем на склад осуществляется электрокарами номинальной грузоподъемностью 1 тонна. Среднесуточный грузооборот – 15 тонн. Кольцевой маршрут с наращиванием грузопотока составляет 1200 м. Скорость движения электрокара - 40 м/мин. Время загрузки в каждом цехе в среднем составляет 5 мин., время разгрузки в складском цехе – 15 мин. Режим работы цехов двухсменный (продолжительность смены – 8 часов). Коэффициент использования номинальной грузоподъемности – 0,9, коэффициент использования времени работы электрокара – 0,9.

Определить необходимое количество транспортных средств, число рейсов за сутки.

Решение

По формуле 5.7 определим транспортный цикл для кольцевого маршрута с нарастающим грузопотоком:

$$T = 1200 / 40 + 3 * 5 + 15 = 60 \text{ мин.}$$

Суточную производительность электрокара вычислим по формуле 5.4:

$$q_{\text{сут}} = 1 * 0,9 * 8 * 2 * 60 * 0,9 / 60 = 12,96 \text{ тонн}$$

Количество электрокаров, необходимых для межцеховых перевозок, определим по формуле 5.2:

$$N_o = 15 / 12,96 = 2$$

Количество рейсов за сутки определим по формуле 5.9:

$$P = 8 * 60 * 2 * 0,9 / 60 = 14,4 \approx 15$$

Задача 3. Определить общую площадь крытого складского помещения вместимостью 500 т, если масса груза, приходящаяся на 1 м² площади склада, 100 кг. Коэффициент использования склада составляет 0,7.

Решение

Определим полезную площадь склада можно по формуле (5.11):

$$S_{\text{пол}} = 500 / 0,1 = 5000 \text{ м}^2$$

Общую площадь склада можно вычислить из формулы (5.14):

$$S_{\text{общ}} = 5000 / 0,7 = 7142,9 \text{ м}^2$$

Задача 4. Определить полезную площадь склада вместимостью 800 т для хранения штучных грузов на стеллажах. Стеллаж состоит из 10 ячеек, каждая объемом $0,8 \text{ м}^3$. Коэффициент заполнения объема ячейки 0,85. Объемная масса груза $0,4 \text{ т/м}^3$. Площадь одного стеллажа – 5 м^2 .

Решение

Определим количество стеллажей по формуле (5.13):

$$n_{\text{ст}} = 800 / 0,8 * 0,4 * 0,85 * 10 = 295$$

Вычислим полезную площадь склада по формуле (5.12):

$$S_{\text{пол}} = 5 * 295 = 1475 \text{ м}^2$$

5.4 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Суточный выпуск деталей на механическом участке составляет 80 шт. Каждая деталь транспортируется электромостовым краном на расстояние 60 метров. Скорость движения крана – 40 м/мин. На каждую деталь массой 30 кг при погрузке и разгрузке осуществляется 4 операции по 3 мин. каждая. Режим работы участка – двухсменный. Длительность рабочей смены 8 часов. Время, затрачиваемое на плановые ремонты, составляет 15 %.

Определить время на один рейс, число электрокранов и производительность за один рейс.

Задача 2. Сменный грузооборот механического и термического цехов составляет 20 т. Маршрут электрокаров между цехами — маятниковый односторонний. Расстояние между цехами – 400 м. Номинальная грузоподъемность электрокара – 1 т, скорость его движения - 4 м/мин. Время погрузки деталей в каждом цехе 8 мин., а время разгрузки - 6 мин. Длительность смены – 8 часов. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,8, коэффициент использования фонда времени – 0,9.

Определить необходимое число электрокаров и число рейсов каждого электрокара за смену.

Задача 3. Годовая программа выпуска изделия А составляет 50 тыс. шт. На изготовление единицы изделия необходимо 800 г меди, которую завод получает ежеквартально. Страховой запас меди установлен на уровне 20 дней. Склад на протяжении года работает 255 дней. Медь на складе сохраняется штабелями. Возможная масса груза на 1 м² площади пола - 2 тонны.

Определить общую площадь склада, при условии, что коэффициент его использования составляет 0,65.

5.5 Тестовые задания

Тест № 1. Грузопотоки - это:

- а) объем грузов ввозимых на предприятие;
- б) объем грузов, перевезенных транспортом в конкретном направлении; в внешний и внутренний грузообороты предприятия;
- г) количество транспортных средств по видам;
- д) объем грузов, вывозимых с предприятия.

Тест № 2. Грузооборот - это:

- а) объем перевозок грузов из одного структурного подразделения предприятия в другой;
- б) количество грузов, перевезенных транспортом в конкретном направлении за определенный промежуток времени;
- в) среднее расстояние перевозок грузов на предприятии за определенный период времени;
- г) количество транспортных средств по видам;
- д) объем перевозок между двумя пунктами.

Тест № 3. Внутренний грузооборот характеризуется:

- а) объемом грузов, отгружаемых с предприятия;
- б) объемом грузов, привозимых на предприятие;
- в) объемом перевозок грузов между структурными подразделениями предприятия;
- г) количеством транспортных средств для перевозки грузов.

Тест № 4. Веерная система маршрутных перевозок предусматривает:

- а) обслуживание транспортом двух пунктов;
- б) установление связей между конкретным пунктом и группой других пунктов;
- в) последовательную доставку грузов из одного подразделения в другой по кругу с возвращением в исходный пункт;
- г) перевозку грузов из одного предприятия к предприятию-заказчику;
- д) верного ответа нет.

Тест № 5. Какие из приведенных материальных ресурсов относятся к транспортному хозяйству:

- а) гаражи;
- б) компрессорная станция;
- в) ЦИС;
- г) путепровод;
- д) трансформаторные подстанции;
- е) электромеханический цех;
- ж) заправочные станции;
- з) котельная.

Тест № 6. Какой транспорт является непрерывно действующим:

- а) межцеховой;
- б) железнодорожный;
- в) водный;
- г) лифты;
- д) автомобильный;
- е) краны;
- ж) автокары;
- з) электрокары;
- и) элеваторы;
- к) конвейеры;
- л) эскалаторы.

Тест № 7. Кольцевая система маршрутных перевозок предусматривает:

- а) обслуживание транспортом двух пунктов;
- б) установление связей между конкретным пунктом и группой других пунктов;
- в) последовательную доставку грузов из одного подразделения в другой по кругу с возвращением в исходный пункт;
- г) перевозку грузов из одного предприятия к предприятию-заказчику;
- д) верного ответа нет.

Тест № 8. Какой транспорт является внутренним:

- а) межцеховой;
- б) железнодорожный;
- в) водный;
- г) лифты;
- д) автомобильный;
- е) краны;
- ж) автокары;
- з) электрокары;
- и) элеваторы;
- к) конвейеры;
- л) эскалаторы.

Тест № 9. Маятниковая система маршрутных перевозок предусматривает:

- а) обслуживание транспортом двух пунктов;
- б) установление связей между конкретным пунктом и группой других пунктов;
- в) последовательную доставку грузов из одного подразделения в другой по кругу с возвращением в исходный пункт;
- г) перевозку грузов из одного предприятия к предприятию-заказчику;
- д) верного ответа нет.

Тест № 10. Какой транспорт является внешним:

- а) межцеховой;
- б) железнодорожный;
- в) водный;
- г) лифты;
- д) автомобильный;
- е) краны;
- ж) автокары;
- з) электрокары;
- и) элеваторы;
- к) конвейеры;
- л) эскалаторы.

Тест № 11. Шахматная ведомость составляется для регламентации:

- а) внутренних грузопотоков;
- б) внешних грузопотоков;
- в) грузопотоков.

Тест № 12. Шахматная ведомость составляется для определения:

- а) объема грузопотоков;
- б) необходимого количества транспортных средств;
- в) объема грузооборота;
- г) необходимых материально-энергетических ресурсов;
- д) уровня механизации и автоматизации.

Тест № 13. По номенклатуре материальных ресурсов, которые сберегаются, склады делят на:

- а) заводские;
- б) специализированные;
- в) цеховые;
- г) промежуточные;
- д) универсальные.

Тест № 14. Специализированные складские помещения строят для:

- а) материальных ресурсов разной номенклатуры;
- б) готовой продукции, тары, отходов производства;
- в) тарных и штучных материалов;
- г) однородных материалов, металлов, сырья, продукции;
- д) все ответы верны.

Тест № 15. Склады готовой продукции подчинены отделу:

- а) материально-технического обеспечения;
- б) инструментальному;
- в) главного механика;
- г) сбыта;
- д) главного энергетика.

Тест № 16. По конструктивным особенностям склады делят на:

- а) полузакрытые (навесы);
- б) универсальные;
- в) специализированные;
- г) открытые;
- д) закрытые.

Тест № 17. Что означает «централизованная система» снабжения:

- а) поставка материальных ресурсов прямо со складов на рабочие места работниками складского хозяйства;
- б) доставка материальных ресурсов самими работниками цехов на свое рабочее место по мере необходимости (по заказу-наряду).

Тест № 18. Что означает «децентрализованная система» снабжения:

- а) поставка материальных ресурсов прямо со складов на рабочие места работниками складского хозяйства;
- б) доставка материальных ресурсов самими работниками цехов на свое рабочее место по мере необходимости (по заказу-наряду).

Тест № 19. Склады для хранения полуфабрикатов собственного изготовления – это:

- а) материальные;
- б) готовой продукции;
- в) производственные.

Тест № 20. Склады для хранения мазута – это:

- а) материальные;
- б) готовой продукции;
- в) производственные.

Тест №21. Склады для хранения метизных изделий – это:

- а) материальные;
- б) готовой продукции;
- в) производственные.

Тест № 22. Определить способ размещения и хранения материальных ресурсов, когда за каждым видом материала закрепляется постоянное место для хранения:

- а) партионный; б) комплектный;
в) сортовой; г) количественно – сортовой;
д) количественный.

6 ПОТОЧНОЕ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

6.1 Расчёт параметров поточных линий

Выбор организационных форм поточных линий определяется тактом работы линии, степенью синхронизации операций техпроцесса, уровнем загрузки рабочих мест на линии.

Под **тактом** поточной линии (r) понимается календарный период времени между запуском (выпуском) на линию данного объекта (деталь, сб. единица, изделие) и следующего за ним. Величина такта определяется:

$$r = F_{д.э} / N_{зап}, \quad (6.1)$$

где r – такт поточной линии; мин/шт;

$F_{д.э}$ – действительный эффективный фонд времени работы оборудования за плановый период (смена, сутки, месяц, год), мин;

$N_{зап}$ – количество объектов, запускаемых на поточную линию, за тот же период (программа запуска), шт.

Действительный эффективный фонд времени ($F_{д.э}$) вычисляется по формулам:

$$F_{д.э} = (T_{см} - T_{пер}) * S, \quad (6.2)$$

$$F_{д.э} = (T_{см} - T_{пер}) * S * D_p, \quad (6.3)$$

где S – число смен в сутки;

$T_{см}$ – продолжительность смены, мин.;

$T_{пер}$ – продолжительность перерывов (по организационно-техническим причинам), мин;

D_p – число рабочих дней в месяце или году, дни.

Программа запуска ($N_{зап}$) определяется по формуле:

$$N_{зап} = 100 * N_{вып} / (100 - \alpha), \quad (6.4)$$

где $N_{вып}$ – производственное задание (программа выпуска), шт.;

α – технически неминуемые потери (пробные образцы, разрушения при контроле и отбраковывание), %.

В тех случаях, когда передача с операции на операцию осуществляется транспортными партиями (небольшие детали, малая величина, измеряемая секундами), рассчитывается **ритм** поточной линии (R):

$$R = r * p, \quad (6.5)$$

где R – ритм поточной линии, мин/партию;

p – величина транспортной (передаточной) партии.

Чтобы обеспечить единый такт, или ритм поточной линии, при организации поточного производства осуществляется синхронизация, т.е. производительность выравнивается по всем операциям техпроцесса.

Синхронизация - это достижение равенства или кратности выполнения операций техпроцесса установленному такту их работы.

Полная синхронизация обеспечивается достижением равенства:

$$t_{шт-к1} / C_{p1} = t_{шт-к2} / C_{p2} = \dots = t_{шт-км} / C_{pm} = r = const, \quad (6.6)$$

где $t_{шт-к1}, \dots, t_{шт-км}$ – штучно-калькуляционное время выполнения m -операции, мин;

C_{p1}, \dots, C_{pm} – количество рабочих мест на операциях линии.

Расчет **количества рабочих мест** (оборудования) по операциям поточной линии (C_{pi}) выполняется по формуле:

$$C_{pi} = t_{шт-ки} / r, \quad (6.7)$$

где $t_{шт-ки}$ – штучно-калькуляционное время на i -ю операцию, мин;
 r – такт работы линии, мин/шт.

Или:

$$C_{pi} = N_{зап} / F_{д.э} * П_ч, \quad (6.8)$$

где $П_ч$ — часовая производительность оборудования, шт./час.

Когда величина C_{pi} – целое число, загрузка рабочих мест полная и одинаковая на всех операциях. При неполной синхронизации на несинхронных операциях C_{pi} – дробное число, округляется к ближайшему большему или меньшему числу – $C_{при}$.

Определение **коэффициента загрузки рабочих мест** (оборудования) ($k_{з.oi}$) выполняется по формуле:

$$k_{з.oi} = (C_{pi} / C_{при}) * 100\%, \quad (6.9)$$

$k_{з.oi}$ – коэффициент загрузки рабочих мест на i -ой операции, %.

Допускается перегрузка 10-12% со снятием ее при отладке линии.

В массово-поточном производстве $k_{з.о} = 80-85\%$; в серийно-поточном – $k_{з.о} = 70-75\%$.

Общее количество оборудования на поточной линии (C_o) определяется по формуле:

$$C_o = \sum C_{при} \quad (6.10)$$

Число рабочих-операторов на i -ой операции (P_{oi}):

$$P_{oi} = C_{при} / t_{обсл\ i}, \quad (6.11)$$

где $t_{обсл.i}$ — норма обслуживания на i -ой операции, мин (час).

Скорость движения конвейера (V_k) определяется по формуле:

$$V_k = I_o / r, \quad (6.12)$$

где V_k — скорость движения конвейера, м/мин;

I_o - **шаг конвейера** – расстояние между осями двух рядом расположенных объектов на конвейере, м. Выбирается из соотношения:

$$I_{o\ min} < I_o < I_{o\ max}, \quad (6.13)$$

где $I_{o\ min}$ – определяется габаритами объекта $I_{об}$ и средним расстоянием между двумя рядом находящимися на конвейере объектами ($I_{ср} = 200-300$ мм).

Длина рабочей части конвейера (L_p):

– при одностороннем расположении оборудования определяется по формуле:

$$L_p = I_o * \Sigma C_{при}, \quad (6.14)$$

где L_p – длина рабочей части конвейера, м

– при двустороннем расположении оборудования:

$$L_p = I_o * \Sigma C_{при} / 2. \quad (6.15)$$

Длина рабочей зоны (l_{pi}) определяется по формулам:

$$l_{pi} = I_o * t_{шт-к\ i} / r \quad (6.16)$$

$$l_{pi} = I_o * C_{при} \quad (6.17)$$

Длительности цикла изготовления изделия на конвейере ($T_{ц}$):

$$T_{ц} = \Sigma C_{при} * r, \quad (6.18)$$

где $T_{ц}$ – длительность цикла изготовления изделия на конвейере, мин

6.2 Расчёт параметров прерывно-поточных (прямоточных) линий

При создании прямоточных линий возникает необходимость расчета обратного межоперационного задела. Он образуется на тех рабочих местах, на которых продолжительность операций больше, чем на последующих смежных рабочих местах в связи с отсутствием синхронизации процесса (возникает из-за разной производительности).

Оборотный межоперационный задел — величина переменная и изменяется от нуля до максимального значения и затем в обратном направлении.

Максимальное значение оборотного межоперационного задела ($Z_{MO \max}$) рассчитывается по формуле:

$$Z_{MO \max} = T * C_i / t_i - T * C_{i+1} / t_{i+1}, \quad (6.19)$$

где T – период времени работы на смежных операциях при неизменном числе работающих станков, мин;

C_i, C_{i+1} – число единиц оборудования на соответствующих смежных операциях, работающих в течение периода T ;

t_i, t_{i+1} – нормы времени на соответствующих смежных операциях, мин.

Порядок расчета межоперационных оборотных заделов для двух смежных операций:

1. Определение производительности оборудования на i -ой операции в час (Π_i):

$$\Pi_i = 60 / t_i, \quad (6.20)$$

где Π_i – производительность оборудования на i -ой операции, шт/час;
 t_i – нормы времени на i -ой операции, мин.

2. Вычисление время работы оборудования на i -ой операции (T_i):

$$T_i = N / \Pi_i, \quad (6.21)$$

где T_i – время работы оборудования на i -ой операции, час.;

N – сменное задание, шт.

3. Определение количества оборудования на i -ой операции ($C_{при}$):

$$C_{при} = T_i / 8. \quad (6.22)$$

Количество оборудования всегда округляется до ближайшего большего числа.

4. Вычисление время работы каждой единицы оборудования.

5. Построение графика работы оборудования (см. табл. 6.1).

6. Определение точек перегибов заделов. Точки перегиба заделов всегда имеют место в начале и в конце смены, а также в момент начала и окончания работы оборудования на любой из смежных операций.

7. Определение максимальной величины межоперационных заделов между парой смежных точек перегибов (Z_{1-2}):

$$Z_{1-2} = (\Pi_i * C_{при} - \Pi_i * C_{при+1}) * \tau_{1-2}, \quad (6.23)$$

где Z_{1-2} – величину межоперационных заделов между парой смежных точек перегибов, шт.;

Π_i и Π_{i+1} – часовая производительность единицы оборудования соответственно на предыдущей и последующей операциях, шт./час;

$C_{при}$ и $C_{при+1}$ – число одновременно работающих единиц оборудования соответственно на предыдущей и последующей операциях на отрезке времени τ_{1-2} ;

τ_{1-2} – промежуток времени между двумя смежными точками перегиба задела, час.

В формуле индексы 1 и 2 обозначают только последовательность точек перегиба. Т.е. в паре точек перегиба 3-4 – 3-я станет 1-й, а 4-я станет 2-й.

Дробные значения межоперационных заделов округляются. Если заделы рассчитаны правильно, то их алгебраическая сумма равна 0.

Межоперационный оборотный задел на прямоточной линии может быть только между смежными операциями, имеющими различную длительность обработки. В течение смены величина задела меняется, но начальное значение задела всегда равно конечному. Пред построением графика движения заделов проанализируем их динамику: «-» означает потребление задела; «+» – его накопление.

8. Строим в масштабе график движения заделов. Если он построен правильно, то заделы на начало и конец смены равны. Этот график служит для контроля ритмичности работы прямоточной линии.

6.3 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Прямоточная линия обработки детали работает в одну смену. Длительность смены – 8 часов, перерыв – 45 минут. Технологический процесс состоит из пяти операций: $t_1 = 15$ минут, $t_2 = 3$ минуты, $t_3 = 6$ минут, $t_4 = 12$ минут, $t_5 = 9$ минут. Определить такт потока, общее количество оборудования на линии и программу запуска деталей в смену, при которых прямоточная линия будет работать как непрерывно-поточная.

Решение

Если прямоточная линия будет работать как непрерывно-поточная, то для неё будет применено условие синхронизации, приведенное в формуле 6.6.

Определим такт непрерывно-поточной линии (при этом соотношение $t_{шт-к i} / C_{pi}$ будет кратно 3):

$$r = 15 / 5 = 3 / 1 = 6 / 2 = 12 / 4 = 9 / 3 = 3 \text{ мин/шт.}$$

Тогда общее количество оборудования на линии составит:

$$C_0 = 5 + 1 + 2 + 4 + 3 = 15$$

Определим действительный эффективный фонд времени работы оборудования по формуле 6.2:

$$F_{д.э} = (8 * 60 - 45) * 1 = 435 \text{ мин.}$$

Вычислим программу запуска из формулы 6.1:

$$N_{зап} = 435 / 3 = 145 \text{ шт.}$$

Задача 2. На поточной линии, оснащённой рабочим конвейером непрерывного действия, осуществляется сборка изделия. Скорость движения конвейера – 0,5 м/мин. Шаг конвейера – 1,5 метра. Длина рабочей части конвейера – 30 метров (одностороннее расположение оборудования). Линия работает в 2 смены по 8 часов. Перерывы – по 30 минут в смену. Определить длительность технологического цикла сборки изделия и программу запуска.

Решение

Найдём такт поточной линии из формулы 6.12:

$$r = 1,5 / 0,5 = 3 \text{ мин/шт.}$$

Количество рабочих мест на линии определим по формуле (6.14):

$$\Sigma C_{\text{при}} = 30 / 1,5 = 20 \text{ шт.}$$

Тогда длительность технологического цикла сборки составит (формула (6.18)):

$$T_{\text{ц}} = 20 * 3 = 60 \text{ мин.}$$

Определим действительный эффективный фонд времени работы оборудования по формуле (6.2):

$$F_{\text{д.э}} = (8 * 60 - 30) * 2 = 900 \text{ мин}$$

Вычислим программу запуска из формулы (6.1):

$$N_{\text{зап}} = 900 / 3 = 300 \text{ шт.}$$

Задача 3. Рассчитать межоперационных оборотных заделов для двух смежных операций на прямоточной линии, построить график работы оборудования и график движения заделов, если нормы времени на операциях: $t_1 = 7$ мин; $t_2 = 10$ мин. Сменное задание, т.е. производительность линии в смену $N = 120$ шт.

Решение

Определяем часовую производительность единицы оборудования на каждой из смежных операциях по формуле (6.20):

$$П_1 = 60 / 7 = 8,57 \text{ шт./час;}$$

$$П_2 = 60 / 10 = 6 \text{ шт./час.}$$

Вычисляем время, необходимое оборудованию для выполнения сменного задания по формуле (6.21):

$$T_1 = 120 / 8,57 = 14 \text{ час;}$$

$$T_2 = 120 / 6 = 20 \text{ час.}$$

Рассчитываем число единиц оборудования на операциях и время загрузки по формуле 6.22:

$$C_{\text{пр}1} = 14 / 8 \approx 2 \text{ станка};$$

$$C_{\text{пр}2} = 20 / 8 \approx 3 \text{ станка}.$$

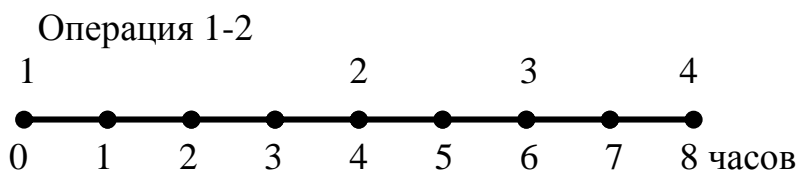
Следовательно, если на 1-й операции первый станок занят 8 часов, то 2-й – 6 часов; на 2-й операции – 2 станка по 8 часов, а 3-й – 4 часа.

Строим график работы оборудования (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – График работы оборудования

№ операции	t _i , мин	П _i , шт./ч	T _i , час	C _{пр i} , шт.	№ станка	Время загрузки единицы оборудования	График работы оборудования														
							1	2	3	4	5	6	7	8							
1	7	8,57	14	2	1	8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			
						6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	10	6	20	3	1	8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			
						8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
						4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Определяем точки перегиба заделов. Сначала отмечаем точки в начале и в конце смены (т. 1 и 4), затем наносим т.2 (закончил работу 3-й станок на 2-й операции) и т.3 (закончил работу 2-й станок на 1-й операции).



Определяем отрезки времени между двумя смежными точками перегиба:

$$\tau_{1-2} = 4 \text{ часа}; \tau_{2-3} = 6-4 = 2 \text{ часа}; \tau_{3-4} = 8-6 = 2 \text{ часа}.$$

Вычислим максимальную величину заделов между парой смежных точек по формуле 6.23:

$$Z_{1-2} = (8,57 * 2 - 6 * 3) * 4 = -3,4 \approx -3 \text{ шт.};$$

$$Z_{2-3} = (8,57 * 2 - 6 * 2) * 2 = +10,3 \approx +10 \text{ шт.};$$

$$Z_{3-4} = (8,57 * 1 - 6 * 2) * 2 = -6,9 \approx -7 \text{ шт.}$$

Алгебраическая сумма заделов равна 0, значит они рассчитаны верно.

В данном примере движение заделов начинается с потребления 3-х штук изделий, значит именно такой задел и должен быть на начало смены. Если в начале идет накопление задела, то он на начало смены равен 0.

Строим в масштабе график движения заделов (рис. 6.1).

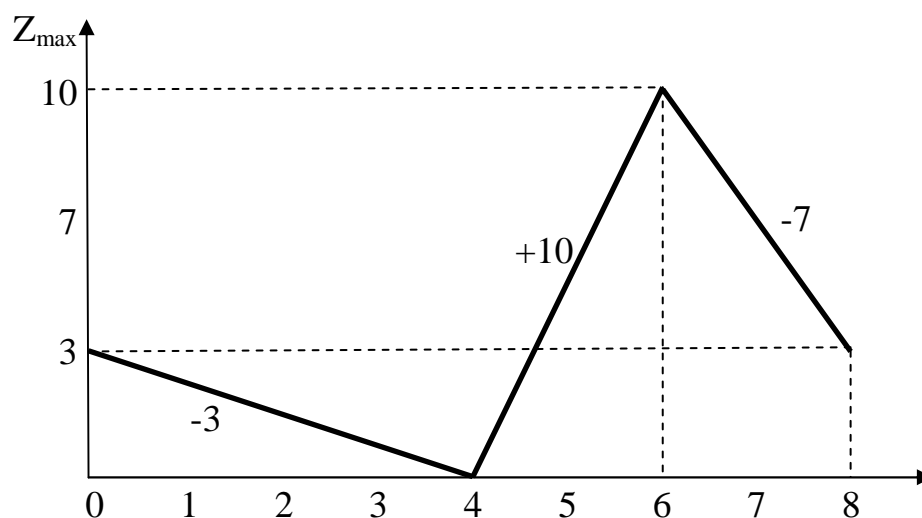


Рисунок 6.1 – График движения заделов

6.4 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1. Программа выпуска изделий на прерывно-поточной линии – 144 шт./смену. Технологический процесс изготовления состоит из трёх операций, с нормой времени соответственно: $t_1 = 9$ минут, $t_2 = 4,6$ минуты, $t_3 = 2,2$ минут. Определить количество рабочих мест на линии и степень их загрузки.

Задача 2. На поточной линии, оснащённой текущим конвейером непрерывного действия, 18 рабочих мест. Конвейер работает в 2 смены по 8 часов с перерывом 30 минут в смену. В результате улучшения организации работы такт потока уменьшился на 5 минут, и выпуск изделий при этом составляет 450 шт./смену. Определить величину прироста выпуска изделий в результате улучшения организации работы.

Задача 3. Рассчитать межоперационных оборотных заделов для четырёх смежных операций на проточной линии, построить график работы оборудования и график движения заделов, если нормы времени на операциях: $t_1 = 9$ мин; $t_2 = 11$ мин., $t_3 = 5$ мин., $t_4 = 7$ мин. Сменное задание, т.е. производительность линии в смену $N = 150$ шт.

6.5 Тестовые задания

Тест № 1. Поточный метод организации производства характеризуется такими признаками:

- а) прямоточность;
- б) параллельное выполнение операций на всех или нескольких рабочих местах;
- в) разделением производственного процесса на операции;
- г) последовательным выполнением операций;
- д) применением универсального инструмента;
- е) использованием непрерывно действующего транспорта.

Тест № 2. Назовите параметры поточных линий :

- а) ритм;
- б) коэффициент сменности;
- в) расчетное количество рабочих мест;
- г) длина конвейера;
- д) коэффициент выполнения норм;
- е) коэффициент загрузки рабочих мест.
- ж) все ответы верны.

Тест № 3. Такт – это промежуток времени между:

- а) запуском двух соседних отдельных изделий;
- б) выпусками партий изделий;
- в) выпусками отдельных изделий;
- г) запусками партий изделий.

Тест № 4. Ритм – это промежуток времени между:

- а) запуском двух отдельных изделий;
- б) выпусками партий изделий;
- в) выпусками отдельных изделий;
- г) запусками соседних транспортных партий изделий

Тест № 5. Ритм поточной линии рассчитывается по формуле:

- а) $\frac{F_3}{N}$;
- б) $r * p$;
- в) $\frac{L_{ш}}{r}$;
- г) $\frac{L_{ш}}{S}$.

Тест № 6. Выбрать верную формулу для расчета такта поточной линии:

- а) $r = \frac{N_{зап}}{F_{д.э}}$;
- б) $r = \frac{F_{д.э}}{N_{зап}}$;
- в) $r = \frac{t_{\pm}}{c}$;
- г) $r = \frac{c}{t}$.

Тест № 7. Выбрать верную формулу для расчета скорости конвейера:

а) $V_k = \frac{r}{l_0}$; б) $V_k = \frac{l_0}{r}$; в) $V_k = l_0 * r$; г) $V_k = \frac{t}{c}$.

Тест № 8. Выбрать верную формулу для расчета длительности производственного цикла изготовления изделия на поточной линии:

а) $T_{ц} = r * l_0$; б) $T_{ц} = r * \sum_{i=1}^m C_{пi}$; в) $T_{ц} = \frac{r}{\sum_{i=1}^m C_{пi}}$;

г) $T_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{пi}}{r}$; д) $T_{ц} = r * \sum_{i=1}^m t_i$.

Тест № 9. Выбрать верную формулу для расчета количества рабочих мест на какой-либо операции поточной линии:

а) $C_{pi} = \frac{r_i}{t}$; б) $C_{pi} = \frac{t_{шт-ki}}{r}$; в) $C_{pi} = r_i * t$;

г) $C_{pi} = \frac{r}{l_0}$; д) $C_{pi} = r * l_0$

Тест № 10. Выбрать верную формулу для расчета действительного фонда времени работы оборудования:

а) $F_{д.э} = (T_{см} - T_{пер}) * S * D$;

б) $F_{д.э} = (T_{см} - T_{пер}) * S * r$;

в) $F_{д.э} = (T_{см} - T_{пер}) * D * N_{зап}$;

г) $F_{д.э} = T_{см} - S - r$;

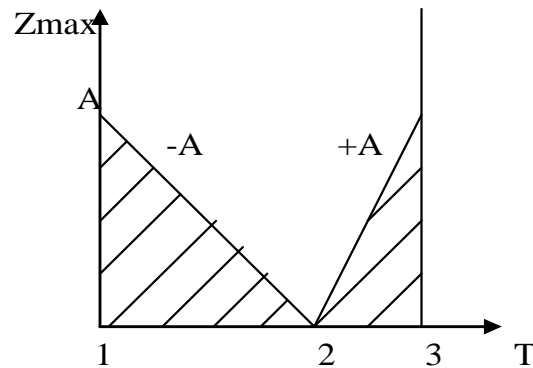
д) $F_{д.э} = T_{см} * S * D$

Тест № 11. Выбрать верную формулу для расчета длины конвейера:

а) $L_p = \sum_{i=1}^m C_{пi} * r$; б) $L_p = \sum_{i=1}^m C_{пi} * l_0$; в) $L_p = \frac{t_i}{r}$;

г) $L_p = \frac{r}{t_i}$; д) $L_p = C_{пi} * r$

Тест № 12. Как называется данный график:



- а) движение межцеховых заделов;
- б) движение межоперационных заделов;
- в) длительности технологического цикла;
- г) длительности производственного цикла;
- д) движение готовой продукции.

Тест № 13. Как называются на графике (Тест №12) точки 1,2 и 3?

- а) точки заделов;
- б) точки перегибов;
- в) временные точки;
- г) точки максимумов;
- д) производственные точки.

Тест № 14. Что показывает на графике (Тест №12) величина “-А”?

- а) снижается программа выпуска изделий;
- б) снижается величина межоперационных заделов;
- в) изменяется время выполнения операции;
- г) снижается скорость выполнения операции;
- д) снижается количество оборудования.

Тест № 15. Что обозначает на графике (Тест №12) движение межоперационных заделов “Zmax”?

- а) количество оборудования на линии;
- б) количество запасов заготовок в точке перегиба;
- в) количество изделий в конце смены;
- г) количество запасов готовых изделий в начале смены;
- д) количество рабочих на линии.

Тест № 16. Что показывает на графике (Тест №12) величина “+А”?

- а) снижается программа выпуска изделий;
- б) увеличивается величина межоперационных заделов;
- в) изменяется время выполнения операции;
- г) снижается скорость выполнения операции;
- д) снижается количество оборудования.

Тест № 17. Что обозначает на графике (Тест №12) “А”?

- а) количество оборудования на линии;
- б) количество запасов заготовок в точке перегиба;
- в) количество изделий в конце смены;
- г) количество запасов готовых изделий в начале смены;
- д) количество рабочих на линии.

Тест № 18. Определить, что обозначает слово «межоперационный оборотный задел»:

- а) запас заготовок между операциями;
- б) запас готовой продукции;
- в) запас сырья на складе;
- г) количество готовой продукции.

Тест № 18. В каких единицах измеряется величина межоперационных заделов?

- а) в метрах;
- б) в минутах;
- в) в штуках деленных на минуту;
- г) в штуках;
- д) в штуках деленных на час;
- е) в метрах деленных на час.

Тест № 19. Определить при каких условиях на поточной линии соблюдается синхронизация операций во времени (t-длительность выполнения операции, с-количество оборудования на операции):

- а) $\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \frac{t_3}{c_3} = const$;
- б) $\frac{t_1}{c_1} = \frac{t_2}{c_2} = \frac{t_3}{c_3} \neq const$;
- в) $\frac{c_1}{t_1} = \frac{c_2}{t_2} = \frac{c_3}{t_3} = const$;
- г) $\frac{c_1}{t_1} = \frac{c_2}{t_2} = \frac{c_3}{t_3} \neq const$;

Тест № 20. Выберите верную формулу для расчета величины межоперационных заделов:

- а) $Z_{\max} = \frac{T_n * t_1}{C_1} - \frac{T_n * t_2}{C_2}$;
- б) $Z_{\max} = \frac{N_1 * t_1}{C} - \frac{N_2 * t_2}{C_2}$;
- в) $Z_{\max} = \frac{T_n * C_1}{t_1} - \frac{T_n * C_2}{t_2}$;
- г) $Z_{\max} = \frac{F_g * C_2}{t_2} - \frac{F_g * C_1}{t_1}$;
- д) $Z_{\max} = \sum T_n * t_i * C_i$;
- е) ваш вариант

Тест № 21. Определить расчётным путём такт движения конвейера, выпускающего изделия $N_{\text{зап}} = 100$ шт. Фонд времени работы оборудования $F_{\text{д.э}} = 960$ мин.

- а) 100 мин/шт.;
- б) 9,6 мин/шт.;
- в) 1,0 мин/шт.
- г) 20 мин/шт.

Тест № 22. Определить годовой номинальный фонд рабочего времени работы поточной линии, если длительность смены $T_{\text{см}} = 8$ часов, количество рабочих дней в году $D = 255$; линия работает в 1 смену (S). Длительность регламентированных перерывов в смену $T_{\text{пер}} = 25$ минут.

- а) 16025 мин.;
- б) 12000 мин.;
- в) 116025 мин.;
- г) 105020 мин.

Тест № 23. Определить расчётным путём программу запуска изделий на поточную линию, если программа выпуска составляет $N_{\text{вып}} = 950$ шт., а технологически-неисправимый брак $\alpha = 2\%$.

- а) 969 шт.; б) 1000 шт.; в) 790 шт.; г) 910 шт.

Тест № 24. Определить количество оборудования на рабочем месте поточной линии, если продолжительность операции составляет $t_1 = 3$ мин. Такт поточной линии $r = 5$ мин/шт.

- а) 0,5; б) 2,0; в) 0,6; г) 1,0.

Тест № 25. Определить количество рабочих мест на линии. Такт прерывно-поточной линии 4 мин/шт. Технологический процесс: $t_1 = 1,6$ мин, $t_2 = 2,4$ мин.

- а) 1 шт.; б) 4 шт.; в) 2 шт.; г) 6 шт.

Тест № 26. Определить расчётным путём скорость движения конвейера, если такт $r = 1,8$ мин/шт., а шаг конвейера $I_0 = 2$ м.

- а) 1,11 м/мин.; б) 5,9 м/мин.; в) 0,5 м/мин.; г) 11,1 м/мин.

Тест № 27. Определить расчётным путём длительность цикла изготовления изделия на поточной конвейерной линии, на которой установлено единиц оборудования $C_0 = 6$ и такт конвейера $r = 0,9$ мин/шт.

- а) 15,6 мин.; б) 5,4 мин.; в) 2,0 мин.; г) 10 мин.

Тест № 28. Определить скорость конвейера, если шаг конвейера $I_0 = 5$ м; продолжительность производственного цикла $T_{\text{ц}} = 60$ мин; количество рабочих мест на конвейере $C_p = 12$.

- а) 0,5 мин/шт.; б) 0,015 мин/шт.; в) 1 мин/шт.; г) 1,5 мин/шт.

Тест № 29. Определить расчётным путём длину конвейерной линии на которой работает $C_0 = 10$ единиц оборудования и шаг конвейера $I_0 = 3,7$ м:

- а) 22; б) 37; в) 30; г) 28.

7 КОМПЛЕКСНАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА К ВЫПУСКУ НОВОЙ ПРОДУКЦИИ

7.1 Метод сетевого планирования и управления: сущность, понятия

Метод сетевого планирования и управления (СПУ) является методом решения задач исследования операций, в которых необходимо оптимально распределить сложные комплексы работ (например, строительство

большого промышленного объекта, выполнение сложного проекта и т.п.). Метод возник в 1958 г. в США, затем быстро был признан во всём мире.

Методы СПУ используются при планировании сложных комплексных проектов, например, таких как:

- строительство и реконструкция каких-либо объектов;
- выполнение научно-исследовательских и конструкторских работ;
- подготовка производства к выпуску продукции;
- перевооружение армии;
- развертывание системы медицинских или профилактических мероприятий.

Характерной особенностью таких проектов является то, что они состоят из ряда отдельных, элементарных работ. Они обуславливают друг друга так, что выполнение некоторых работ не может быть начато раньше, чем завершены некоторые другие. Например, укладка фундамента не может быть начата раньше, чем будут доставлены необходимые материалы; эти материалы не могут быть доставлены раньше, чем будут построены подъездные пути; любой этап строительства не может быть начат без составления соответствующей технической документации и т.д.

Сущность метода (СПУ) заключается в особом моделировании исследуемого процесса, а именно создаётся информационно-динамическая модель задачи. В качестве такой модели в методе СПУ используется графическая модель в виде **сетевого графика**. Сетевой график изображается в виде ориентированного графа (множество вершин, соединённых направленными дугами).

Основными понятиями сетевых моделей являются: событие, работа, путь.

Работа – это некоторый процесс, приводящий к достижению определённого результата и требующий затрат каких-либо ресурсов, имеет протяженность во времени.

Термин «работа» может иметь следующие значения:

- действительная работа, требующая затрат времени и ресурсов на определённую операцию. На графике изображается сплошной стрелкой;
- фиктивная работа указывает на логическую связь между двумя или несколькими операциями и не требует ни затрат времени, ни ресурсов. Она изображается на графике пунктирной стрелкой и указывает на то, что начало последующей операции, зависит от результатов предыдущей.

Событие – момент времени, когда завершаются одни работы и начинаются другие. Событие представляет собой результат проведенных работ и, в отличие от работ, не имеет протяженности во времени. Например, фундамент залит бетоном, старение отливок завершено, комплектующие поставлены, отчеты сданы и т.д. На графике событие изображается в виде круга.

Начало и окончание любой работы описываются парой событий, которые называются **начальным и конечным событиями**. Поэтому для идентификации конкретной работы используют код работы ($i - j$), состоя-

щий из номеров начального (i -го) и конечного (j -го) событий. Продолжительность работы указывается над стрелкой – t_{i-j} (над фиктивной работой число не ставится).

События нумеруются в логической последовательности. Это рассмотрено на примере (рис. 7.1).

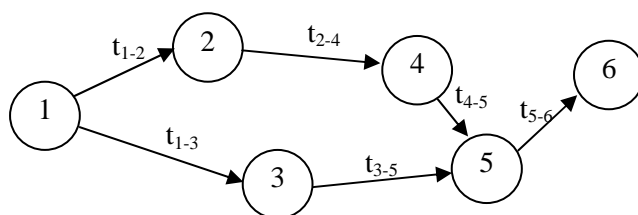


Рисунок 7.1 – Пример обозначения работ на сетевом графике

На сетевом графике (рис. 7.1) работа 2-4 состоит из номеров начального (2-го) и конечного (4-го) событий. Продолжительность работы указывается над стрелкой – t_{2-4} .

Событие, не имеющее предшествующих ему событий, т.е. с которого начинается проект, называют **исходным** событием (событие 1 на рис. 7.1).

Событие, которое не имеет последующих событий и отражает конечную цель проекта, называется **завершающим** (событие 6 на рис. 7.1).

Путь – это любая последовательность работ в сетевом графике, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы. Например, в рассмотренном сетевом графике (рис. 7.1) путями являются следующие последовательности работ: 2-4, 2-4-5 или 1-3-5-6.

Полный путь – это путь от исходного до завершающего события. Сетевой график на рис. 7.1 имеет два полных пути: 1-2-4-5-6 и 1-3-5-6.

Критический путь – максимальный по продолжительности полный путь.

7.2 Методика расчёта временных параметров сетевой модели

Схема для расчета временных параметров событий и работ приведена на рис. 7.2.

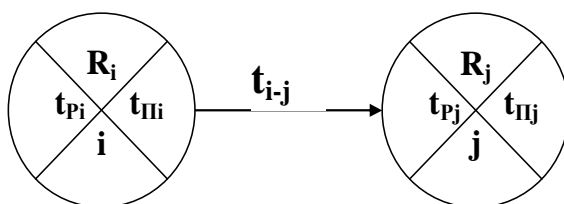


Рисунок 7.2 – Схема для расчета параметров событий и работ

К временным параметрам событий относятся:

– ранний срок наступления события i – t_{pi} – это время, необходимое для выполнения всех работ, предшествующих данному событию i ;

– поздний срок наступления события i – t_{ni} – это такое время наступления события i , превышение которого вызовет аналогичную задержку наступления завершающего события сети;

– резерв времени наступления события i – R_i – это промежуток времени, на который может быть отсрочено наступление события i без нарушения сроков завершения разработки в целом.

В нижнем секторе обозначен номер события (i или j). Он необходим только для идентификации события и в расчетах не участвует.

Расчёт временных параметров событий начинают с критического пути.

Расчет ранних сроков наступления событий ведется от исходного к завершающему событию. Для исходного события ранний срок наступления (см. рис. 7.2):

$$t_{pi} = t_{ni} = 0. \quad (7.1)$$

Для всех остальных событий ранний срок наступления определяется следующим образом (см. рис. 7.2):

$$t_{pj} = t_{pi} + t_{i-j}. \quad (7.2)$$

Поздние сроки наступления событий рассчитываются от завершающего к исходному событию. Для завершающего события (см. рис. 7.2):

$$t_{nj} = t_{pj}. \quad (7.3)$$

Для всех остальных событий поздний срок наступления определяется следующим образом (см. рис. 7.2):

$$t_{ni} = t_{ni} - t_{i-j}. \quad (7.4)$$

Ранние и поздние сроки наступления событий, которые лежат на критическом пути, совпадают.

Резерв времени наступления события рассчитывается как разница между поздним и ранним сроками наступления события (см. рис. 7.2):

$$R_i = t_{ni} - t_{pi}. \quad (7.5)$$

Резерв времени события, лежащего на критическом пути, всегда равен 0.

К временным параметрам работы относятся:

1. Ранний срок начала работы ($i-j$) ($t_{p,n}(i-j)$) между начальным событием i и конечным j равен раннему сроку осуществления i -го события (см. рис. 7.2):

$$t_{p,n}(i-j) = t_{pi}. \quad (7.6)$$

2. Ранний срок окончания работы (i-j) ($t_{p.o}(i-j)$) между начальным событием i и конечным j равен раннему сроку осуществления (i) события плюс продолжительность работы между i и j событием (см. рис. 7.2):

$$t_{p.o}(i-j) = t_{pi} + t_{i-j}. \quad (7.7)$$

3. Поздний срок начала работы (i-j) ($t_{п.н}(i-j)$) равен позднему сроку осуществления конечного события j минус продолжительность данной работы (см. рис. 7.2):

$$t_{п.н}(i-j) = t_{пj} - t_{i-j}. \quad (7.8)$$

4. Поздний срок окончания работы (i-j) ($t_{п.о}(i-j)$) равен позднему сроку осуществления конечного события j (см. рис. 7.2):

$$t_{п.о}(i-j) = t_{пj}. \quad (7.9)$$

5. Полный резерв времени работы (i-j) ($R(i-j)$) – это срок, на который можно передвинуть выполнение данной работы, не увеличивая критический путь:

$$R(i-j) = t_{п.о}(i-j) - t_{p.o}(i-j). \quad (7.10)$$

6. Коэффициент напряженности работы (i-j) ($K_n(i-j)$) – характеризует степень сложности выполнения в срок каждой группы работ, которые не лежат на критическом пути:

$$K_n(i-j) = [t(L_{max}) - t(L_{кр})] / [L_{кр} - t(L_{кр})], \quad (7.11)$$

где $t(L_{max})$ – продолжительность максимального пути, который проходит через данную работу (см. расчет длительности всех путей);

$L_{кр}$ – продолжительность критического пути;

$t(L_{кр})$ – продолжительность отрезка пути, который совпадает с критическим путем.

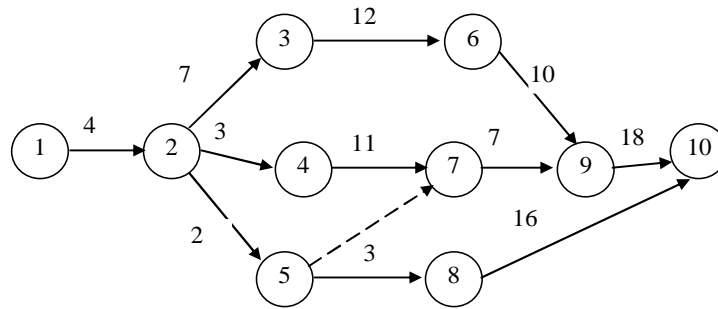
$K_n(i-j) = 1$ – для работ, формирующих критический путь.

7.3 Примеры решения типовых задач

Задача 1. Рассчитать основные параметры сетевого графика:

1. Длительность всех путей и указать критический путь.
2. Ранний и поздний сроки наступления событий и рассчитать резерв наступления событий.

3. Сроки раннего начала и окончания, сроки позднего начала и окончания работ. Определить резерв времени работ, коэффициент напряжённости работ.



Решение

1. Определим продолжительности всех путей:

$t(1-2-3-6-9-10) = 4 + 7 + 12 + 10 + 18 = 51$ – критический путь;

$t(1-2-4-7-9-10) = 4 + 3 + 11 + 7 + 18 = 43$;

$t(1-2-5-7-9-10) = 4 + 2 + 0 + 7 + 18 = 31$;

$t(1-2-5-8-10) = 4 + 2 + 3 + 16 = 25$.

Среди всех путей выберем наиболее длинный – критический и отметим его на графике (стрелки навести толстыми линиями или другие отметки).

2. Определим ранние сроки наступления событий (формулы (7.1), (7.2)):

Событие 1 – $t_{p1} = 0$ – так как это начало отсчета

Событие 2 – $t_{p2} = 0 + 4 = 4$

Событие 3 – $t_{p3} = 4 + 7 = 11$

Событие 6 – $t_{p6} = 11 + 12 = 23$

Событие 9 – $t_{p9} = 23 + 10 = 33$

Событие 10 – $t_{p10} = 33 + 18 = 51$

Событие 4 – $t_{p4} = 4 + 3 = 7$

Событие 5 – $t_{p5} = 4 + 2 = 6$

Событие 7 – к нему ведут 2 пути:

$t_{p7} = 6 + 0 = 6$

или $t_{p7} = 7 + 11 = 18$ – выбираем наибольший путь

Событие 8 – $t_{p8} = 6 + 3 = 9$

3. Определим поздние сроки наступления событий (формулы (7.3), (7.4)):

Событие 8 – $t_{п8} = 51 - 16 = 35$

Событие 7 – $t_{п7} = 33 - 7 = 26$

Событие 5 – к нему ведут 2 пути:

$t_{п5} = 26 - 0 = 26$ – выбираем наименьший путь

или $t_{п5} = 35 - 3 = 32$

Событие 4 – $t_{п4} = 26 - 11 = 15$

События 1, 2, 3, 6, 9, 10 лежат на критическом пути и для них поздний срок наступления событий равен раннему.

4. Определим резервы времени наступления событий (формула (7.5)):

$$\text{Событие 8} - R_8 = 35 - 9 = 26$$

$$\text{Событие 7} - R_7 = 26 - 18 = 8$$

$$\text{Событие 5} - R_5 = 26 - 6 = 20$$

$$\text{Событие 4} - R_4 = 15 - 7 = 8$$

События 1, 2, 3, 6, 9, 10 лежат на критическом пути и для них резерв времени наступления событий равен 0.

5. Определим ранние сроки начала работ (формула (7.6)):

$$t_{p.n}(1-2) = 0;$$

$$t_{p.n}(9-10) = 33;$$

$$t_{p.n}(2-3) = 4;$$

$$t_{p.n}(2-4) = 4;$$

$$t_{p.n}(3-6) = 11;$$

$$t_{p.n}(4-7) = 7;$$

$$t_{p.n}(6-9) = 23;$$

$$t_{p.n}(5-8) = 6;$$

$$t_{p.n}(2-5) = 4;$$

$$t_{p.n}(8-10) = 9;$$

$$t_{p.n}(7-9) = 18.$$

6. Определим ранние сроки окончания работ (формула (7.7)):

$$t_{p.o}(1-2) = 0 + 4 = 4;$$

$$t_{p.o}(9-10) = 33 + 18 = 51;$$

$$t_{p.o}(2-3) = 4 + 7 = 11;$$

$$t_{p.o}(2-4) = 4 + 3 = 7;$$

$$t_{p.o}(3-6) = 11 + 12 = 23;$$

$$t_{p.o}(4-7) = 7 + 11 = 18;$$

$$t_{p.o}(6-9) = 23 + 10 = 33;$$

$$t_{p.o}(5-8) = 6 + 3 = 9;$$

$$t_{p.o}(2-5) = 4 + 2 = 6;$$

$$t_{p.o}(8-10) = 9 + 16 = 25;$$

$$t_{p.o}(7-9) = 18 + 7 = 25.$$

7. Определим поздние сроки окончания работ (формула (7.8)):

$$t_{п.о}(1-2) = 4;$$

$$t_{п.о}(9-10) = 51;$$

$$t_{п.о}(2-3) = 11;$$

$$t_{п.о}(2-4) = 15;$$

$$t_{п.о}(3-6) = 23;$$

$$t_{п.о}(4-7) = 26;$$

$$t_{п.о}(6-9) = 33;$$

$$t_{п.о}(5-8) = 35;$$

$$t_{п.о}(2-5) = 26;$$

$$t_{п.о}(8-10) = 51;$$

$$t_{п.о}(7-9) = 33.$$

8. Определим поздние сроки начала работ (формула (7.9)):

$$t_{п.н}(1-2) = 4 - 4 = 0;$$

$$t_{п.н}(9-10) = 51 - 18 = 33;$$

$$t_{п.н}(2-3) = 11 - 7 = 4;$$

$$t_{п.н}(2-4) = 15 - 3 = 12;$$

$$t_{п.н}(3-6) = 23 - 12 = 11;$$

$$t_{п.н}(4-7) = 26 - 11 = 15;$$

$$t_{п.н}(6-9) = 33 - 10 = 23;$$

$$t_{п.н}(5-8) = 35 - 3 = 32;$$

$$t_{п.н}(2-5) = 26 - 2 = 24;$$

$$t_{п.н}(8-10) = 51 - 16 = 35;$$

$$t_{п.н}(7-9) = 33 - 7 = 26.$$

9. Определим полный резерв работ (формула (7.10)):

$$R(1-2) = 4 - 4 = 0;$$

$$R(9-10) = 51 - 51 = 0;$$

$$R(2-3) = 11 - 11 = 0;$$

$$R(2-4) = 15 - 7 = 8;$$

$$R(3-6) = 23 - 23 = 0;$$

$$R(4-7) = 26 - 18 = 8;$$

$$\begin{aligned}
 R(6-9) &= 33 - 33 = 0; & R(5-8) &= 35 - 9 = 26; \\
 R(2-5) &= 26 - 6 = 20; & R(8-10) &= 51 - 25 = 26; \\
 R(7-9) &= 33 - 25 = 8.
 \end{aligned}$$

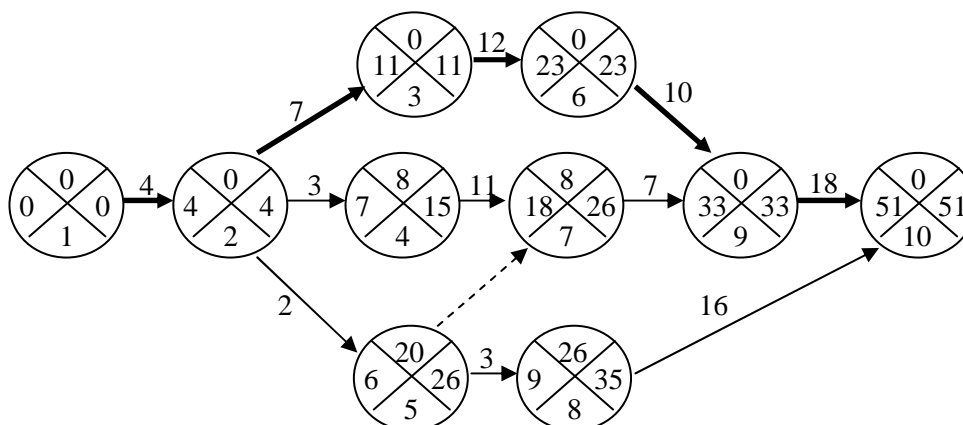
10. Определим коэффициент напряжённости работы (формула (7.11)):

$$\begin{aligned}
 K_H(2-5) &= (31 - 22) / (51 - 22) = 0,31; \\
 K_H(7-9) &= (43 - 22) / (51 - 22) = 0,72; \\
 K_H(2-4) &= (43 - 22) / (51 - 22) = 0,72; \\
 K_H(4-7) &= (43 - 22) / (51 - 22) = 0,72; \\
 K_H(5-8) &= (25 - 4) / (51 - 4) = 0,45; \\
 K_H(8-10) &= (25 - 4) / (51 - 4) = 0,45.
 \end{aligned}$$

Работы 1-2, 2-3, 3-6, 6-9, 9-10 лежат на критическом пути и для них коэффициент напряжённости работы равен 1.

Решение задачи должно иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
 t(1-2-3-6-9-10) &= 4 + 7 + 12 + 10 + 18 = 51 - \text{критический путь}; \\
 t(1-2-4-7-9-10) &= 4 + 3 + 11 + 7 + 18 = 43; \\
 t(1-2-5-7-9-10) &= 4 + 2 + 0 + 7 + 18 = 31; \\
 t(1-2-5-8-10) &= 4 + 2 + 3 + 16 = 25.
 \end{aligned}$$



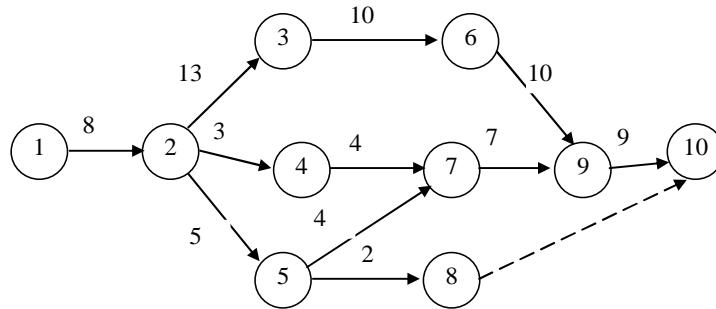
i-j	t _{п.н}	t _{п.о}	t _{н.о}	t _{н.н}	R	K _H
1-2	0	4	4	0	0	1
2-3	4	11	11	4	0	1
3-6	11	23	23	11	0	1
6-9	23	33	33	23	0	1
9-10	33	51	51	33	0	1
2-4	4	7	15	12	8	0,72
4-7	7	18	26	15	8	0,72
7-9	18	25	33	26	8	0,72
2-5	4	6	26	24	20	0,31
5-8	6	9	35	33	26	0,45
8-10	9	25	51	35	26	0,45

Прочие расчеты и формулы, приведенные в методике, не нужны!

7.4 Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Рассчитать основные параметры сетевого графика:

1. Длительность всех путей и указать критический путь.
2. Ранний и поздний сроки наступления событий и рассчитать резерв наступления событий.
3. Сроки раннего начала и окончания, сроки позднего начала и окончания работ. Определить резерв времени работ, коэффициент напряжённости работ.



7.5 Тестовые задания

Тест № 1. Определить основной плановый документ в сетевом планировании:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| а) сетевой маркетинг; | б) сетевой график; |
| в) график планирования; | г) графическая работа; |
| д) сетевое событие. | |

Тест № 2. Определить, что собой представляет сетевая модель:

- а) изображение комплекса работ или операций в логической последовательности их выполнения с отображением их взаимосвязей;
- б) процесс, который требует затрат времени и ресурсов;
- в) факт завершения одной работы, необходимой и достаточной для начала последующих работ;
- г) логическая связь между результатами работ (событий), которая не требует затрат времени и ресурсов.

Тест № 3. Определить, что представляет собой «работа» в сетевом планировании:

- а) логическая связь между результатами работ (событий), которая не требует затрат времени и ресурсов;
- б) процесс, который требует затрат времени и ресурсов;
- в) факт завершения одной работы, необходимой и достаточной для начала последующих работ;
- г) изображение комплекса работ или операций в логической последовательности их выполнения с отображением их взаимосвязей.

Тест № 4. Определить, что представляет собой «событие» в сетевом планировании:

- а) факт завершения одной работы, необходимой и достаточной для начала последующих работ;
- б) изображение комплекса работ или операций в логической последовательности их выполнения с отображением их взаимосвязей;
- в) логическая связь между результатами работ (событий), которая не требует затрат времени и ресурсов;
- г) процесс, который требует затрат времени и ресурсов.

Тест № 5. Определить, что представляет собой «фиктивная работа»:

- а) процесс, который требует затрат времени и ресурсов;
- б) логическая связь между результатами работ (событий), которая не требует затрат времени и ресурсов;
- в) изображение комплекса работ или операций в логической последовательности их выполнения с отображением их взаимосвязей;
- г) факт завершения одной работы, необходимой и достаточной для начала последующих работ.

Тест № 6. Определить, как изображается в сетевых моделях «работа»:

- а) кружочком;
- б) стрелкой;
- в) квадратом;
- г) пунктирной стрелкой.

Тест № 7. Определить, как изображается в сетевых моделях «событие»:

- а) кружочком;
- б) стрелкой;
- в) квадратом;
- г) пунктирной стрелкой.

Тест № 8. Определить, как изображается в сетевых моделях «фиктивная работа»:

- а) кружочком;
- б) стрелкой;
- в) квадратом;
- г) пунктирной стрелкой.

Тест № 9. Определить, какие параметры указывают на изображение «события» на сетевой модели:

- а) номер события, ранний и поздний сроки завершения события;
- б) номер события, срок завершения событий резерв времени;
- в) ранний и поздний сроки завершения события, резерв времени, номер события;
- г) работу, фиктивную работу, номер события.

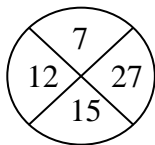
Тест № 10. Определить, из чего складывается под каждое «работы» сетевой модели:

- а) номеров начального события (i) и конечного события (j);
- б) позднего срока завершения события (i);
- в) резерва времени события (j);
- г) раннего срока завершения событий (i) и (j).

Тест № 11. Определить название «события 1», с которого начинается сетевая модель:

- а) предыдущее;
- б) исходное;
- в) последующее;
- г) завершающее.

Тест № 12. Что означает величина 7 на элементе сетевой модели:



- а) поздний срок завершения события;
- б) ранний срок завершения события;
- в) номер события;
- г) время выполнения работы;
- д) резерв времени события.

Тест № 13. Определить, что означает величина 12 на элементе сетевой модели (тест №12):

- а) поздний срок завершения события;
- б) ранний срок завершения события;
- в) номер события;
- г) время выполнения работы;
- д) резерв времени события.

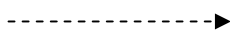
Тест № 14. Определить, что означает величина 27 на элементе сетевой модели (тест №12):

- а) поздний срок завершения события;
- б) ранний срок завершения события;
- в) номер события;
- г) время выполнения работы;
- д) резерв времени события.

Тест № 15. Определить, что означает величина 15 на элементе сетевой модели (тест №12):

- а) поздний срок завершения события;
- б) ранний срок завершения события;
- в) номер события;
- г) время выполнения работы;
- д) резерв времени события.

Тест № 16. Определить какой элемент сетевой модели изображен на рисунке:



- а) резерв времени работы;
- б) событие;
- в) фиктивная работа;
- г) работа.

Тест № 17. Определить вид пути, который определяется как непрерывная последовательность работ между исходным и завершающим событием в сетевой модели:

- а) неполный путь; б) полный путь;
в) предыдущий путь; г) последующий путь;
д) критический путь.

Тест № 18. Определить вид пути, который определяется как непрерывная последовательность работ между двумя какими-либо событиями в сетевой модели:

- а) неполный путь; б) полный путь;
в) предыдущий путь; г) последующий путь;
д) критический путь.

Тест № 19. Определить вид пути, который определяется как непрерывная последовательность работ от исходного до данного события:

- а) неполный путь; б) полный путь;
в) предыдущий путь; г) последующий путь;
д) критический путь.

Тест № 20. Определить вид пути, который определяется как путь наибольшей длительности сетевого графика:

- а) неполный путь; б) полный путь;
в) предыдущий путь; г) последующий путь;
д) критический путь.

Тест № 21. Определить, сколько в сетевом графике исходных событий:

- а) 0; б) 1; в) 2; г) несколько; д) много.

Тест № 22. Определить, сколько в сетевом графике завершающих событий:

- а) 0; б) 1; в) 2; г) несколько; д) много.

Тест № 23. Сколько в сетевом графике начальных событий:

- а) 0; б) 1; в) 2; г) несколько; д) много.

Тест № 24. Сколько в сетевом графике конечных событий:

- а) 0; б) 1; в) 2; г) несколько; д) много.

Тест № 25. Определить формулу, по которой рассчитывается резерв времени события:

- а) $r_i = t_{ni} - t_{pi}$; б) $r_i = t_{ni} + t_{pi}$; в) $r_i = t_{pi} - t_{ni}$;
г) $r_i = t_{n(i-j)} - t_{p(i-j)}$; д) $r_i = t_{p(i-j)} - t_{n(i-j)}$.

Тест № 26. Определить формулу, по которой рассчитывается поздний срок свершения i -го события:

- а) $t_{ni} = t_{nj} - t_{i-j}$; б) $t_{ni} = t_{i-j} - t_{nj}$; в) $t_{ni} = t_{nj} + t_{i-j}$;
 г) $t_{ni} = t_{p.n} - t_{п.н}$; д) $t_{ni} = t_{п.н} + t_{p.n}$.

Тест № 27. Определить, как называется срок, на который можно сдвинуть совершение данного события, не увеличивая продолжительность производственного цикла изготовления изделия:

- а) поздний срок свершения события;
 б) резерв времени события;
 в) ранний срок свершения события;
 г) время ожидания;
 д) резерв времени работы.

Тест № 28. Определить формулу, по которой рассчитывается раннее начало работы:

- а) t_{pi} ; б) $t_{pi} + t_{i-j}$; в) t_{pj} ; г) $t_{nj} - t_{i-j}$; д) $t_{n.o}(i-j) - t_{p.o}(i-j)$.

Тест № 29. Определить формулу, по которой рассчитывается позднее начало работы:

- а) t_{pi} ; б) $t_{pi} + t_{i-j}$; в) t_{pj} ; г) $t_{nj} - t_{i-j}$; д) $t_{n.o}(i-j) - t_{p.o}(i-j)$.

Тест № 30. Определить формулу, по которой рассчитывается раннее окончание работы:

- а) t_{pi} ; б) $t_{pi} + t_{i-j}$; в) t_{pj} ; г) $t_{nj} - t_{i-j}$; д) $t_{n.o}(i-j) - t_{p.o}(i-j)$.

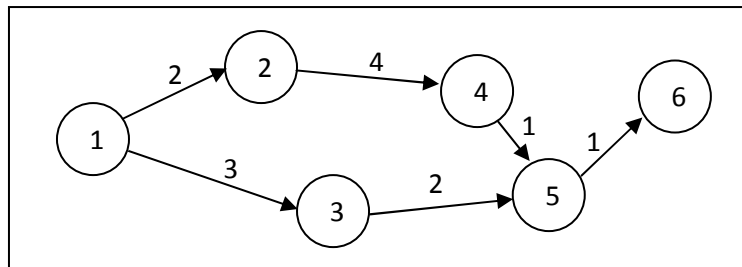
Тест № 31. Определить формулу, по которой рассчитывается позднее окончание работы:

- а) t_{pi} ; б) $t_{pi} + t_{i-j}$; в) t_{pj} ; г) $t_{nj} - t_{i-j}$; д) $t_{n.o}(i-j) - t_{p.o}(i-j)$.

Тест № 32. Определить формулу, по которой рассчитывается полный резерв времени работы:

- а) t_{pi} ; б) $t_{pi} + t_{i-j}$; в) t_{pj} ; г) $t_{nj} - t_{i-j}$; д) $t_{n.o}(i-j) - t_{p.o}(i-j)$.

Тест № 33. Определить ранний срок свершения события 2:



- а) 7; б) 2; в) 8; г) 6.

Тест № 34. Определить поздний срок свершения события 3 (тест № 33):

- а) 3; б) 5; в) 8; г) 6.

Тест № 35. Определить ранний срок окончания работы 2 – 4 (тест № 33):

- а) 3; б) 5; в) 8; г) 6.

Тест № 36. Определить ранний срок начала работы 4 – 5 (тест № 33):

- а) 3; б) 5; в) 8; г) 6.

Тест № 37. Определить поздний срок начала работы 3 – 5 (тест № 33):

- а) 3; б) 5; в) 8; г) 6.

Тест № 38. Определить поздний срок окончания работы 5 – 6 (тест № 33):

- а) 3; б) 5; в) 8; г) 6.

Тест № 39. Определить резерв времени события i , если ранний срок свершения события – 8 дней, а поздний – 18 дней.

- а) 2 дня; б) 18 дней; в) 10 дней; г) 2,6 дней.

Тест № 40. Определить резерв времени работы $i – j$, если ранний срок окончания работы – 1 неделя, а поздний срок – 6 недель.

- а) 5 недель; б) 7 недель; в) 6 недель; г) 0,2 недели.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Герасимчук, В. Г.** Економіка та організація виробництва : підручник / В. Г. Герасимчук, А. Е. Розенплентер. – К. : Знання, 2007. – 678 с.
2. **Гриньова, В. Н.** Організація виробництва : навчальний посібник / В. Н. Гриньова, М. М. Салун. – Харків : ІНЖЕК, 2005. – 552 с.
3. **Копейкин, Г. К.** Организация труда персонала : учебное пособие / Г. К. Копейкин ; под ред. засл. деят. науки РФ, д-ра экон. наук, проф. В. К. Потемкина. – СПб. : СПбГУЭФ, 2012. – 96 с.
4. **Круш, П. В.** Організація виробництва : підручник/ П. В. Круш, В. І. Повігіна, В. О. Гулевич . – К. : Каравела, 2010. – 536 с.
5. **Новицкий, Н. И.** Организация и планирование производства : практикум / Н. И. Новицкий. – Мн. : Новое знание, 2004. – 256 с.
6. **Паршина, В. С.** Организация труда персонала : практикум / В. С. Паршина, Т. П. Волкова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2013. – 73 с.
7. Організація виробництва : навчальний посібник для студентів економічних і технічних спеціальностей усіх форм навчання і слухачів системи виробничо-економічного навчання кадрів / В. С. Рижиков [та ін.]. – 3-є вид., перероб. – К. : Дельта, 2006. – 264 с.
8. Организация производства : методическое пособие по изучению дисциплины студентами всех специальностей заочной формы обучения / В. С. Рижиков, Н. В. Чернышова, С. Н. Грибкова, С. В. Чемерис. – Краматорск : ДГМА, 2009. – 100 с.
9. **Синица, Л. М.** Организация производства : учебное пособие / Л. М. Синица. – 3-е изд. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 521 с.
10. **Туровец, О. Г.** Организация производства на предприятии : учебное пособие / О. Г. Туровец, В. Н. Родионова. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 207 с.
11. **Чернышова, Н. В.** Организация производства : учебное пособие для самостоятельного изучения дисциплины студентами всех специальностей заочной формы обучения / Н. В. Чернышова, С. Н. Грибкова. – Краматорск : ДДМА, 2010. – 60 с.
12. **Шамов, О. В.** Организация производства : практикум / О. В. Шамов. – Гродно : ГрГУ, 2002. – 72 с.

Навчальне видання

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

**Методичні вказівки
до практичних занять
для студентів економічних спеціальностей
усіх форм навчання**

(Російською мовою)

Укладач ГІТІС Тетяна Павлівна

За авторським редагуванням

Комп'ютерне верстання О. М. Болкова

76/2016. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 5,46.
Обл.-вид. арк. 4,22.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академычна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003