**Исходные данные**

Технологические маршруты обработки деталей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№№****п/п** | **Наименование****оборудования** | **Модель****станка** | **Тпз****(час)** | **Разряд****работ** | **Номера обрабатываемых деталей** |
| 1 | 2 | 3 | 5 |
|  |  |
| 1 | Токарно-винторезный | 3Б153 | 0.4 |  | 1–0,082 | 1–0,041 | 4–0,066 | 5–0,0356–0,035 |
| 2 | Вертикально-фрезерный | 6М11В | 0.7 |  | 4–0,035 | 4–0,025 | 2–0,026 | 7–0,075 |
| 3 | Горизонтально-фрезерный | 6Н80 | 0.7 |  | 5–0,054 | 5–0,061 | 1–0,038 | - |
| 4 | Горизонтально-фрезерный | 6Н82 | 0.7 |  | - | - | - | 1–0,035 |
| 5 | Кругло-шлифовальной | 3Б153 | 0.3 |  | 3–0,0687–0,032 | 3–0,17–0,1 | - | - |
| 6 | Вертикально-фрезерный | 6С12 | 0.7 |  | 2–0,092 | 2–0,074 | 3–0,074 | 2–0,126 |
| 7 | Сверлильный | 2А125 | 0.2 |  | 6–0,21 | 6–0,22 | - | - |
| 8 | Вертикально-фрезерный | 6М12 | 0.7 |  | - | - | 6–0,042 | - |
| 9 | Плоско-шлифовальный | 3Г71 | 0.3 |  | - | - | 5–0,1 | - |
| 10 | Сверлильный | 6Н118 | 0.2 |  | - | - | - | - |
| 11 | Вертикально-фрезерный | 6М118 | 0.7 |  | - | - | - | 3–0,192 |
| 12 | Шлифовальный | 336 | 0.3 |  | - | - | - | 4–0,042 |

Программа выпуска изделий

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № детали | Наименование детали | Масса (кг) | Материал | Изделие j | Изделие j+1 | ЗИП,шт. |
| Заготовки | Детали | Годовая программа, шт | Применяемость | Годовая программа, шт. | Применяемость |
| 1 | Клинперекидной | 0,051 | 0,018 | Сталь20 | 7000 | 2 | 2500 | 2 | 200 |
| 2 | Клинверхний | 0,045 | 0,02 | Сталь40 | 9000 | 2 | 700 | 1 | 450 |
| 3 | Накладка | 0,26 | 0,12 | Сталь20 | 5000 | 1 | 3000 | 2 | 600 |
| 5 | Пластина | 0,28 | 0,09 | Сталь20 | 2000 | 2 | 1500 | 3 | 900 |

# **1. Расчет производственной программы**

Годовая производственная программа по каждой номенклатурной позиции деталей рассчитывается по формуле:



где m – число наименований изделий

Nj – программа выпуска j изделия

Рj – применяемость детали в j изделии

NЗИП – число деталей, изготавливаемых на запчасти



**2. Расчет размеров партии деталей**

К числу основных организационных параметров работы серийного ПЗУ относятся: расчетные и принятые размеры партий деталей и периодичности их запуска (выпуска), период оборота стандарт-плана. Расчетный размер партии деталей определяется по формуле:

,

где  – подготовительно-заключительное время на ведущей операции;

 – штучное время на выполнение ведущей операции;

0,05 = α – коэффициент, учитывающий допустимые затраты времени на переналадку оборудования.

Размер партии деталей i-го наименования определяется по ведущей операции, в качестве которой принимается операция с максимальным отношением:

;

Расчетные размеры партий деталей необходимо скорректировать с целью достижения равной или кратной периодичности запуска их в производство. Периодичность запуска – это отрезок времени, через который запускаются в производство партии деталей одного наименования. Расчетная периодичность запуска определяется по формуле:

,

где Тпл – продолжительность рассматриваемого нового периода в рабочих днях

Nпi – программа выпуска деталей одного наименования в рассматриваемом плановом периоде.

Расчетная периодичность подлежит корректировке с целью:

а) получения либо единой периодичности для всех наименований деталей на участке, либо обеспечению их кратности;

б) обеспечения кратности количества рабочих дней планового периода, либо принятие ближайшего большего значения периодичности унифицированного ряда.

**2.1 Выбор периода оборота (повторение) стандартного календарного плана работы серийного участка**

Стандарт-план разрабатывается на период времени, равный максимальной периодичности запуска партий. Так, например, если принятые периодичности равны 2 и 4 дням, то стандарт-план разрабатывается на 4 дня. Партии деталей, для которых периодичность запуска равна 4 дням, запускаются в обработку в течение этого отрезка один раз, а партии деталей, для которых периодичность равна 2 дням, соответственно запускаются в обработку 2 раза. В течение 4-х дней работа серийного участка производства осуществляется по данному стандарт-плану. Спустя 4 дня работа участка возобновляется по этому же стандарт-плану.

Таким образом, период оборота стандарт-плана принимается равным:

,

где  – принятая периодичность запуска партии.

Принятая периодичность запуска обеспечивается определенными размерами партий деталей. Следовательно, после выбора периодичности необходимо провести корректировку расчетного размера партий деталей, определив принятый их размер по формуле:

;

**2.2 Расчет ведущей операции**

Расчет ведущей операции выполняется в табличной форме.

Таблица 2. Расчет ведущей операции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N детали | N операции | Тшт(час) | ТПЗ(час) |  |
| 1 | 1453726 | 0,0820,0350,0540,0680,0320.0920.210 | 0,40,70,70,30,30,70,2 | 4,882012.964.419.387.610.95 |
| 2 | 1453726 | 0,0410,0520,0610,1000,1000,0740,220 | 0,40,70,70,30,30,70,2 | 9.7613.4611.483.003.009.460.91 |
| 3 | 421365 | 0,0660,0260,0380,0740,0420,100 | 0,40,70,70,70,70,3 | 6.0626.9218.429.4616.673 |
| 5 | 5671234 | 0,0350,0350,0750,0350,1260,1920.042 | 0,40,40,70,70,70,70,3 | 11.4311.439,33205.563.657.14 |

**2.3 Расчет размера партий деталей**

После определения ведущей операции по позиции детали составляется расчетная таблица размеров партий деталей. Ее форма имеет следующий вид:

### Таблица 3. Расчет размеров партий деталей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nдетали | N ведущейоперации | Тшт(час) | ТПЗ(час) |  | np(шт) | Rр(дни) | Rпр(дни) | nпр(шт) |
| 1 | 2 | 0,035 | 0,7 | 0,05 | 400 | 7 | 12 | 800 |
| 2 | 2 | 0,052 | 0,7 | 0,05 | 269.2 | 6 | 12 | 797.92 |
| 3 | 2 | 0,026 | 0,7 | 0,05 | 538.4 | 15 | 12 | 566.67 |
| 5 | 4 | 0,035 | 0,7 | 0,05 | 400 | 16 | 12 | 491.67 |

**3. Расчет потребности в производственных ресурсах**

Для серийного участка производства при построении производственного процесса в пространстве и во времени, необходимо определить расчетную потребность в двух видах ресурсов: производственного оборудования и в основных производственных рабочих.

**3.1 Расчет трудоемкости годовой производственной программы**

В основе расчета этой потребности лежит трудоемкость производственной программы, которую определяют на основе нормы штучно-калькуляционного времени по формуле:

,

где - норма штучного времени на выполнение операции,

- подготовительно-заключительное время на операцию,

 – принятый размер партии деталей.

## Таблица 4. Пример расчета штучно-калькуляционного времени

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N детали | N операции | Тшт(час) | (час) | Тшт. к.(час) |
| 1 | 1453726 | 0,0820,0350,0540,0680,0320.0920.210 | 0,40,70,70,30,30,70,2 | 0,08250,03590,05490,06840,03240.09290.2103 |
| 2 | 1453726 | 0,0410,0520,0610,1000,1000,0740,220 | 0,40,70,70,30,30,70,2 | 0,04150,05290,06190,10040,10040,07490,2203 |
| 3 | 421365 | 0,0380,0260,0740,0660,1000,042 | 0,40,70,70,70,70,3 | 0,03840,02690,07490,06690,10090,0424 |
| 5 | 5671234 | 0,0350,0350,0750,0350,1260,1920.042 | 0,40,40,70,70,70,70,3 | 0,03540,03540,07590,03590,12690,19290.0424 |

На основе штучно-калькуляционного времени ведется расчет длительностей операционных циклов и трудоемкости обработки годовой производственной

Расчет ведется по формуле:

,

где

 – длительность операционного цикла по обработке j-ой детали на i-ой операции;

 – норма штучно-калькуляционного времени по обработке детали каждого наименования на операции;

- принятый размер партии по j-ой детали;

 – трудоемкость годовой производственной программы по обработке j-ой детали на i-ой операции;

 – годовая программа выпуска j-ой деталей.

# Таблица 5. Расчет трудоемкости обработки партий деталей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nдетали | Nоперации | Модельстанка | (час) | (час) | (час) |
| 1 | 1453726 | 1А6166М11В6Н803Б1533Б1536С122А125 | 0,08250,03590,05490,06840,03240.09290.2103 | 6628.7243.9254.7225.9274.32168.24 | 1584689.281054.081313.28622.081783.684037.79 |
| 2 | 1453726 | 1А6166М11В6Н803Б1533Б1536С122А125 | 0,04150,05290,06190,10040,10040,07490,2203 | 33.1142.2149.3980.1180.1159.76157.78 | 794.731013.041185.391922.661922.661434.344218.75 |
| 3 | 421365 | 1А6166М11В6Н806С126М123Г71 | 0,03840,02690,07490,06690,10090,0424 | 21.7615.2442.4437.9157.1824.03 | 522.24365.841018.64909.841372.24576.64 |
| 5 | 5671234 | 3Б1533Б1536М11В6Н826С126М118336 | 0,03540,03540,07590,03590,12690,19290.0424 | 17.4117.4137.3217.6560.4394.8420.85 | 332.76332.76713.46337.461192.861813.26398.56 |

**3.2 Расчет потребности в производственном оборудовании**

Расчет потребности в производственном оборудовании. Расчетное количество оборудования данной группы определяется по формуле:

,

где  – трудоемкость обработки детали в каждой группе оборудования в плановом периоде,

 – действительный фонд времени работы единицы оборудования в плановом периоде.

Принятое количество станков в каждой группе  определяется путем округления расчетного значения  целого в большую сторону, если дробная часть  превышает 0,1, и в меньшую сторону, если нет: 

Расчеты сводятся в таблицу.

Определяются коэффициенты загрузки оборудования по группам и в целом по участку:

; .

# Таблица 6. Расчет потребного количества оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№п.п. | Наименованиеоборудования | Модельстанка | №детали | №операции | (час) |  |  |  |  |  |
| 1 | Токарно-винторезный | 1А616 | 12355 | 11456 | 1584794.73522.24332.76332.76 | 3566.49 | 0.77 | 1 | 0.77 |  |
| 2 | Вертикально-фрезерный | 6М11В | 1235 | 4427 | 689.281013.04713.46909.84 | 3325.62 | 0.72 | 1 | 0.72 |
| 3 | Горизонтально-фрезерный | 6Н80 | 123 | 551 | 1054.081185.391018.64 | 3258.11 | 0.77 | 1 | 0.77 |
| 4 | Горизонтально-фрезер ный | 6Н82 | 5 | 1 | 337.46 | 337.46 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 5 | Кругло-шлифовальной | 3Б153 | 1122 | 3737 | 1313.28622.081922.661922.66 | 4933.48 | 1.07 | 2 | 0.54 |
| 6 | Вертикально-фрезерный | 6С12 | 1235 | 2232 | 1783.681434.34909.841192.86 | 5320.72 | 1.15 | 2 | 0.58 |
| 7 | Сверлильный | 2А125 | 12 | 66 | 4037.794218.75 | 8256.54 | 1.79 | 2 | 0.90 |
| 8 | Вертикально-фрезерный | 6М12 | 3 | 6 | 1372.24 | 1372.24 | 0.3 | 1 | 0.3 |
| 9 | Плоско-шлифовальный | 3Г71 | 3 | 5 | 332.76 | 332.76 | 0.07 | 1 | 0.07 |
| 10 | Вертикально-фрезерный | 6М118 | 5 | 3 | 1813.26 | 1813.26 | 0.39 | 1 | 0.39 |
| 11 | Шлифовальный | 336 | 5 | 4 | 398.56 | 398.56 | 0.09 | 1 | 0.09 |  |

**3.3 Расчет потребности в основных производственных рабочих**

Расчет потребности в основных производственных рабочих ведется в разрезе профессий и квалификационных разрядов по следующей формуле:

, где

-расчетное количество рабочих k-ой профессии j-го разряда;

-трудоемкость по выполнению i-ой детали на j-ой группе оборудования по k-му разряду;

 – эффективный годовой фонд времени работы одного рабочего, принимается равным 1750 часов.

Таблица 7. Расчет численности основных производственных рабочих

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№ п.п. | Наименование профессии | Разряд | № детали | № операции |  |  |  |  |
| 1 | Токарь | 3 | 12355 | 11456 | 1584794.73522.24332.76332.76 | 3566.49 | 2.04 | 2 |
| 2 | Фрезеровщик | 4 | 12351235123535 | 44275511223263 | 689.281013.04713.46909.841054.081185.391018.64337.461783.681434.34909.841192.861372.241813.26 | 15427.41 | 8.82 | 9 |
| 3 | Сверловщик | 2 | 12 | 66 | 4037.794218.75 | 8256.54 | 4.72 | 5 |
| 4 | Шлифовщик | 3 | 112235 | 373754 | 1313.28622.081922.661922.66332.76398.56 | 5664.80 | 3.24 | 4 |

**4. Построение календарного графика работы серийного участка производства (стандарт-плана)**

Стандарт-план строится в масштабе времени на период равный принятой периодичности запуска партий деталей. Для построения календарного графика работы участка, необходимо закрепить детале-операции за станками. Закрепление производится таким образом, чтобы обеспечить равномерную загрузку оборудования, а сумма операционных циклов закрепляемых за станком операций не превышала фонда времени работы оборудования в принятой периодичности. Если длительность операционного цикла операции больше фонда времени принятой периодичности, то операцию закрепляют за одним или более станками дублерами. При этом партию делят на равные части, обработка которых должна осуществляться одновременно. Станки дублеры допускается так же вводить при обеспечении равномерности загрузки оборудования.

Таблица 8. Закрепление детале-операций за станками

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nстанка | Наименование оборудования | Модель | № деталей | (час) | Кз |
| 1 | 2 | 3 | 5 |  |  |
| № операции -(час) |  |  |
| 1 | Токарно-винторезный | 1А616 | 1–66 | 1–33 | 4–22 | 5–176–17 | 155 |  |
| 2 | Вертикально-фрезерный | 6М11В | 4–28 | 4–42 | 2–15 | 7–37 | 122 |  |
| 3 | Горизонтально-фрезерный | 6Н80 | 5–44 | 5–49 | 1–42 | - | 135 |  |
| 4 | Горизонтально-фрезерный | 6Н82 | - | - | - | 1–18 | 18 |  |
| 56 | Кругло-шлифовальной | 3Б153 | 3–557–26 | 3–807–80 | -- | -- | 135106 |  |
| 78 | Вертикально-фрезерный | 6С12 | 2–74- | -2–60 | 3–38- | -2–60 | 112120 |  |
| 910 | Сверлильный | 2А125 | 6–168- | -6–158 | -- | -- | 168158 |  |
| 11 | Вертикально-фрезерный | 6М12 | - | - | 6–58 | - | 58 |  |
| 12 | Плоско-шлифовальный | 3Г71 | - | - | 5–24 | - | 24 |  |
| 13 | Вертикально-фрезерный | 6М118 | - | - | - | 3–95 | 95 |  |
| 14 | Шлифовальный | 336 | - | - | - | 4–21 | 21 |  |
| (час) | 461 | 502 | 199 | 265 | - | - |

Построение стандарт-плана начинают с наиболее трудоемкой детали для которой сумма операционных циклов максимальна, затем переходят к менее трудоемкой и т.д. В рассматриваемом примере нанесения деталей на график определяется по итоговой строке и имеет следующую последовательность:

2–1–5–3

Стандарт-план для рассматриваемого примера приведен на рис. 1

**5. Расчёт длительности производственного цикла**

На основе построенного стандарт-плана строится циклограмма, позволяющая определить фактическую длительность производственного цикла обработки партий деталей. Пример построения циклограммы приведён на рис. 2. Циклограмма построена в масштабе времени. Время обработки показывается сплошной линией, время межоперационного пролеживания пунктирной линией. Фактический цикл рассчитывается с момента запуска партии в обработку до окончания ее изготовления. Нормативный цикл рассчитывается по формуле:

,

где Tоп i – длительность операционного цикла в часах i-ой операции;

m – число операции;

Tмоср – среднее время межоперационного пролеживания детали, принимается равным 0,5 часа.

Рациональность построения стандарт-плана оценивается по соотношению фактического и нормативного совокупного цикла обработки партий деталей, который рассчитывается по формуле:

,

где к – количество обрабатываемых партий деталей.

В рассматриваемом примере фактический совокупный цикл составляет 1838 часов, нормативный – 1438.5 часа, что говорит о хороших результатах календарного планирования работы участка.

**6. Построение планировки участка**

На первом этапе для построения планировки участка необходимо определить оптимальную очередность расстановки оборудования.

Алгоритм расчета оптимальной очередности состоит из следующих этапов:

1. Расчет грузооборота при исходной очередности расстановки станков;
2. Построение и обработка матрицы грузооборота;
3. Определение оптимальной очередности расстановки станков;
4. Оценка полученного результата.

Ниже приводится иллюстрация реализации перечисленных этапов алгоритма. Исходными данными являются технологические маршруты обработки деталей, закрепление детале-операций за станками и средняя масса годовой производственной программы каждой детали. В таблице 9 приводится расчет грузооборота при исходной очередности расстановки оборудования. В таблице 10 показана матрица грузооборота на участке и выполнено ее уравновешивание. Расчет оптимальной очередности расстановки станков выполнено в форме таблицы 11. Полученный результат оценивается в таблице 12.

# Таблица 9. Расчет грузооборота при исходной очередности расстановки станков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N детали | 0 | Номера операций, закрепленные за станками | m | Qi | Li |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | - | 1 | 4 | 5 | - | 3 | 7 | 2 | - | 6 | - | - | - | - | - | - | 662 | 31 |
| 2 | - | 1 | 4 | 5 | - | 3 | 7 | - | 2 | - | 6 | - | - | - | - | - | 594 | 35 |
| 3 | - | 4 | 2 | 1 | - | - | - | 3 | - | - | - | 6 | 5 | - | - | - | 4352 | 31 |
| 5 | - | 5,6 | 7 | - | 1 | - |  |  | 2 | - | - | - | - | 3 | 4 | - | 1739 | 41 |

,

где Qi – масса детали i-го наименования годовой производственной

программы

Li – путь, проходимый i-ой деталью (в единицах длины), при

принятом варианте расположения оборудования

n – число наименований деталей



ГΣисх – суммарный грузооборот, при исходной очередности

расстановки станков



# Таблица 12. Расчет грузооборота при исходной очередности расстановки станков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N детали | 0 | Номера операций, закрепленные за станками | m | Qi | Li |
| 4 | 8 | 13 | 3 | 5 | 2 | 7 | 14 | 1 | 6 | 12 | 11 | 10 | 9 |
| 1 | - | - | - | - | 5 | 3 | 4 | 2 | - | 1 | 7 | - | - | - | 6 | - | 662 | 35 |
| 2 | - | - | 2 | - | 5 | 3 | 4 | - | - | 1 | 7 | - | - | 6 | - | - | 594 | 39 |
| 3 | - | - | - | - | 1 | - | 2 | 3 | - | 4 | - | 5 | 6 | - | - | - | 4352 | 15 |
| 5 | - | 1 | 2 | 3 | - | - | 7 |  | 4 | 5,6 | - | - | - | - | - | - | 1739 | 21 |



Планировка строится в масштабе 1:100 на миллиметровой бумаге, при этом должны быть выполнены следующие требования:

1. Принятая сетка колонн должна соответствовать используемому типоразмеру станков;
2. Станки должны быть расставлены в порядке оптимальной очередности;
3. Станки, транспортные средства и другие элементы планировки должны изображаться с использованием принятых условных обозначений;
4. Расстояние между станками, ширина проходов должна соответствовать действующим нормативам;
5. На планировке должен быть указан минимум размеров, необходимых для расстановки оборудования;
6. Рациональность использования площадей оценивается по удельному показателю, при этом должно выполняться соотношение:

,

где -фактическая площадь участка;

-удельная площадь на один станок, для среднего металлорежущего оборудования =20м2

-принятое количество станков на участке.

Построение планировки приведено на рисунке 2.

**7. Расчет технико-экономических показателей участка**

**7.1 Расчет себестоимости изготовления деталей**

В курсовом проекте рассчитывается цеховая себестоимость изготовления деталей по формуле:

,

где -затраты на основные материалы;

-заработная плата основных производственных рабочих;

-затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

-цеховые затраты;

Затраты на основные материалы определяются по формуле:



где - норма расходов материалов, принимается равной массе заготовки;

-норма утилизируемых отходов, принимается равной разности масс заготовки и готовой детали;

-цена основного материала;

-цена утилизируемых отходов.

Цены на основные материалы и утилизируемые отходы выбираются по прейскурантам.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих рассчитываются по формуле:

,

где -штучный расценок на *i*-ю операцию;

*m*-количество операций по обработке детали.

 

 

где -штучное время на выполнение операции;

-часовая тарифная ставка первого разряда;

-тарифный коэффициент соответствующий разряду работ.

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования *(S)* и цеховые затраты *(Ц)* принимаются равными 250–300% к заработной плате основных производственных рабочих.

Результаты расчета сводятся в таблицу.

Таблица 12. Калькуляция себестоимости изготовления деталей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № детали | Затраты на основные материалы | Заработная плата основных производственных рабочих | Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования | Цеховые расходы | Цеховая себестоимость |
| 1 | 2499.6 | 62.41 | 171.63 | 171.63 | 2905.27 |
| 2 | 2194 | 68.59 | 188.62 | 188.62 | 2639.83 |
| 3 | 12664 | 77 | 211.75 | 211.75 | 13164.5 |
| 5 | 13748 | 62.59 | 172.12 | 172.12 | 14154.84 |

**7.2 Расчет технико-экономических показателей участка.**

Расчет технико-экономических показателей работы участка выполняется на основе обобщенных данных, полученных в предыдущих разделах курсового проекта и сводится в таблицу 13.

Таблица 13. Технико-экономические показатели работы участка

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование показателя | Единицы измерения | Величина |
|  | **Абсолютные показатели** |  |  |
| 1 | Программа выпуска | шт. | 1–192002–191503–116005–9400 |
| 2 | Себестоимость выпуска | руб. | 32864.44 |
| 3 | Численность основных производственных рабочих | чел. | 20 |
| 4 | Количество единиц оборудования | шт. | 14 |
| 5 | Площадь участка | м2 |  |
|  | **Относительные показатели** |  |  |
| 6 | Производительность труда | руб./чел. | 1643.22 |
| 7 | Объем продукции с м2 площади участка | руб./м2 |  |

**Библиографический список**

1. Вальков А.С. «Организация производства на промышленных предприятиях и АСУ», Тула, Приокское книжное издательство, 1978, с. 237
2. Вальков А.С. «Разработка оптимальной планировки серийного участка» (Методические указания по лабораторной работе), – Тула: ТулПИ, 1982, с. 25
3. Вальков А.С., Курский В.А., Ратников О.А. Методические указания но курсовому проекту: «Проектирование партионно-групповой поточной линии» для студентов специальности 1709, – Тула: ТулПИ, 1985, с. 37.
4. Гамрат-Курек Л.И. «Экономическое обоснование дипломных проектов», М: Высшая школа, 1984, с.
5. Дулалаев В.А., Курский В.А., Ратников О.Л. Выбор экономически целесообразной формы организации производственного процесса с использованием ЭВМ «Роботрон» при проектировании механических цехов и серийных участков. Методические указания но дипломному проектированию студентов специальности 1709, Тула: ТулПИ 1988, с. 14.
6. Дулалаев В.А., Курский В.А., Ратников О.А. Методические указания к лабораторной работе «Оптимизация параметров комплектно-групповых поточных линий на ЭВМ «Роботрон», – Тула: ТулПИ, 1988, с. 18.
7. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М. Высшая школа, 1969.