

Стоимость комплексов на определенное количество мест меньше стоимости того же количества автономных устройств, выполняющих те же функции. Это достигается за счет упрощения устройств ТУ и конструкций комплекса в целом, благодаря возможности применения принципиально новых инженерных решений, так как комплекс - это не механическое объединение автономных устройств, а взаимосвязанная система.

Комплексы более экономичны в эксплуатации.

Для сбора статистики ЦБУ комплекса подключается к дополнительным устройствам или непосредственно к ЭЦВМ, что осуществляется значительно проще чем подключение каждого автономного устройства.

Изменением конструкции ЦБУ или полной его заменой можно совершенствовать логические функции и повышать надежность комплекса в работе.

А.В.Алиппиев, В.С.Великанов

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА РАБОЧИХ МЕСТ УЧАЩИХСЯ В ОБУЧАЮЩИХ И КОНТРОЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСАХ

При разработке обучающих и контролирующих комплексов, содержащих один общий центральный блок управления (ЦБУ) и несколько индивидуальных рабочих мест (РМ)^х учащихся, возникает вопрос о выборе количества рабочих мест в комплексе.

Увеличение РМ в комплексе позволяет существенно уменьшить стоимость комплекса из расчета на одно рабочее место, но одновременно с этим увеличивается среднее время смены кадра программы ($t_{ск}$) за счет возникновения очередей. Все последующие рассуждения ведутся применительно к комплексам, у которых носителем информации является киноплёнка, но предлагаемая методика расчета применима и к комплексам с другими устройствами вывода информации.

Для расчета количества РМ в комплексе необходимо знать среднее время обслуживания одного РМ ($t_{ос}$), то есть среднее время поиска одного кадра программы автоматическим диапроектором и среднее время изучения учащимся одного кадра программы ($t_{из}$).

^х Под рабочим местом будем понимать пульт для ввода информации учащимся с устройством выдачи информации, в качестве которого используется автоматический диапроектор.

Среднее время обслуживания можно определить из выражения

$$t_{ос} = \frac{S}{V} + t_3, \quad (1)$$

где V - скорость лентопротяжного механизма (ЛПМ);
 t_3 - время запуска и остановки ЛПМ;
 S - средняя длина перематываемого участка киноплёнки при смене кадра.

Количество РМ в комплексе определяется из следующего выражения:

$$N = \frac{t_{уз} \alpha}{t_{ос}} = \frac{t_{уз} \alpha}{\frac{S}{V} + t_3}, \quad (2)$$

где N - количество РМ в комплексе;
 α - некоторый коэффициент использования ЦБУ.

В последнем выражении величины $t_{уз}$ и S можно определить только экспериментально для конкретной программы, так как они зависят от целого ряда параметров: типа программы (линейная или разветвленная, контролирующая или обучающая), объема материала в кадрах, трудности его изложения, типа ответа (выборочный или конструируемый), начального уровня знаний и индивидуальных особенностей учащихся.

После экспериментального определения величин $t_{уз}$ и S расчет количества РМ в комплексе сводится к определению коэффициента использования ЦБУ - α , который необходимо рассчитать из условия, что среднее время смены кадра не должно быть больше допустимого времени ($t_{дон}$), выбираемого из психолого-педагогических соображений.

Обучающий комплекс с одним ЦБУ является типичным примером замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием. Входной поток заявок на обслуживание является Пуассоновским потоком. Задавшись некоторым $t_{ск} \leq t_{дон}$, можно вычислить α , используя аппарат теории массового обслуживания.

В данных рассуждениях коэффициент α является приведенной плотностью входного потока заявок, что видно из выражения

$$\alpha = \lambda t_{ос}, \quad (3)$$

где λ - плотность входного потока заявок.

Средняя длина очереди на обслуживание m_s [I] определяется из формулы

$$m_s = \frac{\alpha^{n+1}}{\sum_{k=0}^n \frac{n!}{k!} \left(1 - \frac{\alpha}{n}\right)^2} ; \quad (4)$$

где n - количество каналов системы.

В существующих обучающих комплексах $n = 1$. Учитывая это, найдем из (4) зависимость

$$\alpha = \sqrt{\frac{m_s^2}{4} + m_s} - \frac{m_s}{2} . \quad (5)$$

С другой стороны, среднюю длину очереди можно вычислить как отношение среднего времени ожидания в очереди к среднему времени обслуживания одного РМ

$$m_s = \frac{t_{ожс}}{t_{об}}$$

так как $t_{ск} = t_{ожс} + t_{об}$, то

$$m_s = \frac{t_{ск} - t_{об}}{t_{об}} \quad (6)$$

Вычислив первоначально $t_{об}$ из (1), затем m_s из (6), можно найти α из (5) и, используя выражение (2), получим количество РМ, при котором будем иметь заданное среднее время смены кадра. Для практических расчетов необходимо иметь $t_{уз}$ и S . С целью получения этих величин проводился эксперимент с использованием комплекса КОД-12. Было исследовано 7 разветвленных обучающих и 18 контролирующих программ со случайной выборкой кадров по техническим и гуманитарным дисциплинам с большим количеством учащихся.

Для исследованных программ получены границы изменения $t_{уз}$ и S :

$$63 \text{ сек} \leq t_{уз} \leq 14 \text{ мин};$$

$$8,2 \text{ см} \leq S \leq 60,8 \text{ см}.$$

Проиллюстрируем методику расчета количества РМ для новой модификации разрабатываемого комплекса серии "КОД".

Параметры ЛПМ: $V = 40 \text{ см/сек}$; $t_s = 0,3 \text{ сек}$.

Величина S для нового устройства пересасчитана с учетом того, что размеры кадра и кодов существенно уменьшены.

$$4,5 \text{ см} \leq S \leq 34,2 \text{ см}.$$

Выбираем для расчетов максимальное значение $S = 34,2$, минимальное значение $t_{uz} = 63$ сек и задаемся допустимым средним временем смены кадра $t_{ск} = 2,5$ сек.

1. Среднее время обслуживания одного РМ по формуле (I)

$$t_{ос} = \frac{34,2}{40} + 0,3 = 1,15.$$

2. Средняя длина очереди (6)

$$m_s = \frac{2,5 - 1,15}{1,15} = 1,17.$$

3. Коэффициент использования ЦБУ (5)

$$\alpha = \frac{1,17^2}{4} + 1,17 - \frac{1,17}{2} = 0,65.$$

4. Количество рабочих мест (2)

$$N = \frac{63 \cdot 0,65}{1,15} = 35,6.$$

Обучающий комплекс с перечисленными выше параметрами и средним временем смены кадра, не превышающим 2,5 сек, для любых программ может содержать 35 РМ.

Изложенная методика расчета количества РМ в обучающих и контролирующих комплексах показывает, что с увеличением быстродействия ЛПМ количество РМ, подключаемых к ЦБУ, может быть увеличено. Но, с другой стороны, с увеличением быстродействия ЛПМ увеличивается их сложность, стоимость, а, следовательно, и стоимость РМ.

Так, стоимость экспериментального образца комплекса "КОД-12" составляет 24 тыс.руб., стоимость общей электронной части - 3,6 тыс.руб. Удельная стоимость одного РМ в комплексе, содержащем N рабочих мест, будет

$$yc_N = c_{pm} + \frac{c_{ey}}{N};$$

$$yc_{12} = 1,7 + \frac{3,6}{12} = 2 \text{ тыс.руб};$$

$$yc_{30} = 1,82 \text{ тыс.руб};$$

$$yc_{60} = 1,76 \text{ тыс.руб}.$$

Из этих расчетов видно, что при увеличении количества РМ от 30 до 60 удельная стоимость одного рабочего места уменьшается всего на 3,5%. В то же время стоимость ЛПМ значительно возрастает за счет его усложнения, так как потребуются увеличить скорость ЛПМ от 36 до 75 см/сек.

Исходя из приведенных рассуждений, можно сделать вывод, что оптимальным будет такое количество РМ в комплексе, когда уменьшение удельной стоимости одного РМ при увеличении количества рабочих мест будет равно возрастанию стоимости ЛПМ вследствие увеличения его скорости.

Для рационального использования рабочих мест комплекса в учебном процессе можно считать наиболее целесообразным построение комплексов с количеством РМ на целое число учебных групп.

Л и т е р а т у р а

Г. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М., "Наука", 1969.