Приложение создано для легкого подсчета технологических характеристик производственного участка, состоящего из нескольких многоцелевых обрабатывающих центров, обслуживаемых роботом. С его помощью можно получить следующие характеристики: коэффициент загрузки оборудования (станков и робота), количество фактически произведённых деталей на каждой единице оборудования, а также информацию о состоянии системы в любой промежуток времени – какой станок совершает технологический цикл обработки, а какой простаивает, какую конкретную команду в данный момент исполняет робот.

В качестве входных данных был выбран список параметров, с помощью которого можно описать любой подобный участок. Разделим их на группы:

1. Геометрические параметры (определяют взаимное расположение оборудования в системе координат участка)
2. Параметр времени работы
3. Параметры робота
4. Параметры деталей

Рассмотрим каждую группу отдельно.

**Геометрические параметры**. Они определяют взаимное расположение оборудования в системе координат участка.

Система координат участка может быть выбрана в любом месте – необходимыми данными являются координаты середин каждого станка – система пользуется расстояниями между ними, так что учитывается именно относительное положение единиц оборудования друг от друга, абсолютные значения координат имеют меньшее значение.

Нужно учитывать, что имеется защита от неправильного задания этих параметров – если все оборудование не будет находиться на одной горизонтальной или вертикальной линии, система сообщит об ошибке ввода данных о расположении.

Таким образом, полный список геометрических параметров имеет вид:

* x\_centre – координата середины единицы оборудования по оси x (мм)
* y\_centre – координата середины единицы оборудования по оси y (мм)
* orientation – ориентация оборудования в пространстве (радианы, значения не кратные вызывают ошибку ввода)

Метод задания координат в абсолютных величинах универсален, но он удобен в случае, если есть чертеж участка – тогда координаты центров станков можно быстро получить простейшими вычислениями.

Но процесс отладки системы включал в себя проведение расчетов для набора из нескольких различных компоновок участка, а потому было удобно воспользоваться аналитическим методом задания этих координат. Этот метод также может оказаться удобен при решении задачи проектирования нового участка – он позволит быстро выбрать наиболее выгодное взаимное расположения оборудования (в том числе и различных габаритных размеров), без необходимости в построении чертежа каждой из конфигураций. Другими словами, пользователю необходимо построить параметризованный эскиз своего будущего участка, на который он будет ориентироваться в процессе работы, а затем просто менять эти параметры. В общем виде алгоритм аналитического задания координат центра можно описать так:

x\_centre = distance\_from\_o\_x + distance\_bw\_mt + length\_cur\_mt/2 + length\_cur\_mt/2, где

distance\_from\_o\_x – расстояние от нуля системы координат по х до единицы оборудования (задается один раз, если станки протянуты вдоль оси y для подсчета центра первого станка);

distance\_bw\_mt – расстояние между двумя соседними единицами оборудования;

length\_cur\_mt – длина соседнего станка;

length\_cur\_mt – длина текущего станка.

Параметр y\_centre вычисляется аналогично.

Для конфигурации участка с двумя рядами станков задается параметр length\_robot\_hand. Таким образом, описывается расстояние по y для двух станков, расположенных напротив друг друга.

Все это предоставляет возможность для изучения технологических характеристик нескольких похожих конфигураций участка, имеющих небольшие различия, например, в габаритах оборудования.

**Параметр времени работы.** Определяет желаемое пользователем время работы участка.

* work\_time\_ours – пользовательское время работы участка (часы)

Рассмотрим некоторые особенности работы алгоритма программы, определяемые временным параметром:

Случай 1: все детали будут произведены за время меньшее чем заданное. В таком случае участок остановит свою работу, и программа выведет сообщение с итоговым фактическим временем, но выходные данные будут считаться от времени, заданного пользователем.

Например, было задано малое количество деталей с малым временем технологического цикла обработки – в таких условиях робот не будет простаивать ни секунды, пока не будут произведены все детали, но общее время работы участка окажется меньше заданного. Итоговый коэффициент загрузки робота не будет равен 1, как если бы подсчет велся от фактического времени работы участка, а будет равен отношению времени работы робота ко времени, заданному пользователем.

Случай 2: участок работает с максимальной загрузкой деталями с малым временем технологического цикла обработки. В таком случае большая часть станков не попадет в очередь на разгрузку в течение заданного пользователем времени (в нее попадают станки, на которых должен был начаться новый техпроцесс, время которого превышает время, оставшееся до конца пользовательского рабочего времени). Такие станки будут разгружены роботом уже после его истечения. То есть фактическое рабочее время превысит время, заданное пользователем, но коэффициенты загрузки будут по-прежнему считаться от пользовательского времени. Таким образом, коэффициент загрузки робота может превысить 1 в некоторых случаях.

Это краевые случаи роботы программы, в стандартной ситуации фактическое время работы участка приближено к пользовательскому и будет составлять 100 сек от него.

**Параметры робота.** Определяются техническими характеристиками робота

* speed – скорость движения робота ( )
* load\_time – время загрузки/выгрузки деталей и заготовок роботом (секунды)

**Параметры деталей.** После определения геометрического расположения оборудования необходимо загрузить его деталями: на каждый станок можно загрузить несколько разных видов деталей, которые будут обработаны в порядке очереди. Каждый вид деталей определяется следующими параметрами:

* amount – необходимое количество произведенных деталей (штуки)
* process\_time – время технологического цикла обработки заготовки (секунды)

Важно помнить, что для каждого станка детали необходимо задавать отдельно с помощью метода add\_detail, даже если они имеют одинаковые параметры – иначе часть станков будет простаивать.

Все эти параметры достаточны для создания модели технологического участка, которая используется для расчета параметров системы.

**Вывод программы**. После корректного задания всех параметров пользователь сможет увидеть вывод программы, который содержит следующую информацию:

* Фактическое время работы участка
* Итоговый список произведенных на станке деталей
* Коэффициент загрузки для каждого станка
* Фактическое время работы робота
* Коэффициент загрузки робота

При необходимости может быть получен подробный отчет о состоянии системы в каждый момент времени: какой технологический цикл выполняет каждый вид оборудования, какую команду исполняет робот в конкретный момент.

Получение полного вывода программы означает, что данные введены корректно и система полностью определена. Теперь пользователь может начать проведение новых экспериментов, меняя в любом диапазоне виды деталей, взаимное расположение станков и т. д.