

## 2.34. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №34. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РУЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ

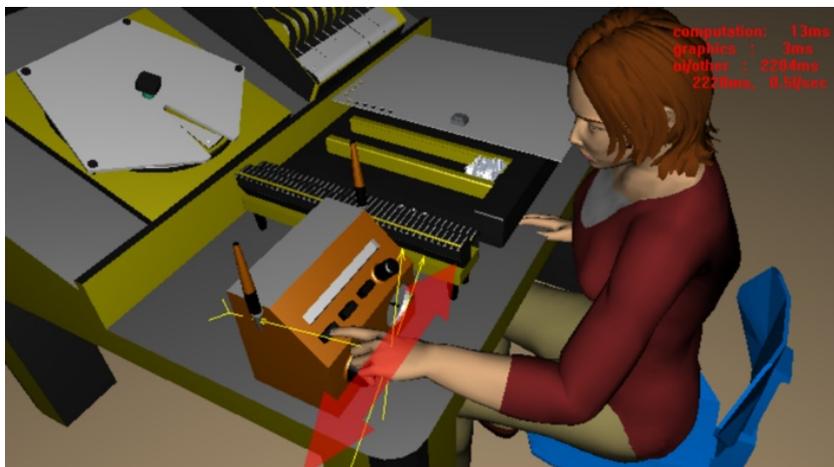
**Цель работы:** научиться визуализировать и анализировать результаты имитационного моделирования ручных операций сборки электронных модулей на печатных платах.

### Задание по практической работе

**Задача:** вывести результаты имитационного моделирования ручных операций сборки электронных модулей на печатных платах.

### Порядок выполнения практической работы

Подготовленное к моделированию рабочее место монтажника с применением изученного на предшествующих семинарах курса установщика компонентов SMP-330 представлено на рис. 2.248.



**Рис. 2.248.** Цифровая модель рабочего места монтажника

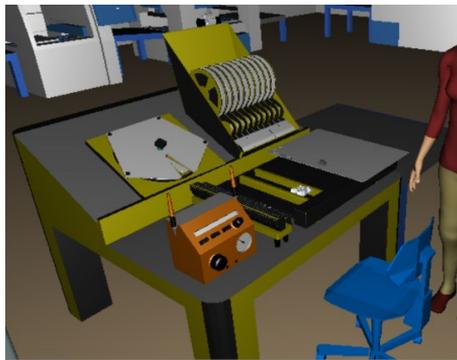
Выполним ряд исследований на данной цифровой модели, в частности, влияние формы основания на доступность функциональных узлов для монтажника и производительность выполнения операции. Варианты исполнения оснований представлены на рис. 2.249.

Порядок действий монтажника предполагался одинаковым для обоих вариантов исполнения – держа вакуумный пинцет, достать до всех функциональных узлов рабочего места. Успешным результатом считалось, если мон-

тажник мог это сделать сидя, не привставая со стула. Анализ результатов (рис. 2.250) показывает, что исполнение а, в отличие от варианта б, требует от монтажника привставать, чтобы достать до дальних функциональных узлов.

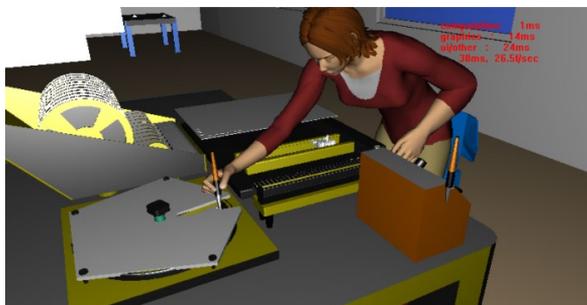


а)



б)

**Рис. 2.249.** Варианты исполнения оснований рабочего места монтажника: плоский стол (а); стол с подставкой-возвышением (б)



а)



б)

**Рис. 2.250.** Результаты исследования вариантов основания рабочего стола монтажника: есть необходимость привставать (а); нет необходимости привставать (б)

Затем проведем количественную оценку затрат времени монтажника, для чего выполним автоматизированное цифровое хронометрирование последовательного обхода четырех узлов (рис. 2.251, позиции рабочего стола P1, блока питателей из катушек P2, карусельного питателя P3 и дозатора P4) для обоих вариантов исполнения оснований. Из полученных результатов (рис. 2.251 и табл. 2.4) видно, что для плоского стола выполнения указанной последовательности действий заняло у монтажника почти в два раза больше времени, чем в варианте с подставкой-возвышением (15,3 с против 7,7 с). Данный вариант выбирается для дальнейших исследований.



Рис. 2.251. Накопленное время последовательного обхода четырех функциональных узлов рабочего места монтажника в вариантах исполнения оснований а и б

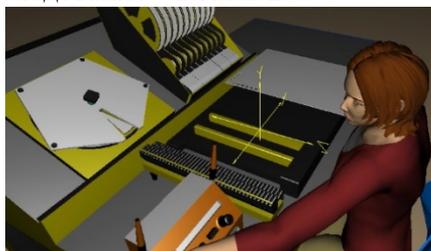
Таблица 2.4

Накопленное время достижения узлов в зависимости от варианта компоновки рабочего места, с

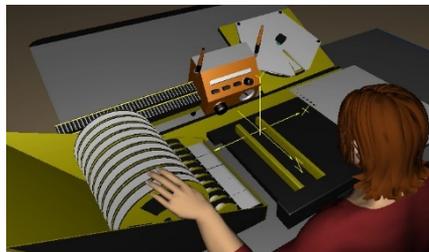
Название позиции	Вариант компоновки рабочего места	
	а	б
Go	1,5	1,0
Pose	2,5	2,0
Sit	2,5	2,0
Get P	3,5	3,0
Position P	4,0	3,3
Position P0	4,3	3,6
Position P1	4,7	4,4
Stand	4,7	—
Position P2	6,9	5,0
Position P3	9,3	5,5
Position P4	11,4	6,3
Position P5	13,6	—
Sit0	13,6	—
Put P	14,5	7,0
Stand0	14,5	7,1

Go0	15,3	7,7
-----	------	-----

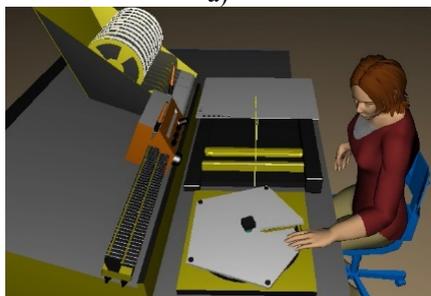
Далее проводится исследование доступности функциональных узлов установщика компонентов в зависимости от их расположения с целью достижения рациональной компоновки узлов на рабочем месте. Критерием рациональности принимается возможность работы с узлами из сидячего положения. Исследуемые варианты компоновки представлены на рис. 2.252, результаты исследования – в табл. 2.5.



а)



б)



в)

**Рис. 2.252.** Варианты компоновки функциональных узлов установщика компонентов на рабочем месте монтажника

Таблица 2.5

Доступность функциональных узлов установщика компонентов в зависимости от их расположения на рабочем месте монтажника

Функциональный узел	Варианты компоновок		
	а	б	в
Рабочий стол	Доступен	Доступен	Доступен
Карусельный питатель	Доступен	Недоступен	Доступен
Дозатор	Доступен	Доступен	Доступен
Блок питателей из обрезков лент	Доступен	Недоступен	Доступен
Блок питателей из катушек	Доступен	Доступен	Недоступен
Затраченное время, с	40	44	42

Из результатов видно, что только при первом варианте компоновки монтажник без вставания с рабочего места может достать до всех функциональных узлов, и пространство стола используется рационально. Данный способ расположения функциональных узлов признается предпочтительным.

Созданную цифровую модель ручных операций можно встроить в модель всего производственного участка и проводить исследования уже на уровне производства в целом. Отметим, что возможности использования созданной цифровой модели не ограничиваются выполняемыми на семинаре примерами исследований. Возможно исследовать поведение производственной структуры при выполнении различных сценариев вида «что, если», в том числе при внесении возмущений в работу линии (отказы оборудования, влияние человеческого фактора и пр.).

### **Содержание отчета**

1. Краткий конспект теоретической части.
2. Скриншоты финальных моделей и результирующие файлы моделей в электронном виде.
3. Исходные данные и результаты анализов в печатном и электронном виде.
4. Выводы по работе.
5. Ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью проводится анализ реализуемости ручной операции?
2. Как выполнить количественную оценку затрат времени монтажника?
3. Возможно ли встроить созданную цифровую модель ручных операций в модель всего производственного участка?
4. Как учесть при моделировании возможные отказы оборудования?