

optical engineering, Vol. 2620, PP 369-74. 3. Nan-Shing Ong, Chee-kai chua and Eng-Wah Lee, (1997) «Geometric analysis of parts from a 3-D solid model for manual assembly times» Integrated Manufacturing Systems, 8/3,137-146. 4. Вериго Е.Б., Курч Л.В. Повышение точности проведения сборочных операций с использованием промышленных роботов// Автоматизация и современные технологии. - 2000. - №2 - С.8-11.

УДК.622.232.7:007.51

LI Jian-zhong, В.Л. Шадуя

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Jiaozuo Institute of Technology

Jiaozuo, China

Белорусский национальный технический университет

Минск; Беларусь

Усложнение производственных процессов и оборудования изменили функции человека в современном производстве: возросла ответственность решаемых задач; увеличился объем информации, воспринимаемой работающим, и быстродействие оборудования. Работа человека стала сложнее, возросла нагрузка на нервную систему и снизилась нагрузка физическая. В ряде случаев человек стал наименее надежным звеном системы «человек-машина» (СЧМ). Возникла задача обеспечения надежности и безопасности работы человека на производстве. Эту задачу решает эргономика.

Эргономика — это наука, занимающаяся изучением вопросов оптимизации взаимодействия человека с машиной и окружающей средой в процессе жизнедеятельности, и в частности труда. Она имеет целью обеспечить удобство расположения органов управления машинами, обзорность рабочей зоны, гигиенические условия (уровень вибрации, шума, температурные условия, освещение т.д.) и др. [1].

Для эргономики характерным является системный подход к рассмотрению изучаемых процессов и явлений. Эргономика пользуется широким ассортиментом методов и конкретных методик, сложившихся в психологической науке, а также в других, смежных с нею областях (в кибернетике, физиологии и гигиене труда, математике, технических науках и др.).

Эффективное решение многих задач исследования эргономики возможно лишь на основе полной или частичной их автоматизации, применения компьютеров при проведении таких исследований, особенно на фоне впечатляющего роста мощности компьютеров.

Применение компьютеров в эргономических исследованиях осуществляется по следующим основным направлениям[2]:

- обработка результатов эргономических исследований, которая может носить автоматизированный или неавтоматизированный характер;
- генерирование психологических задач, которое может носить управляемый или неуправляемый характер;
- имитация деятельности оператора, которая может носить детерминированный или стохастический характер;
- создание справочной информационно-поисковой системы данных эргономики, идея которого состоит в том, что накапливаемый справочный материал концентрируется в памяти компьютеров, а доступ к нему и поиск необходимых сведений организуется так, что любому исследователю в достаточно короткий срок могут быть выданы все интересующие его данные, накопленные ко времени запроса.

В самом общем плане имитация может быть определена как воспроизведение характеристик некоторой системы, ситуации, события или явления в обстановке, отличной от той, в которой протекает реальная деятельность оператора. Широкое место в арсенале методов эргономических исследований занимают имитационные методы по причине того, что в ряде случаев, как показывает практика, обычные методы не могут быть использованы для изучения и анализа деятельности оператора. К числу этих случаев можно отнести:

1. Применение математических методов в процессе проектирования СЧК, как правило, позволяет лишь приближенно оценивать деятельность оператора, поскольку эти методы не позволяют учесть целый ряд особенностей и приводят к существенному усложнению модели. При этом может получиться, что аналитическое решение задачи оказывается либо принципиально невозможным, либо связанным с большими теоретическими и вычислительными трудностями.

2. Применение экспериментальных методов в процессе испытаний и эксплуатации СЧМ также не всегда оказывается возможным. Это может быть связано с опасностью для здоровья или жизни людей, невозможностью экспериментального воспроизведения некоторых ситуаций, с большой сложностью или стоимостью эксперимента.

В настоящее время метод имитационного моделирования часто используется в эргономических исследованиях с учетом ряда особенностей.

1. В основании имитационного моделирования СЧМ лежит представление о производственной деятельности оператора как совокупности отдельных действий. Последовательность этих действий должна быть известна. При этом предполагается, что в пределах заданных ограничений операторы будут действовать согласно предписаниям.

2. Описание каждого действия предельно упрощено: задается вероятность и время его выполнения, учитываются обобщенные показатели эффективности (качество выполнения, стоимость и др.).

3. Многие характеристики деятельности оператора носят вероятностный характер. Поэтому введение в модель элемента случайности резко повышает ее эффективность, так как позволяет получить не только детерминированные оценки результатов деятельности оператора, но и их законы распределения.

4. Отличительной чертой моделей СЧМ по сравнению с другими имитационными моделями является упор на использование и учет внешних проявлений психологических факторов.

5. Меняя порядок выполнения отдельных действий, число операторов, их психофизиологические характеристики, условия работы и т.п., модель позволяет получить такие суммарные показатели качества работы, как относительное число решенных задач, время их решения, среднее время простоя операторов или время их перегрузки, вероятность выполнения системы предписанных функций и др. Сопоставляя полученные результаты, можно выбрать оптимальный вариант построения СЧМ. Следовательно, модель является удобным способом для сравнительной оценки различных вариантов построения системы.

В последние годы широкое распространение получает метод визуальной компьютерной имитации в исследовании имитаций эргономики. Созданные имитационные модели различных фрагментов СЧМ дают возможность не только проводить разнообразные компьютерные эксперименты с исследуемой системой, но и визуально наблюдать за ее функционированием, в том числе и в режиме реального времени. Другими словами, эти модели позволяют всесторонне исследовать и наблюдать виртуальную реальность на компьютере, представляющую вполне достоверную «копию» действительности.

В качестве базового языка для разработки подобных имитаторов используется расширяемый визуальный язык программирования Delphi. Основой технологии является набор визуальных и не визуальных компонент. Визуальные компоненты можно разделить на активные — предназначенные для имитации разнообразных органов управления и контроля (кнопки, выключатели, переключатели, индикаторы, переменные деятельности оператора и др.)

и пассивные — имитация разнообразных декоративных элементов (крепеж, подписи и др.), предназначенных для повышения реалистичности внешнего вида. Любой визуальный компонент может быть снабжен всплывающей подсказкой и контекстной помощью. Невизуальные компоненты выполняют сервисные функции — поддержку сетевого обмена, запись отчета о действиях пользователя, запись и воспроизведение действий оператора для создания обучающих демонстраций. Основой имитатора блока оборудования является окно особого типа, которое может изменять свой масштаб в процессе работы с сохранением работоспособности всех компонент окна. По щелчку мыши любое окно может увеличиваться до масштаба 100% и уменьшаться до исходного, что позволяет разместить на экране большое количество блоков одновременно. С помощью данной технологии можно имитировать оборудование любой сложности и процесс деятельности оператора, например добывающую технику или машиностроительное оборудование. Интеграция имитатора с электронным учебником и средствами демонстрации позволяет повысить эффективность процесса обучения. Например, программы демонстрации сложных процессов в динамике могут продемонстрировать форму сигналов в различных узлах схемы изучаемого прибора в зависимости от состояния органов управления.

Эффективность работы горнодобывающей промышленности во многом зависит от ее оснащенности современными горными машинами и комплексами. Развитие механизации процесса выемки угля идет по пути создания в первую очередь различных машин и комплексов для наиболее тяжелых и трудоемких операций. Создание новых горных машин и комплексов является сложной задачей, прежде всего вследствие специфических условий работы этих машин и комплексов, к которым относятся: стесненность рабочего пространства; необходимость разрушения углей и горных пород, крайне разнообразных по своим физико-механическим свойствам; высокая абразивность многих разрушаемых пород; необходимость работы машин не только в горизонтальном, но и в наклонном и близком к вертикальному положениях; непостоянство рабочего места; газоносность; влажность и запыленность окружающей среды; химическая активность шахтных вод и др. Необходимо отметить, что люди-операторы, которые управляют этими машинами и комплексами, также находятся в такой окружающей среде, иными словами, в очистном забое, в котором применяются механизированные машины и комплексы, получается сложная система «человек-машина-среда» (СЧМС). В этой системе условия труда рабочих, обслуживающих горные машины, относятся к наиболее тяжелым и опасным, особенно при подземных горных работах. В очистном забое операторы работают продолжительное время в нерациональной рабочей позе [3].

Поэтому процесс проектирования современных горных машин и систем забойного оборудования представляет комплексную задачу, при решении которой конструктор должен учитывать экономические, технические, эксплуатационные, технологические, специальные и эргономические требования.

Выполнение эргономических требований заключается в обеспечении максимальной безопасности, легкости управления и наилучших условий труда для обслуживающего персонала. Безопасность обслуживания достигается исключением возможности поражения рабочих током, травмирования движущимися частями машины. Должно быть сведено до минимума вредное для здоровья работающих выделение пыли при работе горных машин.

Изучение вопросов компоновки оборудования очистной механизированной машины в очистном забое дает целостное представление о взаимной увязке отдельных подсистем, что необходимо механику при выборе оборудования для конкретных условий эксплуатации, а также при проведении его частичной модернизации. Схема компоновки оборудования очистной механизированной машины, т.е. комбайна, конвейера и крепи, в очистном забое определяется минимальной мощностью пласта и диапазоном ее изменения, характером залегания пласта, устойчивостью пород кровли и забоя, прочностью пород почвы, газоносностью пласта и другими факторами. Размеры пространства для прохода людей под крепью выбираются в соответствии с физиологическими возможностями человека при выполнении операций по управлению и обслуживанию машин[4].

Таким образом, эффективное решение задачи эргономического исследования системы «человек-машина-среда» (СЧМС) в очистном забое возможно на основе применения метода визуальной компьютерной имитации (рис. 1).

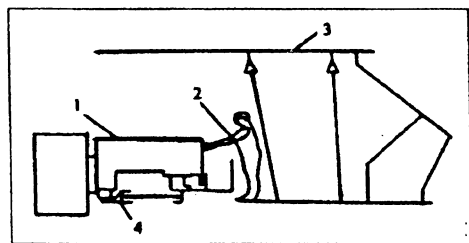


Рис. 1. Схема системы «человек-машина-среда» в забое:

1-комбайн; 2-оператор; 3-крепь; 4-конвейер

ЛИТЕРАТУРА

1. Шадуя В.Л., Филонов И.П., Человек и машина.-Мн.: Технопринт, 2001.
2. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А., Основы инженерной психологии.-М.: Академический проект, 2002.
3. Солод В.И., Гетопанов В.Н., Рачек В.М., Проектирование и конструирование горных машин и комплексов.- М.: Недра, 1982.
4. Гетопанов В.Н., Рачек В.М., Проектирование и надёжность средств комплексной механизации.- М.: Недра, 1986.