

УДК 331.01

DOI:10.36845/2073-8250-2020-256-1-71-77

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОТБРАКОВОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ СВЧ МОДУЛЕЙ

А.Ю. Кирьянов

АО «НПП «Пульсар», 105187, Москва, Окружной пр., 27

Эффективность системы человек–машина во многом определяется тем, в какой мере при её проектировании учитывается человеческий фактор. В статье рассмотрен метод получения исходной информации для выявления условий деятельности человека с технически сложным потребителем изделием, определены эргономические показатели испытательного стенда для отбраковочных испытаний твердотельных СВЧ модулей.

Ключевые слова: эргономическое проектирование, система человек–машина, электробезопасность, испытательный стенд

Сведения об авторах: Кирьянов Александр Юрьевич, kirjanov_aj@pulsarnpp.ru

ERGONOMIC DESIGN OF A TEST FACILITY FOR SCREENING TESTS OF SOLID-STATE MICROWAVE MODULES

A.Yu. Kiryanov

JSC «S&PE «Pulsar», 105187, Moscow, Okružhnoy proezd, 27

The effectiveness of the man-machine system is largely determined by the extent to which the human factor is taken into account when designing it. This article presents the method of obtaining initial information needed to identify the conditions of a person's interactions with a technically sophisticated consumer product, and determines the ergonomic indicators of a test facility for screening tests of solid-state microwave modules.

Keywords: ergonomic design, man-machine system, electrical safety, test facility

Data on author: Kiryanov Alexandr Yurievich, kirjanov_aj@pulsarnpp.ru

Введение

Эргономичность техники определяется как целостная её характеристика, связанная с показателями производительности, надёжности, экономичности и безопасности эксплуатации. Она обуславливается рядом эргономических свойств: управляемостью, обслуживаемостью, осваиваемостью и обитаемостью. Эргономические свойства в свою очередь формируются на основе комплексных эргономических показателей: социально-психологических, психологических, физиологических, антропометрических и гигиенических [3].

Известно несколько организационных форм эргономического проектирования. В одних случаях проектировщики и конструкторы самостоятельно решают некоторые задачи эргономического проектирования, используя для этого руководства по эргономике, эргономические стандарты, справочники. В других случаях они привлекают к проектированию в качестве консультантов профессиональных эргономистов. И наконец, третья форма, когда организуются междисциплинарные группы из эргономистов и учёных смежных научных дисциплин – социологов, проектировщиков, конструкторов, технологов, дизайнеров и других специалистов для решения эргономических задач проектирования систем человек–машина.

Анализ рабочих задач, деятельности человека или группы людей, прототипов и аналогов проектируемого объекта, а также нормативно-технической документации, проводимый по выбранной или специально разработанной методике, является первым этапом эргономической деятельности на стадии технического предложения и эскизного проекта. Он подготавливает почву для выполнения на этой же стадии эр-

гономического концептуального проекта, содержащего основной замысел эргономического решения проектируемого объекта и обоснование выбранного варианта решения. При проектировании больших систем осуществляется функциональное и математическое моделирование деятельности человека.

На стадии разработки технического проекта в качестве его составной части выполняется эргономический проект, содержание которого сводится к окончательному эргономическому решению проектируемого объекта, основывающемуся на распределении функций в системе человек–машина, проектировании рабочих задач и деятельности человека или группы людей. Проект включает эргономические требования к человеку (группе людей), технической системе, рабочему месту, среде. В техническом проекте также определяются окончательный для технической системы состав специалистов, их функциональные обязанности и организация работы; состав коллективных и индивидуальных средств отображения информации, органов управления, рабочих мест и пультов управления; организация рабочих мест, включая компоновку средств отображения информации, органов управления и их размещение в рабочем пространстве. Иными словами, эргономический проект определяет эргономические свойства создаваемого объекта [2].

Методы получения исходной информации для описания деятельности

В науке о труде сложились два метода получения исходной информации, необходимой для описания трудовой деятельности, или составления профессиограммы. Это

методы описательного и инструментального профиографирования, которые в определённой модификации используются и при изучении деятельности человека с технически сложными потребительскими изделиями. Во многих случаях достаточно метода описательного профиографирования [1].

Общую схему для разработки профиограмм составил из 16 вопросов Ян Райскуп [2]. В ответах на них содержатся важнейшие данные для профиограммы:

1. *Как называется работа, в чём она состоит* – отбраковочные испытания твердотельных СВЧ модулей.

2. *Цель работы* – выявление потенциально ненадёжных модулей при воздействии на них совмещённых термической и электрической нагрузок.

3. *Предмет труда* – испытательный стенд для отбраковочных испытаний твердотельных СВЧ модулей.

4. *Способ выполнения работы* – визуальный и измерительный контроль-наблюдение, контроль исправности в соответствии с техническими условиями.

5. *Чем человек руководствуется в работе* – руководство по эксплуатации стенда для испытаний, программа и методика испытаний, инструкция по технике безопасности.

6. *Критерии оценки результатов труда* – своевременный учёт постановки, снятия и отказов испытуемого изделия, выявление фактов, создающих угрозу для испытаний с последующим оповещением соответствующих служб.

7. *Требуемая квалификация* – работник должен быть аттестован на право работ с электрическим оборудованием, пройти предварительный инструктаж.

8. *Средства выполнения работы* – оборудование для испытаний твердотельных СВЧ модулей.

9. *Условия выполнения работы* – помещение 2 категории, оптимальная температура окружающей среды от 19 до 21 градуса по Цельсию.

10. *Организация труда* – круглосуточно, посменно.

11. *Кооперация труда* – работа в паре.

12. *Интенсивность труда* – средней интенсивности.

13. *Опасность в производственном процессе* – опасность поражения электрическим током, возникновение пожара, ответственность – срыв сроков поставки продукции, финансовые потери.

14. *Воздействие труда на работающих* – воздействие ЭМИ.

15. *Польза работнику от труда* – дополнительный отпуск.

16. *Условия, требования и ограничения, характерные для работы*, – работник, имеющий техническое образование, без физических ограничений, среднего возраста.

С использованием данного перечня выполнена оценка эргономичности испытательного стенда на основе его эргономических показателей. При определении эргономических показателей испытательного стенда были рассмотрены следующие требования [6]:

- антропометрические [4];
- гигиенические;
- физиологические и психофизиологические;
- психологические.

Проведена оценка испытательного стенда на соответствие требованиям безопасности [10].

Таблица 1

Эргономические показатели испытательного стенда

Свойства	Показатель	Требование	Значение
Антропометрические	Рабочая высота	Максимальная высота 1105 мм, минимальная – 867 мм, высота нерегулируемая – 1075 мм [8]	1075 мм
	Органы управления	Органы управления должны располагаться в зоне досягаемости моторного поля [9]	1600-1800 мм
	Средства отображения информации	Располагать в оптимальной зоне информационного поля в плоскости, перпендикулярной нормальной линии взора оператора. Допускаемое отклонение от этой плоскости – не более 45°, допускаемый угол отклонения линии взора от нормальной – не более 25° для стрелочных индикаторов и 30° для индикаторов сплоским изображением	1600-1800 мм
	Органы управления, применяемые только для технического обслуживания	Должны размещаться отдельно от остальных органов управления	300-500 мм
Гигиенические	Уровень шума [11]	Возникающие при работе оборудования шум и вибрация должны быть сведены к минимуму. Это обстоятельство помогает избежать опасности для здоровья оператора, а также исключить его дискомфорт [5]	В стенде используется шумоизолирующий материал Уровень шума оценивается в условиях испытаний
	ЭМИ	При проектировании следует учитывать воздействия на оператора всех видов излучения от рабочего оборудования	В стенде предусмотрены экранированные провода, СВЧ нагрузки выходных каналов СВЧ модулей Оценивается в условиях испытаний
Физиологические и психологические	Соответствие силовым характеристикам человека	В тех случаях, когда необходимое применение физической силы может быть опасным, следует предусмотреть использование технических приспособлений [5]	Устройство для транспортировки, загрузки и выгрузки испытуемых модулей
Психологические	Наличие средств, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций	Системы управления оборудованием должны включать средства предупредительной сигнализации	Звуковая сигнализация
	Информативность	Органы управления должны кодироваться формой, цветом, размером и т.п.	Использование соответствующих графических обозначений

Таблица 2

Требования к технике безопасности

Свойства	Показатель	Требование	Значение
Электробезопасность	Защита от удара электрическим током	Токоведущие части следует помещать внутри кожухов, чтобы обеспечивать степень защиты от прямого прикосновения. Токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, снять которую не представляется возможным без её разрушения. Эта изоляция должна выдерживать механические, электрические и термические нагрузки, химические воздействия, которым она может подвергаться в обычных условиях эксплуатации. Использование систем контроля токов утечки нулевой последовательности для автоматического отключения питающей сети при определении нарушения изоляции между находящимися под напряжением и внешними проводящими частями или землей [12]	Токоведущие части схемы закрыты внешними стенками стенда Используются кабели, покрытые двойной изоляцией Используется устройство защитного отключения
	Защитное заземление	Подключение защитного заземления	Размещён зажим для подключения провода от внешней заземляющей защитной системы

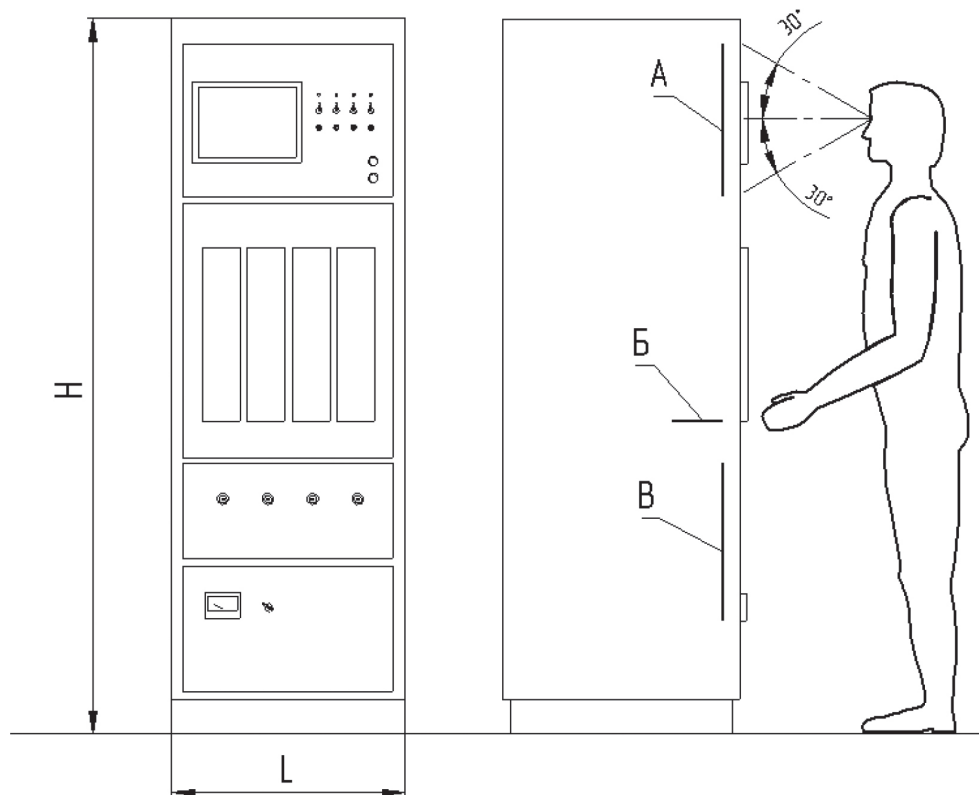


Рис. 1

Габаритные размеры и расположение органов управления испытательного стенда в соответствии с эргономическими требованиями

Заключение

В соответствии с разработанной профессиограммой определены эргономические требования к испытательному стенду, а также к помещению, в котором проходят испытания. Разработана общая концепция расположения функциональных блоков в испытательном стенде. Определены габаритные размеры стенда (рис. 1): высота стенда Н – 2000 мм, ширина L – 660 мм, глубина – 660 мм. Стенд условно разделён на несколько зон: зона А – расположение средств отображения информации и органов управления, зона Б – размещение и подключение испытываемых изделий, зона В – органы управления, применяемые только для технического обслуживания. Приняты меры по безопасности технического персонала в соответствии с требованиями к технике безопасности (табл. 2). Для установки модулей в испытательный стенд необходимо предусмотреть устройство для транспортировки, загрузки и выгрузки испытываемых модулей (тележку).

В рабочем помещении необходимо предусмотреть специальное место для внесения сотрудниками записей в рабочие журналы, оборудовать отдельную зону отдыха персонала [7].

Литература

1. Гончаров, П.Э. Техническая эстетика и эргономика при проектировании машин и оборудования: учебное пособие / Гончаров П.Э., Луккина И.К., Драпалюк М.В. – Воронеж: ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова, 2016. – 70 с.
2. Мунипов, В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко – М.: Логос, 2001. – 356 с.
3. Стадниченко, Л.И. Эргономика: учебное пособие / Л.И. Стадниченко. – Воронеж: ВГУ, 2005. – 167 с.
4. ГОСТ Р 57276-2016. Эргономика. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
5. ГОСТ Р 57288-2016. Принципы эргономического проектирования машин и оборудования. Часть 1. – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.
6. ГОСТ Р ИСО 26800-2013. Эргономика. Общие принципы и понятия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 19 с.
7. ГОСТ Р ИСО 6385-2016. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
8. ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин. – М.: Стандартинформ, 2008. – 28 с.
9. ГОСТ 22269-76. Система человек-машина. Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 4 с.
10. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 11 с.
11. ГОСТ Р ИСО 12100-1-2007. Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методология. – М.: Стандартинформ, 2008. – 28 с.
12. ГОСТ Р МЭК 60204-1-2007. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2008. – 85 с.

References

1. Goncharov P.E., Lukina I.K., Drapalyuk M.V., *Tekhnicheskaya estetika i ergonomika pri proyektirovani mashin i oborudovaniya* [Technical aesthetics and ergonomics in the design of equipment

- and machinery]. Voronezh, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov, 2016, 70 p.
2. Munipov V.M., Zinchenko V.P. Ergonomika: chelovekootryentirovannoye proyektirovaniye tekhniki, programmykh sredstv i sredy [Ergonomics: Human-oriented design of technology, software and environment]. Moscow, Logos, 2001, 356 p.
 3. Stadnichenko L.I. Ergonomika [Ergonomics]. Voronezh, Voronezh State University, 2005, 167 p.
 4. GOST R 57276-2016. Ergonomika. Terminy i opredeleniya [Ergonomics: terms and definitions]. Moscow, Standartinform, 2016, 12 p.
 5. GOST R 57288-2016. Printsipy ergonomicheskogo proyektirovaniya mashin i oborudovaniya [The principles of ergonomic design of equipment and machinery]. Moscow, Standartinform, 2016, 19 p.
 6. GOST R ISO 26800-2013. Ergonomika. Obshchiye printsipy i ponyatiya [Ergonomics. General principles and concepts]. Moscow, Standartinform, 2014, 19 p.
 7. GOST R ISO 6385-2016. Ergonomika. Primeneniye ergonomicheskikh printsiptov pri proyektirovanii proizvodstvennykh sistem [Ergonomics. Application of ergonomic principles in the design of production systems]. Moscow, Standartinform, 2016, 15 p.
 8. GOST R ISO 14738-2007. Bezopasnost' mashin. Antropometricheskiye trebovaniya pri proyektirovanii rabochikh mest mashin [Machine safety. Anthropometric requirements for the design of workplace environment]. Moscow, Standartinform, 2008, 28 p.
 9. GOST 22269-76. Sistema chelovek-mashina. Rabocheye mesto operatora. Vzaimnoye raspolzheniye elementov rabocheho mesta. Obshchiye ergonomicheskiye trebovaniya [The man-machine system. Operator's workplace. The relative position of the elements in the workplace. General ergonomic requirements]. Moscow, Izdatelstvo standartov, 1990, 4 p.
 10. GOST 12.2.003-91. Sistema standartov bezopasnosti truda. Oborudovaniye proizvodstvennoye. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti [Occupational safety standards system. Industrial equipment. General safety requirements]. Moscow, IPK Izdatelstvo standartov, 2001, 11 p.
 11. GOST R ISO 12100-1-2007. Bezopasnost' mashin. Osnovnyye ponyatiya, obshchiye printsipy konstruirovaniya. Chast' 1. Osnovnyye terminy, metodologiya [Machine safety. Basic concepts, general principles of design. Part 1 – Basic terms, methodology]. Moscow, Standartinform, 2008, 28 p.
 12. GOST R MEK 60204-1-2007. Bezopasnost' mashin. Elektrooborudovaniye mashin i mekhanizmov. Chast' 1. Obshchiye trebovaniya [Machine safety. Electrical equipment of vehicles and machinery. Part 1 – General requirements]. Moscow, Standartinform, 2008, 85 p.