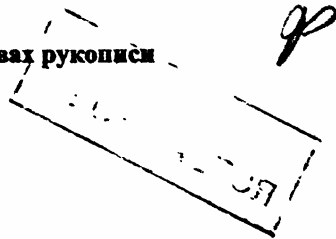


На правах рукописи



Радзиевский Константин Сергеевич

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
В МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА**

05.02.22 — Организация производства (промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 2003

Работа выполнена в «МАТИ» — Российском Государственном
Технологическом Университете им. К.Э. Циолковского.

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор,
Федоров В. К.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Лаврищев В.П.;
кандидат технических наук
Белевцев А.М.

Организация: ОАО ЦНИИ «Электроника» РАСУ РФ

1618027
Радзиевский К.С.
Разработка методов
организации производств
в микроэлектронной
промышленности на осн...
2003 0-00

30 июня 2003 г. в 14³⁰ час. на
заседании совета Д 212.141.05 при МГТУ
им. Баумана, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5.
ознакомиться в библиотеке МГТУ

в одном экземпляре, заверенный печатью,
подпись _____

16180274

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

13 г.

Лаврищев В.П.

подпись _____
графе.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

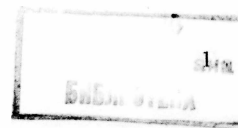
Организация производственных процессов многих изделий микроэлектронной техники (полупроводниковых интегральных схем, микропроцессоров, гибридных микросборок, микрополосковых устройств и т.п.) отличается высокой сложностью и длительностью данных процессов. При этом многие технологические процессы построены со значительным использованием прецизионного ручного операторского труда — на операциях разварки выводов, монтажа и контактирования, посадки кристалла, визуального контроля. Организация операторской деятельности в микроэлектронной промышленности является достаточно специфичной. Специфика эта определяется следующими особенностями производства:

- микроминиатюрными размерами деталей и сборочных единиц, обуславливающими необходимость применения устройств увеличения и прецизионных манипуляторов;
- высокой мобилизацией в операторской деятельности ключевых психофизиологических функций — мышления, памяти, остроты зрения, высокоточной моторики;
- высокими требованиями к чистоте технологической среды, часто обуславливающими необходимость применения операторами специальных защитных масок и костюмов, создающих значительный дискомфорт в работе;
- высокой сложностью (точностью, прецизионностью) специального технологического оборудования и высокой ответственностью оператора за принимаемые технологические решения.

Поэтому вопрос обеспечения безопасности и эксплуатационной надежности оператора, создания ему психофизиологического комфорта, удобного оборудования и организации рабочего места напрямую связан с гибкостью производства, способностью его перестройки на выпуск новых типов и модификаций продукции, а также с процентом выхода годных изделий.

Цель работы

Целью работы являются разработка и совершенствование методов организации и средств мониторинга производственной деятельности и производственной среды операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности, как основы повышения производительности труда и эксплуатационной надежности операторов в процессе создания конкурентоспособной продукции.



Основные задачи исследования

Для реализации поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- исследование специфики организации производственной деятельности операторов-микроскопистов и выявление основных факторов, влияющих на эффективность их функционирования, оценка статистики сопутствующих данной профессии неблагоприятных острых и хронических производственных состояний;
- анализ специфики динамики работоспособности операторов и разработка на основе данного анализа режима производственной деятельности, ориентированного на поддержание высокой производительности, а также методик психофизиологической релаксации;
- разработка и совершенствование методов построения специального технологического оборудования для микроэлектронной промышленности на основе принципов эргономики и композиции.

Предмет исследования

Предметом исследования диссертации являются организационные проблемы повышения эффективности функционирования производственных процессов микроэлектронной промышленности и разработка комплекса организационно-технических методов, направленных на решение этих проблем.

В качестве объекта исследования выбрана отрасль микроэлектронного производства отечественной промышленности.

Методы исследования

Работа ведется на основе аналитических и проектных методов исследования и технологического дизайна.

Научная новизна работы

В процессе исследования получены следующие новые результаты:

1. Исследована специфика производственной деятельности операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности и разработана методика комплексного подхода к проблемам совершенствования организации производственной среды операторов — установлен и рассмотрен состав целой совокупности факторов, определяющих психофизиологическое состояние работника, и разработаны методы и средства их мониторинга.
2. Изучена специфика динамики работоспособности операторов-микроскопистов и разработаны соответствующий ей режим производственной деятельности, методы и средства психофизиологической релаксации.

3. Изучены закономерности организации производственной среды операторов микроэлектронной промышленности с применением методик эргономического и композиционного анализа.

Практическая ценность

1. Методы организации производственной деятельности операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности внедрены на ведущих предприятиях микроэлектронной промышленности Российского Агентства по системам управления — на предприятиях ОАО «Инженерный центр по микроэлектронике», ОАО «Ангстрем», ГНИИ физпроблем им. Ф.В. Лукина при постановке на производство больших интегральных схем.
2. На основе полученных в ходе работы результатов разработаны и внедрены в учебный процесс следующие учебные пособия для студентов старших курсов по специальностям «Организация производства (промышленность)» и «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»:
 - «Методы оценки работоспособности операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности»;
 - «Методы оценки неблагоприятных психоэмоциональных состояний операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности»;
 - «Эргономические и композиционные принципы проектирования специального технологического оборудования для микроэлектроники».

Положения, выносимые на защиту

1. Метод комплексного подхода к проблемам повышения эффективности организации производственной деятельности операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности путем принятия целой совокупности мер: разработка средств мониторинга и коррекции функциональных характеристик оператора, организация режимов трудовой деятельности, разработка методов психофизиологической релаксации, эргономическая и композиционная организация производственной среды оператора.
2. Специализированная, учитывающая специфику динамики работоспособности, методика организации режима производственной деятельности операторов ручного прецизионного труда микроэлектронной промышленности, а также комплекс методов и средств психофизиологической релаксации операторов.
3. Метод системного подхода к построению специального технологического оборудования для микроэлектронной

промышленности, учитывающий совокупность унификационных, эргономических и композиционных требований.

Апробация и реализация научно-технических результатов работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: Научно-технических конференциях Российского Агентства по системам управления (Москва, 2001), Юбилейной научно-технической конференции МАТИ — РГТУ им. К.Э. Циолковского (Москва, 2001), научно-технических семинарах кафедры «Наукоемкие технологии радиоэлектроники» МАТИ — РГТУ им. К.Э. Циолковского (Москва, 2001, 2002), Научно-практической конференции «Управление качеством и сертификация» МАТИ — РГТУ им. К.Э. Циолковского (Москва, 2002), Международной молодежной научной конференции «XXVIII Гагаринские чтения» в МАТИ — РГТУ им. К.Э. Циолковского (Москва, 2002), Всероссийской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии» (Москва, 2002), Международной молодежной научной конференции «XXIX Гагаринские чтения» в МАТИ — РГТУ им. К.Э. Циолковского (Москва, 2003).

По теме диссертации автором опубликовано 14 печатных работ.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации — 155 стр., в т.ч. иллюстраций — 41. Объем приложения — 48 стр., в т.ч. иллюстраций — 8. Список литературы содержит 109 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во Введении дается общая характеристика актуальности и новизны работы, производится постановка рассматриваемой проблемы, формулируются цели и задачи диссертации.

В Главе 1 «Специфика организации производственных процессов в микроэлектронной промышленности» рассмотрена организация производственной деятельности операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности. Среди характерных особенностей трудового процесса операторов выделены следующие:

- размеры элементов и межсоединений в объектах, над которыми производятся операции, составляют 0,4...0,8 мкм; ведутся разработки изделий с элементами размером до 0,04 мкм. Успешное осуществление производственных операций над объектами подобных размеров

невозможно без применения специальных средств предъявления визуальной информации;

- установлены факты хронической перегрузки зрительных рецепторов операторов как особенности данного вида профессиональной деятельности (в т.ч. и как функции длительности рабочего стажа);
- необходимость постоянного наблюдения объектов труда через микроскоп диктует специфические требования к рабочей позе оператора: сидя за столом в состоянии практической неподвижности, со статическим напряжением мышц спины и шеи;
- характер организации производственного процесса — трехсменная непрерывная работа в условиях гермозон и чистых комнат, обуславливающая необходимость применения оператором в некоторых случаях полностью герметичных защитных костюмов. Помимо физического дискомфорта, это создает сложности при работе с устройствами предъявления визуальной информации.

Среди присущих данному виду деятельности профессиональных заболеваний можно выделить в первую очередь глазные заболевания и гипертонические проявления (рис. 1).

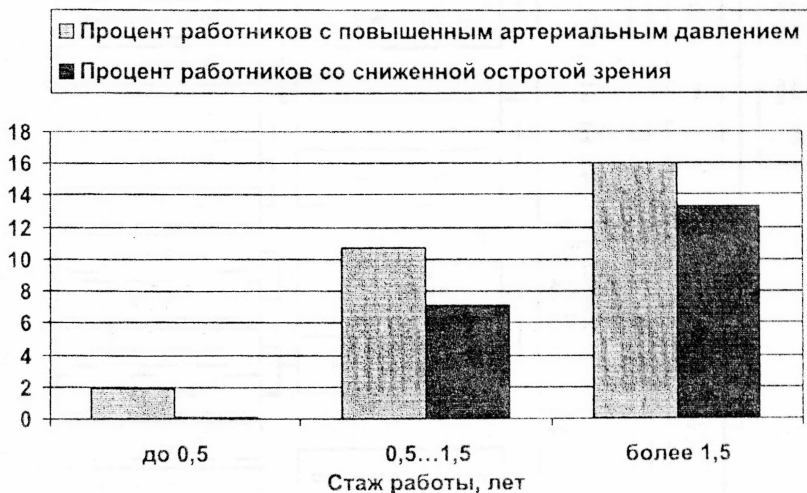


Рис. 1. Влияние производственного стажа на ухудшение функциональных показателей работников, занятых на операциях разварки выводов ИС (в % к общему числу обследованных)

Проанализирован комплекс факторов, влияющих на производительность труда операторов-микроскопистов (рис. 2).

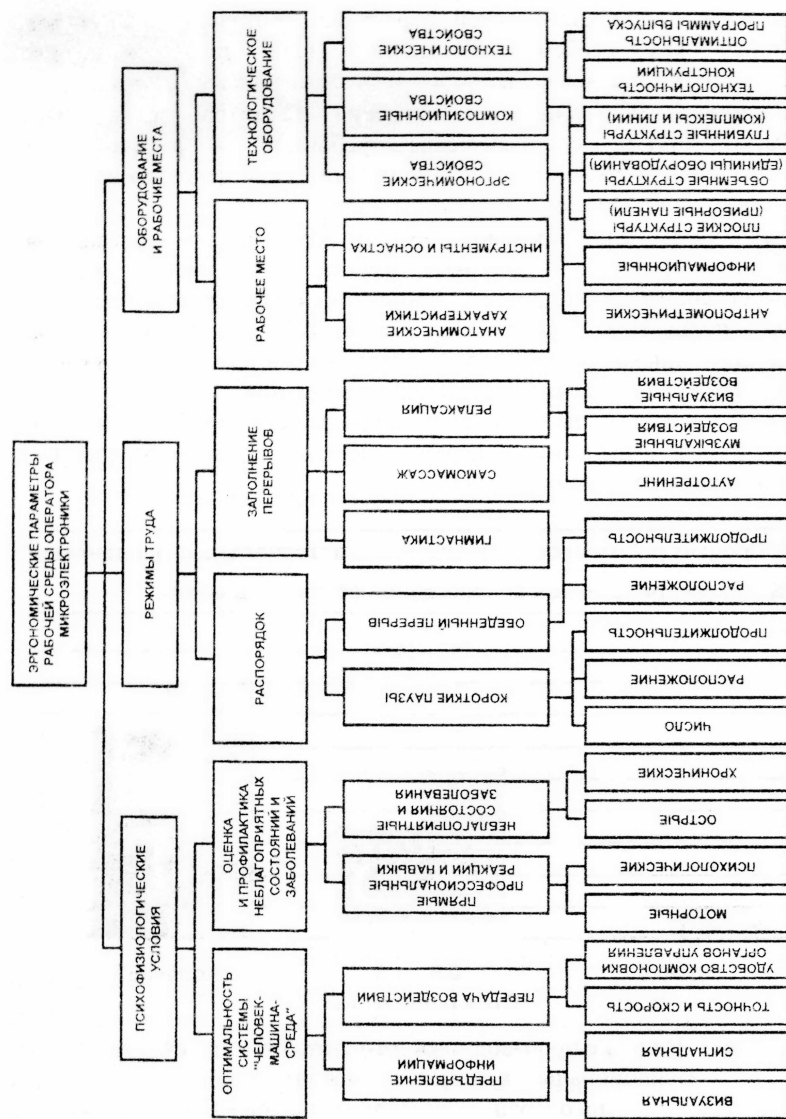


Рис. 2. Эргономические факторы, формирующие производственную среду операторов-микроэлектронщиков

Далее в главе проведены анализ и выбор методик мониторинга психофизиологического состояния операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности. В Приложении к диссертации по Главе 1 дано подробное описание разработанных методик и средств.

В главе проанализированы требования, предъявляемые к рабочей позе оператора-микроскописта, дана характеристика оптимальной рабочей позы с точки зрения сочетания ее удобства для самого оператора и возможности произведения необходимых манипуляций над объектом труда и выработаны основные рекомендации по коррекции рабочей позы для достижения оптимального результата. Изучены основные геометрические параметры оптимальной рабочей позы оператора. Проанализированы статистические сведения о наиболее характерных и необходимых для эффективной эргономической оптимизации рабочей позы значениях антропометрических параметров основного контингента операторов-микроскопистов. На основе статистических данных рассчитаны геометрические параметры рабочего места оператора-микроскописта для наиболее эффективно регулируемых величин, указанных в таблице 1.

Высота сиденья H_4 . Определяется исходя из удобства выполнения руками биомеханических движений высокой точности. При руках, согнутых в плечевом суставе на $30...40^\circ$, локоть работника должен находиться на уровне поверхности столешницы (при выпрямленном положении корпуса). Поэтому H_4 определяется как разность высоты поверхности столешницы H_1 и высоты локтя над сиденьем при согнутой в плечевом суставе руке:

$$H_4 = H_1 - (L_2 + \Delta),$$

где Δ — разность между величиной плеча L_5 и величиной его проекции на вертикальную ось ($L_5 * \cos 35^\circ * \cos 40^\circ$):

$$\Delta = L_5 - L_5 * \cos 35^\circ * \cos 40^\circ = L_5 (1 - 0,63) = L_5 * 0,37,$$

$$H_4 = H_1 - (L_2 + L_5 * 0,37).$$

Величина Δ определяет, насколько увеличивается высота локтя над уровнем сиденья при согнутой в плечевом суставе руке.

Высота подставки под ноги H_5 . Определяется как разность высоты сиденья H_4 и высоты подколенного угла L_3 :

$$H_5 = H_4 - L_3$$

Высота подставки под микроскоп H_6 . При рабочей позе с естественными изгибами позвоночника и углом наклона корпуса к вертикальной оси 5° вертикальное расстояние уровня глаз над полом уменьшается по сравнению со стандартным приблизительно на 5 см. Высота подставки под микроскоп определяется как разность фактической высоты уровня глаз над поверхностью пола ($H_4 + L_1 - 5$) и высоты выходных зрачков микроскопа над поверхностью пола ($H_1 + H_2$):

**Соотношение между параметрами рабочего места
и положением тела оператора-микроскописта**

№	Параметры рабочего места	Задаваемое положение тела
1	Высота столешницы (H_1) и разница между высотой выходного зрачка микроскопа и высотой столешницы (H_2+H_6)	Характер изгибов корпуса и размещения рук
2	Высота расположения выходного зрачка микроскопа ($H_1+H_2+H_6$)	Уровень линии взора
3	Высота сиденья (H_4)	Расположение поясничной и тазобедренной зон
4	Разница между высотой выходного зрачка микроскопа и высотой сиденья ($H_1+H_2+H_6-H_4$)	Угол наклона корпуса и шейного отдела позвоночника
5	Расстояние от переднего края столешницы до микроскопа (H_3)	Угол наклона головы и использование локтей в качестве опоры для поддержания веса тела
6	Высота опоры для ног (H_5) (по отношению к уровню пола)	Характер размещения ног (согнутое, вытянутое)
7	Разница между высотой сиденья и высотой опоры для ног (H_4-H_5)	Углы сгиба в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах

$$H_6 = (H_4 + L_1 - 5) - (H_1 + H_2)$$

При расчете по данной формуле H_6 зависит только от статистических данных работников и не зависит от высоты столешницы.

Расстояние от переднего края столешницы до микроскопа H_3 . Определяется сложным соотношением наклона головы и положения рук. В этом случае сумма проекций на горизонтальную ось расстояния от плечевой точки до глаз (K_1) и расстояния от глаз до оперативной рабочей зоны моторного поля (K_2) должна равняться сумме проекций на горизонтальную ось величины плеча (K_3) и предплечья (от локтевой точки до середины 3-го пальца, (K_4)):

$$K_1 + K_2 = K_3 + K_4$$

Оптимальная зона моторного поля, т.е. ($K_3 + K_4$) равна 30 см. K_1 — горизонтальная проекция расстояния от плечевой точки до глаз.

Глава 2 «Разработка организационных и технических решений по повышению эффективности производственной деятельности операторов-микроскопистов» посвящена анализу специфики применяемых сменных режимов трудовой деятельности и способов психофизиологической релаксации операторов-микроскопистов, и разработке методов и средств по их совершенствованию.

В ходе работы показана рациональность введения в трудовой процесс операторов-микроскопистов дополнительных регламентированных перерывов малой длительности (3...5 мин.), равномерно распределенных в течение рабочей смены, причем заполнение данных пауз не должно представлять собой пассивный отдых. Рассмотрены варианты активного заполнения регламентированных перерывов.

Предложен вариант внутрисменного режима организации трудовой деятельности (рис. 3). Описано содержание каждого из регламентированных перерывов (упражнения, проводимые во время этих перерывов, подробно описаны в Приложении к диссертации по Главе 2).

Разработаны методики проведения сеансов психофизиологической релаксации с учетом индивидуальных особенностей и уровня подготовленности конкретных операторов, даны программа и содержание мероприятий.

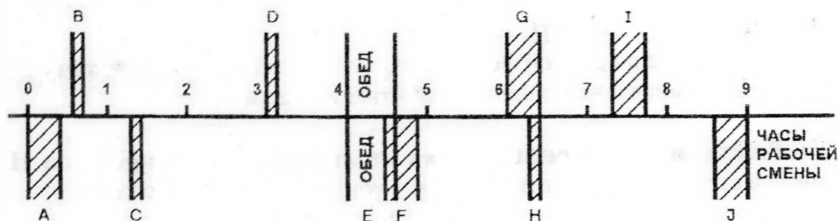


Рис. 3. Схема режима организации производственной деятельности операторов-микроскопистов, учитывающая специфику динамики работоспособности:

A, C, D, F, J — сеансы функциональной музыки;
B, D, G, I — перерывы для выполнения комплексов упражнений и психофизиологической релаксации;
E — регламентированный обеденный перерыв

В Главе 3 «Совершенствование методов организации производственной среды микроэлектронной промышленности» рассматриваются вопросы системного проектирования специального технологического оборудования для микроэлектронной промышленности на основе принципов технологического дизайна.

Показано, что все множество конструкционных и формообразующих элементов оборудования, разрабатываемого в электронной промышленности, есть множество элементов с прямыми «сильными» и опосредованными «слабыми» связями (рис. 4). Приведенная схема представляет некоторое исходное несчетное (бесконечное) надмножество $\{A\}$, число составляющих которого $n = \infty$ ($n = 1, 2, \dots, \infty$). Из этого надмножества выделим частично упорядоченное счетное множество $\langle B \rangle$, составляющие которого счетны (число элементов конечно), т.е. $n \neq \infty$ ($n = 1, 2, \dots, m$) и могут быть расположены в определенном порядке.

Если из надмножества $\{A\}$ выделить частично подобное $\langle B \rangle$ множество $\langle C \rangle$ так, чтобы эти множества пересекались $\langle B \rangle \cap \langle C \rangle$, то мы получим подмножество $\langle D \rangle$. Так как множества $\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$ частично упорядочены, то будет упорядочено и подмножество $\langle D \rangle$. Особенностью этого подмножества будет являться то, что составляющие его элементы $\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$ будут находиться в определенных отношениях R_i , и поэтому

$\langle D \rangle$ можно представить в виде некоторой модели $\epsilon\epsilon\epsilon\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$:
 $\langle D \rangle = \epsilon\epsilon\epsilon B, C = \langle A; B; R_1; R_2; \dots; R_m \rangle$, т.е. подмножество $\langle D \rangle$ является моделью множеств $\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$ в виде кортежа (упорядоченного набора), заданного их элементами в виде конечного числа элементов из надмножества $\{A\}$ и конечного числа отношений R_i , из них.

Изложенное можно представить в виде геометрических моделей или графов (рис. 4-а). Несчетное множество $\{A\}$ (часть которого показана на рис. 4-а) можно представить в виде элементов — точек с определяющими их состояние связями, число которых в общем случае может быть бесконечно большим. На уровне практической реализации подобной модели допустимо отбросить слабые связи и рассматривать конечную часть несчетного множества $\{A\}$ со вполне определенным числом связей в виде графа (рис. 4-б).

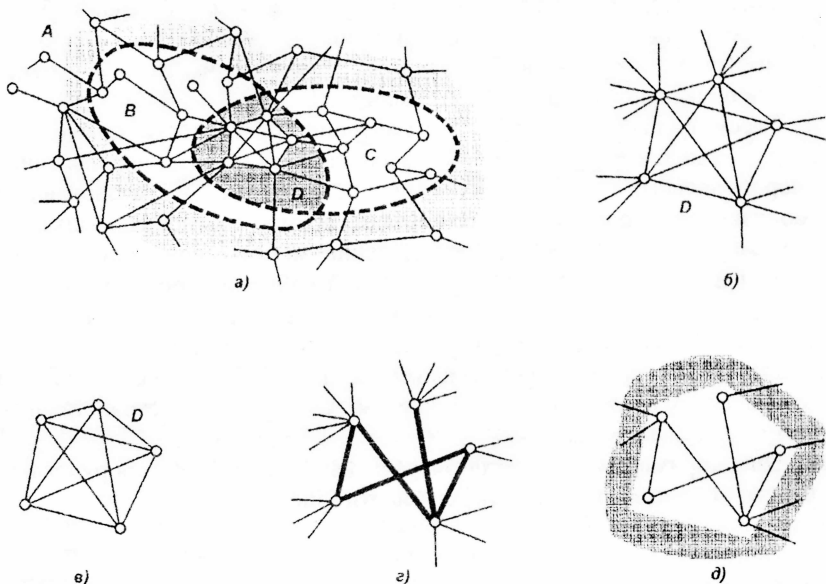


Рис. 4. Геометрические модели множества формообразующих элементов

В этом случае два пересекающихся множества $\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$ дают подмножество $\langle D \rangle$ и относящиеся к его элементам связи в виде частного графа (рис. 4-в). Все возможные внутренние связи показаны на рис. 4-в в виде прямых линий. Так как при практической реализации часть слабых связей может быть отброшена, но вместе с тем должны быть учтены внешние связи, граф можно будет представить в виде, показанном на рис. 4-г, где внутренние связи выделены более толстыми линиями. В результате описанного процесса многокритериальной фильтрации окончательно мы будем иметь модель подмножества $\langle D \rangle$ в виде графа, имеющего ограниченное число внутренних связей между элементами (рис. 4-д) и также ограниченное число связей с множествами $\langle B \rangle$ и $\langle C \rangle$.

В главе показано, что в силу специфики микроэлектронного производства (широкий спектр интенсивных источников психофизиологического утомления, прямая зависимость качества выполняемых производственных операций от психоэмоционального состояния работника и т.п.) соответствие размерных параметров рабочей зоны оборудования антропометрическим показателям широкого контингента операторов является необходимым условием высокопродуктивной трудовой деятельности.

Рассмотрены базовые принципы антропоструктурности: применение шкалы линейных размеров, находящихся в определенных пропорциональных отношениях друг с другом и позволяющих гармонизировать сооружение и его детали; прямое соотношение шкалы с размерами человеческого тела; применение метрической системы мер, отвечающей требованиям задач унификации объемно-пространственных структур. С учетом изложенных принципов проведен расчет размеров основного и вспомогательных антропоструктурных модулей и выбран тип числовых рядов кратности, применяемых для получения совокупности геометрических параметров проектируемых объемно-пространственных структур.

Даны примеры построения оперативных рабочих зон оборудования на основе принципов антропоструктурности (рис.5).

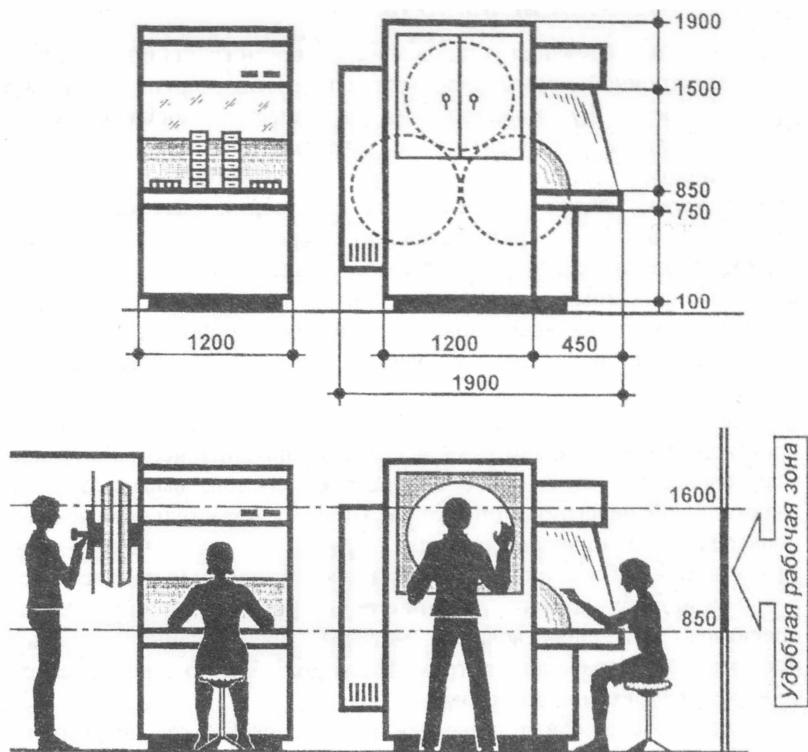


Рис. 5. Рабочая зона, спроектированная с учетом антропометрических принципов, для работы оператора в положениях «сидя» и «стоя»

Рассмотрены методы композиционной отработки панелей управления и отображения информации. Проведено рассмотрение методов композиционной отработки объемно-пространственных структур: гармонизация размерных и композиционных параметров по методам подобия, пропорционирования и т.д. Рассмотрены вопросы решения глубинно-пространственных композиций как наиболее сложного вида структур сопряжения групп и комплексов специального технологического оборудования, обуславливающих необходимость не только гармонизации формы оборудования, но и обеспечения соответствующих технологических и ремонтно-эксплуатационных маршрутов.

В Заключении производится обобщение результатов и делаются основные выводы по проделанной работе.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. В процессе исследования установлено, что организация производства в микроэлектронной промышленности и принятие мер по повышению эффективности функционирования и качества производственных систем должны проводиться с учетом комплексного анализа совокупности эргономических и композиционных факторов производства: анализ распределения нагрузок в системе «человек-машина-среда»; разработка средств мониторинга психофизиологического состояния оператора; организация специализированных режимов производственной деятельности; разработка методик восстановления работоспособности; организация производственной среды с учетом принципов эргономики и композиции.
2. В ходе работы выявлено, что в силу специфики данной отрасли производства ей в значительной степени присуща неотработанность взаимодействий оператора с его рабочей средой, выражающаяся в значительной перегрузке оператора. Поэтому обязательным условием повышения производительности труда и увеличения срока эффективной работы оператора являются: организация рабочего места с учетом индивидуальных особенностей антропометрии и биомеханики оператора; совершенствование методов предъявления визуальной информации; разработка инструментального оборудования и оснастки с учетом требований эргономики.
3. Исследована специфика динамики работоспособности операторов и разработаны специализированный режим производственной деятельности и методики восстановления работоспособности. Благодаря этому достигнуто суммарное повышение уровня производительности труда в среднем на 11% (соответственно на 5% и 6%), что подтверждено соответствующими актами о внедрении.
4. Разработан метод организации объемно-пространственных структур специального технологического оборудования микроэлектронной промышленности, основанный на принципах аналитического моделирования и обеспечивающий построение базовых моделей и комплектов оборудования с заранее заданным набором эргономических и композиционных свойств. Полученная объемно-пространственная структура обладает минимально необходимым набором свойств благодаря многоуровневому процессу фильтрации.
5. Разработан метод проектирования, основанный на использовании антропоструктурной модульной системы, позволяющей строить унифицированные объемно-пространственные структуры специального технологического оборудования с рабочими зонами, соответствующими характеристикам телосложения основного контингента операторов, занятых в производственном процессе.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Повышение процента выхода годных изделий на предприятиях микроэлектронной промышленности на основе методов контроля общего психофизиологического тонуса операторов-микроскопистов. // В сб.: Электронная техника: Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. Д.В. Андреева. — Ульяновск: УлГТУ, 2002. — с. 12-17.
2. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Методы повышения качественных показателей микроэлектронного производства. путем контроля эмоционально-психологических параметров операторов. // В сб.: Электронная техника: Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. Д.В. Андреева. — Ульяновск: УлГТУ, 2002. — с. 18-23.
3. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Эргономический анализ устройств предъявления визуальной информации операторам микроэлектронной промышленности // В сб.: Научные труды «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2001. Вып. 4 (76). — с. 47-51.
4. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Оценка физиологических функциональных параметров и основных моторных функций операторов микроэлектронной промышленности // В сб.: Научные труды «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2001. Вып. 4 (76). — с. 52-55.
5. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Методы оценки специфических острых и хронических психоэмоциональных состояний операторов производства микроэлектронной аппаратуры. // В сб. Научные труды «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2001. Вып. 4 (76). — с. 56-60.
6. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Методы повышения процента выхода годных изделий на основе эргономического анализа организации труда операторов микроэлектронной промышленности // В сб.: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Управление качеством и сертификация». — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. — с. 192-196.
7. Радзиевский К.С. Влияние эргономических факторов труда операторов микроэлектронной промышленности на качественные показатели производства. // В сб.: XXVIII Гагаринские чтения. Материалы Международной молодежной научной конференции. В 6 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. — Т. 6. — с. 63-64.

8. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Анализ эргономических аспектов организации труда операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности. // В сб.: НМТ-2002. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. В 4 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. — Т. 3. — с. 82-83.
9. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Пути повышения производительности труда операторов микроэлектронной промышленности на основе эргономической оценки их профессионально важных психических функций. // В сб.: НМТ-2002. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. В 4 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. — Т. 3. — с. 83-84.
10. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Методы повышения качественных показателей изделий микроэлектроники на основе мониторинга психофизиологического состояния операторов-микроскопистов. // В сб.: НМТ-2002. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. В 4 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2002. — Т. 3. — с. 84-85.
11. Федоров В.К., Радзиевский К.С. Организация производственной среды в микроэлектронной промышленности методами технологического дизайна. — Актуальные проблемы современной науки. — М.: ООО «Компания Спутник+», 2002. — №6. — с. 199-200.
12. Радзиевский К.С. Применение системного подхода в организации производственной среды микроэлектронной промышленности. — Аспирант и соискатель. — М.: ООО «Компания Спутник+», 2002. — №5. — с. 191-192.
13. Радзиевский К.С. Современные методы построения производственной среды микроэлектронной промышленности. // В сб.: XXIX Гагаринские чтения. Материалы Международной молодежной научной конференции. В 6 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2003. — Т. 6. — с. 24-25.
14. Радзиевский К.С. Специализированные режимы производственной деятельности для операторов массовых профессий микроэлектронной промышленности. // В сб.: XXIX Гагаринские чтения. Материалы Международной молодежной научной конференции. В 6 т. — М.: Издательско-типографский центр «МАТИ» - РГТУ им. К.Э. Циолковского, 2003. — Т. 6. — с. 25-26.