

Бараночников М.Л.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ, ВЫПУСКАЕМЫХ
ПРЕДПРИЯТИЕМ

сентябрь-октябрь 1987г.

АННОТАЦИЯ

В работе рассматриваются вопросы использования ЭВМ для разработки изделий, приводится обзор важнейших характеристик современных ЭВМ, в том числе и персональных вычислительных машин, на основе функционально-логической схемы разработки и отчетных данных анализируется трудоемкость выполнения этапов НИОКР, рассматриваются предложения по возможному использованию микро, мини и ПЭВМ на различных стадиях ОКР, приводится перечень применений ЭВМ на предприятии.

Листов-57, рис-4, таблиц -4, библи.-54 наим.

Напечатано 3 экземпляра.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Введение.....	I
2. Техническое обеспечение.....	9
2.1. Малые электронно-вычислительные машины /мини-ЭВМ/.....	11
2.2. Микропроцессоры, микро-ЭВМ и персональные компьютеры.....	13
2.3. Персональные ЭВМ.....	15
3. Характеристика объекта разработки.....	18
4. Обсуждение предложений по использованию электронно-вычислительной техники при разработке изделий.....	23
4.1. Планирование.....	25
4.2. Оперативное планирование.....	27
4.3. Составление рабочих планов-графиков НИОКР.....	29
4.4. Конструирование.....	31
4.5. Оформление технологической документации.....	36
4.6. Испытания изделий.....	38
5. Выводы и предложения.....	45
6. Список литературы.....	46
7. Приложения	
7.1. Основные параметры персональных ЭВМ отечественного производства.....	49
7.2. Перечень некоторых возможных применений ЭВМ на предприятии.....	52

"Производительность труда, это, в последнем счете самое важное, самое главное для победы нового общественного строя. Капитализм может быть окончательно побежден тем, что социализм создает новую, гораздо более высокую производительность труда. Это - дело очень трудное и очень долгое, но оно начато, вот в чем самое главное" /Ленин В.И., ЦСС, т.39, с. 2

І. В В Е Д Е Н И Е

В новой редакции Программы партии, утвержденной XXVII съездом КПСС, глубоко и всесторонне обоснованы задачи ускорения научно-технического прогресса на современном этапе коммунистического строительства в нашей стране.

На апрельском /1985г/ пленуме ЦК КПСС и XXVII съезде партии со всей остротой был поставлен вопрос об ускоренном внедрении достижений научно-технического прогресса в разработку и производство новых видов продукции различного назначения. В докладе Председателя Совета министров СССР т. Рыжкова Н.И. XXVII съезду партии было подчеркнуто, что необходимо "...быстро и целеустремленно вести научные и конструкторские разработки, которые обеспечат создание и освоение принципиально новых техники и технологии, многократно повышающих производительность труда". /л.3/

Решение задач XII и последующих пятилеток невозможно без механизации и автоматизации проектирования и производства изделий. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986-1990 годы и на период до 2000 года предусматривается, что "уровень автоматизации в среднем возрастет в 2 раза. В промышленности намечено ввести около 5 тысяч автоматизированных систем управления технологическими процессами". Предусмотрено "создавать комплексно-автоматизированные производства, которые можно быстро и экономично перестраивать" на выпуск новой продукции /л.3/.

"Современный этап автоматизации, говорится в докладе т.Рыжкова -опирается на революцию в электронно-вычислительной технике, электронизацию народного хозяйства. В годы пятилетки предусмотрено создание и освоения новых поколений ЭВМ всех классов - от супер ЭВМ до персональных для школьного обучения. Общий выпуск средств вычислительной техники увеличится за пятилетие в 2,3 раза. Ставится задача широкой электронизации машин и оборудования, выпускаемых для всех отраслей. За такой техникой будущее."/л.3/.

Особенно высокую потенциальную эффективность следует ожидать при комплексном использовании вычислительной техники для разработки новых изделий. При этом ожидается значительное сокращение сроков и трудоемкости создания изделий, резкое повышение качества создаваемых приборов, устройств и оборудования, а также снижение материалоемкости и энергоемкости новых изделий.

Необходимость внедрения вычислительной техники в процессы создания новых изделий связана с последствиями научно-технической революцией в технике последних десятилетий.

Исследования истории развития техники показывают, что развитие техники в нашем веке имеет следующие устойчивые тенденции:

- время создания новых образцов техники от зарождения идеи до серийного производства сокращается в два раза каждые 25 лет. Например с момента изобретения радио до реализации изобретения прошло - 30 лет, радара - 15, телевизора - 12, ядерного реактора - 10, атомной бомбы - 6, транзистора - 3 года, приборов на основе ПЭС - менее 1 месяца;

- число вновь разрабатываемых изделий удваивается через каждые 15 лет;

- сложность изделий по числу используемых деталей, узлов и агрегатов удваивается через 10 лет, число элементов в кристалле полупроводниковой интегральной схемы за 20 лет увеличилось более, чем в 1000 раз;

- объем научно-технической информации, которую требуется переработать при создании новых образцов, удваивается через 6-8 лет /4,5,6/

Эти тенденции до недавнего времени обеспечивались, в основном, за счет постоянного увеличения численности инженерно-технических работников НИИ и КБ, и лишь частично за счет использования вычислительной техники и роста производительности труда.

Достаточно отметить, что с 1900 по 1960 гг. производительность труда в производстве выросла в мире в среднем на 1000%, а в конструировании - только на 20% /4/.

Внедрение вычислительной техники в практику проектно-конструкторских работ началось в 50-х годах, практически с появлением первых электронно-вычислительных машин.

Однако, использование ЭВМ первого поколения мало чем отличалось от традиционного проектирования с помощью арифмометра, логарифмической линейки или настольного калькулятора - вычислительная машина служила в основном для выполнения разнообразных, но чисто вычислительных функций.

Возможности, предоставляемые пользователю ЭВМ даже на том этапе, начали вступать в противоречие со старыми методами её использования только в качестве вычислителя.

Одним из первых применений ЭВМ при создании новой техники можно считать использование её в 1957 году при создании проекта "Поларис" ВМС США. В этой программе, состоящей из 60 тысяч операций требовалось скоординировать работу около 3800 основных подрядчиков. В целях управления реализацией этого проекта был создан специальный метод планирования работ на основе оптимальной логической схемы процесса, названный методом анализа и оценки программ - PERT. Этот метод планирования позволял руководству программы точно знать, что требуется делать в данный момент времени и кто именно должен делать это, а также вероятность своевременного завершения отдельных операций. /7/.

Комплексное внедрение вычислительной техники в практику проектирования на системной основе, получившее название в нашей стране систем автоматизированного проектирования / САПР / предполагает определенную формализацию творческого ядра проектных работ - создание /в перспективе/ искусственного интеллекта, разработку имитационных моделей функционирования создаваемых изделий, разработку математических методов технологической подготовки производства и т.д.

В перспективе на базе электронно-вычислительной техники предполагалось создание автоматических систем проектирования, в которых все этапы проектирования будут выполняться без участия человека. Однако, достижение такого уровня применительно к разработке изделий достаточно сложной структуры в ближайшее двадцатилетие маловероятно.

Сегодня реально говорить о создании и использовании таких систем проектирования, в которых рационально распределяются функции между человеком и ЭВМ. Такой режим работы носит название интерактивного или диалогового. В процессе взаимодействия человека и машины стремятся эффективно использовать такие качества ЭВМ, как большая скорость выполнения вычислительных операций, значительный объем памяти, высокая точность и надежность. В то же время целый ряд вопросов, возникающих в процессе создания новых изделий, базирующихся на интуиции, опыте, изобретательности, способности к познанию и принятию решений - остаются за человеком.

При таком распределении функций основная задача САПР - повышение производительности труда инженерно-технических работников за счет автоматизации нетворческих функций (обработка информации, подготовка исходных данных и проведение расчетов, составление сетевых планов НИОКР, выполнение чертежных работ, выпуск текстовых документов и т.п.) и высвобождение времени на творческий труд, и связанное с этим принципиальное повышение качества проектирования. /4,8,9,10,11,12/.

Разработка автоматизированных систем проектирования на систем-
ной основе была начата в отрасли с 1977 года. На первом этапе созда-
ния было выделено 5 основных подсистем, охватывающих основные этапы
создания нового изделия, и функционирующих на первом этапе, как пра-
вило, самостоятельно:

- автоматизированная система проектирования /АСП/;
- автоматизированная система конструирования /АСК/;
- автоматизированная система технологической подготовки
производства /АСТПП/;
- автоматизированная система управления технологическими
процессами /АСУТП/;
- автоматизированная система комплексных испытаний и
отработки /АСКИО/.

Внедрение систем автоматизированного проектирования производит-
ся очередями, обеспечивающими создание типовых САПР для разработки
отдельных видов техники, позволяющих автоматизировать на данном
уровне развития отечественной вычислительной техники, в целом ряде
случаев, лишь отдельные этапы создания новых изделий. /4 /.

К началу XII пятилетки в отрасли было создано 9 типовых САПР,
внедрение которых позволило получить экономический эффект более
13 миллионов рублей, при значительном улучшении технических харак-
теристик изделий, и сокращении сроков их создания.

В минувшей пятилетке на предприятиях отрасли было введено в
эксплуатацию около 130 автоматизированных рабочих мест / АРМ-М и
АРМ-Р/, разработано и внедрено несколько десятков подсистем и задач
автоматизированной системы технологической подготовки производства
/4, 13/. За 3 года XII пятилетки на 22 предприятиях отрасли было раз-
работано и внедрено около 70 автоматизированных систем контроля и
испытаний /14/.

Использование средств вычислительной техники на предприятиях
отрасли в XI пятилетке позволило сократить:

- время решения задач проектирования механических узлов и деталей на отдельных предприятиях в 5 - 15 раз, а в целом по отрасли в 1,5 - 2 раза;

- сроки проектирования или подготовки производства печатных плат и микросборок на отдельных предприятиях в 4 - 6 раз, а сроки проектирования фотошаблонов до 10 раз, что составляет в целом по отрасли в 1,5 - 2 раза;

- время выпуска управляющих перфолент для станков с ЧПУ по отдельным предприятиям в 3 раза, а в среднем по отрасли - в 2-2,5 раза.

В результате внедрения первого этапа САПР на начало XII пятилетки был достигнут в отрасли следующий уровень автоматизации по отдельным стадиям создания изделий в процентах к общему объёму работ:

- проектирование, включая поисковые работы - 40-50%
- конструирование - 15%
- технологическая подготовка производства - 20%
- испытания и отработка новых образцов техники - 10-30%
- (в том числе оптико-электронных приборов - 80%). /4 /.

Особенно заметными темпами в XI пятилетке внедрялись автоматизированные системы проектирования изделий электронной техники предприятиями Минэлектронпрома, где только при проектировании фотошаблонов интегральных схем и БИС производительность труда выросла более, чем в 10 раз, сроки разработки и внедрения в производство оптических систем сокращены в 4 раза /15/, а использование только на одном НИУ "Восток" сетевых графиков работы и САПР СБИС, и автоматизированных фотоприемных матриц систем контроля позволило увеличить производительность труда и поднять уровень производства за 7 лет, более чем в 5 раз /16/.

В отечественной и зарубежной литературе сегодня имеется немало других примеров эффективного использования современной вычислительной техники при создании новых изделий и оборудования.

В соответствии с рядом приказов Министра на нашем предприятии также проводятся некоторые работы, направленные на повышение производительности труда за счет применения электронно-вычислительной техники.

Наиболее эффективно используется специализированное рабочее место инженера-тополога СМШ "Кулон" /15 УТ-4-017/ на основе микро-ЭВМ типа "Электроника-100/25", применяемое для разработки топологии гибридных микросхем, печатных плат, растров и фотошаблонов. Применение СМШ работающего в интерактивном режиме привело к повышению производительности труда инженеров-топологов в 9-10 раз по сравнению с "ручным" методом проектирования.

Для аналогичных целей используется пакет прикладных программ САИФ БИС и СПИ функционирующий вместе с ЕС ЭВМ, применение которого также увеличило производительность труда в 2-3 раза.

Имеющееся на предприятии автоматизированное рабочее место инженера-проектировщика /типа АРМ-М/ на базе мини-ЭВМ СМ-4 используется, в основном, для разработки управляющих программ и подготовки машинных носителей информации для станков (токарных, сверлильных и фрезерных) с числовым программным управлением, обеспечивая сокращение затрат времени на подготовку производства в 1,5-3 раза.

С 1980 года на предприятии проводятся работы по использованию вычислительной техники для автоматизации измерений и испытаний выпускаемых предприятием изделий. Изготовлены и проверены в опытной эксплуатации несколько макетных вариантов автоматизированных систем контроля /АСК/ параметров изделий. Автоматизированные системы изготовленные с применением микро-ЭВМ типов "Электроника-100М", "Электроника ТЗ-16", "Электроника ТЗ-28" и "Электроника ТЗ-29" подтвердили возможность повышения производительности труда при измерении параметров многоканальных изделий в 1,5 - 3 раза.

На предприятии в течении последних лет проводятся интенсивные работы по внедрению в производство функциональных подсистем АСУП.

В целях повышения эффективности планирования и сокращения сроков разработки и внедрения в производство новых изделий на предприятии разработаны типовые сетевые модели НИР и ОКР создания изделий выпускаемых предприятием. Модели функционируют на базе ППП СМО "Ресурсы" и ЕС ЭВМ. Применение сетевого планирования и разработанных моделей сокращает время подготовки рабочих планов-графиков НИОКР не менее, чем в 10 раз. Однако, внедрение системы в планирование и управление разработкой новых изделий сдерживается, в основном, недостатками в организации труда и другими причинами часто субъективного характера.

Оценивая ситуацию по предприятию в целом можно сказать, что электронно-вычислительная техника не занимает пока ещё достойное место как в решении задач автоматизации управления производством, так и в решении вопросов значительного повышения производительности труда при разработке и в производстве изделий, выпускаемых предприятием.

Основными причинами, по нашему мнению, являются: недооценка отдельными руководителями роли, значения и возможностей вычислительной техники, и как следствие, отсутствие комплексной программы внедрения электронно-вычислительной техники в разработку и производство; дефицит надежных микро- и мини-ЭВМ оснащенных полным комплектом периферийных устройств; отсутствие высококвалифицированных кадров программистов-алгоритмистов; неподготовленность разработчиков изделий к использованию электронно-вычислительной техники; отсутствие необходимого математического и программного обеспечения и т.д.

В данной работе предпринята попытка оценить возможность широкого применения электронно-вычислительных машин на предприятии, в первую очередь, для разработки новых изделий с целью резкого увеличения производительности труда инженера-разработчика, конструктора и технолога.

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В общем виде типовая структура системы проектирования на базе современной вычислительной техники состоит из:

- технического *
- математического
- информационного
- организационно-экономического обеспечения.

Основу любой системы проектирования составляет техническое обеспечение, под которым понимают совокупность технических средств, обеспечивающих регистрацию, передачу, обработку и отображение информации во всех звеньях системы./8, Г7/.

В свою очередь, основу технического обеспечения составляют электронно-вычислительные машины и микропроцессоры, являющиеся центральным звеном обработки информации и решения прикладных задач системы.

В качестве основных технических средств в настоящее время используются "большие" ЭВМ универсального назначения, мини-ЭВМ, микро-ЭВМ, а также микропроцессорные комплекты /наборы/.

В состав технических средств, кроме ЭВМ могут входить устройства внешней памяти, средства дистанционной передачи данных, средства диалогового взаимодействия "человек-ЭВМ", средства ввода-вывода графической информации и другие периферийные устройства.

К устройствам внешней памяти относятся устройства хранения информации прямого доступа на магнитных дисках и долговременного хранения информации на магнитных лентах и микрофильмах.

В качестве средств дистанционной передачи данных используются местные каналы и линии связи, каналы Министерства связи СССР, а также мультимплексоны передачи данных и аппаратура передачи данных.

*/ Остальные виды обеспечения /математическое, информационное и организационно-экономическое/ в настоящей работе не рассматриваются.

Терминальными средствами диалогового взаимодействия служат ал-
фавитно-цифровые дисплейные комплексы, абонентские пункты, регистра-
торы, автоматизированные рабочие места.

В качестве средств ввода-вывода графической информации могут
использоваться графические регистрирующие устройства /графопостро-
ители/, графические дисплеи, автоматизированные рабочие места, уст-
ройства кодирования графической информации /автокодировщики/ и т.д.

Наиболее часто в качестве ЭВМ универсального назначения исполь-
зуются электронно-вычислительные машины единой серии - ЕС ЭВМ.

ЕС ЭВМ представляют собой комплекс стационарных универсальных
программно-совместимых ЭВМ широкого назначения, построенных на еди-
ной конструктивно-технологической базе.

В состав системы /ЕС/ входят ряд ЭВМ различной производительнос-
ти, предусматривающих возможность подключения широкой и единой для
всех ЭВМ номенклатуры внешних устройств. Номенклатура ЕС ЭВМ вклю-
чает более 180 периферийных устройств для комплектования пользова-
телей с целью решения различных задач, как в автономном режиме, так
и в составе вычислительных комплексов.

В настоящее время на предприятиях отрасли, в основном, используют-
ся машины Единой серии РЯД-1 / ЕС-1020, ЕС-1030, ЕС-1040, ЕС-1050/ и
РЯД-1М/ЕС-1022, ЕС-1032, ЕС-1033, ЕС-1040, ЕС-1052/, и ЭВМ серии РЯД-2
/ЕС-1015, ЕС-1025, ЕС-1045, ЕС-1055, ЕС-1060/.

С 1984 года промышленность приступила к производству более совер-
шенных моделей серии - РЯД-3 /ЕС-1016, ЕС-1046, ЕС-1026, ЕС-1036,
ЕС-1056, ЕС-1066/ с последующей модификацией этой серии ЭВМ: ЕС-1017,
ЕС-1027, ЕС-1047, ЕС-1057, ЕС-1067, ЕС-1077 и ЕС-1087.

Электронно-вычислительные машины серии ЕС обладают широким диапа-
зоном производительности: от 100,0 тыс.оп/с до 2,5-10,0 млн.оп/с,
и объемом оперативной памяти: от 64 Кбайт до 16 Мбайт.

Стоимость ЕС ЭВМ составляет от 300 тыс. до 4 млн.рублей, занима-
емая площадь от 110 до 410 кв.метров./13,18,19/.

2.1 Малые электронно-вычислительные машины /Мини-ЭВМ/

Специализация рабочих мест и задач проектировщиков новых изделий/конструкторов и технологов/, а также необходимость использования вычислительной техники непосредственно для управления технологическими процессами и испытательным оборудованием привели к созданию новой серии малых ЭВМ /мини-ЭВМ/, называемой по международной классификации СМ ЭВМ, которые являются основным техническим средством АСКИО и АСУТП.

Архитектура мини-ЭВМ рассчитана на обеспечение взаимодействия её с максимальным числом внешних устройств. Отличительной особенностью мини-ЭВМ является их адаптивность, т.е. способность непосредственно взаимодействовать с объектами управления, следить за протекающими в них процессами и управлять ими. Второй особенностью мини-ЭВМ является открытость машин для сопряжения с другим оборудованием. В отличие от универсальных ЭВМ мини-ЭВМ допускают наращивание мощности и варьирование конфигурацией в самых широких пределах. Ввод данных в Мини-ЭВМ осуществляется непосредственно из объекта управления через специальное устройство связи с объектом управления /УСО/, а в системах с замкнутым циклом ЭВМ реализуют ещё и результаты обработки данных, воздействуя на объект.

Мини-ЭВМ выпускаются в виде комплектов унифицированных приборных стоек, а также в настольном исполнении или в виде отдельных блоков, встраиваемых в приборные стойки оборудования вместе с внешними устройствами.

В отличие от универсальных ЕС ЭВМ мини-ЭВМ обладают минимальными габаритными размерами и массой, они не требуют специальных условий эксплуатации, обладают относительно высокой надежностью и сравнительно невысокой стоимостью от 10 до 200 тыс. рублей.

Мини-ЭВМ обладают значительными вычислительными возможностями. Производительность мини-ЭВМ находится в пределах от 100 тыс.оп/с до 1 млн.оп/с, объем оперативной памяти составляет от 64 кобайт до 5 Мбайт.

Основным классом мини-ЭВМ в отрасли являются машины серии СМ. В семейство СМ ЭВМ входят управляющие комплексы СМ-1, СМ-2, СМ-2М в которых ввод-вывод информации организован с помощью стандартного интерфейса "ЗК" радиального типа.

Архитектура машин СМ-3, СМ-4, СМ-1400 и СМ-1600 отличается однотипной организацией связи процессора с оперативной памятью и внешними устройствами. Все эти устройства подключены к общему параллельно-последовательному каналу обмена - стандартному интерфейсу ОБЩАЯ ШИНА ("ОШ"). С 1983 года в стандарте "ОШ" начали выпускаться новые быстродействующие /до 3 Млн.оп/с / машины, так называемые мега-мини ЭВМ типа СМ-1420, СМ-1300-01, СМ-1700.

Номенклатура периферийных устройств, выпускаемых для СМ ЭВМ составляет более 170 наименований. /13, 14, 20/.

В настоящее время для сопряжения мини-ЭВМ с оборудованием и измерительными приборами широко применяются устройства связи с объектами КАМАК. Система КАМАК базируется на принятых в международной практике и стандартизированных параметрах "входов-выходов". Принцип построения системы основан на том, что устройства ввода-вывода данных и регистры объединены в модули, смонтированные в сборках/крейтах вместе с контроллером, который представляет собой устройство, управляющее обменом информацией между модулями ввода-вывода данных и ЭВМ.

Система КАМАК базируется на четырех основных принципах:

-принципе модульности, определяющем построение системы из принципиально неограниченного набора функциональных модулей, единых по конструкции и интерфейсу;

-принципе магистральности, определяющем структуру подключения и связи модулей с устройством управления /контроллером/. В подобной структуре все модули имеют равный приоритет для доступа и запроса обслуживания;

-принципе машинной независимости, определяющем независимость интерфейса модулей от типа применяемой ЭВМ. Сопряжение магистрали с

каналом обмена ЭВМ осуществляется специальным блоком-модулем, называемым "Контроллер крейта". Только этот модуль ориентирован на применение с системой сопряжения электронно-вычислительную машину;

- принципа программируемости, определяющем структуру построения контроллера и модулей, которые должны различать определенные наборы команд, поступающих из устройства управления, например из ЭВМ. Этот принцип обеспечивает большую гибкость разрабатываемых и находящихся в эксплуатации систем и оборудования, т.к. одна и та же система может по разным программам выполнять совершенно различные функции.

Следует отметить, что для эффективного использования больших и малых /ЕС и СМ / электронно-вычислительных машин необходима специализация персонала на эксплуатационников ЭВМ и оборудования, алгоритмистов/постановщиков задач/, программистов и пользователей.

2.2 Микропроцессоры, микро-ЭВМ и персональные компьютеры

Микро-ЭВМ это новый класс электронно-вычислительной техники созданный в начале 70-х годов благодаря появлению на рынке нового класса больших полупроводниковых интегральных микросхем, так называемых микропроцессоров.

Микропроцессор (МП) - функциональное устройство с фиксированным интерфейсом, построенное на БИС, состоящее из арифметико-логического устройства /АЛУ/, внутренних регистров и устройства управления, и предназначенное для реализации заданной системы команд./22, 21/.

В данном случае под интерфейсом понимается предназначенная для связи устройств-система адресных, информационных и управляющих шин, для которых определена диаграмма движения информации.

Совокупность микропроцессорных и других ИС, совместимых по конструктивно-технологическому исполнению и предназначенных для совместного применения в микро-ЭВМ получили название микропроцессорного комплекта (МПК).

По оценкам советских и зарубежных специалистов появление на рынке микропроцессорных комплектов привело в мире к технической революции, соизмеримой по своим последствиям с появлением в 50-х годах первых серийных полупроводниковых приборов. /22, 21/.

В настоящее время под микро-ЭВМ /микроэлектронной вычислительной машиной/ понимается устройство состоящее из микропроцессора, полупроводникового ОЗУ и средств связи с периферийными устройствами, которая может использоваться самостоятельно и совместно с обычными периферийными устройствами вычислительных машин.

В данном случае слово "микро" указывает не на структуру ЭВМ, а на минимальные её размеры, достигнутые благодаря использованию достижений микроэлектроники.

Микро-ЭВМ выпускаются в однокристалльном, одноплатном или многоплатном исполнении. Они комплектуются /по выбору потребителя/ наборами функционально законченных модулей /МФМ/ различного назначения, например, аналого-цифровых преобразователей, устройств сопряжения ввода-вывода, ОЗУ и ПЗУ, модемами, дисплеями и др. Как правило, МФМ разрабатываются на основе БИС размещающихся на одной печатной плате стандартного размера /280x160x2 или 140x160x2 мм/.

Ряд моделей микро-ЭВМ объединенных общим программным обеспечением, принципами организации интерфейса и конструктивами - называется семейством ЭВМ.

При минимальных габаритных размерах и массе микро-ЭВМ обладают высокой надежностью и значительными вычислительными возможностями. Производительность микро-ЭВМ составляет от 100 тыс. оп/с до 2,5 млн. оп/с, память ОЗУ от 8 Кбайт до 256 Кбайт. Стоимость микро-ЭВМ лежит в пределах от 1 до 100 тысяч рублей, в зависимости от типа ЭВМ и состава периферийных устройств.

Вследствии гибкой системы команд и достаточно большой емкости памяти микро-ЭВМ являются универсальными и пригодными для решения очень широкого круга задач, в том числе для инженерных расчетов и математического моделирования, сетевого планирования, САПР, АСКМ, управления технологическим, испытательным оборудованием и приборами и др.

Применение микро-ЭВМ в различных областях техники и во многих отраслях человеческой деятельности привело к тому, что в настоящее время по кругу решаемых задач и применений микро-ЭВМ стали самым массовым и самым дешевым классом ЭВМ. Они решают сегодня задачи даже в тех отраслях человеческой деятельности для которых два барьера "стоимость" и "тиражность" казались ранее непреодолимыми. Выпуск микро-ЭВМ в мире исчисляется десятками миллионов комплектов. /21, 22, 28, 29/.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускается достаточно широкая номенклатура микро-ЭВМ, в том числе "Электроника ТЗ-29", "Электроника ТЗ-29МК", "Электроника-4Г", "Электроника ГДЗ-30", а также семейства машин "Электроника-60", "Электроника-С5", "Электроника-НЦ", "Электроника-79", "Электроника КГ-10", "Электроника-8Г", микро-ЭВМ типа СМ 1300, СМ 1803, СМ 1804, СМ 1810 и быстродействующая мега-микро-ЭВМ типа СМ 1210.

В отличие от ЕС и СМ ЭВМ для работы с микро-ЭВМ необходимо, чтобы пользователи /конструкторы, технологи и т.п./ обладали определенным объемом знаний в области математического обеспечения машины и её технических возможностей.

С 1985 года в нашей стране на государственном уровне начали решаться вопросы широкого использования во многих сферах человеческой деятельности так называемых персональных электронно-вычислительных машин /ПЭВМ/. /29/.

2.2.1 Персональные ЭВМ по своей технической реализации практически представляют собой ориентированные определенным образом микро-ЭВМ. Персональный характер микро-ЭВМ в данном случае понимается не столько в плане личной принадлежности, сколько в плане возможности эксплуатировать её без помощи профессионального программиста, т.е. самостоятельно, персонально. Мировой опыт интенсивной разработки и эксплуатации ПЭВМ, насчитывающий сегодня более 15 лет, позволяет выделить пять основных признаков, надежно характеризующих ПЭВМ:

-развитый человеко-машинный интерфейс, обеспечивающий простое и наглядное управление ПЭВМ непрофессиональным пользователем, т.е. человеком не имеющим навыков работы с вычислительной техникой;

-большое количество готовых программных средств /ПС/ прикладного характера для всех отраслей применения, избавляющее пользователя от необходимости разрабатывать программы самостоятельно;

-малогабаритные накопители информации значительной емкости на оменных носителях, обеспечивающие взаимозаменяемость и эксплуатацию вновь приобретаемых ПС;

- малые габариты и массу, позволяющие устанавливать ПЭВМ на любом рабочем месте /письменный стол, объект исследований и т.д./, а также малое энергопотребление;

- эргономичность конструкции, привлекательность цвета и формы элементов конструкции ПЭВМ.

Наличие всех пяти признаков у любой ЭВМ определяет её принадлежность к классу ПЭВМ. И наоборот: отсутствие какого-либо из них приводит к выводу о "неперсональном" характере микро-ЭВМ. Определяющими являются первые два признака. Традиционные параметры производительность и объем памяти ПЭВМ и микро-ЭВМ примерно одинаковы. /28/.

Различают профессиональные ПЭВМ /ПП ЭВМ/, предназначенные для использования специалистами и учеными, ПЭВМ-для обучения студентов и школьников, а также бытовые ПЭВМ-для управления бытовой техникой, самостоятельного обучения, игр и развлечений. Профессиональная ПЭВМ, как правило, обладает большой производительностью и оснащается комплектом современных периферийных средств. /26-29/.

В нашей стране выпуск персональных вычислительных машин только начинается. Разработано и выпускается более 10 типов профессиональных ПЭВМ, и 5 типов бытовых машин. Основные характеристики ПЭВМ отечественного производства приведены в Приложении. Стоимость ПЭВМ от 500 рублей до 25 тыс. рублей.

Персональные ЭВМ получили широкое распространение в развитых странах мира. Только в США изготовлено более 30 миллионов ПЭВМ. Эта техника вызвала к жизни процессы небывалого масштаба - она обеспечила в ряде стран лавинообразный рост компьютерной грамотности и, как следствие, увеличение производительности труда во многих сферах человеческой деятельности. Например, если на разработку новых промышленных изделий традиционными методами нужно от трех до пяти лет, то с использованием ПЭВМ - один год..., с момента возникновения идеи до получения, скажем, образца большой интегральной схемы теперь уходит четыре-пять недель. Вместо обычных двух-трех лет!"/29/.

По расчетам советских специалистов "в среднем персональные компьютеры обещают повысить у нас производительность труда в три-четыре раза. Это означает, ученые и инженеры смогут работать втрое-вчетверо эффективнее..., в проектировании применение ПЭВМ означает прыжок производительности в десять-двадцать раз."/29/.

Микропроцессорные комплекты, являясь основным узлом микро-ЭВМ и ПЭВМ, могут использоваться и в качестве самостоятельных устройств в локальных системах управления технологическими процессами, в испытательном оборудовании и измерительных приборах. При этом на МП и МПК могут возлагаться следующие функции: регистрация информации о состоянии объекта управления, предварительная обработка информации, управление объектом на стадии настройки и регулировки, управление рабочим циклом по результатам обработки информации поступающей с объекта в реальном масштабе времени, передача информации для сложной обработки в ЭВМ следующего уровня и прием результатов обработки, обеспечение работы обслуживающего персонала с символьной и графической информацией в диалоговом режиме с ЭВМ.

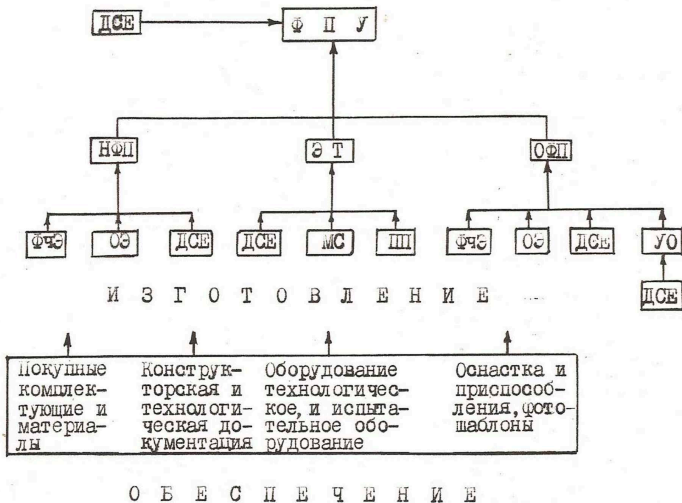
В настоящее время отечественной промышленностью выпускается широкая номенклатура БИС МПК, в том числе типа: К531, К536, К586, К587, К588, К589, К1801 и др. / 22 - 29 /

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ

Современный этап внедрения достижений научно-технического прогресса характеризуется неуклонным ростом сложности разрабатываемых изделий, расширением их функциональных возможностей и улучшением технических характеристик. Необходимость решения современных научно-технических и прикладных задач привело к созданию нового класса изделий электронной техники. Одним из примеров изделий нового класса является новый тип приемника оптического излучения, так называемое фотоприемное устройство, принятое в данной работе в качестве типового представителя объекта разработки. Упрощенная функциональная схема фотоприемного устройства приведена на рисунке 1а, а состав изделий на Рис. 1б

Фотоприемным устройством называют фотоприемники, в которых на основе схемотехнических и конструктивных решений осуществляется ряд последовательных преобразований принимаемого сигнала. В фотоприемных устройствах (ФПУ) в общем случае могут выполняться следующие преобразования: селекция и усиление /с помощью иммерсионной линзы/ оптического излучения, преобразование оптического излучения в изменение проводимости полупроводника (или поляризации пьроэлектрика), предварительное усиление электрического сигнала, оптимальное электрическое согласование фоточувствительного элемента с входом электронного тракта, простейшая обработка сигнала (фильтрация, обеспечение заданной полосы пропускания, запоминание и др.). В некоторых типах ФПУ могут содержаться также элементы, которые, кроме перечисленных выше функций, осуществляют охлаждение или термостабилизацию фоточувствительного элемента /для охлаждаемых и термостабилизированных фотоприемников/, стабилизацию рабочей точки по напряжению питания, автоматическую регулировку питания и коэффициента преобразования, коммутацию электрического сигнала и др.

Таким образом, ФПУ по существу являются сложными функциональными изделиями электронной техники.



Обозначения:

- ФПУ - фотоприемное устройство
- НФП - неохлаждаемый фотоприемник
- ОФП - охлаждаемый фотоприемник
- ЭТ - электронный тракт
- УО - устройство охлаждения ФЧЭ
- ФЧЭ - фоточувствительный элемент фотоприемника
- ОЭ - оптические элементы, окна, фильтры, линзы
- МС - микросхемы собственного изготовления
- ПП - печатные платы собственного изготовления
- ДСЭ - детали и узлы конструкции собственного изготовления

Рис.1б

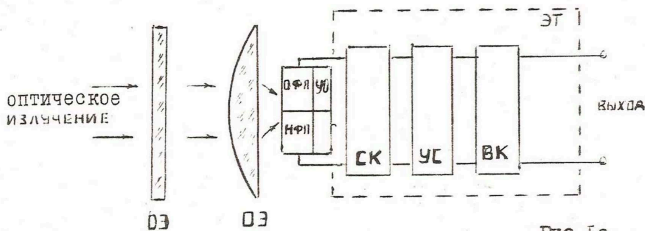


Рис.1а

Развитие фотоприемных устройств идет не только по пути интеграции совмещаемых в них функций, но и в направлении увеличения в составе ФПУ количества разнотипных/ "разноспектральных"/ фотоприемников и увеличения числа фоточувствительных элементов и каналов усиления фотосигнала./30/.

Эта тенденция характеризуется резким увеличением номенклатуры и количества используемых в ФПУ узлов, деталей и покупных комплектующих электрорадиоэлементов, а также значительным увеличением трудоемкости разработки и изготовления новых изделий. За последние 10-15 лет произошел переход от изделий, имеющих в своем составе 5-10 деталей с трудоемкостью изготовления 1-1,5 нормочаса, к созданию и промышленному производству приборов, содержащих сотни и тысячи деталей. Трудоемкость изготовления таких изделий составляет сотни и тысячи нормочасов. В качестве примера в таблице I приведены сведения о количестве деталей в некоторых современных фотоприемных устройствах.

Таблица I

№ п/п	Условное наименование изделия	Количество деталей собственного изготовления шт	Количество покупных ЭРИ, шт	Количество метизных изделий, шт
1.	"101" "З-ма"	44	9	22
2.	"124" "Л-за"	335	492	57
3.	"74" "Т-ат"	1268	722	596
4.	"131" "К-цо"	31	28	17
5.	"97" "Ф-ик"	307	502	211
Среднее количество:		397	350	180

Резко увеличились трудоемкость и сроки разработки новых изделий, и сроки подготовки промышленного производства изделий. Например, стоимость разработки современного фотоприемного устройства может превосходить стоимость разработки традиционного одноэлементного фотоприемника /фоторезистора или фотодиода/ в 3-5 раз и более, а стоимость одного образца ФПУ превышает стоимость указанных приборов в 5-1000 раз! Сроки создания современных изделий электронной техники, включая все

установленные ОСТАми и ГОСТами этапы выполнения НИР и ОКР, достигают 5-10 лет. Количество необходимых работ при этом измеряется несколькими сотнями наименований, а трудоемкость выполнения НИОКР составляет сотни тысяч нормочасов.

Создание новых изделий в настоящее время осуществляется специалистами различных областей. В разработке сложных изделий принимают участие десятки подразделений ЦКБ и предприятия, а внутри их десятки исполнителей и специалистов. В таких условиях необычайно трудно точно определить, спланировать и "увязать" сроки выполнения работ. И дело здесь не только в большом количестве работ и исполнителей, а в том, что подчас результаты работы одного исполнителя являются исходным условием для начала работы другого. От результатов одной работы зависят не только сроки, но и содержание и объем следующей за ней работы.

Сроки выполнения НИОКР и их качество находятся в прямой зависимости от уровня организации, формы и качества планирования НИОКР. Недооценка важности совершенствования форм и способов планирования и управления НИОКР при усложнении новых изделий привела к тому, что зачастую сроки выполнения этапов НИОКР и поставки образцов потребителю устанавливаются директивно без соответствующих плановых расчетов, без учета реальных возможностей разработчиков и необходимого материально-технического обеспечения. В этом случае директивные сроки работ, как правило, занижаются в 1,5-3 раза, а выполнение работ в нереальные сроки в конце концов приводит к срыву установленных сроков и постоянным корректировкам календарных планов и ведомостей исполнения. Если же эти работы и выполняются в директивные сроки /как правило за счет исключения ряда работ и этапов/, то в процессе освоения производства новых изделий на протяжении 2-3 лет производится выполнение невыполненных в процессе НИОКР работ, что приводит к снижению качества выпускаемых изделий и значительным дополнительным материальным потерям.

В условиях прогрессирующего роста сложности изделий, динамизма и неопределенности процесса их создания, усложнения связей между исполнителями наиболее эффективным способом планирования и управления

научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами являются математические методы сетевого управления с использованием ЭВМ. /7/.

Анализ типовых сетевых моделей НИОКР, разработанных нами для выполнения работ по созданию фотоприемных устройств по составу аналогичному ФПУ, приведенному на рис. I показывает, что при условии выполнения всех этапов работ, предусмотренных ОСТ. II.091.103 и ГОСТ 2.103-68, с учетом разработки нестандартного технологического и измерительного оборудования имеют следующие основные характеристики:

	НИР	ОКР
Количество работ	479	538
Количество событий	367	397
Продолжительность работ, рабочих дней	1561	1832
Количество подразделений исполнителей	37	40
Трудоемкость выполнения работ, нормочасов	284 тыс.	398 тыс.

Данные модели разрабатывались для выполнения традиционными методами, т.е. без применения вычислительной техники, за исключением работ по проектированию фотошаблонов. Разработка и изготовление полного комплекта нестандартного оборудования составляет до 53% от общей трудоемкости НИОКР. В таблице 2 приведена трудоемкость выполнения основных этапов ОКР, без учета работ по разработке и изготовлению нестандартного оборудования. Общая трудоемкость работ по сетевой модели и реально выполненным составила: В среднем 201,6 тыс. н/ч, а по работам; условное наименование работ, Сетевая мод. ОКР "д-за" "Ф-ик" трудоемкость, тыс. н/часов 221,0 199,0 185,0

Таблица 2

Этапы проектирования изделия	Трудоемкость, % от общ.		Труд. сред. тыс. н/часов
	НИОКР	ОКР	
Разработка ТЗ	1-2	ср. 1,5	3,0
Разработка конструкции и КД	10-12	ср. 11,0	22,2
Разработка технологии и ТД	10-12	ср. 11,0	22,2
Разработка и изгот. оснастки	10-15	ср. 12,5	25,2
Изготовление и регул. опытных изделий	20-22	ср. 21,0	42,3
Испытания и исследования оп. издел.	25-28	ср. 26,5	53,4
Прочие работы	24-9	ср. 16,5	33,3
	100	100	201,6

4. ОБСУЖДЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРОННО - ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ

Можно предположить, что при использовании электронно-вычислительной техники сохраняются все этапы НИОКР, предусмотренные ОСТ.11.091.103. Однако, для повышения эффективности использования вычислительной техники необходимо некоторое изменение структуры выполняемых работ и функциональных связей между ними.

На рисунке 2 приведен один из возможных вариантов реализации функционально-логической схемы выполнения опытно-конструкторской работы с широким использованием электронно-вычислительной техники.

Рассматривая предлагаемую схему, а также используя результаты анализа типовой сетевой модели НИОКР и опыт выполнения ряда НИОКР по разработке фотоприемных устройств можно выделить следующие, на наш взгляд, наиболее актуальные этапы работы, выполнение которых с использованием электронно-вычислительной техники можно считать достаточно эффективными:

- планирование НИОКР;
- научно-техническое прогнозирование;
- разработку конструкции изделия;
- разработку технологии изделия;
- испытания изделий.

(Наиболее трудоемкий /до 22,0%, см.табл.1/ этап ОКР, значительная (изготовление образцов изд) трудоемкость которого в основном определяется большой долей /до 70%/ ручного труда при выполнении сборочных операций и невысоким % выхода годных изделий из-за вероятностных характеристик отдельных технологических процессов является отдельным большим вопросом и не рассматривается в настоящей работе. Значительное снижение трудоемкости изготовления изделий может быть достигнуто внедрением ГАП и АСУТП с использованием высокопроизводительного автоматизированного технологического оборудования и групповых технологических процессов.)

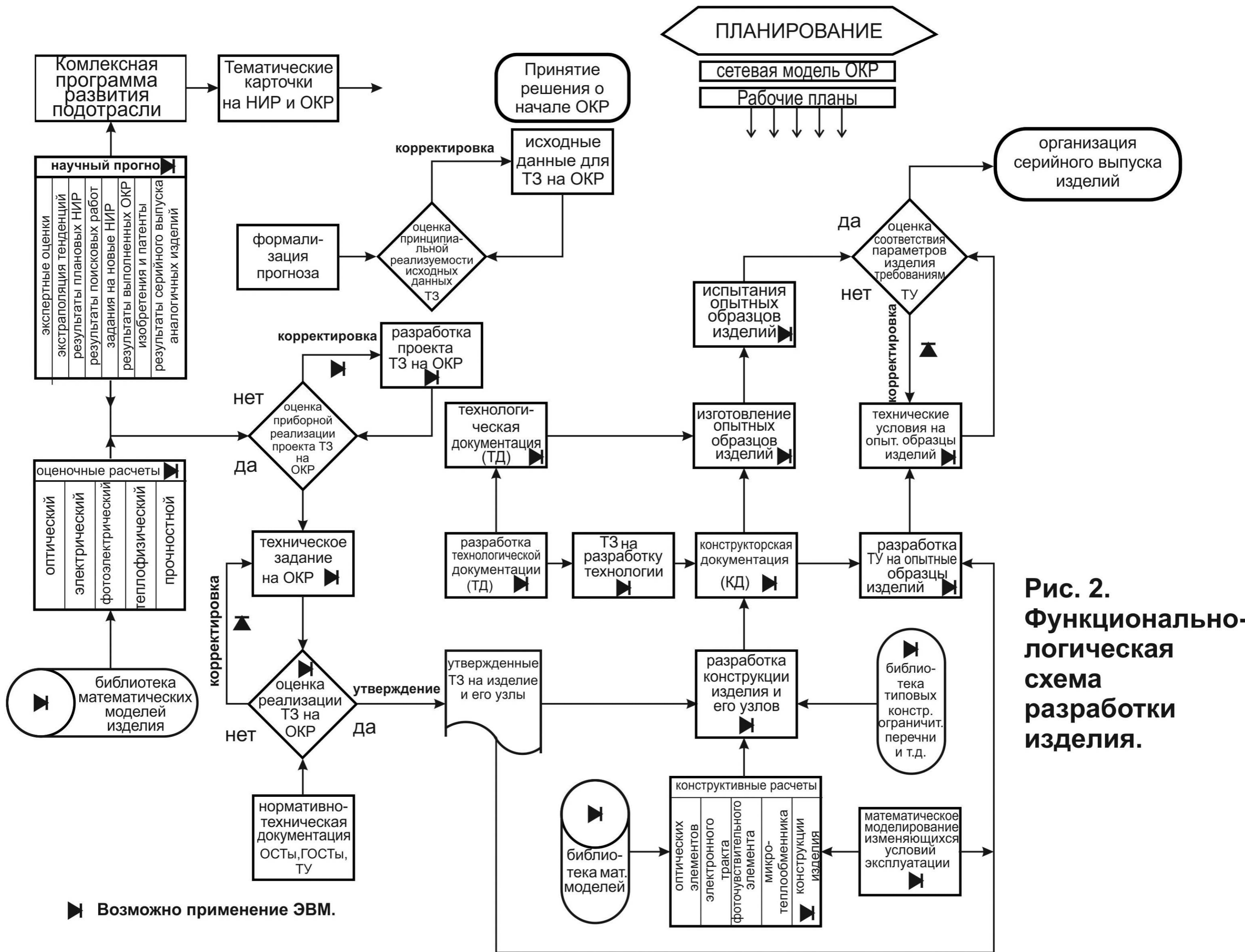


Рис. 2.
Функционально-логическая схема разработки изделия.

При обсуждении предложений по использованию электронно-вычислительной техники в качестве критериев эффективности использования ЭВТ будем рассматривать возможное снижение трудоемкости работ, а также необходимый объем памяти ЭВМ и время ввода-вывода информации в машину без учета времени разработки и подготовки программного обеспечения.

4.1 Планирование

Планирование работ имеет решающее значение как для соблюдения установленных сроков разработки и внедрения в производство новых изделий, так и для создания приборов высокого качества. Недостатки планирования всегда оборачиваются необоснованными затратами труда и материально-технических ресурсов.

В планировании работ по новой технике условно можно выделить два основных направления: долгосрочное /научно-техническое прогнозирование/ планирование развития техники и технологии, и оперативное необходимое для реализации прогнозов в конкретных НИР и ОКР.

Научно-техническое прогнозирование являясь одним из важнейших элементов долгосрочного планирования, одновременно является и его информационной базой.

Следует подчеркнуть, что в условиях взаимодействия огромного потока информации, имеющей как специфический так и общетехнический характер, личного опыта специалистов-разработчиков и традиционных средств исследования конкретных наук уже оказывается недостаточно для предвидения будущего развития техники, которая развивается на стыке и достижениях многих смежных отраслей науки. /5,31/.

Например, создание современных фотоприемных устройств стало возможным ^{только} при использовании достижений нескольких отраслей техники: полупроводниковой техники и технологии; оптики и радиоэлектроники, приборостроения и криогенной техники; микроэлектроники и др. Огромен и объем информации о параметрах и характеристиках фотоприемников выпускаемых более, чем 320 зарубежными фирмами. Только выпускаемый США справочник "Optoelectronics D.A.T.A. Book" каждые полгода публикует сведения о

более, чем 4300 изделиях оптоэлектроники, что по нашей оценке составляет объем информации примерно равный - 20 Мбайт. Объем информации содержащийся в описаниях патентов, авторских свидетельствах и технической литературе еще больше, и непрерывно обновляется. /32/.

В создавшихся условиях научно-техническое прогнозирование имеет исключительно важное значение, т.к. негативные последствия принятия ошибочных решений в развитии техники начинают сказываться в достаточно короткие сроки, а на устранение таких последствий требуется значительное время и большие материальные и технические ресурсы. "Внезапное" обнаружение нововведения или принципиальных технических решений требуют по крайней мере 8-12 лет для их реализации в виде готовой серийно-выпускаемой продукции /5,31/. Развитие новых технических направлений требует значительных капитальных вложений и длительных сроков подготовки серийного производства новых изделий. Например, выпуск нового типа фотоприемников, так называемых формирователей видеосигнала на основе ПЭС требует переоснащения выпускающего предприятия более, чем 1000 единицами дорогостоящего технологического оборудования и введения в течение 4-6 лет в эксплуатацию новых специально оборудованных производственных площадей. А использование, например, в производстве одного из новых классов ФПУ нового дорогостоящего исходного полупроводникового материала без учета/или прогноза/ резкого снижения стоимости материала в серийном производстве приводит к снижению объемов производства целого предприятия, а следовательно к необходимости "внезапного" восполнения объемов производства выпуском другой продукции.

Выходом из создавшегося положения может быть только творческое использование материалистической диалектики и тщательное изучение и осмысливание накопленного опыта и всего доступного объема информации. В настоящее время для научно-технического прогнозирования уже используется достаточно большой научный и математический аппарат, включающий в себя целый набор различных методов/см. рис.2 и л.5,31/. С учетом необходимости переработки огромного объема информации и использования совокупности имеющихся методов, прогнозирование научно-

Объем информации в строке формы 2НТ составляет 162 символа /или 162 байта/, количество столбцов - 15.

Разметка форм 4 и 2НТ на макете /33/ показывает, что объем информации по одной теме в форме 4 составляет около 700 байт, а в форме 2НТ примерно 1100 байт.

Сопоставление форм 2НТ и формы 4 показывает, что они имеют сходную информацию, и что информация отличная от информации в форме 4 содержится только в графах 2, 5, 7-12, 14 формы 2НТ, а её объем по одной теме составляет примерно 500 байт.

Таким образом, объем плановой /ф.4/ и отчетной /ф.2НТ/ информации по одной теме составляет:

$$700 \text{ байт} + 500 \text{ байт} = 1200 \text{ байт}.$$

Учитывая, что количество тем в годовом плане НИОКР, как правило, не превышает 100, то общий объем информации всего массива может быть определен:

$$1200 \text{ байт} \times 100 = 120\,000 \text{ байт или } 120 \text{ Кбайт}$$

С учетом того, что наименование разделов и направлений плана НИОКР, реквизиты примечаний, подписей и даты составляют еще дополнительный объем информации, равный примерно 20 Кбайт, определяем общий объем информации, равный $120 + 20 = 140$ Кбайт.

Для формирования таблиц форм 4 и 2НТ используем программу **WARTAB** с ограничениями - не более 128 столбцов, и не более 2000 строк. Так как АЦПУ ПСВМ ЕС 1840 обеспечивает распечатку только 80 символов в строке, то в программе формирования таблиц предусмотрим печать массива с разворотом на 90 градусов. В этом случае будет обеспечиваться печать необходимого числа столбцов /20 и 15/, а общее количество строк на странице не будет превышать 80.

Таким же образом может быть рассчитан объем информации рабочих планов разрабатывающих подразделений /КБ и ТБ/, который по нашим расчетам не превышает 1 Кбайта.

Замолненные и обчислительные формы могут выдаваться с АЦПУ со скоростью - 30 строк /по 80 символов/ в минуту. Экономия трудозатрат при подготовке указанных форм составит не менее 3 раз при использовании

персональной электронно-вычислительной машины типа ЕС 1840.

4.3 Составление рабочих планов-графиков НИОКР.

Составление рабочего плана-графика НИОКР отнимает в настоящее время очень много времени у разработчиков изделий, т.к. по установившейся традиции составлением указанных планов занимаются ответственные исполнители тем. На составление плана традиционным "ручным" способом с учетом его согласования с соисполнителями у разработчика изделия уходит до 2-х месяцев /более 300 в/ч /рабочего времени.

Наиболее эффективным, хотя и исключительно тяжело внедряемым на предприятии, является планирование выполнения НИОКР на основе разработанных нами типовых сетевых моделей, где в качестве типового представителя объекта разработки принят наиболее сложный вид изделия с полным набором работ необходимых для выполнения в процессе научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы. При этом корректировка моделей при выполнении простых работ достигается за счет изъятия главным конструктором ^{тех} работ, выполнение которых не является необходимым при разработке данного конкретного изделия.

Для отработки массива входных данных и оперативного обмена информацией используется пакет прикладных программ СМО "Ресурсы" ориентированный на решение задач как долгосрочного, так и оперативного планирования. Пакет программ разработан НПО "Монолит" на основе метода критического пути /7/. Пакет предназначен для эксплуатации на ЕС ЭВМ.

В процессе функционирования ППП решаются пять основных задач: контроль входной информации, первичная обработка и расчет информации, корректировка массивов информации на магнитном носителе; анализ состояния работ с построением оперативных планов и составлением отчетов; вывод информации на печать в виде требуемых табулеграмм.

Пакет прикладных программ предусматривает 10 форм отчетных документов: плановый /календарный/ отчет; отчет о состоянии работ; рабочий табель-календарь; укрупненный линейный график; отчет о состоянии контролируемых работ; линейный график; потребность в ресурсах на 50 кален-

дарных дней; график загрузки ресурсов; отчет о стоимости проекта и месячный отчет о стоимости проекта. Отчеты могут выдаваться блоками -с сортировкой по ресурсным группам /например, по подразделениям/, по ресурсам /например, по исполнителям/, по этапам, узлам и т.п.

Внедрение сетевого планирования повышает производительность труда при составлении рабочих планов не менее, чем в десять раз. Однако, функционирование такой системы может быть обеспечено только при соблюдении "принципа первого руководителя"/7,8,17/.

Для составления рабочих планов-графиков НИОКР по несколько упрощенной схеме с сохранением этапов и наименований работ типовой сетевой модели, по нашему мнению, весьма целесообразным может быть применение ПЭВМ типа ЕС 1840 и ППП **WARITAB**. Объем информации в этом случае будет определяться количеством символов в строке, и количеством строк. В одну строку /80 символов/можно записать все необходимые сведения о работе, например, порядковый номер работы, содержание работы, сроки начала и окончания работы, реквизиты исполнителей, трудоемкость работ и т.п. Количество строк будет определяться количеством планируемых работ, не превышая в нашем случае 500 наименований. Тогда полный объем информации на одну НИОКР будет составлять 40 Кбайт. Так как число работ в разрабатываемом /головном/подразделении никогда не превышает 10, то можно сделать вывод о том, что использование такой системы для головного подразделения будет достаточно эффективным, и приведет не только к значительному сокращению затрат рабочего времени разработчиками /в 3 - 5 раз/, но и повысит оперативность обновления массива данных.

4.4 Конструирование

В идеальном варианте наиболее эффективным для создания ФПУ являлось бы применение специализированной автоматизированной системы на базе ЕС или СМ ЭВМ, обеспечивающей решение в интерактивном режиме комплекса задач как проектирования, так и конструирования изделий микроэлектроники. Однако, в отрасли таких систем пока ещё нет, что объясняется как отсутствием методологии автоматизированного проектирования изделий микрофотоэлектроники, так и отсутствием математического и программного обеспечения необходимого для решения узкоспециализированных задач. Очевидно, что возможно применение для этих целей используемых в отрасли отдельных ППП САПР и технических средств типа АРМ.

Не отрываясь от действительного состояния дел рассмотрим возможности решения хотя-бы отдельных этапов /задач/ конструирования ФПУ с использованием современной вычислительной техники.

Весь цикл разработки фотоприемного устройства можно условно поделить на два больших этапа: проектирование и конструирование /см. рис. 2/ На стадии проектирования анализируются исходные данные необходимые для составления ТЗ на ОКР, выбираются функциональная схема и схема электронного тракта изделия, производятся расчеты фотоэлектрических параметров и характеристик, рассчитываются теплофизические параметры и некоторые "конструктивные" характеристики ФПУ. Причем эти расчеты могут повторяться и на других этапах создания изделий, а также при изменениях требований ТЗ, параметров применяемых материалов и покупных комплектующих изделий.

В настоящее время указанная стадия разработки изделий выглядит несколько иначе. Из-за недостатков организации труда, хроническом дефиците высококвалифицированных разработчиков, отсутствия в подотрасли "узаконенных" методов расчета и т.д. - производятся лишь фрагментарные прикладные расчеты параметров и характеристик с использованием простейшего математического аппарата, и в лучшем случае, программируемых микрокалькуляторов. Такие моновариантные расчеты не позволяют прово-

дать анализ "поведения" изделий при изменении условий эксплуатации приборов, при увеличении разброса параметров применяемых ЭРИ и характеристик исходных полупроводниковых материалов, что в конечном итоге приводит к снижению качества и потенциальной надежности разрабатываемых изделий и "волевому" установлению норм технических условий по ряду важнейших параметров.

Улучшение создавшегося положения, на наш взгляд, возможно в настоящее время с применением ЭВМ и проведением необходимых расчетов в интерактивном режиме. На этой стадии могут проводиться расчеты на основе простых математических моделей /с последующим по мере накопления опыта их усложнением/; например, основных фотоэлектрических и теплофизических параметров и характеристик изделия; параметров оптических элементов и электронного тракта, прочностных характеристик и т.д.

Расчетные формулы для построения математических моделей фотоприемных устройств имеют сравнительно простой вид /30, 43, 34, 35, 37, 36, 41, 39/ и обычно сводятся к решению систем линейных уравнений. В них используются законы Кирхгофа, полиномы Чебышева, теории графов и матриц. Для решения большинства задач вычислительной математики имеются типовые решения и пакеты прикладных программ /38/ для ЕС ЭВМ.

Трудоемкость машинных расчетов при использовании типовых программ и необходимые объемы памяти относительно невелики. Например, для расчета интегрального усилителя /39/ с числом узлов до 70, содержащим до 30 транзисторов и п/п диодов достаточно емкости ВЗУ всего 128 Кбайт. Время расчета 6-ти основных параметров электронного тракта содержащего 21 узел, 28 нелинейных и 13 реактивных элементов составляет примерно 7 минут машинного времени ЕС 1022.

Очевидно возможно решение таких задач при использовании III ЭВМ типа ЕС 1840 и пакета прикладных программ **WARITAB**, что позволит рассмотреть несколько вариантов расчета /при изменении переменных/ с построением графиков зависимых функций.

Эффект от применения ПЭВМ работающей в диалоговом режиме с разработчиком изделия в данном случае будет определяться не только значительным сокращением /до 10 раз/ времени многовариантных расчетов, но и в снижении вероятности принципиальных просчетов, а следовательно в потенциальном улучшении качества изделий.

В данном случае исключительно важными этапами является не только разработка математических моделей, но и их утверждение Главным НИИ, а ещё лучше отраслевым ГУ министерства. Использование "узаконенных" математических моделей, например, расчета основных фотоэлектрических параметров ФПУ не только исключит возможность установления в ТУ директивным путем физически нереализуемых норм параметров, но и предоставит возможность рядовому разработчику при создании изделий использовать потенциал целой подотрасли.

Ещё одной эффективной возможностью использования ПЭВМ является использование персонального компьютера при составлении технических заданий и технических условий на ФПУ т.к. основой для составления указанных документов являются вполне определенные ГОСТы и ОСТы. Применение в этом случае согласованного с заказчиком "шаблона" ТУ и ТЗ позволит при использовании ППП редактора текстов LEXICON формировать указанные документы простой заменой изменяющихся параметров, что сократит сроки составления ТЗ и ТУ, не менее, чем в 10 раз.

На втором этапе разработки конструкции изделия, т.н. чисто конструкторском - осуществляется выбор оптимальных конструктивных концепций создаваемого изделия; определяются геометрические параметры и физические характеристики изделия и его составных узлов, и элементов; осуществляется пространственная компоновка изделия; выполняются инженерные расчеты конструкции; проводится предварительная технологическая проработка узлов и деталей с анализом уровня технологичности; осуществляется выпуск комплекта конструкторской документации /КД/.

Собственно этап конструирования складывается из инженерных расчетов и реализации конструкторской мысли в конкретном виде - в конструкторской документации /КД/.

Следует отметить, в настоящее время на стадии разработки конструкции изделий из-за отсутствия у разработчика доступной ему вычислительной техники - все необходимые инженерные расчеты проводятся в минимально необходимом объеме с применением, как правило, микрокалькуляторов и справочной литературы. С появлением на столе конструктора персональной ЭВМ у него появляется реальная возможность проводить полный объем инженерных расчетов, в том числе и с использованием ММ и ПО, применяемых на начальной стадии проектирования, с дополнением и корректировкой моделей при необходимости.

Этап конструкторской проработки изделия связан с выпуском значительного объема технической документации, и является наиболее трудоемким при выполнении НИОКР. В качестве иллюстрации в таблице 3 приведены сведения об объемах документации, выпущенной при разработке нескольких изделий.

Таблица 3

№ п/п	Условное наименование изделия	Объем технической документации в условных форматах Ф.11, шт	
		Конструкторская документация	Технологическая документация
1.	"101" "З-ма"	255	1304
2.	"124" "Л-за"	412	823
3.	"74" "Т-ат"	863	3076
4.	"131" "К-цо"	441	1415
5.	"97" "Ф-ик"	357	1190
Среднее количество по одному изделию		466	1562

Разработка комплектов технической документации приводит к значительным затратам времени инженерно-техническими работниками. В таблице 4 приведены ориентировочные сведения о трудоемкости разработки и оформления т/документации для двух изделий.

Таблица 4

№п/п	Условное наименование изделия	Конструкторская документация			Технологическая документация		
		Трудо-емкость	кол-во	Трудо-емкость	Трудо-емкость	кол-во	Трудо-емкость
		в ф. II	шт.	в н.ч.	в ф. II	шт.	в н.ч.
1.	"Г24" "Д-за"	18,0	412	43,7	17,0	823	20,7
2.	"97" "Ф-ик"	17,0	357	47,6	16,0	1190	13,4
средние значения		17,5	384	45,6	16,5	1006	17,05

Анализ результатов таблицы 4 показывает, что в нашем случае на выпуск одного листа КД с условным форматом II необходимо 45,6 часа, что с некоторым завышением /издержки организации труда/ соответствует действительности. По различным источникам это время составляет от 2,5 до 40 часов на формат II.

Следует сказать, что нормирование труда конструкторов представляет известные трудности и в разных отраслях промышленности ведется по-разному /40, 41, 42/. Если принять в качестве условной нормы вычерчивание чертежа ф. II с насыщенностью 100 линий на кв. дм. или 600 линий на формат II, то можно оценить длину непрерывной линии, например, по длинной стороне формата - она составит около 1,8 x 10⁵ мм.

Далее можно оценить время вычерчивания линии графопостроителем. Скорость вычерчивания линии, известными графопостроителями: составляет: для ЕС-7051 - 50 мм/с, АП-7257 - 100 мм/с, ЕС-7053-150 мм/с, ЕС-7052-200 мм/с, АП-7252, АП-7253, ЭМ-7022 по 250 мм/с, а ЭМ-732 до 800 мм/с, при этом средняя скорость равняется 250 мм/с. Т.е. на вычерчивание линии, принятой нами за условную норму графопостроителем средней производительности займет приблизительно 12 минут. Экспериментальная проверка нами вычерчивания условного теста протяженностью 3,2 x 10⁶ мм при помощи графопостроителя ЭМ-7022 заняло 70 минут, включая развороты инструмента по 800 координатным точкам и выполнения надписей, что соответствовало средней скорости вычерчивания - 76 мм/с. На чертеж плотностью 100 линий на кв. дм в соответствии с нормами /40/ выделяется при выполнении его вручную - 10 часов.

Можно сказать, что только вычерчивание КД при использовании периферийных устройств, управляемых от ЭВМ может повысить произво-

ность труда конструкторов от 10 до 50 раз./4,9,10,18,19,44,45/.

Наиболее оптимальным для повышения производительности труда является оснащение рабочих мест конструкторов микро-ЭВМ с комплектом периферийного оборудования и библиотекой типовых конструктивов, что приведет к повышению производительности труда ещё в несколько раз. Объем библиотеки по нашим расчетам должен составить порядка 50 тысяч условных единиц Ф. I. С количеством 500 координатных точек каждая ед. Учитывая, что на кодирование координатной точки приходится 12-15 бит. /принимая, равным - 2байтам/ можно рассчитать объем памяти необходимый для формирования библиотеки, который будет равным - 5 Мбайт.

При этом время необходимое для записи массива в устройство памяти ЭВМ составит:

при использовании УВВ типа ЕС-7906 или ЕС-7920 и скорости ввода 250 символов в минуту /46/ составит с одного рабочего места - около 350 часов;

при использовании автокодировщиков информации типа ПКТИ-0 (скорость ввода 350-400 к.точек в час) или ЭМ-719 (скорость ввода 500-550 к/т в час) с одного рабочего места составит около 930 часов.

4.5. Оформление технологической документации.

Анализ данных таблицы 4 показывает, что разработка и оформление технологической документации также является достаточно трудоемким процессом. По нашим, опять таки завышенным данным, на оформление одного листа технологической документации Ф. II уходит 17 н/часов. По данным других источников /41/ оформление одного листа занимает от 1,5 до 8 часов.

Оформление комплекта технологической документации традиционным "ручным" способом производится, как правило, на основе типовых процессов, типовых технологических инструкций /ТИ/, контрольных карт /КК/, образцов операционных технологических карт /ТК/ и нормативно-технической документации /ЕСТД, ОСТы и т.д./.

Объем информации на одном листе ТД Ф. II с учетом "неполного" заполнения составляет 40 символов x 25 строк , т.е. I Кбайт.

С учетом вышеизложенного представляет определенный интерес использование ПП ЭВМ типа ЕС-1840 для оформления технологической документации совместно с ППП **WARITAB** и **LEXICON** . При этом на одной дискете с двойной записью 720 Кбайт может разместиться более 600 листов типовых документов, что вполне достаточно для разработки практически любых специализированных технологических процессов изготовления изделий.

В этом случае скорость печати одного листа техдокументации Ф. II будет определяться производительностью АЦПУ ПЭВМ, и составит не более 1,5 минут, что во много раз быстрее "ручного" способа оформления технологической документации. При необходимости распечатку карт можно проводить на форматки по ЕСТД.

Особый интерес вызывает оформление технологической документации с использованием полной библиотеки технологических карт изделий основного производства, что поможет оперативному внесению изменений в ТД и созданию новых процессов.

Нетрудно подсчитать, что при объеме основной ТД в условных Ф. II - порядка 150 тысяч листов, необходимый объем памяти составит 150 Мбайт а занесение этой информации в память ЭВМ при использовании одного УВВ типа ЕС-7020 при скорости ввода 250 символов в минуту составит более 400 дней при круглосуточной работе.

4.6 Испытания изделий

В процессе разработки изделий микрофотоэлектроники испытания и исследования изделий занимают ведущее место, составляя по трудоемкости более 1/4 всех выполняемых работ /см.табл.2/. Значительным остается объем контрольно-испытательных операций и в процессе серийного производства изделий, например, трудоемкость испытаний составляет:

для изделия "24" -	7%;
для изделия "Г3Г" -	11%;
для изделия "И-ла" -	17%;
для изделия "74" -	17%;
для изделия "Г32" -	16%;
для изделия "Г2" -	23%.

При этом, в среднем трудоемкость испытаний по изделиям предприятия составляет 12-14% от общей трудоемкости изготовления изделий. Количество операторов и испытателей в целом по предприятию составляет более 300 человек, не считая ИТР и рабочих других профессий /например регулировщиков радиоаппаратуры и наладчиков оборудования/, фактически также привлекаемых к испытаниям. В отдельных цехах количество сотрудников занятых испытаниями доходит до 20% численности цехов.

С учетом влияния субъективного фактора на результаты испытаний /ошибки исполнителей, нарушение технологии, состава и последовательности испытаний/ и относительно невысокой точности измерений при использовании традиционного оборудования - фактическая трудоемкость контрольно-испытательных операций гораздо выше отчетных данных. Например, недостоверная оценка параметров приводит к отгрузке потребителю фактически негодных изделий или к забракованию годных, что в конечном итоге также приводит к увеличению трудоемкости изготовления, за счет замены рекламированных приборов и снижения % выхода годных изделий.

Вот почему вопросы совершенствования аппаратуры и методов испытаний являются в настоящее время важнейшими при решении задач повышения качества и снижения трудоемкости изготовления изделий.

С технической точки зрения автоматизация измерений параметров изделий микрофотоэлектроники выпускаемых в настоящее время не является архисложной проблемой. В подавляющем большинстве изделий для определения уровня основных параметров требуется измерить две величины: напряжение сигнала и напряжение шума в известных условиях. Все остальные параметры являются производными от I_c и $I_{ш}$ и определяются расчетным путем. Учитывая, что изделия имеют от 2 до 200 каналов - оценка параметров производится поканально с регистрацией результата измерений и номера канала. Определенные трудности вызывают измерения шумов малой величины (от $1 \text{ нВ/Гц}^{1/2}$), а также коммутация каналов изделий с низким уровнем напряжения шума. Трудности эти успешно преодолеваются при использовании современной элементной базы и измерительных приборов.

Сам процесс измерения сигнала и шума занимает минимальное время /по ГОСТу 17772-79 шум измеряется не менее 30 с/, по сравнению с временем установки изделия на измерительную установку, его подключением и выводом на рабочий режим, регистрацией параметров и снятия с установки. Поэтому при рассмотрении вопросов автоматизации измерений целесообразно автоматизировать процессы испытаний, в первую очередь, многоканальных изделий и изделий массового производства, т.е. там где возможно существенное повышение производительности труда.

Для автоматизации процессов измерений и испытаний изделий микрофотоэлектроники наиболее целесообразно использование мини и микро-ЭВМ укомплектованные блоками сопряжения с измерительными приборами /например, крейтами КАМАК/ и устройствами вывода информации, а также микропроцессорных комплексов - при допусковом контроле.

При разработке автоматизированных средств и систем контроля параметров важной задачей является выбор оптимального алгоритма, который прямо или косвенно определяет с одной стороны логику построения системы, а следовательно, тип используемого вычислительного устройства, сложность стандартной и нестандартной аппаратуры, точность и быстродействие, и с другой стороны - уровень метрологического обеспечения,

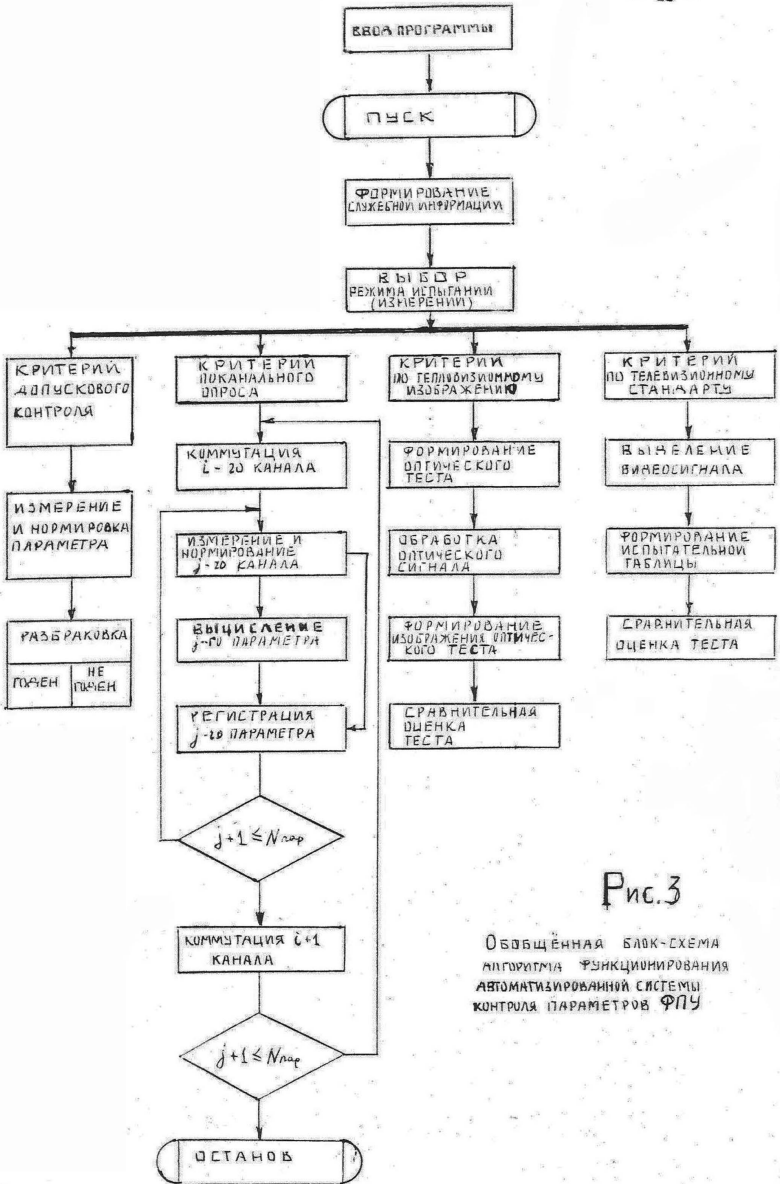


Рис.3

Обобщенная блок-схема алгоритма функционирования автоматизированной системы контроля параметров ФПУ

т.е. оптимальный выбор параметров, подлежащих контролю и техническое обеспечение системы.

Выбор алгоритма функционирования автоматизированной системы контроля параметров фотоприемников и ФПУ /АСК ФПУ/ предполагает также определенную специфику программирования задачи контроля. Из имеющегося у нас опыта разработки программного обеспечения /ПО/ для АСК ФПУ следует, что при контроле до пяти параметров по каждому каналу многоканального ФПУ наиболее эффективным является путь упрощения ПО за счет некоторого усложнения аппаратных средств. Здесь выгодно отличаются программируемые клавишные микро-ЭВМ /например, "Электроника-ТЗ-16" "Электроника ТЗ-28", "Электроника ТЗ-29"/, программирование которых не требует специального языка, а также микро-ЭВМ со встроенными ОЗУ не более 8К слов, разработка ПО которых ведется в машинных кодах. На рисунке 3 приведен обобщенный алгоритм функционирования автоматизированной системы контроля параметров ФПУ.

Анализ известных нам методов контроля ФПУ позволяют выделить следующие классификационные признаки обобщенного алгоритма АСК ФПУ:

1. По типу операции - вычислительный;
2. По числу различаемых состояний одного контролируемого параметра - "в норме - не в норме" (или "годен - не годен");
3. По методу контроля - допусковый;
4. По режиму работы объекта в процессе контроля - статический;
5. По порядку выполнения операций контроля - циклический.

При составлении обобщенного алгоритма могут быть использованы следующие частные алгоритмы: $A_{дв}$ -ввод программы; $A_{сд}$ -формирование служебной информации; $A_{сп}$ -стандартные программы /арифметика, преобразование кодов, блок с плавающей запятой, ввод-вывод и т.п./; $A_{дт}$ -коммутация измерительного тракта и считывание информации; $A_{к}$ -выбор исследуемых каналов; $A_{тд}$ -создание тепловизионного изображения; $A_{тв}$ -контроль по тепловизионному стандарту; $A_{фп}$ -формирование протокола и др.

Совокупность этих частных алгоритмов позволяет при разных наборах составить общий алгоритм функционирования АСК ФПУ, имеющий вид:

$A_{0\phi} = \bigcup A_i$, а обобщенный алгоритм, например, простейшей допускающей АСК ФПУ можно записать, как $A_{0\phi} = A_{\phi 1} \cup A_{\phi 2} \cup A_{\phi 3} \cup A_{\phi 4}$.

Сложность применяемых стандартных приборов и вновь разрабатываемых узлов АСК будет обуславливаться структурой частных алгоритмов, которые в свою очередь, объединяют простейшие операции контроля. В обобщенном алгоритме не рассматриваются операторы элементарных алгоритмов, поскольку их содержание и назначение определяются конкретным типом испытываемого изделия.

Следует отметить, что в настоящее время разработка и эксплуатация автоматизированных средств контроля и испытаний представляют собой достаточно дорогие "мероприятия", поэтому в целях обеспечения оптимальных технико-экономических характеристик/показателей/ внедряемых средств, на предприятии должны быть определены уровни иерархии АСК предполагаемых для контроля выпускаемых изделий. В общем виде это могут быть:

- простые электронные счетно-решающие устройства, предназначенные для совместной работы с действующим измерительным оборудованием;

- автоматизированные системы допускающего контроля параметров выпускаемых изделий по принципу "годен - не годен", разработанных для контроля простых изделий и полуфабрикатов на базе элементов "жесткой" логики или микропроцессорных комплектов. Выбор элементной базы можно осуществить, например, по блок-схеме приведенной на рис. 4; /48/.

- автоматизированные системы контроля спектральных характеристик фотоприемников и ФПУ на базе микро-ЭВМ, с обеспечением вывода информации в графической форме, расчетом коэффициентов использования излучения и определения соответствия изделий нормам ТУ;

- автоматизированные системы контроля одно или несколько каналов ФПУ массового выпуска, в том числе и быстродействующих - на базе микро-ЭВМ с обработкой результатов в режиме реального времени, с последующей регистрацией результатов измерений;

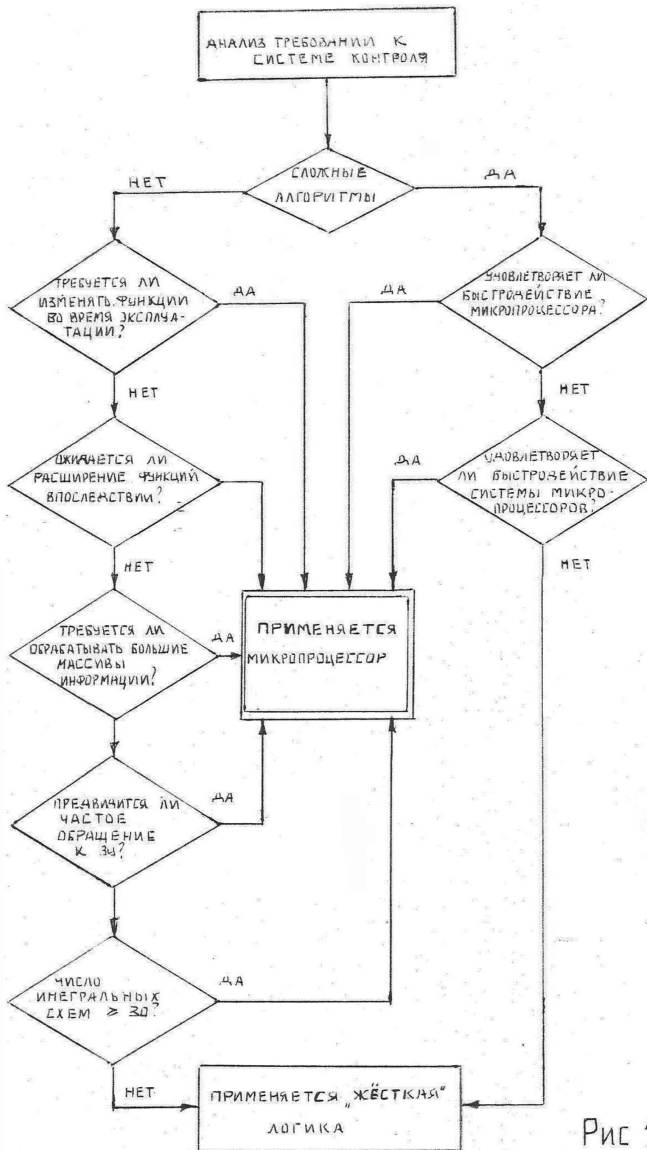


Рис 4

Блок-схема выбора элементной базы при проектировании автоматизированной системы контроля.

-автоматизированных систем контроля многоканальных ФПУ с поканальной обработкой результатов измерений, выпуском протокола и магнитного носителя информации для последующей "коллективной" обработки. Наиболее оптимально-на базе микро-ЭВМ, а "коллективная" обработка массивов по партиям и группам изделий - на базе мини-ЭВМ;

-автоматизированных систем коллективного пользования /цеха, ОТК и т.д./на базе мини-ЭВМ, обслуживающих несколько измерительных установок в режиме разделения времени, с выдачей и записью необходимых данных;

-быстродействующих автоматизированных систем контроля многоканальных и матричных ФПУ и формирователей сигналов изображения на базе мега-мини-ЭВМ для оценки параметров при помощи оптических и тепловых тестов и вероятностной обработки результатов измерений.

Определенный интерес представляет разработка на базе микро-ЭВМ специализированных автоматизированных систем контроля, в том числе и "бесконтактного", параметров исходных полупроводниковых материалов и полупроводников, например, фоточувствительных элементов/.

Объем информации при измерении одного канала ФПУ составляет от 50 до 300 байт, т.е. при 200-х каналах от 10 до 60 Кбайт. Если учесть, что в процессе производства выполняется до 20 измерений приборов в различных условиях эксплуатации, то нетрудно определить объем информации в целом по 200 каналному ФПУ+от 200 до 1200 Кбайт. При "коллективной" обработке объем информации увеличивается пропорционально количеству проверяемых приборов. При оценке параметров с помощью оптического/или теплового/теста объем информации в одном кадре будет от 10 до 520 Кбайт /49,50/.

Для автоматизации измерений параметров ФПУ могут использоваться как выпускаемые измерительные комплексы типов ИВК-М1, ИВК-2, ИВК-3, ИВК-7, ИВК-8, ИВК-20, ИВК-Л70, так и нестандартные системы на базе СМ ЭВМ или микро-ЭВМ семейства "Электроника-60", "Электроника ТЗ-29".

Внедрение АСК обеспечивает повышение производительности труда на 100-500%.

5. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В результате проведенной оценки возможностей использования ЭВМ при разработке изделий выпускаемых предприятием можно сделать следующие выводы:

1. Использование современных электронно-вычислительных машин, особенно персональных вычислительных машин, не только возможно, но и необходимо при выполнении НИОКР по созданию новых изделий. При этом сфера применения машин ограничивается, в основном, только возможностями имеющихся у пользователя электронно-вычислительной техники, математического /МО/ и программного /ПО/ обеспечения;

2. Широкое использование ЭВМ при разработке новых изделий может обеспечить не только многократное повышение производительности труда специалистов-разработчиков и руководителей разработок, но и создает реальные возможности использования рядовым инженером потенциала подотрады;

3. Наиболее эффективным является комплексное использование электронно-вычислительной техники с общей информационной базой, доступным пользователю математического и программного обеспечения, и централизованным техническим обслуживанием ЭВМ;

4. Внедрение ЭВМ на предприятии и в его подразделениях возможно только при соблюдении принципа "заинтересованности первого руководителя" /8/;

Для повышения эффективности использования имеющейся на предприятии вычислительной техники и планомерного внедрения современных ЭВМ необходимо разработать и реализовать "Комплексную целевую программу внедрения вычислительной техники..." с решением следующих основных вопросов:

- определения приоритетов различных сфер внедрения вычислительной техники;
- обеспечения заинтересованных подразделений и служб предприятия вычислительными средствами, МО и ПО;
- выделения специального подразделения для обслуживания и ремонта вычислительной техники, и т.д.

При этом координация всех работ по внедрению на предприятии электронно-вычислительной техники, в том числе математического и программного обеспечения, должна осуществляться одним должностным лицом подотчетным первому руководителю.

В перспективе, наиболее оптимальным следует считать комплексное внедрение ЭВМ в составе гибкого автоматизированного производства /ГАП/ изделий микросфотоэлектроники, требованиям которого в значительной степени удовлетворяют и выпускаемые изделия, и характер их производства. /4, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 36, 47, 52, 53/

В ПРИЛОЖЕНИИ 2 приведен ПЕРЕЧЕНЬ некоторых возможных применений электронно-вычислительных машин на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ленин В.И. Полное собрание сочинений. Т.39, с 21.
2. Ленин В.И. Полное собрание сочинений т. с .
3. Материалы XXVII съезда КПСС.-М.: Политиздат, 1986, -352 с.
4. Душников Ю.К. Методическое пособие. Системы автоматизированного проектирования. ГИИЦ, 1982, -146 с.
5. Слантьев А.И. Прогнозирование НТП. Использование прогнозов в управлении НТП./Учебное пособие/, ОФПК при МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1987, -58 с.
6. Секеи К., Томпсет М. Приборы с переносом заряда. М., Мир, 1978, -327 с.
7. Ахьюджа Х. Сетевые методы управления в проектировании и производстве.-М.: Мир, 1979, - 638 с.
8. Ляпидевский В.В., Ермаков В.М., Егоров А.А. Научные основы построения системы обработки информации и автоматизированного управления.- ГИИЦ, 1980, -160 с.
9. Добронравов О.Е., Щурин О.Ф., Трофимов В.П. Интерактивные системы проектирования гибридных интегральных микросхем.-М.: Энергоатомиздат, - 120 с. 1985г.
10. Меткин Н.П., Лапин М.С. и др. Автоматизация проектирования и производства микросборок и электронных модулей.-М: Радио и связь, 1986, -280 с.
11. Соломенцев Ю.М., Диденко В.П. и др. Основы построения систем автоматизированного проектирования гибких производств.-М.: Высшая школа, 1986, -175 с.
12. Ляпидевский В.В. Диалоговые методы планирования и управления./Учебное пособие/.-ОФПК при МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1986, -29 с.
13. Никитенко В.Д. Автоматизированные системы технологической подготовки производства. Методическое пособие. ОФПК при МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1986, -64 с.
14. Данилов В.П. Автоматизированные системы комплексных испытаний и отработки изделий./Учебное пособие/.-ОФПК при МВТУ им.Н.Э.Баумана. 1987, -68 с.
15. Электронная промышленность, №1 /I/, 1984г. Тематический выпуск.
16. Электронная промышленность, №1 /II/, 1984г. Тематический выпуск.
17. Ляпидевский В.В., Чухрий Е.В. Методы подготовки решений. ЦНИИ информации, ГИИЦ, 1980, -136 с.
18. Грубов В.И., Кирдан В.С. Справочник по ЭВМ и аналоговым устройствам. Киев, Наукова думка, 1977, -464 с.
19. Гергель Н.Н., Леонов Е.А. Техническое обеспечение вычислительного центра коллективного пользования предприятий отрасли. Учебное пособие. ОФПК при МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1984, -50 с.
20. Конспект лекций. ОФПК при МВТУ им.Баумана Н.Э., 1987г.

21. Вайда Ф., Чакань А. Микро-ЭВМ: Пер. с венг.-М.: Энергия, 1980.- 360 с.
22. Гальперин М.П., Кузнецов В.Я. и др. Микро-ЭВМ "Электроника С5" и их применение.-М.: Сов.радио, 1980.-160 с.
23. Вальков В.М., Ильющенко Ю.М. Цифровые интегральные схемы, микропроцессоры и микро-ЭВМ.М.: Сов.радио, 1977.-104 с.
24. Матвеев С.С. В павильоне "Вычислительная техника". Микропроцессорные средства и системы, №1, 1984.-с.88-91.
25. Шкамарда А.Н. Шестнадцатиразрядные микро-ЭВМ семейства СМ 1800 Микропроцессорные средства и системы, №5, 1986.-с.6-8.
26. Персональные компьютеры. Информатика для всех.-М.: Наука, 1987.- 149 с.
27. Шахнов В.А. Развитие и применение микропроцессорных комплектов БИС. Микропроцессорные средства и системы, №1, 1984.-с.17-21.
28. Глушкова Г.Г., Иванов Б.А. Микро-ЭВМ семейства "Электроника". Микропроцессорные средства и системы, №4, 1986, -с.7-10.
29. Васин М. Маневр. Правда от 20 августа 1987 года.
30. Аксененко М.Д., Бараночников М.Л., Смолин О.В. Микроэлектронные фотоприемные устройства.-М.: Энергоатомиздат, 1984-208 с.
31. Гмошинский В.Г., Флиорент Г.И. теоретические основы инженерного прогнозирования. М.: наука, 1973, -304 с.
32. Бараночников М.Л. Приемники инфракрасного излучения. Состояние разработки и промышленного выпуска. Обзор 2 /83-85/, Выпуск 3, 1985, М.: предприятие условный индекс 220, -115 с.
33. Покровский П.В. Возможности применения ЭВМ для формирования и контроля выполнения плана НИОКР отраслевого НИИ. Выпускная работа. М.: ОФПР при МВТУ им.Н.Э.Баумана, 1987,-29 с.
34. Турыгин И.А. Прикладная оптика. М.: Машиностроение, 1966, -431 с.
35. Крылова Т.Н. Интерференционные покрытия. Л.: Машиностроение, 1973, -224 с.
36. САПР. Общие принципы разработки математических моделей объектов проектирования. М.: Госстандарт, 1980, -120 с.
37. Анисимов Б.В., Белов Б.И., Норенков И.П. Машинный расчет элементов ЭВМ. М.: Высшая школа, 1976, -336 с.
38. Инженерные расчеты на ЭВМ. Справочное пособие. Под общ. ред. В.А. Троицкого, Л.: Машиностроение, 1979, -288 с.
39. Богданович Б.М., Богатырев Е.А. и др. Проектирование усилительных устройств/на интегральных микросхемах/, Минск, : Выш.школа, 1980, -208
40. Алексеева Л.Б. Нормирование труда конструктора, М.: Экономика, 1982, -112 с.
41. Якубович А.А. Организация и регламентация инженерно-управленческого труда. М.: Экономика, 1978, -55 с.
42. Комплект документов для нормирования и организации труда работников, занятых разработкой КД и сопровождением изделий в производстве. Раздел II. Отраслевые нормативы времени на разработку КД и сопроводительные изделия в производстве. М.: 1984 г., с.48-51.

43. Бочаров Л.Н. Эквивалентные схемы и параметры полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1973, - 96 с.
44. Фотолитография и оптика. Под ред. Федотова Н.А. и Поля Г. Москва, Сов. радио, Берлин, Техника, 1974, - 392 с.
45. Бассов Е.П., Абрамов В.Н. Графические регистрирующие устройства ЕС ЭВМ. М.: Статистика, 1977, - 167 с.
46. Афанасьева Г.С., Гринберг Б.В. и др. Система централизованной подготовки алфавитно-цифровых данных на базе ЕС ЭВМ и дисплейных комплексов. М.: Финансы и статистика, 1985, - 324 с.
47. Сироткин В.С., Пресс Ф.П. Управление технологическими процессами производства полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1979, - 208 с.
48. Паскалев Ж. Первые шаги в вычислительной технике. Пер. с болг. М.: Радио и связь, 1987, - 152 с.
49. Кривошеев М.И., Виленчик Л.С. и др. Цифровое телевидение, М.: Связь, 1980, - 264 с.
50. Колин К.Т., Аксентов Ю.В., Колпенская Е.Ю. Телевидение. М.: Связь, 1972, - 464 с.
51. Громов Г.Р. Осторожно: компьютеры! ЭКО, №7, 1986, с 43-50.
52. Макаров И.М., Белянин П.Н. и др. Гибкие автоматизированные производства в отраслях промышленности. М.: Высшая школа, 1986, - 176 с.
53. Модин А.А., Яковенко Е.Г., Погребной Е.П. Справочник разработчика АСУ. М.: Экономика, 1978, - 583 с.
54. Минцер О.П., Молотков В.Н. и др. Биологическая и медицинская кибернетика. Справочник. Киев, Наукова думка, 1986, - 375 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

№ п/п	Тип персональной ЭВМ	Процессор (разрядность)	Быстродействие тыс. оп/сек.	Адресное пространство К байт	Объем К байт		Тип дисплея (формат) зн/точек	Печатающее устройство	Графопостроитель	Системный интерфейс	Интерфейс с внешними устройствами	Операционная система	Языки программирования	ВЗУ (емкость М байт)	Совместимость с ЕС ЭВМ (СМ ЭВМ)	Цена (тыс. р.)	
					ОЗУ	ПЗУ											
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
I.	Электроника-85	К 1811 (16)	600	4096	512	16	Янтарь-8 (80x25) 1024-256 560-512	УВВПЧ-30	Н32-Д	Сокращен. МПИ	Шина СТ1-2Х СТЫК-С2	ПРОС (РАФОС-П)	БЕЙСИК МАКРОАС- СЕМБЛЕР ПАСКАЛЬ ФОРТРАН	НГМД-6121 (1,7) НМД(5,)	СМ	18	
I.1.	Электроника НЦ-80-01Д (ДВК-1)	К 1801В М1			56	8	15 ИЭ00-013 (80x25)	-	-	-	-	-	-	-	-	СМ	
I.2	ПК-11	КР 1801ВМ2	800		256	64	Бытов.ТВ	-	-	МПИ	Синт.звук, ИРПР и ИРПС R3 -232С	1) БОС (базовая ОС) 1) с ГМД РАФОС-ПК ОС ДВК ФОДОС РАФОС	БЕЙСИК(ПЗУ)	Бытовой магнитофон	-		
I.3.	Электроника НЦ-80-20/2М (ДВК-2М)	К 1801 ВМ2 (16)	500	64	56	8	15ИЭ00-013 (80x25)	-	-	МПИ	-	ОС ДВК ФОДОС РАФОС	БЕЙСИК ФОРТРАН МАКРОАС- СЕМБЛЕР ПАСКАЛЬ МОДУЛА -2	НГМД-6022 (0,44) (0,88)	СМ	15	
I.4.	Электроника НЦ-80-20/3 (ДВК-3)	К 1801 ВМ2 (16)	800	64	56	8	Янтарь-8 (80x25) К-1611 (ГДР)	-	-	МПИ	ИРПР ИРПС	ОС ДВК ФОДОС РАФОС	БЕЙСИК ФОРТРАН ПАСКАЛЬ МАКРОАС- СЕМБЛЕР МОДУЛА -2	НГМД-6021 (0,88)	СМ	15	
I.5.	Электроника НЦ-80-20/4 (ДВК-4)	К 1801 ВМ2 (16) К 1801 ВМ3 (16)	800 (1000)	64 (4096)	56 (256)	8	Янтарь-8 (80x25) 560x256 560x512 или ОКТЕТ-1 (80x25) 560x256 560x512	К-63111 (ГДР)	Н-32-Д ланшетный	МПИ	ИРПР ИРПС СТЫК-С2	ОС ДВК ФОДОС-2 РАФОС-2	БЕЙСИК ФОРТРАН МАКРО- АСЕМБЛЕР ПАСКАЛЬ МОДУЛА-2	НГМД-6021 (0,88) НГМД-6121 (1,7) НМД	СМ		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I.6. Электроника УК НЦ	КР 1801 ВМ2 (двухпроцес.)	800			ЦП ОЗУ 64 перифер. процес. 32	32	Бытовой ТВ (20x80) (640x288) Цв. ТВ Одновр. 8 цветов из 32 цветов	ИРПР для станд. печати	-	МПИ	ИРПР	ОС ДВК РАФОС	ФОРТРАН БЕЙСИК МАКРО-АССЕМБЛЕР ПАСКАЛЬ МОДУЛЯ -2	ГМД бытов. магн. С М Кассетное ПЗУ		
I.7. Электроника БК-0010	К 1801 ВМ1 (I6)	300	64	32		32	Бытовой ТВ (32(64)x25 256(512)x256)	-	-	МПИ	RS-232 Параллельн. программируемый интерфейс	МОНИТОР совокупность драйверов (ПЗУ)	ФОКАЛ	Бытовой магнитофон (0,256)	-	0,6
I.8. Электроника БК-0010Ш	К 1801 ВМ1 (I6)	300	64	32		8-32	Бытсвой ТВ Электроника Ц-430/432 (поставляется в комплекте)	-	-	МПИ	RS-232 Параллельн. програм. интерфейс, блок ИРПС (в комплекте)	МОНИТОР	ФОКАЛ совокупн. драйверов (ПЗУ)	-	-	-
I.9. БК-0010-01 БК-0011	К1801 ВМ1 (I6)	300		128		40	Быт. ТВ	-	-				Лент. ОС интерпретатор БЕЙСИК ФОРТРАН	Быт. маг.		
I.10. КОРВЕТ	К1801 (I6)	-		64		32	Быт. ТВ 15цвет. 24x40	-	-							0,6
2. ЕС 1840	К 1801 ВМ 86 I000 (I6)	-		256-2 000		16-64	(80x25)	ЕС7189 (Д-100) или МР 80	-	МАЛТИБАС	ИРПР СТЫК -С2	ОС М86	БЕЙСИК М 86	НГМД ЕС 5324 или ЕС 5088 М ЕС или ЕС 5089 М (2x0,5)		5,5-8
2.1. Нейрон И9.66	КР 1810 ВМ 86 I000		1мб	256к		8к	(25x80) (640x200)	Ней-рон 04.3I Ней-рон ИС.6I		МАЛТИБАС С 2, И 4I	<i>DOS V. 3.0 CENTRONICS</i>			ЕС 5323 32 ОК		
2.2. "Искра" "1030.11"	КР 1810 ВМ 86 I000						(25x80) (25x40) (640x200)	К 6312 М (420 мм) графическ. Искра 04IША (420 мм)				АДОС MS DOS				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2.3. Искра	КР 1810 ВМ 86 КР 1810 ВМ 87 КР 580 ИК 80					1256 "квази- диск"	64	1) алф/цифр. 2) графич. (960x640)	Встроен. алфав. цифр. ТПУ	-		Диски. синтез. звука, бытов. магнитофон RS 232	CP/M MS-DOS				Бытовой маг- нитофон	
3. АГАТ	КР 588(16) КР 580(8)	300	64	64...256	32	Бытовой ТВ 32(64)x32 64(128)x 64(328)	ЕС 7189 (Д-100)	По заказу магист- раль "АГАТ"	Два паралл. программируе- мых RS -232 C	Набор систем- ных под- программ "МОНИТОР", DOS, СУБД, "АГАТ", CP/M и др.	БЕЙСИК АГАТ "ШКОЛЬНИЦА" и др.	НГМД ЕС-5088 или ЕС-5089 Бытов. маг-н (0,125)					4	
3.1. ИРИША	КР 580 (8)	-	64	48...16	4-16 (электр. диск 128)	Модифицирован. бытовой ТВ 40(80) x25 640x200	УВВПЧ- 30-004	-	Локаль- ная ма- гистраль	Системная магистраль	Расширен- ная ОС-1800 в варианте с НГМД	БЕЙСИК (ПЗУ)	НГМД					
3.2. МИКРОША	К 580 и К 80 (8)	$f=1,8$ МГц	64	32	16 в доп. блоке	64x25 (128x50) быт. теле- визор	-	-	Интерф. №1 Интерф №2	-	БЕЙСИК (ПЗУ)	Бытов. магн.-н интерф. внутр.						0,5
3.3. Океан-240	МП К580 (8)	600	-	128	16	Бытов. ТВ 1) монохр. ре- жим (20x64) (512x256) 2) цв. режим 4 цв. (256x256)	УВВПЧ-30-004	-	RS 232-C 3 канала К 580 ИК 55	Квазидис- ковая ОС совм. CP/M	БЕЙСИК	Бытовой маг-н						
3.4. Искра-226	Специализирован. В периферии- К 580 ИК 80 (16)	800	-	128	-	Встроенный (80x24) 512x256 Световое пе- ро или "ДЖОЙСТИК"	Д М-180 или Робо- трон-Н-Н54 или Роботрон- Н-1156 М	Н 306	-	ИРПР ИРПС IEEE-488	Загрузчик (ПЗУ) ОС-БЕЙСИК системы	АССЕМБЛЕР БЕЙСИК СИСТЕМА	НГМД ЕС 5074 (2x0,5) НГМД СМ 5400 (2x2,2) НМЛ СМ 5300 (10,0)	СМ			25	
4. Малогабаритное информационное устройство (МИУ)	К 588	100	64	32	16	Жидкокристал. индикаторная панель (12x40) 256x128	-	-	-	-	ОС МИУ	БЕЙСИК ПАСКАЛЬ АССЕМБЛЕР	Быт. маг-н модуль памяти					
5. Электроника ТЗ-29М	К 589 (16)	500	2048	128- 256	64	(80x25) 512x256	-	-	-	-	ОС	БЕЙСИК АССЕМБЛЕР	НГМД ГДМ 7012 (0,2)					10

П Е Р Е Ч Е Н Ь
некоторых возможных применений
ЭВМ на предприятии

№ п/п	Наименование задач и работ	Тип ЭВМ
1	2	3
I.	Решение типовых функциональных задач АСУП (предприятия)	
I.1.	Технико-экономическое планирование (ТЭП)	ЕС ЭВМ
I.2.	Оперативно-производственное планирование (ОПП)	ЕС ЭВМ
I.3.	Техническая подготовка производства (ТПП)	ЕС ЭВМ
I.4.	Финансово-бухгалтерская деятельность (бухгалтерского учета)	ЕС ЭВМ
I.5.	Управления материально-техническим снабжением	ЕС ЭВМ
I.6.	Управления сбытом	ЕС ЭВМ
I.7.	АСУ Кадры	
I.8.	АСУ служб главного механика и главного энергетика	ЕС ЭВМ
I.9.	АСУ транспортного хозяйства	ЕС ЭВМ
I.10.	АСУ Качество и надежность	ЕС ЭВМ
2.	Создание комплексной системы автоматизированного проектирования с подсистемами:	
2.1.	Автоматизированной системы проектирования (АСП)	ЕС ЭВМ Мини ЭВМ
2.2.	Автоматизированной системы конструирования (АСК)	ЕС-ЭВМ Мини ЭВМ Микро ЭВМ ИП ЭВМ

2.3.	Автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТП)	ЕС ЭВМ Мини-ЭВМ ПШ ЭВМ
2.4.	Автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП)	Мини-ЭВМ Микро-ЭВМ Микропроцессорные комплекты
2.5.	Автоматизированной системы комплексных испытаний и обработки (АСКИО)	Мини ЭВМ Микро ЭВМ Микропроцессорные комплекты
3.	Научно-техническое прогнозирование	ЕС ЭВМ
4.	Создание и функционирование Банка данных (БД) предприятия	ЕС ЭВМ
5.	Решение отдельных задач разработки изделий	
5.1.	Поиск научно-технической информации по запросу. Локальная информационно поисковая система	МИКРО-ЭВМ ПШ ЭВМ
5.2.	Патентный поиск по запросу. Составление патентного формуляра.	ПШЭВМ
5.3.	Составление карты технического уровня.	ПШ ЭВМ
5.4.	Расчет технологичности изделия	ПШ ЭВМ
5.5.	Многовариантный расчет оптических элементов изделия	ПШ ЭВМ
5.6.	Многовариантный расчет фотозлектрических параметров изделия (ΦIV) и фотоприемников. Расчет топологии и профиля р-п перехода $\Phi чЭ$.	ПШ ЭВМ
5.7.	Многовариантный расчет параметров электронного тракта изделий	ПШ ЭВМ
5.8.	Многовариантный расчет теплопотоков к из-	

I	2	3
	делию. Определение теплофизических параметров изделия.	ПП ЭВМ
5.9.	Многовариантный конструктивный расчет микро-теплообменника	ПП ЭВМ
5.10.	Многовариантный прочностной расчет конструкции изделия с определением резонансных частот и возможных перегрузок в динамическом режиме	ПП ЭВМ
5.11.	Многовариантный расчет топологии активных и пассивных элементов микросхем частного применения с учетом оптимальных технологических допусков.	ПП ЭВМ
5.12.	Разработка топологии печатных плат, растров и ФчЭ с выпуском КД и управляющих перфолент.	Микро ЭВМ ("СМП Кулон-4")
5.13.	Конструирование отдельных изделий и их узлов с выпуском конструкторской документации	МИКРО-ЭВМ, ПП ЭВМ с графо-построителем
5.14.	Статистическая обработка результатов испытаний изделий . Расчет сложных оптических характеристик (типа спектральной характеристики и коэффициента использования излучения)	ПП ЭВМ
6.	Решение отдельных задач автоматизации технологических процессов	
6.1.	Управление технологическим процессом напыления диэлектрических и металлических пленок	Микро-ЭВМ Микропроцессорный комплект, датчики
6.2.	Управление технологическим процессом диффузии	Микро-ЭВМ, Микропроцессорный комплект, датчики
6.3.	Управление гальваническим процессом	Микро-ЭВМ Микропроцессорный комплект, датчики

I	2	3
7.	Решение отдельных задач автоматизации испытаний	
7.1.	Допусковый контроль "простых" изделий	Микропроцессорный комплект
7.2.	Контроль параметров изделий с расчетом параметров и регистрацией результатов испытаний в протоколе	Микро-ЭВМ, АЦПУ
7.3.	Измерение основных параметров многоканальных изделий с расчетом параметров и регистрацией результатов испытаний в протоколе и на магнитном носителе.	Микро-ЭВМ, АЦПУ
7.4.	Измерение основных параметров многоканальных изделий с расчетом параметров и регистрацией испытаний ^{результатов} испытаний (в протоколе) в процессе воздействия динамических нагрузок	Микро-ЭВМ, АЦПУ
7.5.	Измерение основных параметров разнотипных изделий в режиме разделения времени (многопостовое оборудование) с регистрацией параметров в протоколе и на магнитном носителе.	Мини-ЭВМ, микро-ЭВМ с комплектом периферийного оборудования
8.	Организационно-производственные задачи на уровне подразделения (цеха, отдела, и т.п.)	
8.1.	Оперативно-календарное планирование цеха.	ПП ЭВМ
8.2.	Расчет норм и нормативов.	ПП ЭВМ
8.3.	Расчет потребностей в материальных ресурсах.	ПП ЭВМ
8.4.	Учет наличия и движения по подразделению - деталей и сборочных единиц; - покупных комплектующих; - материалов и полуфабрикатов;	ПП ЭВМ

I	2	3
	-драгоценных материалов; -спирта	
8.5.	Учет наличия и движения технологического и испытательного оборудования, ПИР	ПП ЭВМ
8.6.	Учет наличия и движения измерительных приборов	ПП ЭВМ
8.7.	Сетевое планирование НИОКР по заводу, ЦКБ, и разрабатывающим подразделениям.	ПП ЭВМ
8.8.	Составление и контроль планов работы разрабатывающих подразделений (ИТР, рабочих)	ПП ЭВМ
8.9.	Учет работ, выполняемых по контрольным картам руководства предприятия.	ПП ЭВМ
8.10.	Учет кадров и их движения в подразделениях (ИТР и рабочих)	ПП ЭВМ
8.11.	Разработка планировок производственных помещений с учетом требований СНиПа	ПП ЭВМ
8.12.	Составление штатного расписания с расчетом фонда заработной платы.	ПП ЭВМ
9.	Оргпроектирование	
9.1.	Составление положений о подразделениях предприятия с "увязкой" их функций	ПП ЭВМ
9.2.	Составление должностных инструкций с "увязкой" обязанностей между сотрудниками	ПП ЭВМ
9.3.	Составление типовых инструкций по технике безопасности с учетом особенностей конкретного производства и профессии сотрудника	ПП ЭВМ
10.	Подготовка кадров	
10.1.	Обучение инженерно-технических работников	ПП ЭВМ
10.2.	Обучение рабочих основных профессий	ПП ЭВМ
10.3.	Обучение наладчиков т/ оборудования	ПП ЭВМ
10.4.	Определение уровня подготовки рабочих (работа квалификационной комиссии)	ПП ЭВМ

I	2	3
II.	Составление документации	
II.1.	Составление и редактирование ТЗ на НИОКР	III ЭВМ
II.2.	Составление и редактирование ТУ на изделия	III ЭВМ
II.3.	Внесение изменений в ТУ, в том числе по отдельным Решениям	III ЭВМ
II.4.	Контроль за выполнением решений по внесению изменений в ТУ	III ЭВМ
II.5.	Составление и редактирование научно-технических отчетов по результатам НИОКР	III ЭВМ
II.6.	Подготовка писем "стандартного" содержания	III ЭВМ
II.7.	Учет входящей и исходящей почты: подразделений канцелярии предприятия	III ЭВМ III ЭВМ
II.8.	Электронная записная книжка руководителя	III ЭВМ
I2.	Прочие применения	
I2.1.	Регистрация и учет больных в здравпункте	III ЭВМ
I2.2.	Автоматизированная система консультативно-вычислительной диагностики в здравпункте	III ЭВМ
I2.3.	Регистрация и учет членов КПСС, ВЛКСМ и профсоюза на предприятии	III ЭВМ
I2.4.	Учет книг и читателей библиотеки предприятия	III ЭВМ
I2.5	Автоматизированная система управления столовой предприятия	III ЭВМ