

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

B.N. Malinovskyi

«LAST STEP IS THE MOST DIFFICULT ONE»

The paper is devoted to 60-years anniversary of V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine. It is described the development and serial manufacture of controlling machine of wide application "Dnepr".

Key words: V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, controlling machine of wide application "Dnepr".

Присвячено 60-річчю Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. Мова йде про розробку та серійне виробництво управляючої машини широкого призначення «Днепр».

Ключові слова: Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, УМШП «Днепр».

Посвящено 60-летию Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины. Речь идет о разработке и промышленной реализации УМШП «Днепр».

Ключевые слова: Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, УМШП «Днепр».

© Б.Н. Малиновский, 2017

УДК 004

Б.Н. МАЛИНОВСКИЙ

«ПОСЛЕДНИЙ ШАГ – ОН ТРУДНЫЙ САМЫЙ»

Введение. Речь идет о завершении разработки и последующей организации серийного выпуска, включающего текущую модернизацию первой в Украине и первой в бывшем Советском Союзе полупроводниковой цифровой управляющей ны широкого назначения (УМШП) машины "Днепр"¹, созданной в 1958–1961 гг. в Вычислительном центре АН Украины.

Вначале, прежде чем говорить о промышленной реализации УМШП "Днепр", напомним, кто совершил трехлетнее "чудо" сотворения "Днепра" и пионерских управляющих систем, разработанных на его базе.

Основное участие в создании "Днепра" приняли сотрудники Вычислительного центра АН УССР: д.ф.м.н. В.М. Глушков (высказана идея создания универсальной управляющей машины, первая научная конференция ВЦ АН УССР, г. Киев, 1957 г.); к.т.н. Б.Н. Малиновский (разработка принципов построения управляющей вычислительной машины широкого назначения, руководство научно-исследовательскими и конструкторскими работами по созданию машины); к.т.н. Г.А. Михайлов (ответственный исполнитель работ по созданию оперативного запоминающего и арифметико-логического устройств); д.т.н. Б.Б. Тимофеев (руководство разработкой и автономной отладкой устройств ввода и вывода машины); вед. инж. А.Г. Кухарчук (разработка структурной схемы, схемы связей между устройствами,

¹ По материалам докладов М.З. Котляревского, Н.И. Кирилюка, А.А. Сладкова на Всесоюзном семинаре "Управляющие машины и системы", Киев, 10–13 октября 1966 г. УМШП – сокращенное название управляющей машины широкого назначения, предложенное автором.

пульта машины, руководство автономной отладкой машины); к.т.н. Е.С. Орешкин (разработка блока коммутации и преобразования в устройстве связи с объектом); вед. инж. В.С. Каленчук (разработка и автономная отладка арифметического устройства, участие в комплексной отладке машины); вед. инж. Л.А. Корятная (разработка и автономная отладка устройства управления, участие в комплексной отладке машины); вед. инж. В.М. Египко (разработка и автономная отладка управляющей части устройства связи с объектом, участие в комплексной отладке машины); вед. инж. Л.А. Жук (участие в разработке блока коммутации и преобразования, в автономной и комплексной отладке машины); вед. инж. С.С. Забара (разработка стандартных элементов УМШН и средств подавления помех в машине); вед. инж. Л.Я. Приступа (участие в разработке оперативного запоминающего устройства, его отладка, автономно и в комплексе); ст. инж. Э.П. Райчев (разработка и отладка электропитающих устройств); ст. инж. Н.М. Абакумова (участие в разработке и отладке управляющей части устройства связи с объектом); ст. инж. Л.А. Русанова (участие в разработке арифметикологического устройства, его отладке автономно и в комплексе); ст. инж. Г.И. Корниенко (участник разработки элементов и средств подавления помех); вед. инж. Ф.Н. Зыков (разработка и макетирование оперативного запоминающего устройства); вед. инж. В.С. Ленчук (разработка и отладка устройства вывода); вед. инж. И.Д. Войтович (участие в разработке и отладке оперативного запоминающего устройства); вед. инж. В.В. Крайницкий (руководство отладкой устройства ввода вывода); ст. инж. А.А. Пуцало (разработка и автономная отладка устройства ввода и перфорирующего блока к нему); заведующий исследовательско-конструкторским отделом Ю.Т. Митулинский (участие в разработке конструкции машины); начальник конструкторского бюро Е.П. Драгаев (участие в разработке конструкции машины); гл. инж. А.И. Толстун (участие в разработке технологии изготовления основных узлов машины); гл. констр. проекта М.А. Ермоленко (разработка конструкции машины).

Основными участниками работ по запуску "Днепра" в серийное производство и его модернизации в 1963–1965 гг. были инженеры и техники Киевского предприятия п/я 62 (в последствии завода ВУМ).

"Нас сейчас знают по "Днепру" – сказал как-то мне Виктор Михайлович, подводя итог эпопеи создания и освоения нашего полупроводникового первенца. "... Лишь при крайнем напряжении сил можно выполнить такой огромный объем работы", – об этом он сказал на защите моей докторской диссертации "Разработка, исследование и внедрение в промышленность цифровой УМШН".

Учитывая вышесказанное, по моей инициативе появились Постановления ЦК КП Украины и Совета Министров УССР от 9 января 1960 г. № 34 и от 9 марта 1960 г. за № 369 об организации серийного производства УМШН "Днепр" на заводе "Радиоприбор" Киевского совнархоза.

Технические характеристики УМШН "Днепр", усложняющие серийное производство. УМШН "Днепр" представляла собой очень сложный технический комплекс, включающий около 900 оригинальных изделий. Для сборки одной машины требовалось более 0,5 миллиона изделий, изготавливаемых заводом, в том числе 2300 полупроводниковых ячеек 30 различных типов, около

100 тысяч (!) контактов, 4000 разъемов и др. детали. В машине использовалось 11600 только что появившихся полупроводниковых триодов, 19400 диодов, более 150000 (!) миниатюрных ферритных колец (\varnothing 0,5 мм) и многие другие покупные изделия. Кроме этого, при производстве машины пришлось предварительно изготовить около 300 сложных штампов и пресс-форм, свыше 30 типов технологических наладочных и поверочных стендов, в т. ч.: 6 типов стендов, входящих в ЗИП машины как в процессе изготовления, так и при эксплуатации машины; 7 типов стендов для проверки комплектующих изделий (диодов и триодов); 2 типа стендов для разбраковки ферритов по магнитным свойствам и по геометрическим размерам (по высоте); 2 типа стендов для проверки импульсных трансформаторов; 2 типа стендов для отладки узлов машины и отдельных устройств (ОЗУ, ПЗУ, УВВ, УС0) и др.

Сравнительные характеристики машины "Днепр" и зарубежных машин приведены в таблице.

ТАБЛИЦА. Сравнительные характеристики машин ²

Название машины	Быстродействие, тыс. опер./с	Оперативная память	К-во опрош. датчиков/с	Возможность модификации
"Днепр"	12 – 15	тысячи "слов"	сотни (до 500)	есть
Зарубежные машины	1 – 2	сотни "слов"	десятки	недостаточная или нет

Модернизация продолжается. Продолжающаяся модернизация машины "Днепр" на заводе потребовала произвести дополнительную технологическую подготовку производства, освоение ряда новых технологических процессов. Только на новые и модернизированные детали и узлы было разработано 875 специальных технологических процессов механообработки и 350 техпроцессов на монтажно-сборочные работы.

Сотрудники завода и сотрудники Вычислительного центра и Института физики АН УССР разработали и внедрили весьма сложные специальные автоматы для разбраковки миниатюрных ферритовых колец. Их применение позволило не только избавить рабочих от однообразного и весьма утомительного труда, но и обеспечить значительное повышение качества ферритных блоков памяти и ускорение их выпуска.

Применение изобретения сотрудника ВЦ АН УССР Л.А. Корытной обеспечило одновременную быструю и качественную проверку монтажа и работы субблоков в устройствах машины. В машинах "Днепр" стал применяться 22-х контактный разъем, их в машине 2100. Для выполнения месячной программы потребовалось изготавливать около 200 тысяч контактов (!). Дополнительные блоки, выпуск которых начался с 1965 г. значительно

² Сравнительные данные о выпуске и применении зарубежных управляющих машин взяты из доклада известного американского специалиста Граббе, сделанного в июле 1963 года на Шестом Всемирном Конгрессе по нефти и нефтехимии. Журнал "Автоматизации". 1963 год. № 8.

увеличили надежность машины "Днепр", что позволило в будущем использовать ее в полностью замкнутом цикле управления технологическими процессами.

О проделанной заводом работе, добавившей "Днепру" надежность, удобства использования, ускорения выпуска машин, снижения затрат на производство, наглядно говорит прекрасный альбом "Организация производства ЭВМ "Днепр" в Киевском совнархозе, подготовленный в 1964 г., хранящийся в архиве завода.

Человеческий фактор. Завершение модернизации. Дальнейшее улучшение качества УМШН "Днепр" производилось непрерывно по мере освоения серийного производства. В модернизацию УМШН "Днепр" решающий вклад внесли директор завода М.З. Котляревский, а также заместитель директора завода Н.И. Кирилук и его сотрудники – их энергия и высокая требовательность при внедрении новых технологий.

В сентябре 1963 г. имелись уже все необходимые данные, чтобы приступить к завершающему этапу модернизации машины.

Результаты второй модернизации: 1) была разработана сварная конструкция каркасов шкафов с применением стандартных уголков, что значительно повысило прочность шкафов. Конструкция шкафов УАУ и УСО полностью унифицирована также, как ОЗУ и ПЗУ, а также унифицированы задние стенки шкафов и обшивок, что резко уменьшило трудоемкость изготовления их в механическом цехе и позволило разработать универсальную технологическую оснастку; 2) улучшение охлаждения машины выполнено как за счет создания новых конструкций всех шкафов машины, обеспечивших хорошую естественную вентиляцию, благодаря лучшему распределению и направлению воздушных потоков, что гарантирует обдув всех тепловыделяющих элементов машины, так и за счет переделки конструкции субблоков с одновременным увеличением шага между панельками.

Машина теперь устанавливается на специальную подставку, являющуюся одновременно каналами для подвода охлажденного воздуха к каждому устройству. Внутренний перегрев во всех устройствах машины не превышает на сегодня 16 °С, при этом в старой конструкции перегрев в некоторых устройствах доходил до 20–25 °С по сравнению с температурой помещения, в котором работала машина. Кроме этого, разработана система принудительной вентиляции, осуществляемая путем присоединения с двух сторон к вентиляционной подставке машины двух малогабаритных диаметрально расположенных вентиляторов оригинальной конструкции. Принудительная вентиляция ко всем машинам не прилагается и необходима только тем заказчикам, у которых по условиям эксплуатации машина постоянно работает при повышенных температурах. С применением принудительной вентиляции перегрев внутри машины не превышает 5–10 °С.

Разработано и введено в комплекс машины устройство печати (УП), состоящее из отдельного столика, на котором установлена пишущая машинка. Последняя свободно поворачивается на 90°, что создает доступность ремонта и наладки. Столик облицован цветным пластиком и имеет современный внешний вид. Электронная часть устройства также упрощена. Благодаря применению специального материала для контактов, улучшена надежность работы контактных групп машинки. В результате этих мероприятий повысилась надежность работы устройства печати, а также появилась возможность относить устройство печати

от пульта управления на расстояние, чтобы не утомлять оператора.

Все ячейки машины переведены на новый нормализованный разъем. Он состоит из контактов, имеющих по две точки касания. Таким образом, создается двойной запас по надежности работы контактов в машине. Устройства машины переведены на жгутовый монтаж, что значительно упростило сборку машины и резко уменьшило число ошибок в монтаже.

Полностью переработано устройство ввода машины. Увеличена жесткость конструкций, доработан механизм фотоэлектрического ввода, переработан узел считывания с фотодиодов, разработана новая ячейка Уфд. Количество ячеек в устройстве уменьшено на 18 штук. Все эти меры позволили повысить надежность работы устройства.

Значительной переделке подверглись оперативные запоминающие устройства. Расширено поле координатной матрицы, что исключило замыкания в печатных проводниках. Увеличен размер куба. Упрощены жгутовые соединения, введены запасные координатные трансформаторы. Проведены упрощения в схеме дешифратора, проведена работа по улучшению ячеек Усч, Фзр и Фа. Отработан вопрос стыковки дополнительных ОЗУ с машиной. В настоящее время стыковка производится без дополнительной настройки.

Улучшен внешний вид машины, введен цветной пластик на столики. Все пульта покрашены эмалью "Белая ночь", уголки – черной эмалью, обшивка – молотковой эмалью.

Работы, проведенные по модернизации стандартных элементов машины "Днепр": усилителей (500 штук), триггеров (400 штук), ячеек сигнализации (30 штук) – позволили резко повысить надежность машины, технологичность ячеек и почти исключить разбраковку полупроводниковых триодов П416 и П25 в схемах триггера и сигнализации.

После изучения запросов заказчиков принято решение: оставить тройной шкаф для УСО с функциями приема информации. Поэтому из тройного шкафа исключены 30 каналов релейных выходов, 17-ти разрядный выходной регистр для выдачи сигналов пропорционального регулирования, зато дополнительно введено устройство приема информации от датчиков релейного типа на 384 канала и 16 слов по 24 разряда.

После модернизации УСО в максимальном комплексе будет иметь на входе 250 каналов приема информации от датчиков постоянного напряжения и 384 канала приема информации от датчиков релейного типа, а на выходе – 60 каналов для выдачи каналов напряжения постоянного и 480 каналов для выдачи сигналов управления исполнительными органами релейного типа. Указанные блоки надо будет подключить к ранее выпущенным машинам, но это потребует некоторого изменения монтажа УСО по разработанной нами инструкции. Завод разработал Инструкцию, и переделки будут незначительны. Можно будет применять старые блоки.

Среди самых активных участников во все периоды модернизации УМШН "Днепр": многократно отличались М.С. Галузинский – начальник конструкторского отдела; Г.А. Булка (блоки питания); А.Ю. Пилипчук (центральный процессор); П.М. Бесчастный (комплексный отдел); Ю.Ш. Лейбман (печатные платы);

В.С. Калинин (элементная база); А.С. Факторович (память); Ю.А. Далюк (устройства связи с объектом); С.И. Самарский (устройства ввода-вывода); А.И. Лолак и С.А. Ремез (программное обеспечение).

Создание машины "Днепр", быстрая и качественная организация серийного выпуска стали несомненными начальными золотыми вехами пути ВЦ АН УССР и завода "Радиоприбор" к созданию в 1962 г. Института кибернетики АН Украины.

"Машина должна не отлаживаться, а собираться!" "Вычислительный центр АН УССР разработал машину, а завод "Радиоприбор" обеспечил ее внедрение в производство. Мой отдел осуществлял отладку этой машины и установку ее у заказчиков, поэтому все претензии от заказчиков к машине поступали непосредственно в отдел. Прежде всего остановлюсь на отладке машины и ее эксплуатации. Речь будет идти о УМШН "Днепр", серийного производства 1963 г.

По моему мнению, машина "Днепр" очень проста в отладке. В машине нет никаких отладочных элементов. По идее машина должна не отлаживаться, а собираться. Мы к этому, собственно, и стремимся" – вспоминает руководитель отдела отладки и передачи машины заказчику А.А. Сладков ветеран завода "Радиоприбор".

"Отладка машины на заводе и отладка ее у заказчика – это разный процесс работ, у нас идет первый этап отладки – это сборка машины. Мы получаем только шкафы, состоящие из ячеек и субблоков. Все это мы собираем и производим первое включение машины.

Вначале выпуска этих машин нам приходилось исправлять значительное количество неисправностей, для этого надо было находить или иметь квалифицированных специалистов, которые могли бы отладить машину, то в настоящее время процесс отладки резко возрос. Нам помогло внедрение автомата, с помощью которого осуществляется прозвонка блоков, что позволяет ускорить обнаружение ошибок и это упрощает отладку.

У нас в технических условиях записано, что мы не гарантируем работу машин в агрессивных средах, тем не менее она работает. Имеет большое значение при эксплуатации машины то, для чего используется наша машина. Мы знаем, что машина в настоящее время используется в различных отраслях производства. В металлургической промышленности она используется в Днепродзержинске, Нижнем Тагиле, Жданове. Например, в Жданове в будущем будут на базе наших машин "Днепр" собираться две-три системы для осуществления непрерывного управления производством выплавки стали в конверторе до выдачи готовой продукции.

Применяется машина в химической промышленности Горловки, Славянска, Ташкента. Применяется машина в Институте нервной деятельности в Москве. На Московской железной дороге она применяется как диспетчер. Со временем должны запустить машину на плавильном комбинате (Средне-Уральский медеплавильный комбинат), которая будет управлять выплавкой меди на этом комбинате.

Ознакомление с вышеприведенными материалами показывает первостепенную роль предприятия его дирекции и инженерно-технического персонала, взявшихся за серийное производство первого в Украине полупроводникового компьютера.

Переход от электронных ламп к полупроводникам, от обычных запоминающих

устройств на ферритных крупноразмерных кольцах к миниатюрным кольцам полумиллиметрового размера потребовали и огромного труда от разработчиков новой элементной базы. Именно это, в первую очередь, стало, казалось, непреодолимым барьером в переходе к компьютерам второго поколения. И разработчики, проектировщики, изготовители компьютера "Днепр" успешно преодолели этот барьер. Объем исследований, конструирование, изготовление машины, ее модернизация, оказался таким, что только молодость с ее энтузиазмом, неодолимым желанием искать, находить и осуществлять все новое и очень значимое сумела это сделать. Вчитайтесь в цифры количества исходных элементов, необычность их использования, объем модернизации, чтобы утверждать – молодые умы и золотые руки осуществили реальный, очень значимый подвиг (и не один!) на заре развития цифровой вычислительной техники, в котором каждый новый шаг ее развития был следствием огромного труда, изобретательности, настойчивости для достижения, казалось бы, недостижимой цели!

Среди ряда сотрудников завода большую роль в подготовке и использовании элементной базы машины сыграл С.С. Забара, выросший на этой работе до доктора наук, заместителя директора по научной работе "Электронмаша".

Заключение. За 10 лет (1961–1971 гг.) завод "Радиоприбор", ставший Заводом вычислительных и управляющих машин (ВУМ), а затем – "Электронмашем", выпустил, в итоге, более 500 экземпляров УМШН "Днепр", нашедших применение в сотнях систем управления производственными процессами, сложными физическими экспериментами, в применениях оборонного назначения.

Приложение

Некоторые уникальные примеры использования УМШН "Днепр"

(Семидесятые годы XX столетия)

1. Спецполигон Министерства обороны, г. Аральск, Казахстан. На высоких (60 метров) мачтах подвешивались различной конфигурации головки ракет и облучались радиолокационной станцией. Отражённые сигналы принимались многомашинным комплексом из "Днепров", обрабатывались. Цель обработки – определить параметры ракетной головки.
2. Харьковский тракторный завод. Управление главным конвейером сборки тракторов Т-150 – обработка информацией с конвейера, выдача управляющих сигналов на него.
3. Корабли экспедиционного флота министерства обороны – "Космонавт Юрий Гагарин", "Космонавт Владимир Комаров", "Академик Сергей Королёв". Во время пилотируемых космических полётов корабли выходили в Атлантику, вели приём, обработку, передачу в Центр управления полётами информации, принимаемой с борта аппаратов. УМШН "Днепр" управляли механизмами палубных антенн, обрабатывали данные.
4. Московское управление магистральными газопроводами – приём и обработка информации.
5. Ядерный исследовательский центр, г. Протвино. Обработка результатов физических экспериментов.
6. Завод "Красный октябрь" (г. Ленинград). Управление стендовыми испытаниями двигателей, обработка данных.
7. Обработка результатов продувки моделей новых самолетов в аэродинамической трубе. ЦАГИ. Москва.
8. Измерение результатов продувки головки баллистической ракеты. НПО "Энергия", г. Королев.

Получено 22.11.2017