



Китайское производство своими глазами

Делегация русских специалистов посетила Китай, чтобы ознакомиться с производством электроники и оценить его своеобразие (рис. 1). Маршрут делегации, по существу, повторил географический путь распространения китайского производства от Гонконга в соседний Шеньжень и далее в Гуаньджоу.

**Аркадий Медведев,
д. т. н., профессор МАИ**

medvedevam@bk.ru

Сначала приведем короткие характеристики выбранных для посещения предприятий, чтобы читатель увидел разнообразие и разномасштабность производства, сосредоточенного в Южном Китае.

SLEC – EAST SPACE LIGHT ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD — проектирование и производство лазерных фотоплоттеров, проявочных машин, антистатических устройств и автоматических электрических тестеров. Издавна поставляет по всему миру лазерные фотоплоттеры для полиграфических производств и для фотошаблонов печатных плат (разрешение до 8000 dpi). В последнее время скопировала у фирмы MANIA (Европа) автоматический тестер с летающими щупами (две пары щупов), наладила их производство и поставила уже более 200 экземпляров тестеров на предприятия Китая.

VIASYSTEMS Asia Pasific Company Ltd – Viasystem Group — группа предприятий, занимающихся производством печатных плат с головным офисом в Гонконге. В 2000 г. производство полностью переместилось в Китай: в Гуаньджоу (2000 г.) и в Чжон-

гшан (2001 г.) (Zhongshan). Незначительную долю производства составляют сборочно-монтажные участки в Шанхае, Шеньжэне и Куингдао. Общий объем продаж в 2005 г. составил около 600 млн долл. США. Из них 88% составляют продажи печатных плат.

Все производство печатных плат сосредоточено в Гуаньджоу и Чжонгшане. В остальных городах фирма содержит персонал по приему и обработке заказов на печатные платы.

Производство в Чжонгшане занимает городские земли площадью 36 тыс. кв. м, производственные площади составляют 30 тыс. кв. м, численность рабочих — 4000 чел. месячный объем производства — 84 тыс. кв. м плат (120 м²/ч), завод выпускает двусторонние (52%) и многослойные печатные платы, производит сборку электронных модулей.

Производство в Гуаньджоу имеет следующие показатели: занимает городские земли площадью 79 тыс. кв. м, производственные площади — 176 тыс. кв. м, рабочих 7000 чел., месячный объем производства 156 тыс. кв. м плат (220 м²/ч), продукция завода — двусторонние и многослойные печатные платы больших форматов. Планируется расширение производственных площадей на 70 тыс. кв. м.

Платы поставляются на сборку электронных изделий многочисленных известных фирм, из которых нам наиболее знакомы: MOTOROLA, SIEMENS, ERICSSON, ALCATEL, BOSH, DaimlerChrysler, NEC, TOSHIBA, HITACHI, XEROX, HEWLETT PACKARD, PHILIPS. Заводы сертифицированы по качеству ICO9001, QS9000 и по экологии ICO14000. Кроме того, группа VIASYSTEM получила признание за технический уровень и качество продукции у таких фирм, как INTEL, ALCATEL NORTH AMERICA, ROBERT BOSCH, Siemens Energy and Automation.

Персонал работает в две смены по 12 часов с двумя обеденными перерывами.

Технология производства печатных плат — комбинированный позитивный метод (Pattern Plating), позволяет воспроизводить технический уровень по пятому классу точности.



Рис. 1. Русская делегация в Китае

Последовательность изготовления:

- конвейерная линия изготовления внутренних слоев со встроенными в линию модулями: раскрой, нанесение фоторезиста, экспонирование, проявление, травление, снятие фоторезиста с пробельных мест, автоматическая оптическая инспекция;
- подготовка поверхности слоев к прессованию по одному из вариантов:
 - черное оксидирование,
 - микротравление;
- пробивка баз, сборка пакетов слоев, сшивание пакетов, прессование пакетов слоев в МПП, вскрытие реперных знаков, оформление базовых отверстий;
- сверление отверстий:
 - сквозных – механическое,
 - глухих – лазерное;
- химическое меднение, гальваническая затяжка;
- нанесение негативного фоторезиста, экспонирование с позитивных фотошаблонов, проявление фоторезиста;
- гальваническая металлизация медью и металлорезистом (олово);
- снятие фоторезиста с пробельных мест;
- струйное травление в аммиачном комплексе хлорной меди;
- автоматическая оптическая инспекция;
- удаление металлорезиста (олова) с рисунка;
- нанесение и проявление паяльной маски (линия с занавесом);
- осаждение финишных покрытий под пайку, варианты:
 - иммерсионное олово,
 - иммерсионное золото,
 - иммерсионное серебро,
 - гальваническое золото,
 - HASL- процесс (горячее облуживание с выравниванием горячими воздушными ножами),
 - органический ингибитор (ENTEС);
- обрезка технологического контура;
- автоматическое электрическое тестирование:
 - тестер с «ложем гвоздей» + адаптеры,
 - тестер с «летающими щупами»;
- финишный контроль;
- вакуумная упаковка.

Комплект оборудования на заводе в Гуаньдзю жестко сбалансирован под производительность химико-гальванических линий (рис. 2). Все единицы оборудования работают круглосуточно с профилактикой во время



Рис. 2. Химико-гальваническая линия с производительностью 24 м²/ч

обеденных перерывов. В этой ситуации избыточные мощности в линиях отсутствуют, накопители задела на операциях имеют малую емкость для погашения лишь легкого разбаланса в выполнении разнородных заказов. Завод имеет электронный документооборот и электронную диспетчеризацию, так что единичный ускоренный заказ может проходить сквозь массовый заказ без останова потока плат в производственных линиях.

Впечатляет участок сверления, где непрерывно работают 95 шестишпиндельных станков механического сверления и три станка лазерного сверления (рис. 3).



Рис. 3. Один из сверлильных станков в ряду 95 шестишпиндельных станков

В ходе переговоров китайская сторона высказала свою заинтересованность в строительстве производства в России. Китайские коллеги заявили, что знают о многих заводах оборонного комплекса, прекращающих свое существование, и считают выгодным использовать их остаточные фонды и тем самым удешевить реконструкцию. Если же начинать заново, то начинать нужно со сборочно-монтажного производства, оно быстрее окупается и дает возможность накапливания средств для создания производства печатных плат. При этом с китайской стороны можно ожидать помощи в организации производства печатных плат вплоть до откомандирования китайского менеджера на время становления производства. Оговорена зарплата этого менеджера – 30 тыс. долл. США в год. Назван язык общения – английский.

Завод PNE ELECTRONIC TECHNOLOGY (SHENZHEN) Cj., Ltd — входит в состав группы PNE Electronic SON BHD. Фирма начала существование в Сингапуре в 1986 г. Сейчас там находится головной офис. В 1992 г, производство переместилось в Малайзию и только в 1996 г. — в Китай (Шеньжень). По меркам Китая (по масштабам производства) завод демонстрировали русской делегации как прототипное производство. Но по функциям он не относится к прототипу, так как не имеет функций отработки схемотехнических и конструкторских решений; поэтому аттестован по уровню ISO9002. Завод работает по проектам, поставляемым головным офисом, находящимся в Сингапуре.

На заводе трудятся в три смены 450 человек. Завод производит:

- печатные платы;
- пластмассовые корпуса и фурнитуру для приборов;

- моточные изделия, и в частности трансформаторы для электронных изделий – 600 тыс. изделий в месяц;
- сборку функционально законченных модулей и электронных изделий ширпотреба (блоки управления для кухонных комбайнов, стиральных машин и т. д.) – 300 тыс. изделий в месяц;
- штампованные изделия из листовых металлов;
- светящиеся надписи безопасности.

Заказчиками являются свыше 20 фирм, среди которых Aiwa Electronics, Sony Electronics, Philips DAP и др. На упаковках изделий напечатаны имена этих фирм без указания места производства “Made in China”.

Русская делегация была ознакомлена с производством печатных плат. Отличительной особенностью завода является наличие маломаштабного участка химико-гальванических процессов, позволяющего оперативно изготавливать платы в короткие сроки (рис. 4). Платы по срочным заказам проходят все другие операции вместе с общим потоком, и только химико-гальванические операции проводятся отдельно. Оригинальность этого участка состоит в использовании однотипных пластмассовых ванн объемом по 200 л, в которые залиты рабочие растворы, для подогрева в ванны опущены ТЭНы, гальванические емкости снабжены всего лишь латунными прутками – катодными и анодными штангами. Выпрямители для электрохимических процессов – самодельные. Амперметров и вольтметров не видно. Это означает, что заготовки плат настолько унифицированы, что необходимость в установлении режимов осаждения со стороны рабочего персонала отсутствует. И если бы это требовалось, то темпы работы уменьшились бы в три раза. Персонал участка в соответствующей кислотостойкой одежде перемещает кассеты с заготовками из ванны в ванну. Для активации процессов рабочие руками покачивают кассеты, в гальванических ваннах они приподнимают и ударяют о край ванн прутки катодных штанг. Таким образом имитируется обработка плат на автоматических линиях.



Рис. 4. «Корытное» прототипное производство существует рядом с крупномасштабным

Столь же примитивны сооружения водоочистки. Но они достаточно эффективны, чтобы иметь замкнутый водооборот (рис. 5).

Shenzhen Sharetek Co., Ltd. Инжиниринговая компания Shenzhen Sharetek выполняет проек-



Рис. 5. Одна из установок водоочистки

ты электронных изделий и ставит их на производство. Их проекты: материнские платы компьютеров на основе процессоров P-3, P-4, AMD, периферийные платы, в том числе 10 видов видеокарт, NoteBook, ODM-обслуживание.

Заявлено, что расшифровка проектов чужих изделий с постановкой на производство составляет 2 месяца, при наличии комплекта документации – 1–2 недели.

ShenZhen BOMIN Electronic Co, Ltd. Фирма начала деятельность в 1994 г, с маленького производства печатных плат, специализируясь на изготовлении прецизионных плат с проектными нормами класса 4+ (0,12/0,12 мм). Объем производства составляет 35 м²/ч. Ответственные за прецизионность участки имеют чистые зоны по классу 100 000 с локализацией рабочих мест по классу 1000 (рис. 6). Предпринимаются меры по защите помещений от персонала: антистатическая одежда и обувь, шлюзы с воздушными душами, надув чистым воздухом, стабилизация температуры и влажности. Первоначальная стоимость основных фондов (без корпуса) была 4 млн долл. США с последующим ежегодным наращиванием по 15–20% от прибыли. Например, в 2006 г. вложено 60% от прибыли (6 млн долл. США) в обновление и наращивание производства. По косвенным прикидкам суммарная стоимость основных фондов составляет 15 млн долл. США. Обновление обусловлено потребностями в выполнении высоких проектных норм.

Годовой оборот – 13 млн долл. США.



Рис. 6. Чистая зона с персоналом в спецодежде

Характеристики производимых плат:

- проводник/зазор = 0,12/0,12 мм;
- финишные покрытия:
 - гальванические никель/золото,
 - «толстое» золото и «тонкое» золото,
 - мягкое золото и твердое золото,
 - химникель + иммерсионное золото,
 - HASL,
 - OSP;

- остальное — по относительно высоким проектным нормам.

Оборудование в основном китайское — от машиностроительных предприятий Шеньчжэня и Донгуаня, лишь частично – японское, оптический тестер из Швейцарии, электрические тестеры из Германии, новые тестеры с летающими щупами из Шеньчжэня (фирма SLEC).

Потребители плат – всевозможные фирмы из Тайваня, Китая и Гонконга.

Производство оснащено очень хорошей системой обеспечения качества: автоматическими системами оптического контроля, электрическими тестерами, металлографическим устройством анализа качества, оборудованием для испытаний, в том числе на принудительный отказ (in-born-testing), рентгеновскими приборами тестирования (рис. 7) и т. д. В результате производство сертифицировано по всем существующим стандартам качества, в том числе по ISO9001:2000.



Рис. 7. Рентгеноскопический тестер

Компания специализируется на срочном изготовлении заказов плат: единичные образцы — 7 дней, новые проекты — 12 дней, повторение проектов — 8–10 дней.

SUGA Electronics International Holding – входят в группу компаний SUGA GROUP OF COMPANIES с головным офисом в Шеньчжэне. Головное отделение проектирования Suga Networks Hong Kong Ltd. находится в Гонконге. Российская делегация посетила массовое конвейерное производство электронных изделий ширпотреба в Шеньчжэне (сборочно-монтажное производство) – SUGA NETWORKS EQUIPMENT (SHENZHEN) Co.

На фабрике работают 400–500 рабочих. Производительность линий — 10 тыс. компонентов в час. Годовой оборот производства приблизительно составляет 45 млн долл. США (продажами занимается головная фирма). Рентабельность производства оценивается в 20%. Производство интересно сочетанием многолюдных конвейеров с ручной сборкой и автоматических автоматов сборки.

Nqai Lik Electronics Trading, Ltd. (головной офис в Гонконге — Nqai Lik Industrial Holdings, Ltd.). Фирма основана в 1976 г., переместила производство в Китай в 1991 г. для массового выпуска электронных изделий. Производственные мощности позволяют изготавливать 800 тыс. музыкальных центров и 100 тыс. плееров в месяц. На такие объемы производства

работают 60 автоматических сборочно-монтажных линий со скоростью установки 0,06 с на компонент. Сборочные модули — PANASONIC – CM402-M. Большая часть продукции уходит на экспорт (98%) под чужим брендом: 50–60% в США, 25% – в Европу. Годовой оборот производства – 400 млн долл. США. Имеет благодарственные грамоты за качество продукции от известных фирм Японии, Европы, США (SONY, SANYO и т. д.).

Наряду с 60 автоматическими сборочно-монтажными линиями активно задействованы конвейерные линии ручной сборки (рис. 8). В частности, цех ручной сборки имеет численность персонала 500 человек. В цеху одновременно (на разных линиях) идет сборка шести изделий массового спроса.



Рис. 8. Конвейер ручной сборки

Производство оснащено средствами обеспечения качества, в том числе имеются внутрисхемный и функциональный контроль, массовый технологический прогон в камерах тепла.

Переговоры в неофициальной обстановке с президентом Китайской Ассоциации печатных схем (CPCA – China Printed Circuit Assembly) г-ном Wang Longji (рис. 9).



Рис. 9. В центре — президент Китайской Ассоциации печатных схем

CPCA, как и все другие национальные ассоциации печатных схем, входит в состав Всемирного Совета (Союза) электронных схем (WECC – World Electronics Circuits Council). Главная функция WECC – разработка проектов международных стандартов для электронной индустрии.

Китайская Ассоциация – разветвленная структура институтов и групп, занимающаяся координацией деятельности китайских производителей печатных плат и сборочно-монтажных производств. Имеет существенную государственную поддержку. Существует на паевых взносах членов Ассоциации, пропорциональных прибылям предприятий. Все китайские предприятия электронного произ-

водства считают для себя честью входить в состав Ассоциации. Ассоциация может принимать и исключать предприятия из своих членов. Исключенные предприятия становятся изгоями, с которыми прекращается всякое общение, и они перестают существовать или переформируются и начинают новую жизнь. Ассоциация активно влияет на политику в национальной стандартизации, на защиту ее интересов в международной системе стандартизации – Международной электротехнической комиссии – МЭК (IEC – International Electrotechnical Commission). В частности, CPCA защищается от использования бесвинцовой пайки, имеющего серьезные отрицательные последствия.

CPCA ежеквартально проводит всекитайские семинары-конференции, создавая возможности близкого общения специалистов отрасли. CPCA активно участвует в организации выставок в Китае, определяя их тематическую направленность. Это большая ярмарка китайского оборудования для производства печатных плат (сборочно-монтажное оборудование Китай не производит).

Президент CPCA г-н Wang Longji возглавляет Ассоциацию уже много лет, не будучи профессионалом в электронном производстве. В девятилетнем возрасте он снялся в фильме, который до сих пор пользуется большой популярностью в Китае, и этот факт, а также его способность к управлению создают благополучный имидж президента Ассоциации г-на Wang Longji.

Г-н Wang Longji оказал большую честь российской делегации, покинув проходившую конференцию CPCA в Шеньчжэне, где он председательствовал, чтобы переговорить с членами делегации. Он в очередной раз просил известить его о предстоящей презентации Российской Ассоциации печатных схем, чтобы выступить на ней с поздравлением от имени CPCA.

Неофициальная встреча с владельцем и директором инжиниринговой фирмы Tiger-Builder Consultant, Ltd. г-ном Tiger Y. P. Lu.

Г-н Tiger Lu участвовал в конференции CPCA с докладом о способах снижения себестоимости печатных плат техническими средствами, т. е. за счет уменьшения издержек производства. Г-н Tiger Lu организовал свою фирму четыре года назад в связи с востребованностью проектов новых производств печатных плат и сборки электронных изделий. Сейчас фирма имеет годовой оборот порядка 3 млн долл. США и тенденцию к бурному росту (сам г-н Tiger Lu получает 500 тыс. долл. США в год). Фирма имеет 40 человек персонала и практически не имеет затратной части. Сейчас в работе находятся четыре проекта создания новых больших заводов печатных плат.

KINJI Group Co., Ltd. – группа из восьми предприятий с головным офисом в Шеньчжэне (проектирование) и производством на периферии Шеньчжэня (SHAINTECH – производство: сборка материнских плат и периферии). Эти предприятия входят в группу фирм, проектирующих и производящих компоненты, печатные платы, электронные

модули: материнские и периферийные платы (сборочно-монтажные линии).

Компания KINJI Group выросла из компании KINGBOARD CHEMICAL HOLDING LIMITED, которая начинала свое существование в 1988 г. с производства ламинатов, в 1991 г. начала изготовление фольгированных ламинатов, в 1992 г. построила два дополнительных завода по производству фольгированных ламинатов. В 1993 г. организовала производство химикатов и медной фольги. В 1994 г. объединилась с японскими производителями химических продуктов (HITACHI), началось производство негорючих ламинатов типа FR-4. В 1995 г. расширила номенклатуру ламинатов марками гетинаксов: FR-1, FR-2 и ламинатов на основе рисовой бумаги и эпоксидной смолы. В 1996 г. производство сертифицировано по уровню ISO9002 (производство). В 1997 г. начали собственное производство формалина – основы для изготовления гетинаксов. В 1998 г. стали производить стеклоткани. В 1999 г. построили новый завод по производству формалина, а в 2000 г. — по производству перекиси водорода.

Поняв, что на рынке лучше выступать с готовым продуктом, чем с полуфабрикатами, в 1997 г. компания начала развиваться в направлении проектирования и производства электронных изделий, образовав KINJI Group Co., Ltd. С 1998 г. объемы продаж группы выросли с \$7 млн до \$250 млн, планируется рост объемов продаж в 2007 г. до \$800 млн. В производстве компонентов фирма специализируется на изготовлении простых микросхем, диодов и других аналогичных компонентов, моточных изделий. Часть продукции экспортируется: простые микросхемы и диоды — 40%, печатные платы различной сложности — 40%, компьютеры — 15%, трансформаторы — 60%.

Это почти все компоненты, кроме процессоров. Продукция фирмы Sharetek, которую посетила российская делегация, состоит из материнских плат 10 типов под Intel-процессоры Pentium-4, Pentium-3 и AMD, видеокарт — соответственно под 10 типов материнских плат, ноутбуков. Часть продукции изготавливается по собственным проектам. Осуществляется собственное производство печатных плат: месячная программа выпуска односторонних печатных плат 300 тыс. кв. м (500 кв. м/час – автоматические линии), многослойных — 180 тыс. кв. м.

Большая часть продукции заказывается владельцами известных брендов, таких, как Siemens, KONKA (Китай), THOMSON, ELECTRA, Haier, D-Link. В общей сложности провинция Китая Контон (особая экономическая зона) производит 40% электроники мира под брендами европейских, американских и японских фирм.

Печатные платы по относительно высоким проектным нормам производит завод Kinji Electronics. Характеристика продукции: двусторонние платы, многослойные (от 2 до 26 слоев), высокоплотные МПП (HDI), печатные панели (back panel), гибкие платы, тефлоновые платы СВЧ. Финишные покрытия: органические ингибиторы, иммерсион-



Рис. 10. Материнская плата китайского производства (Южный Китай)

ное серебро, горячее облуживание с обдувом, иммерсионное золото (рис. 10).

Российской делегации предоставили возможность ознакомиться со сборочно-монтажным производством на заводе SHENZHEN SHARATEK Co., Ltd. На заводе эксплуатируются 24 сборочно-монтажные линии. Можно было увидеть четыре новые линии фирмы SAMSUNG наряду со старыми линиями, укомплектованными в Тайване и Японии (Fuji QP242E). По заявлению китайских специалистов, материнские платы собирают на 12 линиях поверхностного монтажа фирмы SAMSUNG с циклом выпуска 16–20 с. Возможна перестройка линии к производству нового типа продукции 60–90 мин.: инсталляция программ, загрузка компонентов, пробные сборки с тщательным контролем первых образцов. Все линии обслуживаются внутрисхемным контролем, имеются восемь рабочих мест контроля.

Установка «дырочных» компонентов и производных перемычек производится на ручейковых автоматах (рис. 11), пайка – на волне припоя. Примечательно, что в установку пайки волной припоя платы после поверхностного монтажа поступают в оснастке, предотвращающей коробление плат и создающей контакт припоя (рис. 12), ограниченный зоной пайки (через окна плоской оснастки).



Рис. 11. Автомат установки «дырочных» компонентов в отверстия печатных плат

Вся зона сборки находится в контролируемой климатической зоне, вход в которую возможен только в спецодежде и через воздушный душ для обеспыливания. Компоненты хранятся в кондиционных условиях, предотвращающих их увлажнение. Запас компонентов – на 1–2 месяца.

На заводе трудятся 800 человек. Режим работы – 12 ч в смену с перерывами на обед по 40 мин. Зарплата рабочих составляет около \$100, управляющего персонала — \$500.



Рис. 12. На пайку волной платы поступают в оснастке, предотвращающей коробление и ограничивающей зоны контактирования припоя с поверхностью платы

Весь персонал живет рядом с заводом в общежитиях по восемь человек в комнате (рис. 13). Отпусков и выходных не имеют. Можно понять, почему производство перемещается из других стран в Китай: доля трудозатрат в китайской продукции составляет всего 8%, в произведенной в Германии — 40%.

Общие соображения, касающиеся китайского производства

Продолжается известное всем перемещение производства в Китай. Но структура производимых товаров говорит о том, что в Китай перемещается массовое производство относительно простой продукции. Производство плат для миниатюрных изделий (мобильные телефоны, цифровые камеры, навигационные системы и др.) сосредоточено в Японии (52%) и Тайване (17%). В Китае сложной продукции производится лишь 8% и то по чужим проектам и под чужими брендами.

Анализ увиденного говорит о том, что в основном Китай это:

- большой сборочный цех с дешевой рабочей силой, т. е. Китай продает процессинг, не вмешиваясь в существо проектов;
- китайское производство самодостаточно, т. е. они сами производят все полуфабрика-



Рис. 13. Дворовая территория завода между сменами

ты для основного производства, за счет низких трудозатрат они тоже дешевые, и это также удешевляет конечную продукцию;

- китайские менеджеры хорошо владеют управлением производством, что позволяет им работать круглосуточно изо дня в день без перерыва и без сбоев, они безжалостны в поддержании производственной дисциплины;
- китайцы — очень дисциплинированный народ, строго соблюдающий технологический регламент, не допускающий своеволия. Поэтому при сочетании хорошего управления и электронной диспетчеризации производство не дает сбоев,
- китайские специалисты не тратятся на собственные проекты ни электронных изделий, ни оборудования и инструмента. Они бессовестно копируют лучшие образцы техники, точно воспроизводят раскрученные на рынке изделия и продают их по демпинговым ценам. Купленный востребованный рыноком образец электронного изделия они расшифровывают и ставят на производство в течение двух месяцев. Они следят за рыночным спросом на изделия по всему миру и быстро реагируют, копируя эти изделия в собственном производстве;
- осознав такую конкурентную способность Китая, фирмы — носители брендов сами заказывают свои изделия в Китае или продают лицензии на право производства, не теряя при этом своих прибылей. При этом они жестко отслеживают систему обеспечения качества, отчего на шильдиках может отсутствовать надпись “Made in Cina”.

Выводы

1. Российское производство не сможет конкурировать с Китаем в продаже продуктов производства, если только правительство России не поставит барьеры поступлению дешевых товаров из Китая.
2. Россия не конкурирует с Китаем в продаже труда без интеллектуальной составляющей, как это делает Китай.

3. Китайские фирмы, работая по чужим проектам, еще не создали класс специалистов, способных на рождение идей новых товаров, воплощение их в технических проектах и раскрутки товара на цивилизованном рынке. В рождении идей рынка мы такие же, как китайцы, но интеллект наших инженеров отличается возможностью создать технический проект и освоить его производство. Но зато китайцы чувствуют рынок и копируют «раскрученные» товары. Мы этим гордо не занимаемся.
4. Китай — большой сборочный цех. По пути из Шеньчжэня в Гуаньчжоу на расстоянии 140 км справа и слева от шоссе до самого горизонта можно видеть сплошной лес промышленных строений, заводские трубы и рядом с ними общежития рабочих с вывешенным на балконах многочисленным бельем (рис. 14).



Рис. 14. Общежития китайских рабочих всегда себя обнаруживают...

5. Все рыночные проекты идут в Китай из цивилизованного мира, в Китае они не рождаются. Точно так же и мы в свое время копировали успешно продвинутые электронные изделия. Отечественные телевизоры: черно-белый «КВН» и цветной «Рубин» — были скопированы с японских моделей. Причем японский «КВН» стоил \$6000, что составляло 20 месячных зарплат японца, наш «КВН» стоил 200 р. — две месячные зарплаты. В советское время мы не считали для себя зазорным разбирать по ночам выставочные образцы зарубежных изделий и микросхем, а утром аккуратно собранными возвращать на место. Сколько средств было сэкономлено на НИОКР! Правда, приходилось отказываться от продвижения идей своих соотечественников: уж больно долго длился процесс от идеи к конструкции, технологии и конечному продукту. И сейчас оказалось проще импортировать чужие идеи рыночных продуктов, чем продвигать собственные в свое производство.
6. В цивилизованном мире вслед за ростом функциональной сложности изделий создаются и развиваются новые технологии, пока еще не доступные Китаю. Но Китай топчется и дышит в спину Европе. Китайские инженеринговые фирмы, проектирующие новые производства, преуспевают в этом.
7. Можно попробовать соревноваться с Китаем в сборке электронных изделий, но успех России не в этом. Пока наши специалисты

не утратили инженерный интеллект, лучшим нашим предложением для рынка могут быть программно-аппаратные средства, в которых «железо» по стоимости составляет лишь 25%, остальное – программный продукт. Но если говорить только о производстве, то наше место — в производстве сложных изделий, не доступных китайцам по сложности, и не доступных европейцам и американцам по цене. Это возможно за счет наших дешевых энергоресурсов, относительно низких трудозатрат и высокого уровня образования.

8. Заключенные в Китае договоренности предполагают перенос части производства функционально законченных узлов и блоков компьютеров для их поузловой сборки с продажей готовых изделий в России и за рубежом. Для этого нужно организовать поставки из Китая всех комплектую-

щих и проектных решений для организации SMT-сборки.

9. Техничко-экономический анализ наших проектов становления производства, проведенный ЭСТ, говорит о том, что российское производство мало отличается по рентабельности от китайского. Может быть, это происходит из-за меньшей стоимости ресурсов в России и относительно меньших трудозатрат в периферийных регионах России. Во всяком случае, примеры существования таких производств в стране многочисленны. Рентабельные сборочно-монтажные производства существуют даже в Москве с «хорошей» (по московским меркам) зарплатой персонала: Альтоника, Fastwel, LVS-Electronica, МЗЭП, TechCo и др. Существуют и развиваются разномасштабные производства «голых» печатных плат в Новосибирске, Александрии, Зеленограде, Омске, Томске.



Рис. 15. Китайский народ имеет многовековую историю инженерных сооружений

Заключение

Увиденное в Китае поражает воображение (рис. 15), но трезвый анализ внушает оптимизм во взгляде на развитие российского электронного производства по соседству с китайским.