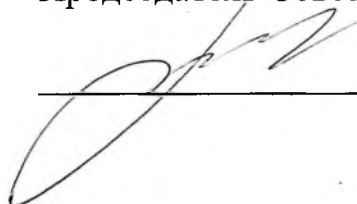
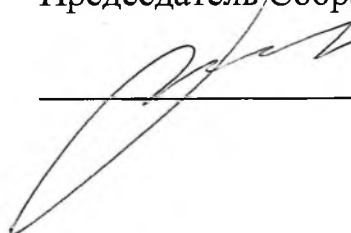


Предварительно утвержден:
Решением Совета директоров
ОАО «НИИПМ»
Протокол № 7 от «02» апреля 2019г.
Председатель Совета директоров



_____ Веселов В.Ф.

Утвержден:
Решением годового общего собрания
акционеров ОАО «НИИПМ»
Протокол № 30 от «30» мая 2019г.
Председатель Собрания

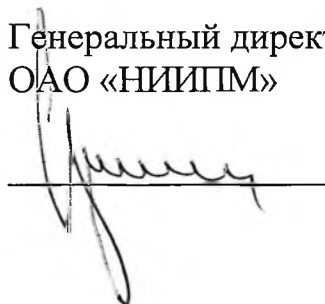

_____ Веселов В.Ф.

**ГОДОВОЙ ОТЧЕТ
ОАО «НИИПМ»
ЗА 2018 ГОД**

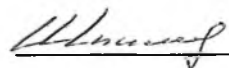
Достоверность данных годового отчета подтверждаю:
Председатель Ревизионной комиссии
ОАО «НИИПМ»


_____ Маслова Л.Е.

Генеральный директор
ОАО «НИИПМ»


_____ Тупикин В.Ф.

Главный бухгалтер
ОАО «НИИПМ»


_____ Шпилькина И.П.

Воронеж
2019г.

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование разделов	№ страницы
ОБРАЩЕНИЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОБЩЕСТВА К АКЦИОНЕРАМ	3
ОБРАЩЕНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА	5
I. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОАО «НИИПМ» В 2013 ГОДУ	9
II. ПОЛОЖЕНИЕ ОБЩЕСТВА В ОТРАСЛИ	12
III. ОСНОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА	17
IV. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВА	45
V. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА	46
VI. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	77
VII. РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ	78
VIII. РАБОТА С ПЕРСОНАЛОМ	81
IX. ОТЧЕТ О ВЫПЛАТЕ ОБЪЯВЛЕННЫХ (НАЧИСЛЕННЫХ) ДИВИДЕНДОВ ПО АКЦИЯМ ОБЩЕСТВА	89
X. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА, СВЯЗАННЫЕ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОБЩЕСТВА	89
XI. ПЕРЕЧЕНЬ СОВЕРШЕННЫХ АКЦИОНЕРНЫМ ОБЩЕСТВОМ В ОТЧЕТНОМ ГОДУ СДЕЛОК, ПРИЗНАВАЕМЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ «ОБ АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ» КРУПНЫМИ СДЕЛКАМИ, А ТАКЖЕ ИНЫХ СДЕЛОК, НА СОВЕРШЕНИЕ КОТОРЫХ В СООТВЕТСТВИИ С УСТАВОМ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ПОРЯДОК ОДОБРЕНИЯ КРУПНЫХ СДЕЛОК	91
XII. ИНФОРМАЦИЯ О ЗАКЛЮЧЕННЫХ ОБЩЕСТВОМ В ОТЧЕТНОМ ГОДУ СДЕЛОК, ПРИЗНАВАЕМЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ «ОБ АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ» СДЕЛКАМИ, В СОВЕРШЕНИИ КОТОРЫХ ИМЕЕТСЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ	92
XIII. ИНФОРМАЦИЯ О СОСТАВЕ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОАО «НИИПМ»	92
XIV. СВЕДЕНИЯ О ЛИЦЕ, ЗАНИМАЮЩЕМ ДОЛЖНОСТЬ ЕДИНОЛИЧНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОБЩЕСТВА, И ЧЛЕНАХ КОЛЛЕГИАЛЬНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОАО «НИИПМ»	94
XV. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РАЗМЕР ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ ЛИЦА, ЗАНИМАЮЩЕГО ДОЛЖНОСТЬ ЕДИНОЛИЧНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОБЩЕСТВА, И КАЖДОГО ЧЛЕНА СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОАО «НИИПМ»	95
XVI. ИНФОРМАЦИЯ О КОДЕКСЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ	96
XVII. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АКЦИОНЕРОВ	97

Полное фирменное наименование:

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт полупроводникового машиностроения»

Адрес места нахождения: Ленинский проспект, д. 160а, г. Воронеж, Российская Федерация, 394033

Почтовый адрес: Ленинский проспект, д. 160а, г. Воронеж, Российская Федерация, 394033

Тел.: (473) 223-20-46

Факс: (473) 223-47-43

Адрес электронной почты: vn@vniipm.ru

Адрес в Интернете: www.vniipm.ru

Дата государственной регистрации Общества и регистрационный номер.

Свидетельство о государственной регистрации от 30.06.1997 № 3661/112835

В соответствии с Федеральным законом № 129-ФЗ от 08 августа 2001г. «О государственной регистрации юридических лиц» Общество зарегистрировано в Едином государственном реестре юридических лиц 16 августа 2002 года за № 1023601530402.

Идентификационный номер налогоплательщика 3661004634

ОБРАЩЕНИЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОБЩЕСТВА

Уважаемые акционеры, партнеры, коллеги!

2018 год для ОАО «НИИПМ» выпал на непростой экономический период в России. Тем большей была ответственность, лежавшая на ОАО «НИИПМ», ведь деятельность организации имеет значение для российского электронного машиностроения и напрямую связана с усилиями государства и российского бизнеса по преодолению последствий санкций.

Сейчас мы с уверенностью можем сказать, что в 2018 году мы справились с задачами, стоящими перед нами и прочно поставили предприятие на путь развития и обновления.

Мы существенно продвинулись вперед на всех приоритетных направлениях нашей деятельности – повышении надежности нашего оборудования, технической модернизации и внедрении инноваций, повышении экономической эффективности.

Мы продолжили строить предприятие, которое должно, с одной стороны, служить надежной опорой для наших заказчиков, а с другой – оправдывать ожидания акционеров.

Мы рассматриваем партнерство как один из важнейших инструментов создания ценности для всех заинтересованных сторон. Тесное взаимодействие с потребителями, поставщиками, банками, ВУЗами и научными институтами позволяет ОАО «НИИПМ» становиться эффективнее, повышать качество производимой продукции и обеспечивать возможности для устойчивого долгосрочного роста.

ОАО «НИИПМ» завершила 2018 год с положительными производственными и финансово-экономическими результатами.

Выражая признание и уважение самоотверженному труду работников, ОАО «НИИПМ» и дальше будет придерживаться высочайших стандартов в деле защиты интересов всех сотрудников, обеспечивая им благоприятные условия труда и жизни.

Проводимые предприятием мероприятия по повышению производственной безопасности, квалификации персонала и производительности труда, а также реализуемые социальные проекты являются неотъемлемой частью деятельности ОАО «НИИПМ», улучшая качество работы и жизни наших сотрудников.

Мы ставим перед собой масштабные цели на более длительный срок. Формирование и реализация в 2019–2021 годах концепции создания нового специального технологического оборудования, роста объёмов производства, роста выручки, прибыли, которые позволят значительно повысить надежность и эффективность производства СТО, улучшить все внутренние процессы; ускорить разработку новой продукции; быстрее и эффективнее реагировать на современные вызовы.

ОАО «НИИПМ» продолжает следовать стратегическим целям, укрепляя лидерство на рынке продукции СТО в России.

Я уверен, что сплоченная работа всех без исключения сотрудников ОАО «НИИПМ» и Совета директоров позволит нам добиться успехов и высоких результатов в 2019 году, которые станут прочным базисом для дальнейшего роста предприятия.

С уважением,
председатель Совета директоров

В.Ф. Веселов

ОБРАЩЕНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА

Уважаемые коллеги, акционеры!

Российская микроэлектроника в последние годы показывает положительную динамику развития технологий и оборудования. Целью инновационной политики в РЭП является интенсификация развития отрасли в России путем технической модернизации производств, внедрения базовых и критических промышленных технологий, способствующих росту конкурентоспособности отечественной радиоэлектроники на внутреннем и внешнем рынках, а также переходу экономики страны на инновационный путь развития. Очевидно, что замещение импортных комплектующих в оборонной и космической промышленности российскими разработками невозможно без техпервооружения предприятий с последующей организацией высокотехнологичного производства, в том числе с применением значительной доли отечественного специальнотехнологического оборудования.

В 2018 году ОАО «Научно-исследовательский институт полупроводникового машиностроения» сохранило динамику своего развития и продолжило реализовывать стратегию по усилению своих позиций на рынке машиностроения для электронного и радиоэлектронного комплекса Российской Федерации.

В 2018 году ОАО «НИИПМ» успешно завершил этап НИОКР комплексного проекта ОАО «НИИПМ» «Разработка и организация производства кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином модуле», выполняемого в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы», подпрограммы «Развитие производства специального технологического оборудования», в результате которого разработана кластерная линия фотолитографии, объединяющая операции формирования фоторезистивной маски на пластинах диаметром 150 и 200 мм с проектными нормами 0.18 мкм и 0.35 мкм. Фотолитографический кластер позволит проводить операции по формированию пленок фоторезиста и фоторезистивных масок, может работать в двух форматах – автономно и в связи со степпером. Одной из составляющих данного проекта стала разработка технологических модулей кластера и одно- и двухмодульного оборудования на их базе.

По своим направлениям разработок ОАО «НИИПМ» придерживается основных мировых тенденций к конструктивному и функциональному формату оборудования. Разработка отечественного оборудования, в основе которого лежит кластерная платформа и принципы индивидуальной обработки, представляется задачей важной как с точки зрения реализации конструкторского и

технологического потенциала российских разработчиков и достижения более высокого технологического уровня отечественного оборудования, так и с точки зрения ориентированности на курс импортозамещения.

В развитии данного направления ОАО «НИИПМ» в рамках формируемой в 2018 году Комплексной целевой программы «Развитие микроэлектронной промышленности Российской Федерации в 2018-2027 годы» Шифр «П-710», подпрограмма СТО ПП-5 предложила и получила поддержку кейса проектов, направленных на разработку оборудования индивидуальной химической и электрохимической обработки пластин диаметром до 300 мм в компоновке модулей и роботизированных кластеров для выполнения операций химической и электрохимической обработки, а также проектов, направленных на создание оборудования фотолитографии, химико-механической планаризации, а также ряда контрольно-испытательного оборудования, в том числе при температурах 250, 450 и 600°C, разработка которого до настоящего момента в России не велась, а в мировой практике относительно недолго ведется его экспериментальная разработка.

ОАО «НИИПМ» активно развивает направление технохимии, и это отражается не только в планировании перспективных проектов, но и в проектировании и изготовлении оборудования технохимии различного назначения в рамках текущих заказов. Так, к 2018 г. разработана, изготовлена и поставлена установка ЛАДА-МIX, для смешивания кислот, приготовления их водного раствора, подачи рабочего раствора к линии травления кварцевых деталей Лада-МQ (завод «Купол», г. Ижевск), а также изготовлена Линия химической обработки пластин ЛАДА-М 2.6.100 (АО «ГЕРМАНИЙ», г. Красноярск). Был разработан и изготовлен Модуль химической обработки фотошаблонов, предназначенный для проведения химических процессов при изготовлении фотошаблонов трех типоразмеров с выполнением последующей отмывки и сушки центрифугированием.

По направлению оборудования отмывки были поставлены Установка мегазвуковой и гидромеханической отмывки пластин УОП 150-1 для АО «ГЕРМАНИЙ» (г. Красноярск) и Установка финишной промывки оптических деталей УО-30 ПМ для ПАО «Тамбовский завод «Электроприбор».

Результатом проводимой в 2018 г. работы с предприятиями отрасли по направлению оборудования технохимии и отмывки стали заключенные в начале 2019 г. договоры на поставку Установки отмывки в органических растворителях УООР-150М для ЦКБА (г. Омск) и Установки финишной промывки оптических деталей УО-30 ПМ для ПАО «Тамбовский завод «Электроприбор».

Автоматизация специальнотехнологического оборудования всегда подразумевает управляемое перемещение обрабатываемого объекта по заданному маршруту. Транспортные системы являются неотъемлемой составляющей

конструкции, и ОАО «НИИПМ» в своем оборудовании старается применять конструкторские решения транспортных систем собственной разработки – это автооператоры для перемещения кассет в линиях химической обработки, системы загрузки-выгрузки и перемещения пластин и подложек в оборудовании фотолитографии, производства фотошаблонов и отмывки. Но современные требования к логистике внутри оборудования заставляют менять концепцию транспортных систем. Это определило следующий этап развития этого направления в институте – перспективные разработки роботов-манипуляторов типа SCARA – манипуляторов с селективной гибкостью. В 2018 г. специалистами ОАО «НИИПМ» был разработан и изготовлен опытный образец робота SCARA.

В 2018 г. ОАО «НИИПМ» представлял свои разработки на международной специализированной выставке: Международной выставке технологий, оборудования и материалов для производства изделий электронной и электротехнической промышленности Electrontechexpo 2018.

В части контрольно-испытательного оборудования 2018 год отметился контрактами с нашими стратегическими партнерами – минским ОАО "ИНТЕГРАЛ" (поставлены стенды электротермотренировки), АО «ВЗПП-С» (поставлены стенды электротермотренировки, проходные камеры ПКВ-1 и ПКВ-2, автоматический сортировщик), НПК ТЦ «МИЭТ» (поставлена универсальная проходная камера ПКУ на платформе УИК ИМ-520/260-010).

И наша долгосрочная цель по-прежнему заключается в том, чтобы стать одним из самых эффективных машиностроительных обществ в России.

В течение года мы сосредоточенно работали над повышением эффективности производства и снижением себестоимости продукции, наращиванием научно - производственной мощности.

Социальная и кадровая политика остаются важнейшими направлениями работы в рамках повышения как лояльности и вовлеченности персонала, так и профессионального развития персонала. Эти вопросы решались в рамках долгосрочных программ, включающих участие в семинарах, конференциях, активное привлечение специалистов разных уровней к обсуждению и решению общих вопросов. В соответствии с Коллективным договором проводились мероприятия, направленные на улучшение условий труда и повышение его безопасности.

Главенствующей задачей кадровой политики предприятия и управления, в частности, является отбор и подготовка молодых кадров, их адаптация в этом специфичном направлении машиностроения – электронном.

Для этих целей в рамках договора с Воронежским государственным техническим университетом (в настоящее время - Опорным университетом) ведется активная работа по проведению практики студентов на базе

ОАО «НИИПМ», по результатам этого взаимодействия за два последних года принято 7 молодых специалистов.

Также в 2018 г. заключен Договор о сетевой форме реализации образовательной программы с Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ), в рамках которого сотрудники ОАО «НИИПМ», имеющие квалификацию бакалавра, продолжают свое образование и получают квалификацию магистра по своему направлению в МИЭТе.

Несмотря на существенное влияние факторов (рост цен на комплектацию и сырье, значительный рост инфляции, что сказывается на издержках), нам удалось добиться рентабельности выполняемых работ.

Прибыль от продаж выросла на 71,65% по сравнению с 2017г.

Чистая прибыль составила 6 484 тыс. рублей.

Выработка на одного работающего в 2018 году составила 1 010,0 тыс. руб.

Среднемесячная заработная плата составила 30 191,0 рублей.

Коллектив ОАО «НИИПМ» видит перспективы. Мы понимаем и чувствуем рынок и готовы к завтрашнему дню.

Мы будем направлять наши знания, компетенции и энергию на реализацию стратегии общества.

Дальнейшая совместная работа акционеров Совета директоров и руководства общества будет по-прежнему способствовать повышению эффективности деятельности общества. Отмечая итоги 2018 года, позвольте выразить благодарность всему коллективу общества за добросовестный и самоотверженный труд.

Я уверен, что все задуманное коллектив осуществит и в 2019 году, продолжит развивать научно – технический потенциал и выведет общество на новый уровень развития.

С уважением,
Генеральный директор ОАО «НИИПМ»

В. Ф. Тупикин

I. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ОАО «НИИПМ» В 2018 ГОДУ

Федеральным законом № 208-ФЗ от 26 декабря 1995 г. «Об акционерных обществах» Совету директоров отводится наиболее важная роль в обеспечении прав акционеров, в формировании и реализации стратегии развития Общества, а также в обеспечении его успешной финансово - хозяйственной деятельности.

Совет директоров оценивает итоги развития Общества по приоритетным направлениям деятельности в 2018 году в целом как удовлетворительные. В течение отчетного года обеспечены прибыльные результаты работы Общества.

В отчетном периоде Общество вело деятельность по следующим направлениям:

- научные исследования и разработки в области естественных и технических наук;
- производство машин и оборудования специального назначения;
- поставка оборудования специального назначения;
- производство пластмассовых изделий;
- аренда офисных и производственных помещений;
- изготовление и поставка изделий для оборудования нефтяной, газовой и химических отраслей промышленности.

В 2018 году объем выполненных работ составил 226 240,4 тыс. рублей. Работы выполненные по ОКР увеличились на 10% и составили 174,061 тыс. рублей, в том числе объем работ по СТО увеличился на 30% и составили 165 780,7 тыс. рублей.

ОАО «НИИПМ» изготовило 19 единиц оборудования и линий, что на 6 % больше чем в 2017г. Срок разработки оборудования снизился на 3 месяца и составил 6,3 месяца.

Выручка от реализации по основной деятельности составила 143 412 тыс. рублей. Прибыль от продаж выросла на 71,65% по сравнению с 2017г.

Чистая прибыль на 1 рубль реализованной продукции выросла на 25,6% составила 6 484 тыс. рублей.

Валюта баланса увеличилась на 17% в 2018г. Основные фонды выросли на 6,3% и составили 82 187 тыс. рублей.

Чистые активы на начало года составляли 64 425тыс. рублей. За отчетный период чистые активы увеличилась на 3 487 тыс. руб., или на 5,41%, что является благоприятным фактором.

СВЕДЕНИЯ О ЧИСТЫХ АКТИВАХ ОБЩЕСТВА

Расчет чистых активов Общества (в балансовой оценке)

Наименование показателей	Код строки баланса	По состоянию на 01.01.2018г.	По состоянию на 31.12.2018г.
1. Активы			
1. Нематериальные активы	1110	8 883	726
2. Основные средства	1120	35 381	36 970
3. Незавершенное строительство	1130		
4. Финансовые вложения	1170		
5. Прочие внеоборотные активы	1150	3 412	5 256
6. Запасы	1210	111 937	200 201
7. Налог на добавленную стоимость	1220		
8. Краткосрочная дебиторская задолженность	1230	13 503	18 057
9. Краткосрочные финансовые вложения	1240	332	-
10. Денежные средства	1250	104 707	64 346
11. Прочие оборотные средства	1260	189	238
12. ИТОГО активы (сумма пунктов 1-12)		278 344	325 794
2. Пассивы			
13. Долгосрочные обязательства	1450		
14. Заемные средства	1510	44 697	14 547
16. Кредиторская задолженность	1520	91 606	60 020
17. Доходы будущих периодов	1530	77 616	183 315
18. Оценочные обязательства	1540		
19. Отложенные налоговые обязательства	1420		
20. Прочие обязательства	1550		
21. Итого пассивов (сумма пунктов с 13 по 20)		213 919	257 882
22. Сумма чистых активов (п. 12 -п.21)		64 425	67 912

№ п/п	Наименование показателя	На 31.12.2017	На 31.12.2018
1	Сумма чистых активов	64 425 тыс. руб.	67 912 тыс. руб.
2	Акции, размещенные по открытой подписке	20 317 шт.	20 317 шт.
3	Уставный капитал	20,317 тыс. руб.	20,317 тыс. руб.

ДЕБИТОРСКАЯ И КРЕДИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТЬ на 31.12.2018г.

Показатель	Сумма
1. Общая сумма дебиторской задолженности, в том числе покупателей и заказчиков	18 057 тыс. руб.
2. Общая сумма кредиторской задолженности, в том числе поставщикам и подрядчикам	60 020 тыс. руб.
3. Соотношение общей суммы кредиторской и дебиторской задолженности (стр. 2/стр.1)	332,4%

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ на 31.12.2018г.

Показатель	Сумма
1. Первоначальная (восстановительная) стоимость основных производственных фондов на 31.12.2018г.	82 187 тыс. руб.
2. Начисленная сумма износа на 31 декабря 2017г.	45 217 тыс. руб.
3. Процент износа общий	55,0%
4. Процент износа оборудования	63,1%
5. Результат переоценки основных фондов (сумма добавочного капитала)	-

СТРУКТУРА ПАССИВА БАЛАНСА, УЧАСТИЕ НОВЫХ РАЗДЕЛОВ В ПОПОЛНЕНИИ АКТИВНОЙ ЧАСТИ БАЛАНСА

№ п/п	Наименование статей баланса Общества	Показатели структуры пассива баланса Общества в валюте баланса, тыс. руб.					
		На начало 2018г.		На конец 2018г.		Прирост (+) / снижение (-)	
		Абсол.	Уд. вес	Абсол.	Уд. вес	Абсол.	%
		3	4	5	6	7	8
1	Источники собственных средств Общества (стр.1300)	64 425,00	23,15%	67 912,00	20,85%	3 487,00	5,41%
2	Долгосрочные обязательства (стр. 1400)	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
3	Краткосрочные кредиты банков и различные займы (стр. 1510)	44 697,00	16,06%	14 547,00	4,47%	-30 150,00	-67,45%
4	Задолженность Общества перед другими предприятиями - кредиторами	81 561,30	29,30%	54 450,60	16,71%	-27 110,70	-33,24%

№ п/п	Наименование статей баланса Общества	Показатели структуры пассива баланса Общества в валюте баланса, тыс. руб.					
		На начало		На конец		Прирост (+) снижение (-)	
		2018г.		2018г.			
		Абсол.	Уд. вес	Абсол.	Уд. вес	Абсол.	%
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Задолженность перед бюджетом	5 909,90	2,12%	3 468,00	1,06%	-2 441,90	-41,32%
6	Задолженность Общества перед соцстрахом, страховые платежи, внебюджетные фонды	912,80	0,33%	802,80	0,25%	-110,00	-12,05%
7	Задолженность по оплате труда	3 221,90	1,16%	1 298,60	0,40%	-1 923,30	-59,69%
8	Отложенные налоговые обязательства	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
9	Доходы будущих периодов (стр. 1530)	77 616,00	27,88%	183 315,00	56,27%	105 699,00	136,18%
10	Прочие обязательства	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%
11	Валюта баланса (стр. 1700)	278 343,90	100%	325 794,00	100%	47 450,10	17,05%

II. ПОЛОЖЕНИЕ ОБЩЕСТВА В ОТРАСЛИ

Микроэлектроника является одним из ключевых секторов промышленности, развитие которой в значительной степени определяет уровень инновационного и социального развития государства, конкурентоспособность экономики.

Производство радиоэлектронной продукции – наиболее динамично развивающийся сектор как российской, так и мировой экономики. Радиоэлектроника – самая быстрорастущая отрасль промышленности в мире, в ней реализуется большое число инновационных проектов: темп ее роста за последние 30 лет составил в среднем 8% в год. Ожидается, что ежегодный рост мирового рынка радиоэлектронной продукции до 2025 года составит 4–6 %. К 2025 году объем мирового рынка радиоэлектроники достигнет 4 трлн. долларов. Объем российского рынка радиоэлектроники сейчас составляет 930 млрд. рублей. Структура российского рынка радиоэлектроники близка к структуре мирового,

за исключением несколько большего спроса на изделия сегмента специальной радиоэлектроники. Ожидаемый объем нашего рынка к 2025 году составит более 3 трлн. рублей.

Российскую радиоэлектронную промышленность на сегодняшний день представляют более 1,9 тыс. организаций, занятых разработкой и производством радиоэлектронного оборудования, радиоэлектронных систем и приборов.

Согласно данным Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России в 2017 году организациям электронной и радиоэлектронной промышленности не удалось сохранить набранную за последние три года положительную динамику роста объемов производства продукции. С 2014 года наблюдался значительный рост производства более, чем на 20 % ежегодно, в первую очередь за счет увеличения объемов государственного оборонного заказа и экспортных контрактов в рамках военно-технического сотрудничества. Пик объемов закупок радиоэлектроники пришелся на 2016 г.

Несмотря на хорошие перспективы освоения гражданских рынков, доля гражданской продукции ЭКБ в последние годы не превышала 6-8 %.

Объем производства продукции промышленными и научными организациями отрасли в 2017 году составил 659,8 млрд. руб., а в 2016 году – 737 млрд. руб.

Объем экспорта продукции радиоэлектронной промышленности составил в 2015 году – 1864 млн. долл. (120,4 млрд. руб. – 20 % объема выпуска), в 2016 году – 3475 млн. долл. (232,9 млрд. руб. – 31,6 % объема выпуска), в 2017 году выпуск продукции, поставляемой на экспорт, значительно уменьшился, а именно на 33,4 %. [Электроника. Наука/Технология/Бизнес – 2018 г., № 5, с. 20-24. С. Хохлов Радиоэлектронная промышленности: достижения, проблемы, задачи и перспективы развития]

Развитию микроэлектроники в СССР уделяли необходимое внимание лишь до 1985 г. К тому времени отставание от США в области производства составляло 1.5-2 года, а в области разработок новых изделий микроэлектроники отставания практически не было. Начиная с 1986 г. объёмы финансирования НИОКР стали резко сокращаться, что повлекло прогрессирующее отставание от ведущих стран, таких как США и Япония. И к 2000 г. российский уровень технологии в области электронных компонентов (0.8-1мкм) позволял качественно выпускать только аналоговые интегральные схемы и дискретные полупроводниковые приборы. [<http://naukarus.com/tendentsii-razvitiya-mikroelektroniki-v-rossii>]

Согласно документу «Стратегия развития электронной промышленности России на период до 2025 г.», утрачено 40–50 % технологий производства электронной компонентной базы, разработанной в СССР 1970–1980-х; наблюдается прогрессирующее технологическое отставание РФ в области

твердотельной СВЧ-электроники (снижена конкурентоспособность производимых в России вооружений — теперь их на 70% оснащают импортной электроникой; аналогичные проблемы возникают и в космической отрасли).

К 2007 г. доля нашей страны на мировом рынке электронной компонентной базы составляла всего 0,23 %, а на внутреннем — промышленность РФ обеспечивает только 37,5 % спроса.

Поскольку социально-экономический кризис 90-х годов прошлого века, оказавший негативное влияние в первую очередь на высокотехнологичные и наукоемкие отрасли промышленности, практически разрушил российскую РЭП, для исправления положения были разработаны и реализованы соответствующие меры. [Отраслевые программы импортозамещения. 2016 г. с. 241-248. С. Хохлов. Развитие радиоэлектронной промышленности: итоги, проблемы и задачи. http://federalbook.ru/files/BEZOPASNOST/soderhanie/NB_3/NB3-2016-Hohlov.pdf]

В 2008 г. была запущена федеральная целевая программа «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 гг. [ЦНИИ «Электроника», 2017 г. Портрет российской радиоэлектроники. Взгляд на российскую радиоэлектронную промышленность. <https://instel.ru/izdaniya/inform-material/portret-rossiyskoy-radioelektroniki-vzglyad-na-rossiyskuyu-radioelektronnuyu-promyshlennost/>] В результате в 2008–2012 годах объем промышленного производства на предприятиях РЭП вырос на 54%, что значительно превышает общероссийские темпы роста промышленного производства в указанный период.

Новый этап создания современного облика РЭП начался в 2013 году после утверждения государственной программы Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 декабря 2012 года №2396-р). В 2014 году была утверждена новая редакция госпрограммы (постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года №329). Государственная программа Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013–2025 годы» определила, что в радиоэлектронной отрасли «наиболее эффективно будут функционировать как системообразующие, масштабные организации, так и инновационные организации, участвующие в кооперационных цепочках».

В 2014 году Минпромторг России одновременно оценивал изношенность инфраструктуры для производства ЭКБ и долю импортной ЭКБ в конечной продукции в 70-80%. При этом было признано практически полное отсутствие отечественного гражданского (коммерческого) сектора производства наиболее наукоемких видов ЭКБ. Производство современной ЭКБ основано на постоянно развивающихся технологиях, которые напрямую связаны с функциональными

возможностями специального технологического оборудования (СТО). В 2014 году было профинансировано более 200 мероприятий в рамках федеральных целевых программ по капитальному строительству, реконструкции и техническому перевооружению предприятий отрасли. Однако отдельной подпрограммы по разработке отечественного специального технологического оборудования в этих ФЦП и других мероприятиях не предусматривалось. Техперевооружение осуществлялось путем оснащения в основном импортным оборудованием или СТО российского производства, разработанного вне рамок какого-то государственного финансирования. Одним из исключений стала, например, программа Союзного государства Россия-Беларусь для производства СБИС с субмикронными проектными нормами и дискретных полупроводниковых приборов, в рамках которой был сегмент проектов по разработке оборудования.

Именно оборудование, как основное средство производства, отвечает за техническую возможность реализации технологических маршрутов перспективной ЭКБ, а значит, от его доступности на рынке и качественных характеристик зависят и свойства конечного полупроводникового прибора.

Особое внимание сегменту специального технологического оборудования, его проблемам, необходимости финансирования разработок в этой области начало уделяться после введения санкций стран США и ЕС. Экспорт не только ЭКБ, но и технологического оборудования в РФ, на сегодняшний день находится под пристальным контролем и сталкивается с постоянными ограничениями.

Основные проблемы отрасли, связанные с отсутствием отечественного СТО соответствующего уровня, следующие:

- высокие риски запрета на поставки и обслуживания оборудования двойного назначения, в т. ч. любые поставки технологического оборудования для компаний из санкционного списка (например, ПАО «Микрон», АО «Ангстрем» и т.д.) и компаний – производителей ЭКБ для ГОЗ (предприятия ОАО «Росэлектроника» и т.д.);

- отсутствие возможности реализации прорывных технологий создания ЭКБ, разработанных в РФ, без достаточной технологической независимости в части разработки и производства СТО;

возможные риски неконтролируемого доступа к информации технологического характера в процессе обслуживания зарубежного СТО.

Сегодня в России действует множество разрозненных научных институтов и предприятий, которые сохранили отдельные компетенции в области разработки и производства специального технологического оборудования. Часть из них успешно разрабатывает и серийно выпускает образцы относительно современного оборудования, которое, однако, не позволяет говорить о полной импортнезависимости и не позволит отечественным производителям и разработчикам ЭКБ реализовать в полном объеме перспективные планы развития

отрасли. Оборудование большинства производителей имеет технологическое отставание от мирового уровня топологических норм, автоматизации, количества и качества продемонстрированных технологических процессов и т.д.

Целью инновационной политики в РЭП является интенсификация развития отрасли путем технической модернизации и диверсификации ее производственного сектора, внедрения базовых и критических промышленных технологий, что способствует росту конкурентоспособности отечественной радиоэлектроники на внутреннем и внешнем рынках, а также переходу экономики страны на инновационный путь развития. При этом одной из основных задач является создание эффективного механизма внедрения инновационных разработок предприятий РЭП в производство как для технологического обновления и разработки новых приборов, систем и комплексов вооружения, военной и специальной техники, так и для использования их в гражданских отраслях промышленности.

Минпромторг РФ в 2016 г. приступил к реализации государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы». В рамках подпрограммы «Развитие производства специального технологического оборудования» в 2016 г. поддержку получили 12 российских предприятий, в том числе и ОАО «НИИПМ».

Необходимо отметить, что данная программа осуществляется в тренде диверсификации промышленного производства. Такая необходимость обусловлена, в первую очередь, стабилизацией роста гособоронзаказов. Диверсификация является ключевой и для новой «Стратегии развития электронной и радиоэлектронной промышленности до 2030 года». Базовой идеей проекта Стратегии является переориентация радиоэлектронной промышленности на формирование новых высокотехнологичных продуктов и сегментов рынка, включая создание национальных стандартов в этой области, основной акцент в ней сделан на формирование технологических заделов в области ЭКБ и развития инфраструктуры, а также на развитие прикладных компетенций.

В основу подпрограмм Госпрограммы заложен проектный подход, при котором мероприятия структурируются в виде комплексных проектов, предусматривающих обязательную организацию запуска серийного производства разработанной продукции, что обеспечит проведение широкомасштабного импортозамещения, внедрения результатов накопленного технологического задела и повышения бюджетной эффективности государственных вложений.

В целом Госпрограмма полностью отражает тенденции технологического и экономического развития российской радиоэлектронной промышленности с учетом текущего мирового контекста. Данный тезис подтверждается тем, что распоряжением председателя Правительства Российской Федерации Дмитрия Медведева от 28 июля 2017 года №1632-р была утверждена программа «Цифровая

экономика Российской Федерации». Эта программа закрепляет на государственном уровне целевую установку по развитию в России цифровой экономики.

Сегодня некоторые российские предприятия, освоившие технологии проектирования изделий категории ЭКБ с нормами, которые российские предприятия с кристалльным производством, пока еще не могут осуществлять, заказывают изготовление кристаллов на предприятиях Китая, Тайваня, Сингапура и т.п., выполняя на территории РФ только конечные операции (разделение пластин на кристаллы, сборка, испытания изделий). Но есть уверенность, что с учетом государственной политики в области развития микроэлектроники и тенденции к полному импортозамещению, все больше и больше российских предприятий полного цикла смогут обновить свое производство, и фаблесс-предприятия, разработчики ЭКБ с нанометровыми нормами, смогут размещать заказы на их изготовление в России.

Несмотря на тенденцию диверсификации в 2017 г., президент Российской Федерации утвердил Государственную программу вооружения на период до 2027 года. Минпромторгом России организована работа по формированию предложений в проект Госпрограммы «Развитие оборонно-промышленного комплекса», которая ведется в рамках рабочих групп по пяти подпрограммам. Одной из ключевых целей разрабатываемой программы является развитие производственно-технологической базы организаций оборонно-промышленного комплекса. В связи с чем приоритетным направлением становится разработка ключевых типов многофункционального технологического, аналитического и инженерного оборудования, а также технологические линии с высокой, средней и малой производительностью для изготовления кристаллов СБИС СнК с проектными нормами от 130 нм до 10-7 нм на Si, КНИ и гетероструктурах SiGe и технологические линии для изготовления кристаллов СВЧ МИС с проектными нормами от 100 нм до 22-20 нм и менее на гетероструктурах А3В5 (GaAs, GaN/SiC) и А2В6.

III. ОСНОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА

Научно-исследовательский институт полупроводникового машиностроения («НИИПМ») был создан на основании Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 78-27 от 24.01.61 г. со специализацией в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по созданию механизированных линий и отдельных видов технологического и испытательного оборудования для производства полупроводниковых приборов и интегральных схем.

Так получилось, что институт с самого своего образования должен был вести работы по всему циклу производства полупроводниковых приборов, из

министерства шли директивы о поставке оборудования на полупроводниковые заводы. Бурно развивающаяся полупроводниковая электроника требовала оснащения специальным оборудованием, а специализированных предприятий типа НИИПМ тогда больше не было в стране.

Самой первой разработкой был монтажный стол. Он получил широкое распространение, т.к. на нём можно было монтировать любые механизмы для ручной или механизированной операции изготовления полупроводниковых приборов. Был вариант монтажного стола с герметизированным скафандром, позволяющим проводить операции в среде сухого азота или другого газа — были в те времена такие технологические процессы, которые требовали нейтральной среды.

Первой специализированной единицей оборудования, разработанной в институте, стала установка для измерения электрических параметров транзисторов.

В ноябре 1967 г. приказом 2-го Главного управления Министерства были уточнены основные направления деятельности предприятия. В них входили:

- разработка и изготовление поточно-механизированных и комплексных линий для массового производства перспективных типов полупроводниковых приборов;
- разработка и изготовление оборудования для получения технологических сред с определенными параметрами;
- разработка и изготовление оборудования для механической и технологической обработки пластин, кристаллов и р-п-переходов;
- разработка и изготовление оборудования для автоматизации сборочных, испытательных и измерительных операций;
- ведение информационных работ по обмену опытом и подготовки обзоров о состоянии работ по полупроводниковому машиностроению в СССР и за рубежом

Этим решением на предприятие возлагались дополнительно задачи по координации деятельности ОКБ по спецмашиностроению. С каждым годом рос объем выпуска продукции по документации НИИ, увеличивался объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. К концу первого десятилетия институт полностью освоил проектные мощности и перекрыл их. Достиг своей проектной мощности и опытный завод, созданный в 1965 году.

Переломным моментом в деятельности института явился 1969 г. – год создания НПО «Электроника» и включения НИИПМ в состав объединения. Были объединены усилия разработчиков приборов, технологий и оборудования, а производство получило возможность внедрять вновь созданное прогрессивное оборудование непосредственно в цехах, на участках.

В составе объединения «Электроника» НИИПМ вступил в своё второе десятилетие. Это не привело к заметным изменениям в направлениях деятельности предприятия, но в то же время научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в тематических планах предприятия стали более конкретными. В подавляющем большинстве своем опытные образцы разрабатываемого оборудования проходили обкатку в цехах ВЗПП. Многие разработки выполнялись на уровне изобретений. В научно-технических журналах стали появляться публикации сотрудников института. Всего специалистами предприятия в тот период было опубликовано 12 монографий, свыше 1500 печатных трудов, защищены одна докторская и 17 кандидатских диссертаций. Более 1000 технических решений, использованных в разработанном оборудовании, защищены авторскими свидетельствами на изобретения, патентами и свидетельствами на промышленные образцы.

Исторически сложившаяся специализация института практически не изменилась за последние пятьдесят пять лет, и в таких направлениях, как фотолитография, химическая обработка пластин и фотошаблонов, синтез тонкопленочных покрытий, плазмохимическая обработка, контрольно-измерительное и контрольно-испытательное оборудование институт сохранил и преумножает научно-технический задел, занял лидирующие позиции и продолжает активно развиваться.

По решению Министерства в институте в разное время прекращались работы по оборудованию для обработки пластин, по сборочному оборудованию, по разработке периферийных устройств для вычислительной техники. Высвободившиеся специалисты переводились на другие направления, по которым НИИПМ уже завоевал заслуженный авторитет в отрасли.

С внедрением в отечественной электронной промышленности планарной технологии сборки (а это произошло в середине 1960-х годов) руководством министерства электронной промышленности перед предприятием были поставлены задачи по скорейшему созданию оборудования для получения и подготовки исходных полупроводниковых пластин, куда вошло оборудование для резки слитков на пластины, и обработки поверхности пластин.

Поиски новых методов резки привели к появлению скоростного оборудования, одним из которых стал метод, в котором процесс резки осуществлялся с помощью алмазных кругов с внутренней режущей кромкой (АКВР). Разработанный в НИИПМ подобный станок, получивший название СРС-80, изготавливался серийно. Станок постоянно модернизировался по мере увеличения диаметра слитков и пластин, появлявшихся в производстве.

Первым результатом работы предприятия в области оборудования для обработки полупроводниковых пластин стал разработанный в 1970-1972 годах комплект, состоявший из станка резки слитков на пластины СРС-80, станка

алмазной шлифовки САШ-2 и станка химико-механической полировки СХМП-1. Комплект предназначался для пластин кремния диаметром до 80 мм. Опытный образец комплекта был внедрен на Воронежском заводе полупроводниковых приборов, что позволило повысить производительность труда на участке подготовки пластин в 2 раза и увеличить на 30% выход годных пластин кремния.

Следующими этапами развития этого направления стали разработки станков под большой диаметр пластин с лучшими параметрами по производительности и качеству обработки поверхности пластин. На предприятиях отрасли с серийных машиностроительных заводов периодически появлялись новые, более совершенные станки шлифовки САШ-420, САШ-100, СДШ-100 для двухсторонней шлифовки, полировальные станки СХМП-100, СДП-100 для двухсторонней полировки.

Авторитет НИИПМ в области создания оборудования для обработки пластин был настолько значителен, что Министерство возложило на институт обязанности головного предприятия по этому направлению.

Министерство потребовало вместо создания отдельных единиц оборудования приступить к разработке автоматизированной линии для производства пластин с диаметром 150 мм, с автоматической загрузкой и выгрузкой пластин и с активным контролем хода обработки. Такая работа была проведена в 1977-1978 годах. Входящий в этот комплект станок алмазной шлифовки САШ-150 получил высокую оценку специалистов, а по своим техническим характеристикам превосходил известные тогда образцы ведущих фирм ФРГ и США. В начале 1980-х годов был разработан комплект оборудования для фотошаблонов, куда, в частности, вошли станок двухсторонней шлифовки СДШ-150, станок двухсторонней полировки СДП-150 и еще ряд установок.

В 1983 г. руководством министерства было принято решение сосредоточить все работы по созданию оборудования для обработки полупроводниковых материалов в ЦКБМ при Ворошиловоградском механическом заводе (ныне город Луганск на Украине). С этим заводом у НИИПМ сложились тогда прочные творческие связи. На заводе серийно изготавливалось большинство из разработанного в НИИПМ оборудования, были и совместные разработки. Несколько заметных разработок провели конструкторы ЦКБМ и самостоятельно, среди них станок резки слитков на пластины «Алмаз-6М», который входил в состав всех комплектов оборудования, создаваемых в НИИПМ.

Первые в НИИПМ установки для сборочных операций начали создавать после 1963 г., когда вступил в строй бытовой корпус опытного завода. Они конструировались на основе унифицированных монтажных столов. Малые диаметры исходных пластин и выполнение сборочных операций вручную позволяли размещать сборочные установки в ограниченном пространстве монтажных столов. Кроме того, иногда технология требовала проведения

некоторых операций в защитной нейтральной среде, и тогда монтажные столы с герметизированными скафандрами легко решали эти проблемы.

Первой крупной работой в области сборочного оборудования стала разработанная по Постановлению Совета Министров СССР комплексно-механизированная линия сборки транзисторов малой мощности, получившая известность как линия «Микрон». На базе линии «Микрон» позже были разработаны несколько комплексно-механизированных линий для различных транзисторов.

Значительный объем во второй половине 1960-х годов занимали работы по созданию оборудования для герметизации полупроводниковых приборов пластмассой. Тогда были разработаны гидравлические прессы со специальной динамикой УГП-25, УГП-50, УГП-100. В 1967 году в план работы предприятия по приказу Министерства электронной промышленности была включена опытно-конструкторская работа по созданию линии сборки точечных диодов Д9 для Запорожского завода полупроводниковых приборов.

Тогда же были созданы полуавтоматы напайки кристаллов ПУН-700 и ультразвукового присоединения выводов ПУВ-0,8. Затем перешли к созданию сборочных установок настольного типа. Особой популярностью пользовались установки моделей НПВ-1 (ультразвуковой вариант) и НПВ-1А (термокомпрессионный вариант), был создан полуавтомат микросварки ПМС-2000.

Перспективные разработки проводились в лаборатории группового монтажа, было разработано оборудование для групповой сборки интегральных микросхем на полиамидной ленте. Сущность группового метода заключалась в том, что первоначально на ленте методом фотолитографии создавалась топология внешних выводов микросхем, а на кристалле с микросхемной структурой в местах соединения с внешними выводами изготавливались золотые контактные столбики высотой около 20 мкм.

Внедрение планарной технологии потребовало создания большой номенклатуры принципиально нового оборудования. В НИИПМ стали создаваться новые специализированные группы и подразделения, занимавшиеся разработками по всем направлениям, так например, была создана группа по разработке оборудования для совмещения и экспонирования, одной из самых важных в планарной технологии.

Разработка установки совмещения и экспонирования завершилась в установленный срок, на ВЗПП успешно прошли работы по переводу нескольких сплавных транзисторов на планарную технологию. Но больше в институте работ по созданию подобного оборудования не проводилось. Руководство Министерства определило одно предприятие (НИИТОП, г. Горький, сейчас – Н. Новгород), которое будет заниматься и созданием оборудования для совмещения

и экспонирования, и осуществлять руководство технической политикой по этому направлению в Министерстве, а НИИПМ продолжил работы по другим операциям планарной технологии и достиг в этом значительных успехов.

Оборудование фотолитографии стало одним из приоритетных направлений предприятия еще в 1968 г., первой стала установка проявления фоторезиста УПФ, а немного позже после успешной разработки первой автоматической однострековой линии фотолитографии НИИПМ был назначен головным предприятием в министерстве по разработке фотолитографического оборудования. Институт не только оснащал предприятия микроэлектроники прогрессивным высокопроизводительным оборудованием, но и успешно разрабатывал типовые технологии процессов фотолитографии.

В 1975 году была проведена разработка и изготовлен опытный образец линии фотолитографии «ЛАДА-Электроника», состоящей из семи единиц оборудования и рассчитанной под диаметры пластин 60 и 75 мм. При этом каждая входящая в линию установка содержала четыре трека, на которых одновременно обрабатывались четыре пластины.

В начале 1976 г. опытная линия была поставлена на один из заводов в Москве, где успешно прошла опытную эксплуатацию. По ее результатам была откорректирована конструкторская документация и уже в июне того же года передана на Рижский машиностроительный завод «Эллар» для серийного изготовления. Таких сжатых сроков от разработки оборудования до серийного выпуска в НИИПМ никогда прежде не было. За эту работу группа разработчиков предприятия была отмечена приказом по Министерству с объявлением благодарности и выплатой премии.

Этими линиями были оснащены все заводы не только Министерства электронной промышленности, но и других ведомств, выпускающих полупроводниковые приборы. В том же году разработана документация на двухтрековую линию фотолитографии для серийного изготовления и тоже передана в Ригу. Она выпускалась небольшими партиями.

В 1977г. разработана новая линия фотолитографии «Лада-125 Электроника», на которой можно было обрабатывать пластины диаметром 75, 100, 125 мм. Линия спроектирована в двухтрековом варианте. На ней были воплощены последние достижения технологии процесса фотолитографии и технологии машиностроения. Линия также была передана для серийного производства на Рижский машиностроительный завод.

Она пришла на смену линиям фотолитографии «Лада-Электроника». В том же году была создана установка отмывки фотошаблонов. Она была разработана в дополнение к линиям фотолитографии и стала их составной частью. Это была настолько удачная установка, что выпускалась не только нашими

машиностроительными заводами, но и заводами других министерств. Их было изготовлено несколько тысяч штук.

В борьбе за повышение процента выхода годных изделий технологами были ужесточены требования к качеству отмывки пластин. Для решения этой задачи разработана установка отмывки пластин струей высокого давления, где отмывка производилась деионизованной водой, подаваемой под давлением 400 атм. Этой установкой стала комплектоваться линия «Лада-125 Электроника».

В это же время в связи с увеличением количества линий фотолитографии заводам потребовалось значительно увеличить выпуск фотошаблонов — эмульсионных и металлизированных. Сначала разработана новая технология изготовления эмульсионных фотошаблонов. На нее было получено авторское свидетельство на изобретение и патенты нескольких стран. По этой технологии был разработан комплект оборудования.

Также был разработан комплект оборудования для изготовления рабочих и эталонных металлизированных фотошаблонов. Вышеуказанным оборудованием был оснащен специально построенный для выпуска фотошаблонов корпус на Воронежском заводе полупроводниковых приборов. Корпус стал лучшим в стране по качеству и количеству выпускаемых шаблонов.

Следующим этапом работ по фотолитографии стал переход на обработку пластин диаметром 150 мм, и в соответствии с приказом министра была разработана программа перевода производства изделий микроэлектроники на пластины диаметром 150 мм. В эту программу вошла разработка новой автоматической линии фотолитографии «Лада-150А». Внедрение этой линии в НПО «Интеграл» позволило довести уровень производства до мегабитной технологии. Линия изготавливалась серийно на опытном заводе и на заводе «Эллар» в Риге. Фрагмент линии в стыковке с автоматической установкой совмещения, созданной в объединении «Планар», демонстрировался на Лейпцигской ярмарке и удостоился Золотой медали. Позднее была модернизирована система управления линией с заменой устаревшей управляющей ЭВМ на современную, и линия после этого получила новое условное обозначение — «Лада-150АМ».

В 1993-1994 гг. НИИПМ заключил ряд контрактов на изготовление и поставку фотолитографического оборудования в Китайскую Народную Республику. В короткие сроки была проведена серия модернизаций линии «Лада-150АМ», являвшейся тогда базовой моделью. Появилась новая универсальная модель — линия «Лада-150АММ», которая позволяла изготавливать треки с различным количеством технологических модулей от 4 до 6. Установки легко перестраивались на обработку пластин диаметром от 76 до 150 мм. Линия «Лада-150 АММ» обладала более высокой надежностью и имела удобный

интерфейс. Система управления треками обеспечивала многоуровневую диагностику работоспособности оборудования.

В течение 1994-1999 гг. было поставлено в Китай на разные предприятия 5 модернизированных линий фотолитографии для пластин диаметром 76, 100 и 125 мм и еще 4 линии для фотолитографической обработки пластин прямоугольной и неправильной формы.

В 2000 году ОАО «НИИПИМ» стал участником программы Союзного государства Россия-Беларусь в части разработки оборудования для фотолитографического обеспечения производства СБИС с субмикронными проектными нормами, была поставлена задача разработки опытного образца модульно-кластерного комплекса субмикронной фотолитографии в обеспечение проектных норм 0,25 мкм.

В 2006 г. в рамках программы Союзного государства Россия-Беларусь для производства СБИС с субмикронными проектными нормами и дискретных полупроводниковых приборов осуществлялся первый этап создания фотолитографического оборудования кластерной конфигурации.

Комплекс представляет собой набор технологических модулей, осуществляющих операции нанесения, сушки, проявления и задубливания фоторезиста. Модули объединены единым транспортным устройством в виде высокоточного робота с 6 степенями свободы, который обеспечивает произвольный маршрут перемещения подложек от модуля к модулю, а также выполнение параллельных программ. Робот проводит автоматическую загрузку подложек из кассеты на позиции обработки, их индивидуальную обработку с последующей выгрузкой пластин. В контролируемой воздушной среде замкнутой конфигурации размещены только модули и транспортный робот, что создает внутри объема условия чистого помещения. Он получил высокую оценку приемной комиссии.

За период с 2000 по 2006 год проведена разработка фотолитографического оборудования различного назначения: для нанесения и проявления фоторезиста на кремниевых пластинах диаметром от 20 до 200 мм, формирования пленок пелликл на 200-миллиметровых кремниевых пластинах. Создан комплект оборудования для предприятий оптико-механической промышленности, обеспечивающий производство оптических лимбов, сеток, шкал, шаблонов.

Разработан и поставлен заказчиком, комплект оборудования для фотолитографии на халькогенидах и хрупких материалах, обеспечивающий обработку объектов прямоугольной и неправильных форм.

Разработана установка химической обработки фотошаблонов размером 153x153 мм, обеспечивающая проведение на одной позиции полного фотолитографического цикла производства фотошаблона: проявление фоторезиста, травление хрома, удаление фоторезиста.

За этот период были созданы машины различной конфигурации — трековое исполнение (однотрековые и двухтрековые установки), кластерное исполнение, двухпозиционное модульное исполнение, одномодульное исполнение. Конструктивное исполнение оборудования обеспечивало его эксплуатацию в чистых помещениях класса 1-10.

В 2005 г. был разработан комплекс оборудования для изготовления шаблонов по технологии СБИС уровня 0,5-0,35 мкм в рамках программы Союзного государства Россия-Беларусь в составе:

- установка нанесения фоторезиста УНФ-153А;
- установка сушки и задубливания УСЗФ-153А;
- установка химической обработки УХО-153А;
- установка отмывки шаблонов УОФ-153А.

В 2009 г. разработана установка УФП-100, предназначенная для формирования фоторезистивных пленок на полупроводниковых пластинах диаметром 76 и 100 мм при изготовлении СБИС и дискретных полупроводниковых приборов. На этой установке только смена кассет с пластинами осуществляется вручную, а все остальные операции проходят в автоматическом цикле в соответствии с заложенной программой.

На ряде предприятий, где отсутствует массовое производство полупроводниковых изделий, возникла потребность в фотолитографическом оборудовании с ручным управлением. Для удовлетворения такой потребности создана целая гамма оборудования: полуавтоматическая установка нанесения фоторезиста с термообработкой НФТО-150П, она позволяет обрабатывать не только пластины диаметром 100, 150 мм, но и квадратные подложки размером 102x102x3 мм, и прямоугольные подложки размером 48x60 мм; установка для выполнения операций проявления и задубливания фоторезиста ПФТО-150П.

Новейшие технические достижения были также внесены в конструкцию разработанной прежде установки формирования фоторезистивных масок на шаблонные заготовки УНФ-153, изготовленную в феврале 2011 г. и предназначенную для нанесения фоторезиста на фотошаблонные кварцевые заготовки с размерами 102x102x3; 127x127x3; 153x153x6,35 мм.

Выпускаемые на сегодняшний день ОАО «НИИПМ» автоматические трековые линии нанесения («ЛФП-100М», «УНФА-150») и проявления («ЛПФА-100», «УПФА-150») фоторезиста на полупроводниковых пластинах диаметром до 150 мм успешно эксплуатируются на российских и белорусских предприятиях. Их отличительной особенностью является модульная конструкция. Модули состоят из двух блоков, каждый из которых выполняет определённую технологическую операцию. Они размещаются в едином каркасе и объединены линейной транспортной системой. Компоновка треков из унифицированных

технологических модулей позволяет реализовывать разнообразные технологические маршруты обработки.

Предъявляемые современные требования к функциональности, надежности и габаритам оборудования приводят к необходимости объединения операций, выполняемых на отдельно стоящем оборудовании в кластер. Новое оборудование на кластерной платформе позволяет существенно сократить время проведения операций, расход реактивов и повысить скорость процесса и выход годной продукции. Концепция объединения отдельных модулей в единый кластер позволяет проводить последовательные операции в условиях очищенной атмосферы, которую проще организовать, располагая необходимым количеством фильтров на кластере. При этом необходимо отметить, что каждый из модулей является самостоятельной установкой, способной выполнять определенную операцию.

В рамках подпрограммы «Развитие производства специального технологического оборудования» государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы» ОАО «НИИПМ» осуществляет разработку кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином модуле, это высокотехнологичное оборудование для выполнения этапов очистки пластин диаметром 150 и 200 мм с проектными нормами 0,35-0,18 мкм, все модули соединены друг с другом общей платформой и роботом-манипулятором.

Разработка оборудования такого класса определяет создание ряда базовых технологий, как реализуемых на данном оборудовании, так и необходимых для его создания. Транспортные системы также являются составляющей частью успешной разработки, и, что немаловажно гарантируют импортнезависимость при выпуске такого оборудования. Современные требования к логистике внутри оборудования требуют пересмотра концепции транспортных систем. Это стало определяющим фактором для начала перспективных разработок в институте роботов-манипуляторов типа SCARA – манипуляторов с селективной гибкостью.

В 1983 году руководство предприятия решило организовать работы по централизованному созданию теххимического оборудования для отмывки и очистки поверхности полупроводниковых пластин. Предприятием была разработана линия «ЛАДА-1-Электроника» для проведения теххимических операций на полупроводниковых пластинах во фторопластовых ваннах методом окунания. Этими линиями были оснащены все заводы Министерства электронной промышленности и других ведомств.

Следующей разработкой стала теххимическая линия «ЛАДА-1А» для химической обработки полупроводниковых пластин в замкнутом объеме методом распыления химических реактивов на пластины с последующей их промывкой.

Управление работой линии осуществляла ЭВМ. Как показала её эксплуатация на ВЗПП, благодаря ей получались самые чистые пластины по сравнению с другими известными методами. В этой же лаборатории был разработан блок фильтрации кислот и щелочей, выпускаемый серийно в значительных количествах. Линия «ЛАДА-1А» вместе с системой фильтрации и розлива химреактивов была смонтирована на ВЗПП в цехе для получения приборов 1М. Только за счет внедрения отмывки на этой линии процент выхода годных изделий вырос вдвое.

Следующей после создания линии «ЛАДА-1А» была разработка автоматической роботизированной и управляемой от ЭВМ линии химической обработки «КУБОК», в которой пластины тоже обрабатывались методом окунания. Техническое задание на создание этой линии было разработано совместно с минским объединением «Интеграл». В течение года была проведена разработка, и опытный образец передан на испытания в Минск. После трехмесячных испытаний и корректировки документации на опытном заводе при НИИПМ было запущено 26 линий для «Интеграла» и 5 линий для ВЗПП. В каждую линию входило от 5 до 8 единиц оборудования.

На основе этих конструктивных и технических решений с использованием ряда новых была выполнена серия оборудования для поставки в Китайскую Народную Республику.

Далее следовала разработка «Победа-2 ХМП», в рамках которой была разработана установка прецизионной химико-механической полировки пластин.

Развитие этого направления связано с поиском новых методов обработки, необычных конструктивных решений с целью улучшения технических характеристик и качества выпускаемого оборудования. В итоге появились новые решения в области термостабилизации и подачи химических реагентов, мегазвуковой обработки поверхности пластин и шаблонов, бесконтактной очистки изделий с помощью ультразвуковых газоструйных излучателей, использовании эффекта Марангони для отмывки подложек. На базе разработанных технологических и конструктивных решений создан целый ряд автоматизированного оборудования для индивидуальной и групповой обработки пластин, фотошаблонов и любых подложек.

При разработке линии химической очистки кремниевых пластин диаметром от 100 до 200 мм «Лада-200» впервые была применена оригинальная мегазвуковая обработка при групповой отмывке пластин в стандартных кассетах без поступательного перемещения кассет. В состав линии вошли модули загрузки-выгрузки, перекисно-аммиачной обработки, перекисно-соляной обработки с мегазвуком, серно-перекисной обработки, обработки в $\text{HF} + \text{H}_2\text{O}$, финишной промывки с мегазвуком, а также транспортный робот и пульт управления.

Аналогичную систему мегазвуковой групповой обработки пластин реализовали и в установке обработки пластин в органических растворителях.

В 2007 г. разработана установка двухсторонней индивидуальной отмывки фотошаблонов УОФ-127, обеспечивающая очистку и отмывку фотошаблонов с применением моющего раствора, деионизованной воды и мегазвука, а также сушку фото-шаблонов, как методом центрифугирования, так и на горячей плите с гарантированным зазором. В технологии мегазвуковой обработки на центрифуге в данной установке используется способность мегазвуковых колебаний проходить через толщину обрабатываемого изделия, тем самым осуществляя ее отмывку с обеих сторон. На этом же принципе был разработан автомат двухсторонней индивидуальной отмывки пластин АГМО-2А.

В 2008 г. изготовлена установка химической обработки фотошаблонов УХО-127. Она позволяет осуществлять быструю переналадку на любой размер подложки в пределах, указанных в технических данных на установку, и проводить все технологические операции (проявление, травление, удаление фоторезиста и промывка) на одной рабочей позиции.

Кроме традиционных для предприятия проблем очистки и отмывки деталей полупроводникового производства, таких как пластины, фотошаблоны и т. п. решались проблемы обработки таких элементов, как подложки жидкокристаллических (ЖК) экранов. На базе газоструйных ультразвуковых излучателей была спроектирована установка УБО-340x470. Также была спроектирована и изготовлена установка отмывки и сушки подложек УОС-340x470 с использованием эффекта Марангони, основанного на использовании градиента поверхностного натяжения на границе жидкость-воздух.

Установки/линии технохимии серии ЛАДА-М (ЛАДА-М 4.12.100, ЛАДА-М 2.6.100, ЛАДА-М 1.3.100), создаваемые в последние годы, имеют модульное исполнение, в каждом модуле находятся две или три технологические позиции (ванны), что позволяет организовывать разнообразные технологические процессы путем комплектования отдельных модулей, в них применяются новые конструкторские решения в сочетании с автоматизацией всех процессов химической обработки, вспомогательных технологических операций. Этот принцип позволяет разработать комплексы оборудования для реализации процессов химической очистки и травления.

Выполнение технохимической обработки подложек сопряжено с рядом трудностей, возникающих при проведении операций с элементами малых размеров, вплоть до нескольких десятков нанометров, при этом должны быть исключены повреждения этих весьма чувствительных объектов.

Автоматический комплекс нанесения металлических слоев «Гексар» стал отправной точкой расширения направления автоматизированных линий технохимической обработки в ОАО «НИИПМ». Базовые технологические операции комплекса предполагают подготовку металла контактных площадок, нанесение слоев никеля и золота, межоперационную и финальную очистки и

сушку пластин. Комплекс имеет модульную структуру, в каждом модуле находятся две технологические позиции (ванны). Он продолжает активно развиваться, в частности, результатом проводимой в течение 2017 г. работы стала разработка и изготовление Автоматизированной линии травления деталей из кварцевого стекла Лада-MQ.

В основу разработок автоматизированных комплексов химической обработки положено модульное исполнение, предполагающее возможность организации разнообразных технологических процессов путем комплектования отдельных модулей. Этот принцип позволяет разработать комплексы оборудования для реализации ряда различных процессов: селективное автокаталитическое осаждение финишных металлических покрытий на основе никеля/золота на контактные площадки изделия; химическое травление, полировка и очистка подложек и изделий, химическое травление металлических проводящих слоев; химическое травление слоев резистивных сплавов. Возможность комбинировать и компоновать отдельные модули в полноценный комплекс позволяет адаптировать оборудование для любого теххимического процесса. При таком подходе линии найдут новое применение для групповой обработки пластин, подложек и других изделий, размещаемых в кассете.

Планируется разработка установки для смешивания кислот ЛАДА-MIX, которая предназначена для смешивания фтористоводородной и серной кислот, приготовления их водного раствора, подачи смеси кислот к линии травления кварцевых деталей в автоматическом и полуавтоматическом режимах.

Традиционным подходом к обработке пластин является метод групповой обработки. Однако в ряде технологий химической обработки требуется индивидуальная обработка пластин или подложек. Следующим этапом в разработке оборудования теххимии является решения для индивидуальной разработки. Основной элемент такой установки представляет собой реактор, в который помещается пластина, после чего происходит герметизация реактора и заполнение его рабочим раствором. Реакторы в качестве модулей, объединенные единой транспортной системой могут сформироваться в кластер.

В 1967-1969 годах в научно-технической литературе появились первые сообщения о возможности использования низкотемпературной плазмы для очистки поверхности полупроводниковых пластин появились. В НИИПМ плазмохимическим оборудованием начали заниматься сразу после появления зарубежной информации о работах в этом направлении. В результате на предприятии в 1969 году появилась первая отечественная плазмохимическая установка ПУФ-80. Она предназначалась для удаления фоторезиста. Для опытной эксплуатации ее передали на завод полупроводниковых приборов в Новосибирск. То, что установка в Новосибирске работает успешно, однажды прозвучало на коллегии Министерства электронной промышленности. В итоге за институтом

официально признали лидерство в этом новом направлении и тут же поручили изготовить на одном из машиностроительных заводов министерства партию из 50 таких установок для предприятий отрасли.

Решая проблему исключения сильных кислот и токсичных растворителей из производственного технологического процесса изготовления полупроводниковых приборов, были предприняты попытки перевести жидкостное травление слоя двуокиси кремния через маску фоторезиста на газовое. Для этого была разработана установка газового травления УГТ-100.

Продолжая разработки по направлению газового травления диэлектрических слоев, лежащих на кремниевой подложке (очень важно было решить поставленную задачу для травления нитрида кремния Si_3N_4 , поликремния и двуокиси кремния SiO_2 , лежащими на алюминии), была разработана установка «Плазма-600Т», в реактор которой был установлен электростатический экран (ячейка Фарадея), и в нем пластины подвергались воздействию активными фтор-радикалами. Без контакта с плазмой пластины не разогревались, фоторезист в этом случае не разрушался, травление слоя, например, Si_3N_4 , протекало от 15 до 45 секунд вместо травления в сильных кислотах.

С этой установки началось широкое внедрение плазмохимического травления в производство полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

Первая в СССР установка плазмохимического травления нитрида кремния, поликремния и двуокиси кремния на алюминии «Плазма-600Т», разработанная в 1976 году, серийно выпускалась заводом при НИИПМ и заводом «Кварц» в Калининграде. Всего было выпущено около 500 единиц. Эта установка поставлялась на экспорт и на международной ярмарке в чехословацком городе Брно завоевала Золотую медаль.

Базовой конструкцией для установки «Плазма-600Т» послужила двухкамерная установка плазмохимической обработки «Плазма-600», предназначенная для удаления фоторезиста с пластин диаметром 76 мм. Она была удобна в эксплуатации, могла размещаться на столе или встраиваться в стену чистой комнаты, и при этом открытая крышка служила столом для загрузки и разгрузки кассет.

Эта установка тоже серийно выпускалась заводом при НИИПМ и заводом «Кварц». Всего их изготовлено было около 600 единиц. Эти установки поставлялись в страны СЭВ. На Лейпцигской ярмарке установка была удостоена Золотой медали.

Для обработки пластин диаметром до 125 мм была в кратчайшие сроки создана установка плазмохимической обработки (для удаления фоторезиста) «Плазма-600А», которая была передана в серийное производство на завод в городе Красный Луч Ворошиловградской (ныне Луганской, на Украине) области. Было

выпущено около 300 установок. Этой установкой закончилось плазмохимическое оборудование серии 600.

Чтобы увеличивать производительность плазмохимического оборудования, надо было повышать мощность высокочастотного генератора. Поэтому в 1970-1980 годах был разработан комплект установок «Плазма-1000» с новым генератором УВ-1, имеющим максимальную мощность 1 кВт. Наиболее известными из этого комплекта стали установка «Плазма-1000А» для удаления фоторезиста с пластин диаметром 100-125 мм и установка «Плазма-1000» для удаления фоторезиста с гибких носителей (гибких печатных плат). Разработка установки «Плазма-1000» выполнялась по техническому заданию, утвержденному лично первым заместителем министра электронной промышленности В.Г. Колесниковым. Печатные платы, для которых она предназначалась, использовались для обеспечения космической связи. Серийно изготавливалась установка «Плазма-1000» для этих целей оборонными предприятиями.

В 1982-85 годах предприятием были разработаны автоматические установки плазмохимической обработки «Плазма НД-125ПМ», «Плазма-125СВЧ», «Плазма-125ИМ», «Плазма-125Ф», «Плазма-150Ф», «Плазма НД-150МФ».

Плазмохимическое оборудование, разрабатываемое сегодня в ОАО «НИИПМ», предназначено для проведения операций травления и очистки, для плазмохимического удаления фоторезиста с пластин в кристалльном производстве, для плазмохимического травления пленок SiO_2 , ФСС (фосфорно-силикатное стекло), поли-Si, Si_3N_4 , для обработки поверхности широкого спектра изделий электронной техники с целью удаления остатков органических веществ и окислов, а также для ее активации.

К линейке усовершенствованного оборудования последних лет относится автомат скоростного плазмохимического травления «Плазма-150», предназначенный для травления диэлектрических пленок через фоторезистивную маску. Установка проводит индивидуальную обработку пластин с высокой скоростью, равномерностью и точностью и позволяет формировать минимальный размер топологического рисунка до 0,6 мкм. Отличительной особенностью является возможность комбинировать два режима травления: реактивное ионное и плазмохимическое.

С 2012 г. в институте началось развитие направления, ранее недостаточно сформированного, а именно, плазменной обработки для удаления загрязняющих веществ и активации поверхности различных материалов. «Плазма-500» – первая установка такого типа, специально предназначенная для плазменной очистки широкого спектра изделий электронной техники, которая позволяет не только удалять остатки фоторезиста и органических веществ с поверхности пластин, но и модифицировать поверхность для улучшения адгезии, придавать ей гидрофобные или гидрофильные качества, улучшать совместимость с

биологическими средами. Кроме того, «Плазма-500» может применяться для подготовки поверхности перед выполнением сборки и герметизации, например, ультразвуковой сварки, пайки, а также очистки корпусов микросхем и открытых схем перед разваркой.

Обработка изделий осуществляется в однородном ламинарном потоке низкочастотной плазмы, имеющей ряд преимуществ перед высокочастотными системами при проведении процесса очистки. Во-первых, низкочастотная генерация позволяет получить более высокую плотность ионов на единицу площади поверхности. Во-вторых, в системах с низкочастотным возбуждением плазмы нет теневых зон, возникающих в ВЧ-системах при плотной загрузке изделий. Наконец, процесс очистки возможно проводить для изделий микроэлектроники, чувствительных к повышенным температурам, так как высокая плотность ионов в разряде позволяет снизить время обработки.

Дальнейшее развитие оборудования плазмохимической очистки в ОАО «НИИПМ» сосредоточено на работе с прямозонными полупроводниковыми структурами, которые создаются в ходе изготовления продукции фотовольтаики. В специализированной установке для ионно-плазменной обработки «Плазма-95А» реализована возможность травления гетероэпитаксиальных слоев неактивированным рабочим газом в абсолютно инертной среде (либо слабой восстановительной среде), не повреждающей кристаллическую структуру покрытий. Такая обработка повышает адгезионные свойства поверхности изделия, восстанавливает ее функциональные характеристики после промежуточных операций, затрагивающих элементный состав, снижает степень дефектности. Это достигается за счет высокоточного бездефектного травления малых толщин поверхностных слоев полупроводниковых пластин с целью их очистки от поверхностных загрязнений и остатков окисных пленок.

В настоящее время ведется разработка оборудования для бездефектного плазмохимического удаления фоторезиста с кремниевых пластин диаметром до 200 мм без радиационных повреждений.

Технологическая операция нанесения тонких диэлектрических и проводящих пленок на поверхность полупроводниковых пластин — одна из самых массовых операций при процессе формирования полупроводниковых структур на пластинах. Для решения задачи создания оборудования для формирования тонких пленок на поверхности полупроводниковых пластин на предприятии был образован специализированный отдел. Первой разработанной установкой стала «ЭЛАНА» (расшифровывается как «электронно-лучевое автоматическое напыление алюминия»). Благодаря оригинальной конструкции шлюзовых камер и оптимальному расположению электронно-лучевой пушки, она оказалась первой в отрасли установкой, обеспечивающей получение высокочистых, однородных по толщине пленок алюминия в вакууме при

непрерывном процессе. Установка ионно-плазменного напыления «Элита», тоже предназначенная для получения металлических тонких слоев, открыла новое научно-технологическое направление в полупроводниковом машиностроении.

Важные исследовательские и технологические работы были проведены в 1971-73 гг. в области получения тонких слоев методом химического газового осаждения. Была проведена оптимизация реакторов для эпитаксиального наращивания слоев германия и кремния, а также для получения диэлектрических пленок нитрида кремния.

В 1975 году был разработан автоматизированный комплекс «Оксин-1», обеспечивающий осаждение низкотемпературных диэлектрических пленок методом окисления моносилана и легирующих гидридов. Опытным заводом при институте была изготовлена опытная партия из 20 установок, которые эксплуатировались на предприятиях электронной промышленности.

В 1978 году был разработан автоматизированный комплекс пиролитического осаждения низкотемпературных диэлектрических пленок «Оксин-3», отличающийся более надежной элементной базой, автоматическим контролем параметров технологических процессов, более надежной трехреакторной системой с возможностью поочередной работы реакторов, что значительно сокращает непроизводительное время на подготовительные операции.

К 1981 году был разработан автоматизированный комплекс для осаждения низкотемпературных диэлектрических пленок «Оксин-3 М», отличающийся от «Оксин-3» более высокой производительностью. Кроме того, в состав комплекса вошли установки финишной очистки азота и кислорода от влаги, а также установка очистки азота от кислорода. Все это позволяло значительно подавить реакцию в газовой фазе, а, следовательно, уменьшить количество включений в защитных пленках.

В 1981 году также был разработан автоматизированный комплекс для осаждения пленок нитрида кремния и поликремния при пониженном давлении из газовой фазы.

В результате проведения указанных выше разработок было создано автоматизированное оборудование для получения тонких пленок, обеспечившее разработку и изготовление интегральных микросхем различной степени интеграции на предприятиях электронной промышленности. Кроме того, была создана принципиально новая элементная база — автоматические регуляторы расхода газов, электромагнитные, пневматические клапаны и вентили для агрессивных газов, программаторы для управления технологическими процессами, — которая нашла применение в различном технологическом оборудовании, создаваемом на предприятии.

В НИИПМ разработана лабораторная установка вакуумной конденсации «Сиам», назначением которой является нанесение многокомпонентных тонкопленочных гетероструктур на основе металлов, оксидов, полупроводников, диэлектриков методом ионно-плазменного распыления. «Сиам» спроектирован на базе кластера трех магнетронов М-100, обеспечивающих высокоточное поддержание режимов ионно-плазменного распыления. Это обеспечивается очень высоким технологическим уровнем данного исполнительного узла и требованием к обязательному математическому моделированию распределения электрических и магнитных полей, а также всего процесса работы источников.

Одним из важнейших требований к полупроводниковой технологии считается чистота. Для отмывки пластин и других деталей в полупроводниковом производстве используется деионизованная вода, т.е. вода, прошедшая специальную очистку с помощью ионообменных смол, связывающих ионы растворимых в воде примесей.

Разработкой технологии и оборудования для получения особо чистой воды ОАО «НИИПМ» начал заниматься с первых лет своего существования. В 1965 году был организован специализированный отдел, разработавший целую гамму надежного оборудования для получения деионизованной воды.

Институт завоевал прочный авторитет в этом направлении, став практически единственным предприятием в стране, принявшим на себя ответственность за обеспечение предприятий электронной промышленности и смежных отраслей ультрачистой водой.

За короткий период предприятием была проведена разработка целого ряда установок для получения деионизованной воды. Одной из первых стала установка централизованной очистки «Воронеж» производительностью 1 м³/ч. Она была внедрена в 1967 году на Московском электроламповом заводе в экспериментальном цехе по освоению первых в Советском Союзе цветных кинескопов.

После разработки установки «Воронеж» одна за другой были созданы установки с более высокой производительностью: УЦ-2, УЦ-5, УЦ-10, УЦ-25, где цифры после буквенных обозначений соответствуют производительности, определяемой в м³/ч. На ВЗПП был построен целый корпус, оснащённый подобными централизованными установками, из которого очищенная вода по специальным трубопроводам поступает в сборочные цеха.

Специалисты постоянно искали новые методы очистки, свободные от недостатков, свойственных методам получения деионизованной воды ионообменным способом. Одним из таких методов стал обратный осмос. В 1976 году предприятием была разработана первая обратноосмотическая установка «Осмос-5», показавшая хорошие характеристики при опытной эксплуатации, через несколько лет при совместной работе НИИПМ, НИИ синтетических смол в

городе Владимире и Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева были получены отечественные элементы рулонного типа, на основе которых в 1982 году была разработана установка «Осмос-2».

В плане безреагентных методов получения особо чистой воды предприятием были разработаны:

- установка финишной очистки воды методом электроионирования производительностью 250 л/ч;
- установки ультрафильтрации воды;
- установки ультрафиолетовой стерилизации воды;
- установка очистки низкоомной воды методом электроионирования производительностью 2,5 м³/ч.

Жесточайшие требования к качеству очищенной воды, системам ее подачи и транспортирования могли быть выполнены только с использованием особо чистых конструкционных материалов. Был создан оригинальный стерилизатор воды производительностью 50 м³/ч и принципиально новая установка глубокой очистки воды от органических загрязнений, в которой использовались специально разработанные мощные лампы с длиной световой волны 184,5 нм. В состав комплекта КОВА-60 были заложены все известные на то время передовые технологические и конструкторские решения, многие из которых были известны лишь по зарубежной литературе и не имели отечественных аналогов. К ним можно отнести конструкцию намывного фильтра, вакуумного дегазатора, фильтра смешанного действия с выносной регенерацией, упомянутые выше установки ультрафиолетовой обработки, установки обратного осмоса большой производительности на рулонных и волоконных элементах.

На сегодняшний день специалистами ОАО «НИИПМ» ведутся разработки модельного ряда систем подготовки деионизованной воды для производства воды марки E-1 по ASTM D-5127-90.

Вопросам обеспечения производства полупроводниковых приборов высокопроизводительным оборудованием для контроля их электрических параметров всегда уделялось огромное внимание. Основу для развития направления контрольно-измерительного оборудования (КИО) на предприятии положила организованная в 1963 году отдельная лаборатория.

В 1965 году коллективом предприятия впервые в СССР многозондовая установка контроля параметров планарных транзисторных структур на кремниевых пластинах диаметром до 40 мм. Для оперативного статистического контроля и анализа параметров выпускаемых приборов в 1968 году был разработан статистический анализатор АС-1.

В 1970 г. в институте начались работы над первым в стране универсальным тестером для транзисторов, управляемым электронной вычислительной машиной. Тестеру присвоили шифр УТ-1, а в качестве управляющей ЭВМ использовали

только что созданную в объединении «Электроника», и тоже впервые в стране, мини-ЭВМ «Электроника-100». Данная измерительная система была универсальной для того времени и закрывала все проблемы с контролем статических параметров транзисторов малой и средней мощности и способствовала резкому сокращению номенклатуры КИО и сокращению сроков освоения новых приборов.

В последующем этой лабораторией были разработаны «Комплекс контроля статических параметров» транзисторов большой мощности К4530, комплекс контроля статических параметров мощных СВЧ транзисторов К4531, тестер контроля статических параметров транзисторов малой и средней мощности 14ТКС-100. После внедрения в эксплуатацию первых образцов 14 ТКС-100 был разработан тестер для контроля статических параметров интегральных микросхем Т4502. Тестер обеспечивал контроль статических параметров различных классов ИМС с количеством выводов до 16. Управление тестером осуществлялось с помощью мини-ЭВМ «Электроника-100И». Он имел 6 рабочих мест для операторов с использованием разделения их функционирования во времени, что позволяло значительно повысить производительность, возможность контролировать измеряемые изделия по 15 программам контроля, записанным в память мини-ЭВМ.

В конце 1970-х годов в производстве изделий микроэлектроники с большой степенью интеграции стали широко использовать так называемый метод тестового контроля. На его основе был разработан тестер Т4503 параметрического контроля тестовых ячеек, в котором в качестве управляющей ЭВМ был применен вычислительный комплекс «Электроника-125». Данная система параметрического контроля в течение длительного времени использовалась на заводе «Микрон».

С появлением в производстве ряда новых БИС микропроцессоров, микроконтроллеров возникла срочная необходимость в создании оборудования для проверки их статических параметров и динамического функционирования. Так в лаборатории был разработан тестер 14 КФС-10-006 «Измир» для контроля БИС с числом выводов до 48 на частотах до 10 МГц.

Одновременно были разработаны тестер для контроля динамических параметров интегральных микросхем Т4520 и комплекс для контроля динамических параметров БИС 14КДЦ-4200-002. Однако широкого применения этого оборудования добиться не удалось, т. к. изготовители микросхем пытались уйти от контроля динамических параметров.

В 1983 году был разработан комплекс контроля статических параметров и динамического функционирования КВК ФИЦ Э20-001 «Исполин» для БИС с числом выводов до 64, работающего на частотах до 20 МГц.

В 1988 году для контроля появившихся в производстве матричных БИС (МАБИС) был разработан измерительный комплекс КВК ФИЦ Э-10-018 с увеличенной мощностью источника питания, увеличенным числом каналов управления третьим состоянием драйверов.

Функциональное усложнение СБИС и связанное с этим увеличение числа выводов обусловило создание контрольно-измерительного оборудования с большим числом каналов и реализацией многофазных временных диаграмм. Для контроля статических параметров и динамического функционирования сложных СБИС в 1990 г. был разработан комплекс КВК ФИЦ Э40-003, позволяющий проверять изделия со 192-мя выводами на частотах 20 МГц или с 96-ю выводами на частотах 40 МГц. Следующий комплекс контроля КВК ФИЦ Э20-007 предназначался уже для СБИС с числом выводов до 256 и работал он на частотах до 20 МГц.

С 2002 г. были начаты работы по созданию новых типов измерительного оборудования, соответствующего современному уровню и призванного заменить эксплуатирующиеся на предприятиях отрасли. Работы были начаты по совместной российско-белорусской программе, которая, к сожалению, была секвестирована в части финансирования работ по измерениям и испытаниям. Была разработана линейка измерителей статических и динамических параметров микросхем КВК.ДИЦ.Э-16, которые, в зависимости от исполнения, могут поставляться с числом выводов 16, 32, 48, 64. Измерители могут комплектоваться пин-электроникой с двумя типами уровней: (-0,5 — 6,5) В и (-0,5 — 15) В. С 2007 г. измерители поставлены в ЗАО «Светлана-Полупроводники», ОАО «ВЗПП-С», ОАО «Экситон», ОАО «ОКБ «Экситон» и используются при проведении ОКР и выпуске серийной продукции. Результаты использования оборудования постоянно анализируются и учитываются при совершенствовании измерителей с целью повышения метрологических характеристик. В 2005 году была разработана система контроля КВК ФИЦ Э50, которая является универсальной для контроля статических параметров и динамического функционирования сверхбольших интегральных схем различных типов. Был разработан измеритель статических параметров ИС КВК.СИЦ.Э-48, обеспечивающий контроль параметров ИМС с числом выводов до 48.

В 2013 году был разработан стенд для контроля параметров узлов наведения противотанковых ракет для предприятия, являющегося одним из основных поставщиков ракетных систем различного назначения. При разработке стенда были решены новые задачи по контролю устройств, работающих в инфракрасном диапазоне излучения и СВЧ-диапазоне радиоволн (более 30 ГГц). Стенд прошел необходимые испытания на площадях заказчика и используется им в основном технологическом процессе.

При внедрении на предприятиях отрасли прогрессивного контрольно-измерительного оборудования, управляемого с помощью ЭВМ, стало проявляться парадоксальное несоответствие между непосредственным временем измерения параметров, составляющим единицы миллисекунд, а зачастую, и микросекунд, и вспомогательным временем, затрачиваемым оператором на доставку испытуемого изделия на измерительную позицию, составляющим несколько секунд. Для устранения этого парадокса необходимо было создавать высокопроизводительные загрузочно-разгрузочные устройства, призванные сократить время на ориентированную доставку испытуемого изделия, надежное автоматическое контактирование выводов изделия с контактами измерительного устройства, ориентированную сортировку изделий по группам по результатам измерения. Такие устройства назывались по-разному на различных предприятиях-разработчиках: разбраковщик, классификатор, загрузчик. В НИИПМ родился термин «сортировщик», который и прижился в отрасли.

Первый автоматический сортировщик для интегральных микросхем – УС-300. Их было изготовлено около 10 штук, и они обеспечивали программу выпуска микросхем в планарных корпусах на ВЗПП. С увеличением программы выпуска микросхем и нехваткой производственных площадей возникла необходимость в разработке более производительного и компактного автоматического сортировщика – так началась разработка сортировщика «Изюбр». Сортировщики работали по принципу «из пенала в пенал», а сами измеряемые микросхемы размещались в индивидуальной таре - спутнике. По всему транспортному пути микросхем в сортировщике мы установили датчики, которые реагируют на застрявший в каком-либо месте спутник с микросхемой, а место это индицировалось мнемосхемой на передней панели сортировщика. На базе «Изюбра» были разработаны модификации сортировщиков для других типоразмеров микросхем с числом выводов 16, 24, 42, 48. Позже был разработан сортировщик УПК ИМЭ-5000-003, у которого в узле загрузки помещались не один пенал с микросхемами, как прежде, а четыре.

Разработан сортировщик для транзисторов в металлических корпусах с гибкими выводами 14ТУ-8000 006, который успешно работал на Воронежском заводе полупроводниковых приборов. Затем были разработаны несколько моделей сортировщиков для транзисторов в пластмассовых корпусах ТО-126 и ТО-220. Сначала появились сортировщики, предназначенные отдельно для каждого из этих корпусов, потом был разработан универсальный сортировщик 14ТКС-7200 003. Кинематическая производительность сортировщика составляет 7200 шт/час, а количество групп сортировки доведено до 17. Несмотря на то, что первые партии сортировщиков изготовлены около 30 лет назад, они и сейчас исправно работают на заводах.

Были созданы несколько моделей сортировщиков для интегральных микросхем в корпусах ДИП. Одна из них, а именно 14КПЦ-6000 008, предназначалась для корпусов шириной 7,5 мм. Испытуемые изделия поступали на позицию контактирования из 8-пенальной турели и по итогам измерения сортировались на 16 групп. Вторая модель была универсальной. Сортировщик позволял без переналадки пропускать все типы ДИП-корпусов шириной 7,5; 10,5 и 15 мм.

Затем была разработка сортировщика для микротранзисторов, предназначенных для поверхностного монтажа печатных плат (в международной практике этот корпус обозначен как SOT-23, а в отечественной классификации это А-46). Транзистор весит всего несколько граммов, длина выводов составляет около полутора миллиметров. И, тем не менее, для него смогли создать вибробункерную загрузку, микроскопические контактирующие устройства, автоматическую разбраковку на 12 групп.

Первыми работами по созданию испытательного оборудования стали разработки установок для механических испытаний диодов и транзисторов в 1967 г. По техническим условиям все изделия электронной техники (ИЭТ) должны были выдерживать определенные ударные и вибрационные нагрузки. И заводы-изготовители этих ИЭТ должны были периодически подтверждать устойчивость своих изделий к механическим воздействиям.

В НИИПМ в 1967 году были спешно проведены разработки установок для регистрации коротких замыканий и обрывов в цепях диодов и транзисторов. Транзисторную установку РТ-120 стал серийно изготавливать машиностроительный завод в городе Майский (Кабардино-Балкария). Это была одна из первых установок в институте из переданных в серийное производство.

Одним из серьезных видов испытаний полупроводниковых приборов во все времена является воздействие смены положительных и отрицательных температур (эта технологическая операция ещё называется термоударом). Результаты этих испытаний являются критерием качества конструкции полупроводниковых приборов. Первой установкой термоциклирования для НИИПМ стал полуавтомат УЦТ-60/160.

Потребители транзисторов и интегральных схем стали требовать от их изготовителей проведения контроля основных электропараметров при крайних температурах (для кремниевых приборов это плюс 135 °С и минус 60 °С). Длинные нежёсткие выводы транзисторов и интегральных микросхем позволяли проводить загрузочно-разгрузочные операции при испытаниях только вручную. Однажды НИИПМ получил от ВЗПП задание на разработку комплекта оборудования для измерения основных параметров транзисторов и интегральных микросхем при крайних температурах. В согласованном ТЗ на разработку был перечислен состав комплекта:

- камера тепла;
- камера холода;
- коммутатор для подключения вручную испытуемых изделий к измерителю;
- рабочее место для загрузки и выгрузки испытуемых изделий.

Получившийся комплект оборудования занимал большие площади, производительность его была предельно низкой, из-за чего пришлось организовывать его серийное производство. Нужно было искать принципиально новые решения. И такие решения были найдены. Каждое испытуемое изделие стали помещать в индивидуальную технологическую тару-спутник. Внутренние элементы конструкции спутника позволяли использовать его для различных типов полупроводниковых приборов, а внешние присоединительные размеры были универсальными. Такие испытательные климатические установки в НИИПМ называли проходными камерами и термин этот прижился в отрасли. Наибольшую известность на предприятиях отрасли получили модели ПК-5002, ПК-5003, ПК-5004, ПК-5005 для микросхем в планарных корпусах от 14 до 48 выводов.

На основе накопителя барабанного типа были позднее разработаны проходные камеры для транзисторов в металлических корпусах КТ-18 и ТО-3, в пластмассовых корпусах ТО-220 и ТО-126, интегральных микросхем в металлостеклянных корпусах ТО-5 и ряд других моделей. Интересные конструктивные решения были найдены при разработке проходной камеры для микротранзисторов в корпусе SOT-23 в конструктиве поверхностного монтажа с выводами типа «крыло чайки».

Следует заметить, что попытки создать автоматические установки для климатических испытаний, подобные проходным камерам, и ранее предпринимались на ряде предприятий отрасли, но все они были безуспешными. Дело в том, что микросхемы в планарных корпусах — совершенно не пригодные объекты для автоматизации из-за тонких медных выводов, отсутствия надежных элементов для базирования, большого количества типоразмеров корпусов. В НИИПМ разработали индивидуальную технологическую тару для микросхем - пластмассовый спутник-носитель с конструктивными элементами, позволяющими однозначно ориентировать в пространстве спутник с помещенной в него интегральной микросхемой. Сначала были предложены три базовые площадки спутников-носителей, позволившие разместить около ста типоразмеров корпусов микросхем с числом выводов до 48. Сейчас спутниками-носителями охватываются микросхемы с количеством выводов до 256. Спутники изготавливаются из термостойкой пластмассы, устойчивой к тому же к воздействию агрессивных жидкостей. Было организовано массовое производство спутников на одном из специализированных предприятий Министерства.

Среди проходных камер, созданных в НИИПМ, большое распространение на предприятиях отрасли получила модель 12 КП-64-008, предназначенная для испытаний микросхем в корпусах типа 2, более известных как ДИП-корпуса.

Уже в конце 80-х годов стало ясно, что проходные камеры серии ПК-5000, успешно эксплуатирующиеся на предприятиях более 25 лет, устарели не только физически, но и морально. Одной из первых разработок, пришедших на смену прежнему оборудованию, стала проходная камера с винтовым накопителем ПКВ-1, в 2004-2005 годах были разработаны новые модели проходных камер (ПКВ-2 и ПКВ-3) тоже с винтовыми накопителями. По своим параметрам проходные камеры типа ПКВ превосходят все известные отечественные и зарубежные образцы. Проходные камеры серии ПКВ уже получили признание на предприятиях отрасли.

Конструкция проходных камер моделей ПКВ-1, ПКВ-2, ПКВ-3, ПКВ-4 защищены пятью патентами и по сравнению с моделями типа ПК-5000 имеют в два раза более высокую производительность, в 4 раза менее энергоемки, в 4-5 раз меньше по массе и габаритным характеристикам. Малые габариты и высокая надежность камер типа ПКВ позволяют одному оператору обслуживать 5-6 камер. В настоящее время на предприятиях отрасли успешно эксплуатируются около 30 камер типа ПКВ.

Параллельно в 2006-2007 годах была разработана универсальная проходная камера ПКУ-1, рассчитанная на работу с несколькими базовыми площадками спутников-носителей.

В 2010-2011 годах был разработан модернизированный вариант этой камеры ПКУ-1М. В 2011 году внедрена проходная камера ПКВ-4 для ПЛИС с 256 выводами.

С давних пор в технологическом процессе изготовления интегральных микросхем среди прочих испытательных операций существует так называемая электротермотренировка (ЭТТ) с помощью которой изготовители микросхем добиваются повышения их надежности за счет прогона в экстремальных электрическом и климатическом режимах. Потребность в стендах электротермотренировки резко возросла в конце 1970-х годов, когда потребители интегральных микросхем потребовали значительно увеличить качество и надежность микросхем, поставляемых для производства систем специального назначения. В НИИПМ в 70-80-х годах было разработано несколько моделей специализированных стендов ЭТТ для конкретных типов интегральных микросхем, но производство их было нерентабельным, т.к. каждый разработчик интегральной микросхемы закладывал свою методику ЭТТ, но вскоре приказом министра электронной промышленности НИИПМ было предписано в сжатые сроки разработать универсальный стенд, позволяющий тренировать большую номенклатуру интегральных цифровых микросхем. Задание Министерства было

выполнено в срок. Стенд ЭТТ, получивший условное обозначение СТТ ИМП-5400-002, вскоре появился на предприятиях отрасли и смежных отраслей, применяющих интегральные микросхемы. ОКР по разработке универсального стенда присвоили шифр «Иоланта», и под этим музыкально-поэтическим именем стенд широко известен и в настоящее время. Потребность в стендах была огромной, один-два серийных завода не могли справиться с обеспечением стендами в короткие сроки. Поэтому конструкторская документация для изготовления повторных образцов стендов была передана сразу на 15 предприятий. Причем, она передавалась после окончания этапа изготовления опытного образца. Никакой установленной действующими стандартами установочной партии, корректировки чертежей по итогам ее изготовления не было. Так решило министерское руководство. Это был, наверное, единственный случай, когда передача в серийное производство, да еще сразу нескольким предприятиям, проводилась по конструкторской документации опытного образца.

Заключительные операции в основном состоят из контроля электропараметров и испытаний изделий электронной техники. Но в эти заключительные операции входят вырубка корпусов интегральных микросхем из рамки, товарная маркировка микросхем, контроль внешнего вида, упаковка готовой продукции. Первой разработанной комплексно-механизированной линией стала линия «Финиш-5» для микросхем в планарных корпусах с 14-ю выводами, помещенных в спутники-носители с базовой площадкой 19x25 мм.

На базе линии «Финиш-5» вскоре в НИИПМ были разработаны два комплекта оборудования для заключительных операций производства интегральных микросхем в планарных корпусах с 16-24 выводами (линия «Финиш-16, 24», спутник с базовой площадкой 32x32 мм) и с 40-48 выводами (линия «Финиш-48», спутник с базовой площадкой 51x51 мм). Эти линии успешно работали на Воронежском и Запорожском заводах полупроводниковых приборов. На базе линии «Финиш-5» позднее в этом же отделе был разработан робототехнический комплекс (РТК) для заключительных операций производства микросхем.

Министерство электронной промышленности СССР, основной задачей которого было производство комплектующих изделий для всевозможных радиоэлектронных устройств промышленного, оборонного и бытового характера, приветствовало инициативу своих предприятий по разработке и производству на базе этих комплектующих изделий товаров народного потребления с радиотехническим уклоном. Большим достижением НИИПМ в области видеотехники была разработка и массовый выпуск модели ВМ-12. Этот кассетный видеомаягнитофон стал поистине народной моделью. Воронежские видеомаягнитофоны экспонировались на многих отечественных и зарубежных

выставках. Модель «Электроника-505 видео» была награждена золотой медалью и дипломом Лейпцигской ярмарки. После показа этой модели на ВДНХ разработчики ее получили одну золотую, две серебряные и восемь бронзовых медалей.

С 2008 г. институтом были реализованы работы с ОАО «НПП «Квант» по созданию унифицированного комплекта оборудования для организации выпуска фотопреобразователей (ФП). По данной тематике ОАО «НИИПМ» совместно с ОАО «НПП Квант» были выполнены следующие проекты:

- «Создание оборудования для квалификации солнечных батарей нового поколения» (2010 г.);
- «Создание оборудования для сборки солнечных батарей нового поколения» (2010 г.).

В рамках совместной деятельности с предприятиями Роскосмоса было разработано и изготовлено порядка 18 установок – это оборудование для сборки и квалификации солнечных батарей нового поколения, такое оборудование изготовлено в России впервые.

Унифицированный комплект обеспечивает выполнение около 40 операций технологического маршрута, включая автоматическую сборку ФП, стрингов, роботизированный монтаж стрингов на панели, проведение всех контрольных и испытательных операций. Разработаны и испытаны два типа технологических спутников-носителей на два типоразмера ФП с одинаковой базовой площадкой, что позволило унифицировать устройства загрузки-выгрузки в автоматическом оборудовании комплекта. Применение идеологии сквозных индивидуальных (спутников) и групповых (пеналов, кассет) носителей обеспечивает значительное снижение трудоемкости сборки (в 4-5 раз) и высокий выход годных ФП.

В состав комплекта входят также стенд термовакуумного обезгаживания собранной панели и уникальная установка вакуумного термоциклирования. Установка обеспечивает имитацию условий космического пространства (температурный диапазон - от -180 до +200°С, вакуум – 10-5 мм рт.ст.) и испытания в этих условиях солнечных панелей больших размеров (4000х2500 мм).

За более чем 55-летнюю историю деятельности сформировалась специализация института, сегодня это:

- оборудование для фотолитографических процессов на полупроводниковых пластинах диаметром до 200 мм под проектные нормы до 0,5-0,35 мкм (до 0,35-0,18 мкм в разработке) и керамических подложках под проектные нормы 0,35-0,5 мкм и менее, оборудование для производства фотошаблонов;
- теххимическое оборудование для жидкостных операций (очистка поверхности подложек, травление и химическая полировка поверхностей,

травление металлических, резистивных и др. слоев, селективное автокаталитическое осаждения металлических слоев никеля/золота на контактные площадки кристаллов, расположенных на полупроводниковой пластине, удаление фоторезиста) на пластинах диаметром до 200 мм и стеклянных подложках (ЖК-экраны) размером 370x400 мм с использованием новых технологических процессов (мегазвук и др.);

- оборудование отмывки пластин и подложек (гидромеханической, мегазвуковой, с применением эффекта Марангони, бесконтактная очистка поверхности и др.);

- оборудование для вакуумного осаждения и плазмохимических процессов (очистка поверхности, травление диэлектрических и металлических пленок, нанесение тонких пленок, удаление фоторезиста) на полупроводниковых подложках диаметром 200 мм, стеклянных размером 200x200 мм;

- контрольно-измерительные системы для дискретных полупроводниковых приборов (в том числе силовых на ток до 100 А и напряжение до 4000 В) и больших интегральных схем в корпусах с 256 выводами на частоте функционирования 100 МГц;

- испытательное оборудование для ИЭТ повышенной надежности (термоциклирование, сортировщики при нормальной, повышенной +150°C и пониженной -60°C температурах, стенды электротермотокковой тренировки, контактирующие устройства, технологические спутники-носители);

- технологические комплексы и отдельное оборудование для получения особо чистой воды производительностью от сотен литров до десятков кубических метров в час с использованием современных безреагентных методов.

ОАО «НИИПМ» сегодня является одним из основных разработчиков и изготовителей специального оборудования для производства изделий микроэлектроники в Российской Федерации.

ОАО «НИИПМ» является базовым предприятием технопарка «Содружество», объединившего деятельность более 60 малых и средних инновационных предприятий различной направленности.

IV. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВА

ОАО «НИИПМ» осуществляет разработку специального технологического оборудования для создания элементов современной электронной компонентной базы, а также средств ее измерений и испытаний по следующим направлениям:

- **оборудование фотолитографии** (кластерные линии фотолитографии, кластерные технологические модули для выполнения операций процессов

фотолитографии, автоматические линии для формирования пленок фоторезиста и фоторезистивных масок, одно и двух модульные установки для нанесения и проявления фоторезиста, для нанесения и проявления фоторезиста с последующей термообработкой);

– **оборудование для изготовления фотошаблонов** (оборудование для нанесения фоторезиста, оборудование химической обработки фотошаблонов, оборудование для термообработки фотошаблонов, оборудование для двухсторонней отмывки);

– **оборудование технохимии** (автоматизированные и ручные линии, модули химической обработки в неорганических и органических средах);

– **оборудование отмывки и сушки пластин и подложек** (автоматическое, полуавтоматическое оборудование для односторонней и двухсторонней индивидуальной отмывки и сушки пластин и подложек с применением методов гидромеханической и мегазвуковой отмывки);

– **вакуумное и плазменное оборудование** (оборудование для плазмохимической и ионно-плазменной обработки, оборудование для осаждения покрытий на пластины и подложки магнетронным методом);

– **контрольно-измерительное оборудование** (измерители);

– **контрольно-испытательное оборудование** (проходные камеры, стенды электротермотренировки, сортировщики);

– **технологические носители и контактирующие устройства** (спутники-носители, пеналы, контактирующие устройства);

– **системы водоподготовки для промышленного и гражданского применения;**

– **блочно-модульные установки (компактные ЛОС)** для приема стоков отработанных концентрированных растворов травления технохимических производств с последующей нейтрализацией, разделения полученной нейтральной фазы в виде осадка «твердая фаза» и получения раствора «жидкая фаза», пригодного для разбавления водопроводной водой и слива в общую канализацию предприятия

– **автоматизированные/роботизированные транспортные системы** для межоперационного перемещения обрабатываемых объектов в специальном технологическом оборудовании.

ОАО «НИИПМ» продолжает развивать приоритетные направления своих разработок, придерживаясь основных мировых тенденций к конструктивному и функциональному формату оборудования. Решаемые в рамках данных направлений задачи выводят разрабатываемое оборудование на новый уровень.

V. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

1. Фотолитографическое оборудование

Повышение эффективности технологической модернизации радиоэлектронной промышленности связано с решением задачи создания современных базовых технологий и решением задачи системного подхода к переоснащению производственных мощностей. На сегодняшний день одной из доминирующих технологий становится 3D-интеграция. 3D-интеграция лидирует и на уровне печатных узлов, и гибридных интегральных схем, а также активной и пассивной элементной баз для них. Развитие элементной базы в мире в настоящее время связано с разработками батарей, модулей памяти, антенн, транзисторов, резисторов, конденсаторов по пленочной технологии. Неотъемлемой составляющей производственных комплексов для реализации большинства передовых технологий является оборудование фотолитографии.

В традиционных технологиях, реализуемых на существующем оборудовании, выход годных является относительно высоким, но при переходе к 3D-технологиям, предполагающим формирование многослойных структур, это оборудование не сможет обеспечить выход годных на таком же уровне, поскольку определяющим критерием здесь уже будет являться воспроизводимость.

Актуальным на сегодняшний день для ключевых производителей ЭКБ в России является освоение технологических процессов на пластине диаметром 200 мм с проектными нормами 180 нм, а также 0,35 мкм. Для обеспечения требований технологии проекционной фотолитографии (ПФЛ) в производстве СБИС технологического уровня $0,35 \div 0,18$ мкм, необходим переход на новые принципы фотолитографической обработки слоёв фоторезиста с использованием модульно-кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином комплексе. Применение таких комплексов обеспечит требуемую воспроизводимость и технологическую гибкость процесса ПФЛ, высокую производительность и коэффициент готовности оборудования при минимальной привносимой дефектности.

На сегодняшний день предприятия Российской Федерации оснащены и продолжают оснащаться кластерами фотолитографии производства Германии, Швейцарии, Австрии, Японии, США, значительная часть этого оборудования приобретается на вторичном рынке, это уже восстановленное оборудование. В последнее время производители из Кореи предпринимают попытки вывода на рынок кластеров фотолитографии собственного производства, в качестве прототипа выступало японское оборудование. Иностранные производители кластеров фотолитографии придерживаются тенденции завершения производства оборудования для работы с пластинами диаметром 200 мм и перехода на его производство для работы только с пластинами 300 мм и выше. Для российских

предприятий сегмент с технологиями на пластине 200 мм и проектными нормами 0,35 мкм, 180 нм остается важным и осваивается.

В связи с этим, разработка российского фотолитографического кластера является актуальной с точки зрения технологической безопасности и критически важной в рамках технологической цепочки создания ЭКБ.

Первый этап создания фотолитографического оборудования кластерной конфигурации осуществлялся предприятием в рамках программы Союзного государства Россия-Беларусь для производства СБИС с субмикронными проектными нормами (0,65 мкм) и дискретных полупроводниковых приборов.

Комплекс представляет собой набор технологических модулей, осуществляющих операции нанесения, сушки, проявления и задубливания фоторезиста. Модули объединены единым транспортным устройством в виде высокоточного робота с 6 степенями свободы, который обеспечивает произвольный маршрут перемещения подложек от модуля к модулю, а также выполнение параллельных программ. Робот проводит автоматическую загрузку подложек из кассеты на позиции обработки, их индивидуальную обработку с последующей выгрузкой пластин. В контролируемой воздушной среде замкнутой конфигурации размещены только модули и транспортный робот, что создает внутри объема условия чистого помещения.

Предъявляемые современные требования к функциональности, надежности и габаритам оборудования приводят к необходимости объединения операций, выполняемых на отдельно стоящем оборудовании в кластер. Новое оборудование на кластерной платформе позволяет существенно сократить время проведения операций, расход реактивов и повысить скорость процесса и выход годной продукции. Концепция объединения отдельных модулей в единый кластер позволяет проводить последовательные операции в условиях очищенной атмосферы, которую проще организовать, располагая необходимое количество фильтров на кластере. При этом необходимо отметить, что каждый из модулей является самостоятельной установкой, способной выполнять определенную операцию.

Разработка отечественного оборудования, основанного на принципах кластерной платформы, представляется задачей важной как с точки зрения реализации конструкторского и технологического потенциала российских разработчиков и достижения более высокого технологического уровня отечественного оборудования, так и с точки зрения ориентированности на курс импортозамещения. В этой связи, хотелось бы отметить, что круг оборудования такой конфигурации, разрабатываемого в нашей стране, растет. В первую очередь это связано с тем, что производители специального технологического оборудования получили государственную поддержку – Минпромторг РФ приступил к реализации государственной программы «Развитие электронной и

радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы». В рамках подпрограммы «Развитие производства специального технологического оборудования» в 2016 г. поддержку получили 12 российских предприятий. Среди них и ОАО «НИИПМ».

Целью проекта ОАО «НИИПМ» в рамках вышеуказанной государственной программы является разработка кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином модуле. Кластер фотолитографии, объединяющий операции формирования фоторезистивной маски, представляет собой высокотехнологичное оборудование для выполнения этапов очистки пластин диаметром 150 и 200 мм, обработки промотором адгезии, нанесения фоторезиста, сушки, термостабилизации, проявления. Кластер имеет в своем составе модуль загрузки и автоматической связи со степпером. Все модули соединены друг с другом общей платформой и роботом-манипулятором.

Автоматические фотолитографические кластеры для нанесения и сушки/проявления и задубливания резиста по сравнению с кластерами, интегрированными с оборудованием совмещения и экспонирования, не требуют согласования временных периодов (тактов) выполнения всех операций кластера с тактами операций совмещения и экспонирования. В отличие от интегрированных кластеров, это обстоятельство дает ряд преимуществ, что становятся особенно важными при освоении производства инновационной продукции. К ним относятся гибкость производства (на установке нанесения или проявления можно одновременно проводить аналогичные для нескольких изделий и литографий процессы, обеспечивая несколько установок экспонирования с установленными для разных литографий шаблонами); возможность отработки процессов для новых изделий; возможность введения (при необходимости) дополнительных операций (нанесение нескольких слоев фоторезиста, дополнительные термические операции, предварительное проявление без термообработки); остановка для переналадки или ремонта одной установки не влечет за собой брака на других этапах техпроцесса; в случае необходимости возможно добавление оборудования на узких производственных местах с минимальными финансовыми издержками; возможность иметь несколько установок нанесения для разных типов покрытий в случае массового производства; быстрота и легкость перенастройки.

Автоматические фотолитографические кластеры позволяют оптимизировать производительность для обеспечения равномерного выпуска продукции при рациональном использовании ресурсов предприятия. Обработке могут быть подвергнуты подложки с произвольным размером и геометрией и из различных материалов, что позволяет применять платформу как для прикладных исследований и разработок, так и для серийного выпуска продукции.

Поскольку физико-химические процессы фотолитографии довольно чувствительны к малейшим изменениям внешних условий, то для обеспечения стабильного технологического режима управление оборудованием должно быть автоматическим. Кластер соответствует требованиям полной автоматизации, что исключает механические и технологические сбои, позволяет четко регламентировать технологический процесс, обеспечивает гибкость, чистоту и надежность процессов с фоторезистом.

Наряду с модернизацией транспортной системы при переходе на кластерную платформу существенным конструкторским изменениям подверглись и технологические позиции. Конструкция устройства нанесения резиста позволяет работать с резистами различной вязкости и реализовывать нанесение по заданной программе. Устройство термообработки оснащено программируемым механизмом вертикального перемещения подложки, что обеспечит требуемую реализацию программы сушки (термообработки).

Применение кластерной платформы в оборудовании проведения физико-химических процессов фотолитографии полностью отвечает современным концепциям построения оборудования такого класса. Стоит отметить, что и автоматизированные линии фотолитографии, построенные на трековой платформе, изготавливаемые ОАО «НИИПМ» в последние годы, успешно работают на предприятиях отрасли, обеспечивая высокое качество продукции и производительность.

Кластер может работать в двух форматах – автономно и в связи со степпером, для чего имеет в своем составе модуль загрузки и автоматической связи со степпером. Фотолитографический кластер позволит проводить операции по формированию слоя резиста перед экспонированием и операции проявления и задубливания резиста после экспонирования. При этом предлагаемые к разработке кластерные линии будут предназначены для работы как в едином цикле совместно со степперами для проведения экспонирования такими как ЭМ-5484, ЭМ-5584 производства ОАО «КБТЭМ-ОМО» (ГНПК «Планар», Беларусь, г. Минск), Canon FPA-3000 i4 (США), Nikon NSR2205-i12D (Корея), так и для автономной работы.

Все модули соединены друг с другом общей платформой и роботом-манипулятором. Отметим, что благодаря модульному исполнению, конструктивно кластер может быть оптимально выстроен под задачи реализуемого технологического процесса. Поскольку физико-химические процессы фотолитографии довольно чувствительны к малейшим изменениям внешних условий, то для обеспечения стабильного технологического режима управление оборудованием должно быть автоматическим. Кластер соответствует требованиям полной автоматизации, что исключает механические и

технологические сбои, позволяет четко регламентировать технологический процесс, обеспечивает гибкость, чистоту и надежность процессов с фоторезистом.

В рамках проекта ведется разработка кластера для работы с пластинами диаметром 150 и 200 мм, но данный принцип также распространяется и для технологических процессов обработки других подложек с произвольным размером и геометрией и из различных материалов, что позволяет применять платформу как для прикладных исследований и разработок, так и для серийного выпуска продукции.

Научно-технический задел, полученный в ходе работ над данным проектом, будет применяться для изготовления для предприятий-производителей ЭКБ как кластеров в различной конфигурации, так и различных модулей, способных работать автономно для выполнения заданных операций.

В 2018 году ОАО «НИИПМ» успешно завершил этап НИОКР комплексного проекта «Разработка и организация производства кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином модуле», в результате которого была разработана кластерная линия фотолитографии, объединяющая операции формирования фоторезистивной маски на пластинах диаметром 150 и 200 мм с проектными нормами 0.18 мкм и 0.35 мкм.

Одной из составляющих данного проекта стала разработка технологических модулей кластера и одно- и двухмодульного оборудования на их базе.

Автоматизация специальнотехнологического оборудования всегда подразумевает управляемое перемещение обрабатываемого объекта по заданному маршруту. Транспортные системы являются неотъемлемой составляющей конструкции, и ОАО «НИИПМ» в своем оборудовании старается применять конструкторские решения транспортных систем собственной разработки – это автооператоры для перемещения кассет в линиях химической обработки, системы загрузки-выгрузки и перемещения пластин и подложек в оборудовании фотолитографии, производства фотошаблонов и отмывки. Но современные требования к логистике внутри оборудования заставляют менять концепцию транспортных систем. Это определило следующий этап развития этого направления в институте – перспективные разработки роботов-манипуляторов типа SCARA – манипуляторов с селективной гибкостью. В 2018 г. специалистами ОАО «НИИПМ» был разработан и изготовлен опытный образец робота SCARA.

В качестве перспективы в рамках планируемой Комплексной целевой программы «Развитие микроэлектронной промышленности Российской Федерации в 2018-2027 годы» Шифр «П-710», подпрограмма СТО ПП-5 планируется разработка оборудования на кластерной платформе для пластин диаметром до 300 мм.

Направление фотолитографии ставит перед собой следующие задачи:

– Создание кластерного оборудования фотолитографии для полупроводниковых пластин с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином комплексе с использованием наиболее полной технологии фотолитографии, отработанной на линиях фотолитографии, выпускаемых ОАО «НИИПМ».

– Применение для реализации конструкторско-технологических решений различных технологических схем обработки, на кластерных линиях фотолитографии для пластин, начиная от простых и до самых сложных, в зависимости от поставленных задач заказчиками с различными проектными нормами и технологиями.

– Создание возможных базовых вариантов компоновки кластерных линий фотолитографии для пластин с различным набором технологических модулей.

– Использование на кластерных линиях фотолитографии для пластин единой, гибкой системы транспортировки на базе роботов.

– Создание базовых электронных систем управления кластерными линиями фотолитографии для пластин и базового программного обеспечения.

– Проведение экспериментальных работ по отработке режимов нанесения фоторезиста, проявления фоторезиста, режимов термообработки и режимов мегазвуковой очистки.

– Разработка и изготовление макетного образца блока нанесения фоторезиста методом распыления. Отработка технологии нанесения разных типов фоторезиста. Внедрение полученных положительных результатов в конструкцию кластера.

– Создание настольного оборудования фотолитографии.

– Создание кластерного оборудования для обработки фотошаблонных подложек, удовлетворяющих требованиям технологии изготовления СБИС с проектными нормами 90 нм или 65нм на базе собственных роботов и опыта ОАО «НИИПМ» и проведения операции очистки готовых фотошаблонов, для нанесения фоторезиста на шаблонные подложки, для проведения теххимических операций на шаблонных подложках, для индивидуальной двухсторонней очистки готовых фотошаблонов.

– Создание кластерного оборудования для изготовления пелликов. В настоящее время оборудование для изготовления пелликов в России не выпускается. Рамки в сборе с пелликами приобретаются за рубежом.

2. Оборудование отмывки пластин, подложек и изделий

Оборудование гидромеханической и мегазвуковой очистки пластин, фотошаблонов, керамических и стеклянных подложек, разрабатываемое ОАО «НИИПМ», предназначено для односторонней и двухсторонней,

индивидуальной и групповой обработки объектов, выполняется в ручном, полуавтоматическом или автоматическом исполнении.

В значительной части оборудования отмывки обычно применяются ультразвуковые колебания частотой 20 кГц и 44кГц, звуковые волны таких частот создают высокую и низкую фазы соответственно в жидкости. Это вызывает физический эффект кавитации. Высоким локальным давлением создаются вокруг кавитационные пузырьки через стремительные взрывания, сильные турбулентности и потоки струй в жидкости. Эти явления, являются критерием, который ведёт к удалению частиц грязи с обрабатываемой поверхности. При ультразвуковой частоте (например 25 кГц) кратковременно создаются высокая температура , более 5000 °С и высокое давление до 500 бар. Такие высокие температура и давление могут разрушить хрупкие структуры.

Однако, энергия кавитации значительно уменьшится, если применять частоту от 1 МГц до 2.5 МГц. При этой частоте микроструктуры не разрушаются. В связи с этим всё более широко применяются методы мегазвуковой обработки пластин, фотошаблонов, керамических и стеклянных подложек. Но в отличие от ультразвука, мегазвуковые колебания распространяются строго направленно узким пучком, поэтому к созданию оборудования мегазвуковой обработки требуется специфический подход. В зависимости от поставленной задачи применяются те или иные мегазвуковые инструменты на соответствующем оборудовании.

В ОАО «НИИПМ» созданы и продолжают появляться новые образцы оборудования мегазвуковой обработки, начиная от простых систем и кончая современными автоматами.

В качестве перспектив для разработок в рамках этой специализации можно определить следующие направления:

- Изготовление экспериментальной установки групповой мегазвуковой обработки пластин. Отработка технологии отмывки пластин.
- Применение ванны групповой мегазвуковой очистки в создании химического оборудования групповой обработки позволит вести процессы хим. обработки в растворах SC-1 и SC-2 с большей эффективностью и с большей производительностью. Кроме того повышается конкурентная способность нашего химического оборудования.
- Разработка и изготовление опытного образца ванны с технологией отмывки и сушки фотошаблонов с использованием эффекта «Марангони» (подача паров ПАВ в зону выхода фотошаблона из воды) в размерах спроектированной центрифуги для сушки фотошаблонов для «Микрона». Сушка фотошаблонов с использованием эффекта «Марангони» позволяет удалять влагу с поверхности обрабатываемого фотошаблона на 20% лучше (примеры зарубежных специалистов), чем на центрифуге. Конструкция позиции сушки намного проще в

изготовлении и надёжнее в эксплуатации. Кроме того, использование данной ванны позволяет установке химической обработке фотошаблонных заготовок приобрести новизну в технологическом производстве, привлечь покупателей, а ОАО «НИИПМ» получить патент.

– Разработка ванны отмывки и сушки полупроводниковых пластин на основе эффекта «Марангони», но уже с использованием разности температур воды и температуры пластины в зоне выхода пластины из ванны. Это возможно выполнить путём подачи нагретого азота (воздуха) в зону выхода пластины из ванны. Данный способ хорош тем, что отсутствует необходимость в изопропиловом спирте, хотя эффект сушки также хорош, как в предыдущем пункте.

– Разработка и изготовление опытного образца ванны с технологией мегазвуковой очистки и одновременной сушки фотошаблонов с использованием эффекта «Марангони» (подача паров изопропилового спирта в зону выхода фотошаблона из воды). Данная разработка позволяет не только сушить фотошаблоны, но осуществлять мегазвуковую обработку его поверхности, что в условиях с повышенными требованиями к чистоте является не маловажным плюсом. Кроме того, данную технологию можно применить в установке 2-х сторонней отмывки П/П пластин. Это позволит отказаться от применения центрифуги в данной установке, что повысит её надёжность и снизит стоимость изготовления.

3. Оборудование для химико-механической полировки

Проектирование и изготовление микросхем, МЭМС и микросборок представляет собой широкую и постоянно развивающуюся отрасль науки и техники, основанную на свойствах полупроводниковых материалов. Создание подвижных элементов микросистем строится на принципах послойного формирования пленок, состоящих из основного материала и материала жертвенного слоя, который, в конце концов, должен быть удален на финальном этапе. Особенностью МЭМС является подвижность отдельных элементов, микроскопический размер которых требует чрезвычайной точности исполнения, добиться которой позволяет планаризация поверхности пластины после каждого этапа формирования слоя.

Для удаления рельефа, образующегося на стадиях селективного травления и осаждения, а также для обеспечения формирования нужной топологии при многоуровневой металлизации применяется метод химико-механической планаризации. Данный метод был представлен в 1983 г. компанией IBM для планаризации межслойных диэлектриков и многослойных металлических структур в полупроводниковых устройствах, а с конца 1990х годов технология ХМП является одной из самых быстро развивающихся на рынке оборудования.

Общий объем мирового рынка в 2008 году составил 2.8 млрд долларов, причем доля оборудования ХМП и пост-ХМП составляет 1.3 млрд, а суспензии для ХМП – 660 млн долларов. По данным сайта [<https://www.bccresearch.com/market-research/advanced-materials/chemical-mechanical-polishing-cmp-avm047b.html>] при коэффициенте роста 14.7% к 2013 рост рынка должен достичь 5.5 млрд долларов.

Химико-механическая планаризация – это процесс, который сочетает механическую полировку (т.к. механическое истирание при трении) с химическим травлением. В общем случае скорость удаления материала в ходе ХМП пропорциональна давлению, приложенному к пластине и относительной скорости движения, однако точную скорость удаления материала предсказать почти невозможно, поскольку она сильно зависит от выбора полирующей суспензии, пэда и обрабатываемого материала.

Полировальная суспензия состоит из таких компонентов, как вода, абразивные наночастицы, органические и неорганические кислоты или основания для контроля рН, антикоагулянты для предотвращения коагуляции суспензии, ингибиторы коррозии, ПАВы, полимеры, окислители, буферные смеси для контроля скорости удаления, хелаты или комплексообразователи, бактерициды и фунгициды. В целом состав суспензии очень зависит от выбора обрабатываемой поверхности [Nobe, S. Semiconductor wafer process materials / S. Nobe [et all.] //Hitachi Chemical Technical Report. – N. 55. – С. 16-19.]. В качестве абразивных частиц применяют наночастицы оксидов кремния, алюминия, церия или полимерные частицы размером порядка 100 нм.

Во время процесса полировки абразивные частицы суспензии задерживаются между поверхностью пластины и неровностями пэда, вызывая истирающее действие. Чем больше шероховатость пэда, контактирующего с поверхностью пластины, тем больше материала можно удалить. Пэды представляют собой полимерные диски, предназначенные для истирания поверхности обрабатываемой пластины. Как правило, они состоят из нескольких разных материалов, а их изготовление может осуществляться методом 3D-печати: слои формируются последовательно, накладываясь один на другой с учетом контроля геометрических параметров пэда.

Механизм процесса химико-механической планаризации можно определить как истирающее действие абразивных частиц на поверхность, которая была предварительно химически активирована.

Техническое оснащение процесса ХМП представлено роторными полировальными машинами с одной пластиной. Пластину удерживают рабочей поверхностью вниз во вращающемся держателе и прижимают к вращающемуся полимерному пэду, на который подается химически активная суспензия. Скорости удаления различных материалов зависят от приложенного давления, кинематики, от химического состава и содержания частиц в суспензии. Различные

материалы и комбинации материалов на поверхности обрабатываемой пластины требуют различных суспензий для достижения желаемой скорости удаления, селективности по скорости между разными материалами и желаемой однородности, качества поверхности и количества дефектов. Свойства материала и структура поверхности пэда также влияют на последние три параметра, поэтому пэды и суспензии являются критическими элементами процесса и вместе составляют значительную часть затрат, возникающих в процессе химико-механической планаризации.

Ведущиеся производителями специального технологического оборудования разработки демонстрируют устойчивый тренд увеличения диаметра обрабатываемых пластин.

Разработанная фирмой ARACA система подачи суспензии (Slurry Injection Systems, SIS) позволяет значительно оптимизировать процесс химико-механической планаризации: снижение количества дефектов обусловлено постоянным обновлением порции обрабатывающей суспензии, а порции, насыщенные шламом, удаляются с поверхности пэда. Установка фирмы ARACA позиционируется как первая в мире система ХМП для 300 мм пластины, способная в реальном времени определять силу сдвига в поперечном направлении и силу прижима, а также температуру пэда, ток двигателя очистителя и другие важные параметры полировки.

Установки фирмы Applied Material. подходят для изготовления FinFET транзисторов (имеющих трехмерный затвор транзистора в форме плавника) и 3D NAND (флеш-память). Имеющаяся полировальная головка Titan Edge улучшает однородность удаления материала, система FullVision позволяет контролировать степень удаления материала. Данная система представляет собой оптически прозрачное для видимого/УФ/ИК излучения «окошко», через которое автоматически ведется контроль степени удаления материала. В установку введен дополнительный модуль предварительной очистки, который уменьшает количество дефектов. Оборудование имеет высокий класс производительности вследствие имеющейся возможности одновременной обработки нескольких пластин [Applied Reflexion® LK Prime™ CMP System / Applied Materials. – 2014. – 18 p.].

Фирма Accretch производит установку ChaMP 311/332, предназначенную для химико-механической планаризации пластин диаметром до 300 мм. К основным достоинствам установки относится модульность и компактность конструкции, полирующая головка с пневматической системой, простота обслуживания, система End Point Direction для высокой точности и равномерности полировки, применимость для обработки меди, STI, ILD, SOI и т.д., высокая производительность обеспечивается 3 полировальными столами 2 полировальными головками.

Отечественное оборудование в данном сегменте не представлено, российские установки химико-механической полировки полупроводниковых пластин не разрабатываются и не производятся, хотя спрос у производителей ЭКБ в России на это оборудование высок.

В рамках выполнения проекта по программе Союзного государства предприятие имело успешный опыт разработки и изготовления установки химико-механической полировки, предназначенной для полировки слоев SiO₂, Si₃N₄, ФСС, БФСС. Установка была предназначена для индивидуальной односторонней обработки пластин диаметром 76 мм. На установке применялись следующие методы полировки пластины: удержание пластины на полировальной оправке с помощью вакуума; прижатие пластины к столу с помощью пневмоподушки между полировальной оправкой и пластиной и удержание ее с помощью ограничительного кольца.

Скорость вращения полировального стола 50 ÷ 300 об/мин, диаметр полировального стола 350 мм, усилие прижатия пластины к полировальному столу 5 ÷ 40 кгс, скорость подачи суспензии 30 ÷ 100 мл/мин, изолирующий материал рабочей поверхности полировальной оправки - самоклеющаяся полимерная пленка.

К разработке планируется установка прецизионной химико-механической полировки в кластерном варианте. Она предназначена для планаризации слоёв поликристаллического и монокристаллического кремния, диэлектрических слоёв SiO₂, ФСС, БФСС, а также слоёв W, Ti, TiN с последующей двусторонней отмывкой пластин в едином технологическом цикле.

4. Оборудование для групповой химической обработки

Перспективность развития направления специального технологического оборудования определяется востребованностью оборудования нового поколения, которое не просто превосходит зарубежные аналоги, а отвечает требованиям новых технологий, реализуемых на нем, и новому уровню производства в целом.

Неотъемлемой частью технологического маршрута при производстве изделий микроэлектроники являются операции химической обработки в жидких средах, очистка, общее и локальное травление поверхностных или технологических слоёв, активации поверхности, химического и электрохимического осаждения покрытий, изотропного и анизотропного травления, химического удаления фоторезистивных масок.

Выполнение теххимической обработки подложек сопряжено с рядом трудностей, возникающих при проведении операций с элементами малых размеров, вплоть до нескольких десятков нанометров, при этом должны быть исключены повреждения этих весьма чувствительных объектов.

Автоматический комплекс нанесения металлических слоев «Гексар» стал отправной точкой расширения направления автоматизированных линий теххимической обработки в ОАО «НИИПМ», и оно продолжает активно развиваться, в частности, результатом проводимой в течение 2017 г. работы стала разработка, изготовление и поставка Заказчику – АО «Ижевский электромеханический завод «Купол» Автоматизированной линии травления деталей из кварцевого стекла Лада-МQ.

В основу разработок автоматизированных комплексов химической обработки положено модульное исполнение, предполагающее возможность организации разнообразных технологических процессов путем комплектования отдельных модулей. Этот принцип позволяет разработать комплексы оборудования для реализации ряда различных процессов: селективное автокаталитическое осаждение финишных металлических покрытий на основе никеля/золота на контактные площадки изделия; химическое травление, полировка и очистка подложек и изделий, химическое травление металлических проводящих слоев; химическое травление слоев резистивных сплавов. Возможность комбинировать и компоновать отдельные модули в полноценный комплекс позволяет адаптировать оборудование для любого теххимического процесса. При таком подходе линии найдут новое применение для групповой обработки пластин, подложек и других изделий, размещаемых в кассете.

Автоматизированная линия травления деталей из кварцевого стекла Лада-МQ предназначена для проведения операций химического травления и химической полировки изделий из кварцевого стекла в растворах смеси кислот. Она представляет собой комплекс модулей, в каждом из которых располагаются по две технологических позиции – ванны, объединенные транспортной системой, автооператор производит перемещение кассеты с изделиями от позиции загрузки через последовательность позиций обработки, задаваемой оператором, к позиции выгрузки. Технологический процесс состоит в последовательном проведении операций химической обработки, стоп-процесса, промывки и сушки. Операции проводятся в автоматическом режиме. Технологическая позиция химической обработки позволяет после проведения обработки в смеси кислот реализовать стоп-процесс на этой же позиции посредством скоростного слива раствора кислот в промежуточную ёмкость и последующего душирования кассеты с кварцевыми деталями посредством распылителей деионизованной водой в пространстве 8D: двойное диагональное, от верхнего края ванны вдоль широкой стенки к нижнему углу ванны; двойное вертикальное, от крышки ко дну ванны и от дна ванны к крышке ванны; двойное горизонтальное, от широких боковых стенок ванны к её центру и двойное горизонтальное от узких боковых стенок ванны к её центру. Процесс промывки осуществляется на технологических позициях в двух форматах – циклическом, когда кассета душируется деионизованной водой с

одновременным наполнением ванны, а после наполнения осуществляется залповый слив, и данный процесс повторяется заданное количество раз, и проточном, когда кассета отмывается в постоянно обновляющемся объеме воды. Процесс сушки реализован в камере сушки с помощью инфракрасных ламп и обдува горячим осушенным и очищенным воздухом.

Отметим, что согласно требованиям Заказчиков, большая часть выпускаемого оборудования поставляется в комплекте с химическими кабинетами, предназначенными для подготовки рабочих растворов травления, очистки, осаждения покрытий и подачи их в оборудование химической обработки.

В этом году в рамках направления технохимия разрабатывается химкабинет – установка для смешивания кислот, приготовления их водного раствора, подачи смеси кислот к линии травления кварцевых деталей в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Установка позволяет снизить действие вредных производственных факторов на рабочий персонал.

В рамках данного направления планируется оптимизация, модернизация конструктивно-технологических решений для оборудования, которое уже разработано и выпускается, выполнение разработок полуавтоматического оборудования технохимии с автоматизацией части транспортных функций, новые разработки для автоматического оборудования.

5. Оборудование для индивидуальной химической обработки

Неотъемлемой частью технологического маршрута при производстве изделий микроэлектроники и МЭМС являются операции химической обработки в жидких средах, очистка, общее и локальное травление поверхностных или технологических слоёв, активации поверхности, химического и электрохимического (Ni, Cu, Au, Sn, Ag, сплавы) осаждения покрытий, изотропного и анизотропного травления, химического удаления фоторезистивных масок. Оборудование для жидкостной химической обработки многократно применяется в технологическом процессе изготовления ИС и МЭМС. Повышение степени интеграции элементов на кристалле, увеличение диаметра обрабатываемых пластин до 300 мм с соответствующим уменьшением топологических норм до 130 нм, влекущее за собой появление ряда новых технологических процессов, ужесточение требований к их реализации, предъявляет и повышенные требования к оборудованию химической обработки. Ответом на такой вызов являются роботизированные кластерные системы индивидуальной химической обработки – автоматизированное оборудование, работающее по принципу из кассеты в кассету, обрабатывающее каждую пластину индивидуально. Данный класс оборудования позволяет на одной платформе объединить возможность проведения операций химической и

гальванической обработки от электрохимического осаждения широкого диапазоном материалов для различных типов устройств, включая металлизацию TSV, до всех видов травления и очистки.

Этот аспект особенно важен при организации многономенклатурного производства, кластерные системы позволяют решать задачи как прототипирования, экспериментальной отработки и усовершенствования технологических процессов производства новых видов изделий, так и изготовления продукции с высокой производительностью.

На сегодняшний день существенных экспортных ограничений в данном сегменте не наблюдается, однако перспектива перехода на обработку пластин диаметром 300 мм может привести к их возникновению.

Особое внимание при производстве интегральных схем (ИС) и микроэлектромеханических систем (МЭМС) уделяется как повышению рентабельности при снижении расхода материалов и увеличению выхода годных изделий, так и простоте и комплексности технологического производства. Эти цели достигаются путем автоматизации и интеграции технологических процессов микроэлектроники, использования новых материалов и их композиций, а также внедрения новых технологических процессов, их сочетаний и инструментов для их реализации – оборудования.

Отметим, что технологии производства ИС и МЭМС в основном схожи. Химическая обработка полупроводниковых пластин является очень важной в процессе производства микроэлектронных изделий различного назначения. В этот сегмент технологических процессов входят как процессы, формирующие структуру (химическое и электрохимическое осаждение покрытий, травление технологических слоев и т.п.), так и процессы химической обработки подложек для очистки поверхности от различных загрязнений и подготовки подложек к последующим технологическим операциям (ионному легированию, нанесению эпитаксиальных слоев, высокотемпературным диффузионным операциям), удаление фоторезиста. Результаты подготовки подложек оказывают решающее влияние на получение различных структур и микроэлектронных изделий на их основе. В зависимости от сложности получаемых изделий операции очистки поверхности подложек занимают до трети общего количества всех технологических этапов изготовления полупроводниковых изделий. Степень очистки оказывает непосредственное влияние на качество продукции, поэтому все больше микроэлектронных компаний прилагает усилия в этом направлении. Это особенно актуально в тенденциях современного полупроводникового производства при повышении степени интеграции элементов на кристалле, увеличении диаметра пластин с соответствующим уменьшением топологических норм.

Применяемое сегодня в технологическом процессе производства ИС и МЭМС оборудование жидкостной химической обработки представлено широким рядом оборудования в ручной, автоматической или полностью автоматической конфигурации. Значительная часть этого оборудования предназначена для групповой обработки пластин. Поскольку мировыми производителями ЭКБ хорошо освоен технологический уровень обработки пластин 200 и 300 мм, характеризующийся особыми требованиями к чистоте проводимых операций и к параметрам изделий, крупнейшие изготовители оборудования для жидкостных процессов выпускают системы химической обработки на кластерной платформе.

В отношении производства ИС и МЭМС технологический процесс ориентирован на освоение проектных норм 130-180 нм на пластинах диаметром до 300 мм для ИС и на освоение техпроцессов на пластинах диаметром до 200 мм для МЭМС.

Переход к индивидуальной обработке пластин в таких условиях является технологически более выгодным для многономенклатурного производства ряда ИС и МЭМС. Каждая пластина будет обрабатываться небольшой свежей порцией раствора, что позволит избежать взаимного влияния пластин друг на друга, что характерно для группового способа обработки, снизит количество привносимых загрязнений, уменьшит расход реактивов и увеличит выход годной продукции. Поскольку при производстве, например, МЭМС используются токсичные вещества, применение индивидуальной химической обработки позволит снизить риски для здоровья человека.

Что касается мировых тенденций в разрезе применяемых в производстве пластин, то наиболее высокие темпы развития в период 2018–2025 гг. продемонстрируют пластины диаметром 300 мм. Прогнозируется увеличение спроса на них с 3,3 млн. шт. в 2018 г. до 7,5 млн. шт. в 2023-м, в основном за счет КМОП-формирователей сигналов изображения с задней подсветкой (backside illumination CMOS image sensors, BSI CIS), также называемых 3D-этажированными BSI или 3D-гибридными BSI.

Второе место занимают 200-мм пластины, которые в основном используются для производства мощных полупроводниковых приборов. Хотя отгрузки 150-мм пластин в ближайшие годы продолжат расти, их доля рынка по сравнению с 200-мм пластинами сократится. Отгрузки 200-мм пластин превзойдут отгрузки 150-мм подложек в 2023 г. Это будет обусловлено прежде всего тем, что большинство производителей мощных полупроводниковых приборов, MEMS и датчиков переведут их изготовление со 150-мм на 200-мм пластины с целью увеличения объемов производства в натуральном выражении.

Мировой рынок оборудования жидкостной химической обработки оценивается в настоящее время объемом порядка в \$18 млрд. с потенциалом

ежегодного роста до 10 % на период до 2025 г. Это направление остается востребованным, развивается. Основными мировыми производителями в данном сегменте являются Obducat (головной офис в Швеции, разработка решений для жидкостных техпроцессов в Германии), M-O-T GmbH (Германия, является частью WOLL group), Idonus (Швейцария), MEI Wet Processing Systems and Services LLC (США), RAMGRABER (Германия), SPS-Europe (Нидерланды), Arias GmbH (Германия), S.P.M. s.r.l. SPECIAL PLASTIC MODULE FOR SEMICONDUCTOR INDUSTRY (Италия), Class One (США), Veeco (США), INNO-MAX Co. Ltd. (Южная Корея), Jaesung Engineering Co. (Южная Корея), TEL-NEXX (Япония).

Наличие мировой тенденции к индивидуальной обработке пластин в продукции компаний Veeco, INNO-MAX Co. Ltd., S.P.M.s.r.l., ClassOne и др., показывает, что конструктивные решения процесса обработки могут быть самыми разнообразными: полив, погружение, спрей.

Среди производителей оборудования для односторонней индивидуальной обработки можно обозначить фирмы Veeco, США (установка WaferStorm), INNO-MAX Co. Ltd., Южная Корея (серия Astro), Jaesung Engineering Co., Южная Корея (Spin Etchers LSE-200, LSE-300). WaferStorm предназначена для операций удаления резиста, обратной литографии для формирования металлизированного слоя (metal Lift-Off), удаления флюса.

Фирма INNO-MAX (Южная Корея) производит оборудование серии ASTRO для проведения на пластинах диаметром 200 и 300 мм процессов отмывки, травления металлов, удаления фоторезиста. На мировом рынке представлено оборудование корейской фирмы Jaesung Engineering Co., предназначенное для снятия резиста и травления оксидной пленки. Компания S.P.M. s.r.l. (Италия) изготавливает оборудование для обработки индивидуальных пластин как методом полива (Metal Lift-Off equipment), так и методом вертикального погружения. Вертикальное погружение пластины предусмотрено на установке Electrochemical Deposition System STRATUS (TEL-NEXX, Япония). Горизонтальное погружение пластины в ванну реализовано в оборудовании Applied Materials, разработанном на основе оборудования Semitool, а также оборудовании ClassOne. Установка типа Solstice LT применяется для разработки и экспериментальных производств, а установка типа Solstice S8 с полной автоматизацией переноса пластин из кассеты в кассету и с сенсорным экраном, интерфейсом GEM / SECSII применяется для массового производства. Ранее оборудование такого типа изготавливалось фирмой Semitool (LT-210C, Raider ECD Au).

Предъявляемые современные требования к функциональности, надежности и габаритам оборудования приводят к необходимости объединения операций, выполняемых на отдельно стоящем оборудовании в кластер. Новое оборудование на кластерной платформе позволяет существенно сократить время проведения

операций, расход реактивов и повысить скорость процесса и выход годной продукции. Концепция объединения отдельных модулей в единый кластер позволяет проводить последовательные операции в условиях очищенной атмосферы, которую проще организовать, располагая необходимым количеством фильтров на кластере. При этом необходимо отметить, что каждый из модулей является самостоятельной установкой, способной выполнять определенную операцию.

Отечественное оборудование в данном сегменте не представлено, российские производители на сегодняшний день, в основном, ориентированы на оборудование для групповой погружной обработки пластин и подложек, поэтому разработка российского оборудования индивидуальной обработки пластин и подложек для осуществления операций теххимической обработки при изготовлении ИС, МЭМС и микросборок является актуальной задачей, требующей новых конструкторских и технологических решений, отвечающих требованиям и особенностям технологического процесса изготовления МЭМС и оптимизированных с точки зрения энергопотребления, габаритов, расхода реактивов и т.п.

ОАО «НИИПМ» имеет достаточный научно-технический задел для реализации проекта по разработке оборудования такого класса, разрабатывает и изготавливает автоматизированное оборудование для групповой химической обработки. В основу разработок автоматизированных комплексов химической обработки положено модульное исполнение, предполагающее возможность организации разнообразных технологических процессов путем комплектования отдельных модулей, объединенных роботизированной транспортной системой для перемещения кассеты с пластинами. ОАО «НИИПМ» в оборудовании фотолитографии и производства фотошаблонов многократно применяло конструктивные решения для индивидуальной односторонней обработки пластин, на этом принципе построены технологические позиции для проявления и травления маскирующих слоев, например, разрабатываемая в настоящее время творческим коллективом наших специалистов установка строится на концепции индивидуальной двухсторонней обработки пластины. На данный момент ведется эскизное проектирование реактора индивидуальной обработки и кластера в целом.

Разрабатываемое технологическое оборудование предназначено для проведения операций травления, промывки, сушки, мегазвуковой очистки пластин диаметром 100, 150, 200 и 300 мм в различных растворах с возможностью варьировать угол наклона ячейки для оптимизации технологического процесса. Реактор представляет собой универсальную конструктивную единицу – модуль. Данный модуль может функционировать как индивидуально, так и, при переходе к высокопроизводительному оборудованию с полной автоматизацией

технологических и транспортных процессов, в составе кластера. Кластер (радиальный или линейный) компонуют из требуемого технологией (3, 6, 8) технологических модулей, модуля загрузки-выгрузки пластин, а объединение достигается за счет единой роботизированной транспортной системы.

Рабочая камера изготавливается из химически стойких материалов. Во время процесса реактор герметично закрывается, что обеспечивает изоляцию зеркала и паров химически агрессивных жидкостей, применяемых при обработке, как от оператора, так и от внутреннего пространства установки. Рабочая камера может быть последовательно заполнена несколькими разными растворами, что на практике реализуется при помощи отдельных каналов. Функциональные возможности реактора предполагают смену обрабатываемых химических реактивов один за другим через соответствующие циклы промывки и нейтрализации (при необходимости). Конструкция реактора предполагает возможность реализации различных способов подачи реактивов в объем реактора: равномерная подача из одной или нескольких форсунок реактивов под разным давлением (соответственно, с различной скоростью), подача спреем, душирование.

Возможными заказчиками вновь разработанного технологического оборудования являются производители ЭКБ (ОАО «НИИМЭ», ПАО «Микрон», АО «Ангстрем», ФГУП «ФНПЦ «НИИИС им. Седакова», ОАО «НПП Пульсар», АО НПП «Исток им. Шокина», АО «НЗПП с ОКБ», ПАО «Светлана», АО «ВЗПП-С», АО «НЗПП», АО «Светлана- Полупроводники», ОАО «Интеграл», АО «НПП «Салют», АО «НПФ «Микран», ФГУП «РНИИРС», ИСВЧПЭ РАН, ОАО «Минский НИИ Радиоматериалов», АО «НИИПП», а также др. предприятия «Росэлектроники», «Росатома», «Роскосмоса» исследовательские университеты (МИЭТ и др.).

Для успешной реализации настоящего проекта ОАО «НИИПМ» планирует привлечь в качестве соисполнителя организацию, специализирующуюся на разработке процессов электрохимического осаждения и реактивов, такой организацией может выступить ООО «Санкт-Петербургский центр «ЭЛМА», а также предприятия, разрабатывающие технологические процессы производства ИС и МЭМС, производителей ИС и МЭМС.

6. Робот-манипулятор

Автоматизация специальнотехнологического оборудования всегда подразумевает управляемое перемещение обрабатываемого объекта по заданному маршруту. Транспортные системы являются неотъемлемой составляющей конструкции, и ОАО «НИИПМ» в своем оборудовании старается применять конструкторские решения транспортных систем собственной разработки – это автооператоры для перемещения кассет в линиях химической обработки, системы

загрузки-выгрузки и перемещения пластин и подложек в оборудовании фотолитографии, производства фотошаблонов и отмывки. Но современные требования к логистике внутри оборудования заставляют менять концепцию транспортных систем. Это определило следующий этап развития этого направления в институте – перспективные разработки роботов-манипуляторов типа SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) – манипуляторов с селективной гибкостью.

Конструктивно роботы-манипуляторы типа SCARA жесткие в вертикальной плоскости, то есть вдоль оси Z, при этом в горизонтальной плоскости (по осям X и Y) обладают податливостью. Такие роботы часто выполняют сборочные операции. Роботы типа SCARA могут работать быстрее, чем декартовые роботы, и имеют небольшие габариты, но они могут быть более дорогостоящими. Важным является то, что благодаря своей конструкции, манипулятор может вытянуться, распрямив «локоть», а может свернуться, освободив занимаемое пространство. Это удобно при работе в ограниченном пространстве, и когда детали перемещаются из одного производственного модуля в другой

Применение SCARA роботов выгодно не только для перемещения пластин и подложек между технологическими позициями обработки, например, в кластере фотолитографии, но и для сборочных операций, где робот должен вкладывать одни детали в другие, при этом, не соединяя их.

В перспективе широкое использование роботов при создании дискретного технологического оборудования для выполнения следующих технологических операций при обработке полупроводниковых пластин, фотошаблонных заготовок и прямоугольных подложек:

- односторонняя гидромеханическая и мегазвуковая обработка;
- двухсторонняя гидромеханическая и мегазвуковая обработка;
- нанесение фоторезиста и термообработка;
- проявление фоторезиста и термообработка;
- индивидуальная теххимическая обработка фотошаблонных заготовок при изготовлении фотошаблонов и т.д.

Автоматизация специально-технологического оборудования всегда подразумевает управляемое перемещение обрабатываемого объекта по заданному маршруту. Транспортные системы являются неотъемлемой составляющей конструкции, и НИИПМ в своем оборудовании старается применять конструкторские решения транспортных систем собственной разработки – это автооператоры для перемещения кассет в линиях химической обработки, системы загрузки-выгрузки и перемещения пластин и подложек в оборудовании фотолитографии, производства фотошаблонов и отмывки. Но современные требования к логистике внутри оборудования заставляют менять концепцию

транспортных систем. Это определило следующий этап развития этого направления в институте – перспективные разработки роботов-манипуляторов типа SCARA – манипуляторов с селективной гибкостью. В 2018 г. специалистами НИИПМ был разработан и изготовлен опытный образец робота SCARA.

Использование роботов на вышеперечисленном оборудовании даёт возможность ОАО «НИИПМ» избавиться от многочисленной номенклатуры дискретных механизмов и значительно повысить надёжность работы нашего оборудования. Кроме того, использование роботов в нашем оборудовании позволит повысить конкурентную способность оборудования, изготавливаемого ОАО «НИИПМ», и привлечь потенциальных заказчиков.

Перспективы развития технологий

1. Электрохимические процессы для микроэлектроники для разрабатываемого ОАО «НИИПМ» оборудования

Трёхмерная (3D) интеграция является одним из путей развития конструкции интегральных схем, обеспечивающим более высокий уровень функциональности при минимальных размерах и максимальном быстродействии. Переход от планарного расположения элементов к объёмному благодаря их вертикальному расположению позволяет повысить их плотность монтажа и способствовать многократному сокращению затрат на производство интегральных схем. Наиболее перспективные изделия, интегрированные на уровне полупроводниковых пластин и кристаллов с переходными отверстиями (TSV – технология). Использование TSV – технологии формирования трёхмерных интегральных схем на основе их сборки в стек и заполнение металлом переходных отверстий в кремнии позволило убрать операцию разварки из технологической цепочки, не только обеспечив максимально возможный на сегодняшний день уровень интеграции интегральных схем, но и снижение трудоёмкости сборки, повышение быстродействия и снижение электропотребления систем.

Сутью технологии TSV является заполнение медью высоко аспектных отверстий по направлению снизу вверх. Данное заполнение достигается за счет наличия специальных поверхностно-активных веществ, которые адсорбируются на поверхностях с высокой поверхностной энергией тем самым блокируя рост кристаллов меди в углах. Вещества «ускорители» накапливаются в глубине отверстий, тем самым ускоряя кристаллизацию меди в отверстиях, что является условием заполнения снизу вверх.

Общемировая тенденция развития микроэлектронной промышленности направлена на миниатюризацию микроэлектронных изделий. В условиях напряженных международных отношений и постоянного наращивания санкций и невозможности приобретения оборудования для микроэлектронной промышленности растёт необходимость в разработке отечественного оборудования, отвечающего современным стандартам. Такое оборудование

обеспечит независимость в такой важной и динамично развивающейся области, как микроэлектроника.

Технологии химического и электрохимического осаждения являются определяющим фактором для разработки оборудования для проведения этих процессов, в связи с этим одной из важных задач, поставленных перед экспериментально-производственной химической лабораторией является разработка таких технологий и сопровождение конструкторской разработки соответствующего оборудования.

2. Электрохимические процессы для собственного производства

ОАО «НИИПМ» является производителем контактирующих устройств для микроэлектронной промышленности. Материалом для контактов контактирующих устройств служат различные медные сплавы, которые обладают превосходной электропроводностью и твердостью. Однако медь и ее сплавы легко окисляются на воздухе, что может привести к выходу из строя микроэлектронной аппаратуры. Для придания контактам антикоррозийных свойств на них наносят гальванические покрытия: Ni, Pd и сплав Ni-Pd.

Отработка и внедрение в производство технологий нанесения гальванических покрытий позволит на базе собственной экспериментально-производственной химической лаборатории контролировать процесс изготовления контактов на всех этапах, что уменьшит выход бракованных деталей и позволит нарастить объемы производства.

Основные направления деятельности по новой технике

Решаемые ОАО «НИИПМ» конструкторские и технологические задачи способствовали обновлению концепции проектирования и изготовления оборудования по основным направлениям специализации:

- оборудование фотолитографии для проведения операций формирования фоторезистивной маски;
- оборудование для изготовления фотошаблонов;
- оборудование теххимии для химического травления, полировки, очистки и химического нанесения металлических слоев на подложки;
- оборудование отмывки и сушки пластин и подложек;
- оборудование для вакуумного осаждения покрытий и плазмохимической, ионно-плазменной, реактивно-ионной обработки;
- контрольно-испытательное оборудование;
- контрольно-измерительное оборудование.

ОАО «НИИПМ» планирует освоение следующих направлений:

- оборудование сбора и нейтрализации химических стоков производств микроэлектроники и других изделий отрасли;

- вспомогательное оборудование для СТО (нагреватели чистых сред, фильтровентиляционные модули и др.);
- автоматизированные транспортные системы, в том числе роботы-манипуляторы типа SCARA;
- комплектующие изделия для оборудования (клапана, насосы, нагреватели погружные и др);
- электрохимическое осаждение покрытий.

Кроме разработки и изготовления специально-технологического оборудования в рамках основных направлений планируется освоение создания сопутствующего оборудования, такого как автоматизированные транспортные системы – роботы-манипуляторы типа SCARA, нагреватели чистых сред, химические насосы и другое.

Контрольно-испытательное оборудование, разрабатываемое в НИИПИМ, это проходные камеры и стенды электротермотренировки, которые предназначены для проведения приемочных и сдаточных испытаний электронных компонентов с повышенными требованиями к надежности и к условиям эксплуатации (компоненты специального назначения, военного и космического назначения).

Институт обладает уникальными компетенциями в части разработки автоматического оборудования для серийных испытаний электронной компонентной базы в диапазоне температур (проходных камер серии ПКВ и ПККТ).

Проходные камеры предназначены для измерения внешним измерителем электрических параметров микросхем в спутниках-носителях при положительных и отрицательных температурах, сортировки их по группам годности, проведения статического и функционального контроля изделий электронной техники (ИМС) в планарных корпусах с 240 и 256 выводами помещенных в спутники носители.

Проходные камеры выпускаются следующим модельным рядом:

ПКВ-1, ПКВ-2, ПКВ-2м, ПКВ-3, ПКВ-4, ПКВ-5.

Их отличительные особенности: низкое энергопотребление, в 4 раза ниже аналогичной по назначению камеры ПК5005; сокращенное в 2 раза время выхода на режим за счет уменьшения габаритных размеров температурной камеры.

На основании маркетинговых и аналитических исследований, проведенных специалистами предприятия в конце 2017 года, были подготовлены предложения о разработке перспективной универсальной испытательной климатической платформы, на базе которой потребителям будет предложена гибкая система выбора компонентов и комплектаций для удовлетворения индивидуальных требований при комплектовании испытательного комплекса. Возможности платформы по испытаниям (электротермотренировка, термоциклирование, повышенная влажность) позволят заместить импортные климатические камеры

японской компании Espec (являющегося в последние годы безусловным лидером на этом рынке в РФ) в более чем 85% случаев.

В рамках данного направления ставится задача разработать, организовать серийное производство и вывести на рынок комплекс высокотехнологичного оборудования для проведения приемочных испытаний и межоперационного контроля ЭКБ (интегральных схем, полупроводниковых приборов, электронных модулей), широкой номенклатуры с возможностью функционального и параметрического тестирования при воздействии отдельных внешних факторов, усилив при этом национальную технологическую безопасность в электронике и обеспечив конкурентоспособность в сегменте испытательного оборудования на зарубежном рынке.

Разрабатываемое климатическое оборудование предназначено для проведения испытаний по методам 201-209 по ГОСТ РВ 20.57.416.

Особенностью данного оборудования должна стать единая модульная платформа, с помощью которой потребитель сам выбирает необходимую ему конфигурацию испытаний. В общем случае оборудование сочетает в себе возможность испытаний на повышенную температуру (рабочую и предельную), пониженную температуру (рабочую и предельную), изменение температуры (термоциклирование), испытание на воздействие инея, росы, повышенной влажности (длительное или кратковременное), воздействие пониженного давления.

Испытания при этом могут проводиться как без подачи электрических воздействий, так и с учетом электрических воздействий.

Электрические воздействия могут быть статичными, динамичными, а также с функциональным контролем (обратная связь). При функциональном контроле осуществляется проверка корректности функционирования изделий в процессе испытаний, ведется протокол событий.

Модули электрических воздействий, источники питания, блоки функционального контроля выбираются заказчиком в зависимости от его потребностей и типа испытуемого изделия.

Необходимо разработать единую платформу (ряд платформ) для создания следующих видов климатического оборудования:

- Тепло
- Тепло-холод
- Тепло-холод-влага
- Тепло-давление
- Тепло-холод-давление
- Тепло-холод-влага-давление

Группировка номиналов объемов определяется на этапе эскизного проектирования.

Предполагается использование свинчиваемых каркасов в одной или нескольких платформах. Платформа должна иметь модульное построение.

Модульное построение камер тепла должно предполагать 1,2 или 4 различных температурных зон, дверь каждой зоны может быть оснащена смотровым окном.

В конструкции платформы будет предусмотрена возможность установки сменных полок, технологических отверстий 50... 150мм.

С целью реализации режима электротренировки необходимо предусмотреть ввод аналоговых и цифровых сигналов (количество сигналов 4-100 зависит от объема камеры), на этапе эскизного проектирования определить возможное количество сигналов.

Должна иметься возможность подключения внешних датчиков температуры.

В конструкции предусмотреть модуль для установки источников питания и устройств задания режимов для испытуемых объектов, связь между которыми должна осуществляться через технологические отверстия или с помощью переходных плат.

Камера с полезным объемом предполагает установку как сменных полок, так и специализированных корзин под оснастку для конкретных изделий (печатных плат, электронных блоков).

Предполагается достижение температуры до $+180^{\circ}\text{C}$ в камере тепла с точностью поддержания $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Платформа должна иметь базовые значения предельных температур: $+100^{\circ}\text{C}$, $+150^{\circ}\text{C}$, $+180^{\circ}\text{C}$. Точность до $+100^{\circ}\text{C}$ должна быть не хуже $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Нагрев должен осуществляться с помощью встроенных электрических нагревателей.

В камере холода определяется нижний предел температуры -75°C (другие базовые значения: -20°C , $+5^{\circ}\text{C}$) с точностью поддержания $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Охлаждение объема камеры предполагается опционально воздушное, водяное, одно- или двух каскадное компрессорное или с помощью подачи жидкого азота).

В камере влаги предполагается достижение следующего интервала влажности 20..95% или 10..98% с точностью поддержания 5% или 2%.

В камере пониженного давления предполагается снижение давления до уровня 1 или 10 мбар, точность поддержания определяется на этапе эскизного проектирования.

Реализация режима циклирования предполагает периодическую смену положительных и отрицательных температур в течение заданного времени (например, 45 минут на нагрев, 60 минут на охлаждение).

Управление оборудованием должно осуществляться как с помощью встроенного пульта управления так и удаленно, по сети Ethernet. Также необходимо USB подключение для снятия дополнительной информации о цикле

работы оборудования. Оборудование предполагает непрерывную круглосуточную работу в течение 3096 часов.

Предполагается проведение метрологической аттестации каждой единицы оборудования.

Планируется начать разработку нового типа оборудования - мобильной климатической испытательной системы, предназначенной для быстрых и точных температурных испытаний различных компонентов микроэлектроники, фиброоптики, гибридов, модулей, узлов и печатных плат, а также всевозможных материалов и устройств, используемых в различных отраслях промышленности и науки. Ключевая особенность – совмещение в одной установке испытаний, проводимых в классической климатической температурной камере, термостресса и термошока.

Рынок подобных систем в настоящее время фактически монополизирован американской корпорацией inTEST Corporation. В условиях санкций США в отношении нашей страны многие российские предприятия ОПК испытывают значительные трудности при закупке такого оборудования. Таким образом, такая система станет, безусловно, востребована среди большинства российских производителей полупроводниковых приборов, спецификой которых по-прежнему является малосерийность и многономенклатурность продуктовой линейки. Такие системы имеют хороший экспортный потенциал.

Важным вызовом для разработчиков НИИПМ является необходимость обеспечения высокой надежности конструкции и удобства повседневной эксплуатации контактирующих устройств при максимальном удешевлении себестоимости. В качестве основного подхода планируется применение модульной конструкции, при которой будет выпускаться небольшое число типоразмеров пустых корпусов с механизмом фиксации, а посадочные места под конкретные корпуса микросхем будут проектироваться и изготавливаться отдельно и вставляются в корпус. Такой подход удешевит себестоимость контактирующих устройств и сделает их более ремонтпригодными.

В рамках программы ГП-19 НИИПМ выступает соисполнителем комплексного проекта «Разработка и производство модульной Тестовой платформы с открытой архитектурой нового типа и комплектом функциональных, измерительных и программных модулей для метрологического обеспечения испытаний СБИС» с ООО «ФОРМ», выполняя разработку ряда контактирующих устройств и спутников-носителей. В 2018 году был выполнен комплекс мероприятий по подготовке производства (разработка и изготовление установок рихтовки и обработки концов контактов, испытательных стендов; создание участка гальванических покрытий контактов и контрольно-измерительного участка; подготовка участка переработки пластмасс; изготовление специализированной оснастки), отработке технологии производства

контактирующих устройств, разработке и изготовлению опытных образцов контактирующих устройств и спутников-носителей для 4 корпусов интегральных схем типа LCC.

К 2020 году в НИИПМ планируется разработать и запустить производство контактирующих устройств и спутников-носителей для корпусов типа FP, QFP, LLCC, SOP, CFP, QFN, BGA, PGA, LGA с количеством выводов 8-1280 и шагом между выводами 0,3-1,25 мм. Всего более 15 комплектов контактирующих устройств и спутников-носителей.

Основными потребителями изделий станут ОАО «Интеграл» (Республика Беларусь), АО «НИИМЭ и Микрон», АО «Ангстрем», АО «ВЗПП-С», АО «Миландр», АО «НИИЭТ» и др.

В настоящее время НИИПМ, реагируя на запросы своих основных потребителей, приступил к разработке стендов на 4 и 36 плат загрузки. В ближайшей перспективе создание новой модели стенда электротермотренировки с улучшенными термодинамическими характеристиками: уменьшенным отклонением достигнутого значения температуры в пределах 2°C, возможностью получения отрицательных температур (до - 60°C) без использования жидкого азота, увеличенной емкостью и реализацией модульного исполнения стенда.

Для всех без исключения технологий микроэлектроники необходимо оборудование и для испытаний СБИС на безотказность, долговечность и стойкость к внешним воздействующим факторам с контролем электрофизических параметров в процессе испытаний. При выпуске ЭКБ высокой надежности данное оборудование является неотъемлемой частью технологического процесса и острой проблемой отечественных предприятий, участвующих в программе импортозамещения.

Отдельно следует выделить давно востребованное в отрасли оборудование для выполнения функционального контроля и измерения электрофизических параметров ЭКБ под воздействием температуры. Потребность в данном оборудовании прямо следует из требований к изделиям, создаваемым в рамках Технологии 5 «Разработка и освоение производства СБИС, предназначенных для использования в средах с максимальной температурой до 170 град С.»

Заказчиками и Потребителями нового оборудования для контроля электрофизических параметров и аналитики являются предприятия, которые разрабатывают и производят ЭКБ в рамках программ импортозамещения, выполняют испытания и входной контроль серийной продукции микроэлектроники, и прежде всего, – в интересах обороны, безопасности и AeroSpace, и в частности:

АО НИИМЭ, ПАО «МИКРОН», АО «НПП» Исток» им. Шокина», ФГУП НИИА им Духова, ФГУП Квант, АО Модуль, АО Миландр, ФГУП НИИМА «Прогресс», АО МЦСТ, ЗАО Корунд, АО «Цифровые решения», АО «Байкал-

электроника», ФГУП МНИИРИП, ОАО "Корпорация "ТРВ", НПОА им Семихатова, ОАО "РАТЕП", ФГУП "ЦНИРТИ им. ак. А.И. Берга", ОАО "НПП "Радиосвязь", ОАО "ИСС им.ак. М.Ф.Решетнева", ФГУП «Вектор», ФГУП «Комета», испытательные центра и предприятия концернов АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», ОАО "Концерн "Вега", ОАО "КРЭТ", ОАО "Концерн "Созвездие", ОАО "Концерн "РТИ-Системы"

Спрос на новые виды оборудования для контроля электрофизических параметров и аналитики обусловлен также высокой динамикой развития технического уровня, возрастающей сложностью и номенклатурой полупроводниковой продукции.

Участие в ФЦП

В рамках формирования Комплексной целевой программы (КЦП) РФ «Развитие оборонно-промышленного комплекса на 2018-2027 годы» в части подпрограммы по развитию специального технологического оборудования для микроэлектроники по направлению разработок были предложены следующие проекты:

I. ОКР: Разработка оборудования фотолитографии в компоновке полуавтоматических и автоматических модулей и роботизированных кластеров (радиальных и линейных) с учетом назначения: создание технологических линий с высокой, средней и малой производительности для пластин диаметром 100, 150, 200 и 300 мм. В рамках данного проекта планируется к разработке и изготовлению следующее оборудование:

– Опытный образец полуавтоматического модуля нанесения и термообработки фоторезистивных пленок, предназначенного для обработки одной пластины диаметром 100/150 мм в условиях производства малой производительности и исследований, комплект РКД и РТД с литературой «О1».

– Опытный образец полуавтоматического модуля проявления и термообработки фоторезистивных масок, предназначенного для обработки одной пластины диаметром 100/150 мм в условиях производства малой производительности и исследований, комплект РКД и РТД с литературой «О1».

– Опытный образец автоматического модуля нанесения и проявления фоторезиста, предназначенного для обработки одной пластины диаметром 200 мм в условиях производства малой производительности и исследований, комплект РКД и РТД с литературой «О1».

– Опытный образец роботизированного кластера фотолитографии, предназначенного для обработки пластин диаметром 100/150 мм в условиях производства средней и высокой производительности, комплект РКД и РТД с литературой «О1».

– Опытный образец роботизированного кластера фотолитографии, предназначенного для обработки пластин диаметром 300 мм в условиях производства высокой производительности, комплект РКД и РТД с литерой «О».

– результаты долговременного технологического тестирования предприятием – потребителем - этап долговременных испытаний и доработки с выпуском комплекта РКД и РТД с литерой «А».

II. ОКР: Разработка оборудования индивидуальной химической и электрохимической обработки пластин диаметром до 300 мм для уровня технологии до 65 нм в компоновке модулей и роботизированных кластеров для выполнения операций химической очистки и отмывки пластин, активации поверхности, химического и электрохимического осаждения, изотропного и анизотропного травления, химического удаления фоторезистивных масок. Данный проект направлен на создание модельного ряда оборудования с различной производительностью от одна- или двухпозиционных установок для научно-исследовательских целей или малосерийного производства до высокопроизводительных кластеров:

– Опытные образцы технологических позиций (реакторов) индивидуальной химической обработки (для нескольких вариантов обработки), комплект КД и ТД с литерой «О1».

– Опытный образец технологической позиции (реактора) индивидуальной гальванической обработки, комплект КД и ТД с литерой «О1».

– Опытный образец кластера индивидуальной химической обработки, комплект КД и ТД с литерой «О1».

– Опытный образец кластера индивидуальной гальванической обработки, комплект КД и ТД с литерой «О1».

– этап долговременных испытаний и доработки с выпуском комплекта РКД и РТД с литерой «А».

III. НИР: Разработка экспериментальных образцов технологических позиций (реакторов) индивидуальной химической и гальванической обработки пластин диаметром 200-300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм. В рамках данного проекта планируется к разработке и изготовлению следующее оборудование:

– Экспериментальные образцы технологических позиций (реакторов) индивидуальной химической обработки пластин диаметром 200 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «Э».

– Экспериментальные образцы технологических позиций (реакторов) индивидуальной химической обработки пластин диаметром 300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «Э».

– Экспериментальные образцы технологических позиций (реакторов) индивидуальной гальванической обработки пластин диаметром 200 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «Э».

– Экспериментальные образцы технологических позиций (реакторов) индивидуальной гальванической обработки пластин диаметром 300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «Э».

IV. НИОКР: Разработка опытных образцов кластера индивидуальной химической/гальванической обработки пластин диаметром 300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм. В рамках данного проекта планируется к разработке и изготовлению следующее оборудование:

– Опытный образец кластера индивидуальной химической обработки пластин диаметром 300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «О1».

– Опытный образец кластера индивидуальной гальванической обработки пластин диаметром 300 мм, совместимых с технологическими проектными нормами до 28 нм, комплект КД и ТД с литерой «О1».

– этап долговременных испытаний и доработки с выпуском комплекта РКД и РТД с литерой «А».

V. НИР: Разработка экспериментальных образцов оборудования комплекса контрольно-измерительного и испытательного оборудования для автоматизированного контроля качества изделий электронной компонентной базы с комплектом оснастки и технологической тары для обеспечения измерений и испытаний в составе:

– контрольно-измерительная платформа для контроля электрических параметров аналоговых, аналого-цифровых и цифро-аналоговых микросхем;

– измерители для контроля электрических параметров дискретных полупроводниковых приборов и сборок приборов малой и средней мощности;

– измерители для контроля электрических параметров дискретных полупроводниковых приборов большой мощности;

– проходные камеры для контроля электрических параметров при крайних температурах от -60° до 150°C для совместной работы с измерителями;

– сортировщики для контроля в нормальных температурных условиях;

– стендовое оборудования для электротермотренировки ИС в динамическом режиме при температуре от $+60^{\circ}$ до $+150^{\circ}\text{C}$ без контроля параметров ИС и с контролем посредством стандартизированного интерфейса обмена с количеством плат загрузки 15-36 шт., комплектуемых контактирующими устройствами (КУ);

комплекты операционной и межоперационной тары для интегральных микросхем в корпусах, контактирующих устройств и плат загрузки для оборудования контроля электрических параметров;

VI. ОКР: Разработка комплекса контрольно-измерительного и испытательного оборудования для автоматизированного контроля качества изделий электронной компонентной базы с комплектом оснастки и технологической тары для обеспечения измерений и испытаний в составе:

- контрольно-измерительная платформа для контроля электрических параметров аналоговых, аналого-цифровых и цифро-аналоговых микросхем;- измерители для контроля электрических параметров дискретных полупроводниковых приборов и сборок приборов малой и средней мощности;- измерители для контроля электрических параметров дискретных полупроводниковых приборов большой мощности;

- проходные камеры для контроля электрических параметров при крайних температурах от -60° до 150°C для совместной работы с измерителями;

- сортировщики для контроля в нормальных температурных условиях;

- стендовое оборудования для электротермотренировки ИС в динамическом режиме при температуре от -60° до $+150^{\circ}\text{C}$ без контроля параметров ИС и с контролем посредством стандартизированного интерфейса обмена с количеством плат загрузки 15-36 шт., комплектуемых контактирующими устройствами (КУ);

- оборудование для маркировки корпусов микросхем;

- комплекты операционной и межоперационной тары для интегральных микросхем в корпусах, контактирующих устройств и плат загрузки для оборудования контроля электрических параметров.

VII. ОКР: Разработка комплекса контрольно-измерительного и испытательного оборудования для автоматизированного контроля качества изделий электронной компонентной базы во время воздействия специальных факторов при проведении определительных испытаний.

VIII. НИР «Моделирование и разработка экспериментального образца и основных технических решений оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 250°C ».

IX. ОКР «Разработка опытного образца оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 250°C ».

X. НИР «Моделирование и разработка экспериментального образца и основных технических решений оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 450°C ».

XI. ОКР «Разработка опытного образца оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 450°C ».

ХII. НИР «Моделирование и разработка экспериментального образца и основных технических решений оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 600°С».

ХIII. ОКР «Разработка опытного образца оборудования для проведения испытаний элементов ЭКБ при температурах до 600°С».

Планируемое участие в других ФЦП:

I. Министерство образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) 14297.4673.

II. Федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы" 2590.8085.

III. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) 15626.8908.

IV. Федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы" 15626.8908.

VI. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Произведена модернизация освещения на участках производства, позволившее обеспечить постоянство и равномерность уровня освещённости в производственных помещениях.

В 2018 году произведена реконструкция приточно-вытяжной вентиляции в помещениях производства, что позволило улучшить параметры воздушной среды соответствующие нормам СанПиНа, также спроектирована и введена в эксплуатацию система электроснабжения в производственных помещениях, что позволило произвести запуск нового технологического оборудования.

Произведена модернизация системы отопления северного элеваторного узла №1:

- заменены задвижки на элеваторном узле;
- установлены циркуляционные насосы по стоякам в кол-ве 12шт;
- заменена запорная арматура на 18 стояках из 52;
- установлены новые радиаторы по лестничному маршу северной стороны.

В отчетном периоде обществом использованы следующие виды энергетических ресурсов:

Наименование энергетического ресурса	Ед. изм.	Количество	Сумма, тыс. руб. с НДС
Тепловая энергия	Гкал	2148,7	4485,0

Электроэнергия	тыс. кВт.	1268,1	6749,0
Водоснабжение	куб. м.	4060,0	184,0
Всего	тыс. руб.	-	11418,0

Наименование энергетического ресурса	Ед. изм.	Годы		
		2016	2017	2018
Потребление тепла	Гкал	2024,7	1829,0	2148,7
Потребление электроэнергии	тыс. кВт.ч.	988,8	1042,7	1268,1
Потребление холодной воды	куб. м.	4666,0	4445,0	4060,0

VII. РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Одним из традиционных направлений ОАО «НИИПМ» является разработка автоматического контрольно-испытательного оборудования в производстве изделий электронной техники. Ведется работа по созданию новых типов проходных камер.

В 2018 году изготовлены, поставлены и введены в эксплуатацию 4 (четыре) проходные камеры ПКВ-1, 2 (две) проходные камеры ПКВ-2, 1 (одна) универсальная проходная камера ПКУ на платформе УИК ИМ-520/260-010. Конструкции проходных камер типа ПКВ-1; -2; ПКУ защищены семью авторскими свидетельствами. В результате внедрения ПКВ у потребителя в два раза сокращается время выхода на режим, повышается точность поддержания температуры внутри объема до $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (по стандарту $\pm 3^{\circ}\text{C}$), в 3-4 раза снижается энергопотребление, в 3 раза сокращается занимаемая площадь.

Конструкция ПКВ автоматически перестраивается на работу камер в диапазоне от -70 до $+150^{\circ}\text{C}$.

Для реализации программы импортозамещения продолжаются работы по совершенствованию технологии и изготовлению технологической тары (спутники – носители, пеналы) и контактирующих устройств для микросхем в корпусах LCC.

Следует отметить, что оборудование ОАО «НИИПМ» не уступает, а зачастую, даже превосходит аналогичное импортное оборудование таких известных фирм как Advantest, Aseco, Daymarc, Delta Design, Multitest, Symtek.

Перспективы развития разработки и изготовления контрольно-испытательного оборудования связаны с развитием разработок и объемом выпуска ИЭТ. По материалам «Electronik Assembly in the Next Millenium» общемировое потребление микросхем в пластмассовых и керамических корпусах (QFP) достигло более 15-ти млрд. шт. и тенденция роста постоянно продолжается. При этом тенденция к росту сопровождается усложнением конструкций как в

сторону увеличения числа выводов, так и в сторону уменьшения шага между выводами до 0,25 мм.

Выполняя работы по приоритетным направлениям, ОАО «НИИПМ» в 2018г. разработал и поставил предприятиям 18 единиц специального технологического, контрольно-измерительного и стендового оборудования и одну кластерную линию фотолитографии, объединяющую операции формирования фоторезистивной маски на пластинах диаметром 150 и 200 мм с проектными нормами 0.18 мкм и 0.35 мкм:

- два стенда электротермотренировки СЭТТ.ИМЭ-600 модификация 07 (ОАО "ИНТЕГРАЛ" - управляющая компания холдинга "ИНТЕГРАЛ");
- две проходные камеры ПКВ-2 (АО «ВЗПП-С»);
- две проходные камеры ПКВ-1 (АО «ВЗПП-С»);
- две проходные камеры ПКВ-1 (ПАО «Микрон»);
- четыре стенда СЭТТ.ИМЭ-600-023 (АО "ВЗПП-С");
- Автоматический сортировщик (АО "ВЗПП-С");
- Универсальная проходная камера ПКУ на платформе УИК ИМ-520/260-010 (НПК ТЦ «МИЭТ»);
- Установка финишной промывки оптических деталей УО-30 ПМ (ПАО «Электроприбор»);
- Линия химической обработки пластин ЛАДА-М 2.6.100 с комплектом кассет (АО «Германий»);
- Установка мегазвуковой и гидромеханической отмывки пластин УОП 150-1 (АО «Германий»);
- Установку смешивания кислот «ЛАДА-МІХ (ООО «НТК «Солтек»).

Разработанное и поставленное оборудование по своим техническим характеристикам находится на современном мировом уровне и не уступает в своем классе лучшим образцам зарубежных фирм.

В 2018 году ОАО «НИИПМ» успешно завершил этап НИОКР комплексного проекта «Разработка и организация производства кластерных линий фотолитографии с концепцией объединения всех операций формирования фоторезистивной маски в едином модуле», выполняемого в рамках государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы», подпрограммы «Развитие производства специального технологического оборудования», в результате которого была разработана кластерная линия фотолитографии, объединяющая операции формирования фоторезистивной маски на пластинах диаметром 150 и 200 мм с проектными нормами 0.18 мкм и 0.35 мкм. Фотолитографический кластер позволит проводить операции по формированию пленок фоторезиста и фоторезистивных масок, может работать в двух форматах – автономно и в связи

со степпером. Одной из составляющих данного проекта стала разработка технологических модулей кластера и одно- и двухмодульного оборудования на их базе.

По своим направлениям разработок ОАО «НИИПМ» придерживается основных мировых тенденций к конструктивному и функциональному формату оборудования. Разработка отечественного оборудования, в основе которого лежит кластерная платформа и принципы индивидуальной обработки, представляется задачей важной как с точки зрения реализации конструкторского и технологического потенциала российских разработчиков и достижения более высокого технологического уровня отечественного оборудования, так и с точки зрения ориентированности на курс импортозамещения.

В развитии данного направления ОАО «НИИПМ» в рамках формируемой в 2018 году Комплексной целевой программы «Развитие микроэлектронной промышленности Российской Федерации в 2018-2027 годы» Шифр «П-710», подпрограмма СТО ПП-5 предложила и получила поддержку кейса проектов, направленных на разработку оборудования индивидуальной химической и электрохимической обработки пластин диаметром до 300 мм в компоновке модулей и роботизированных кластеров для выполнения операций химической и электрохимической обработки, а также проектов, направленных на создание оборудования фотолитографии, химико-механической планаризации, а также ряда контрольно-испытательного оборудования, в том числе при температурах 250, 450 и 600°C, разработка которого до настоящего момента в России не велась, а в мировой практике относительно недолго ведется его экспериментальная разработка.

ОАО «НИИПМ» активно развивает направление технохимии, и это отражается не только в планировании перспективных проектов, но и в проектировании и изготовлении оборудования технохимии различного назначения в рамках текущих заказов. Так, к 2018 г. была разработана, изготовлена и поставлена установка для смешивания кислот ЛАДА-МІХ, для смешивания кислот, приготовления их водного раствора, подачи рабочего раствора к линии травления кварцевых деталей Лада-МQ (завод «Купол», г. Ижевск), а также изготовлена Линии химической обработки пластин ЛАДА-М 2.6.100 (АО «ГЕРМАНИЙ», г. Красноярск). Был разработан и изготовлен Модуль химической обработки фотошаблонов, предназначенный для проведения химических процессов при изготовлении фотошаблонов трех типоразмеров с выполнением последующей отмывки и сушки центрифугированием.

По направлению оборудования отмывки были поставлены Установка мегазвуковой и гидромеханической отмывки пластин УОП 150-1 для АО

«ГЕРМАНИЙ» (г. Красноярск) и Установка финишной промывки оптических деталей УО-30 ПМ для ПАО «Тамбовский завод «Электроприбор».

Результатом проводимой в 2018 г. работы с предприятиями отрасли по направлению оборудования технохимии и отмывки стали заключенные в начале 2019 г. договоры на поставку Установки отмывки в органических растворителях УООР-150М для ЦКБА (г. Омск) и Установки финишной промывки оптических деталей УО-30 ПМ для ПАО «Тамбовский завод «Электроприбор».

VIII. РАБОТА С ПЕРСОНАЛОМ

Работа с кадрами

Всеми своими достижениями любая компания в первую очередь обязана своим сотрудникам. «Люди – наш самый главный ресурс!» – вот лозунг, которого придерживается руководство открытого акционерного общества «Научно-исследовательский институт полупроводникового машиностроения» в своей деятельности.

Основные цели кадровой политики общества:

1. Создание единой профессиональной команды сотрудников, которые бы ясно понимали и представляли свои задачи, имели достаточный потенциал для их решения и способствовали бы достижению стратегических целей, стоящих перед всем обществом в целом.

2. Создание системы управления персоналом –
– базирующейся в основном на экономических стимулах и социальных гарантиях, способствующих гармоничному сочетанию интересов работодателя и работника, развитию их отношений на благо общества,

– при которой ОАО «НИИПМ» имело бы стабильный статус «предпочтительного работодателя» на рынке труда в регионе.

3. Создание среды, в которой каждый работник ощущает своё тесное взаимодействие с обществом, понимает и разделяет его политику и деятельность, поддерживает политику руководства Общества в области менеджмента качества.

Кадровая политика ОАО «НИИПМ» строится на следующих принципах:

– Учет интересов собственников, руководителей, наемных работников и Общества и их взаимная ответственность;

– Приоритет потребностям развития Общества;

– Приоритет собственным человеческим ресурсам и молодёжи;

– Приоритет удовлетворенности и мотивации труда персонала;

– Деловое партнёрство между работодателем и наёмными работниками;

– Равноправное партнёрство подразделений Общества;

– Средства, вложенные в обучение сотрудников – инвестиции в развитие Общества.

Главные направления в работе с персоналом:

- Поддержка организационных изменений в новых условиях;
- Переход на оценку затрат на персонал, как на инвестиционную составляющую Общества;
- Сохранение высококвалифицированных кадров, развитие собственного персонала, создание необходимых условий для подготовки и переподготовки кадров;
- Рациональная расстановка персонала с учетом потребностей Общества и индивидуальных особенностей работника, его продвижения
- Создание действующего кадрового резерва по основным должностям и работа с ним;
- Совершенствование системы мотивации персонала от руководителей высшего звена Общества до специалистов и рабочих;
- Построение гибких систем организации труда, его стимулирования и оплаты с учетом структуры мотиваций, личного вклада и профессиональной компетентности работников;
- Осуществление программы социального развития Общества;
- Создание условий для эффективной деятельности персонала;
- Формирование общих элементов корпоративной культуры;
- Обеспечение высокого уровня участия работников в разработке и реализации управленческих решений;
- Охрана труда и забота о здоровье персонала;
- Обеспечение и расширение социальных гарантий и социальных льгот;
- Привлечение на предприятие и подготовка молодых специалистов, обеспечение преемственности поколений;
- Создание благоприятного морально-психологического климата;
- Объединение сотрудников предприятия вокруг главной цели – выпуск качественной, конкурентно-способной продукции;
- Повседневное внедрение в сознание руководителей новой концепции управления – не контролировать, а вдохновлять, вселяя чувство уверенности и победный дух в каждого работника.
- Оптимизация численности персонала и управление затратами на персонал;
- Повышение уровня и гибкости корпоративной культуры, стимулирующей взаимную ответственность работника и работодателя,

стремление сделать Общество лучшей организацией за счет поддержки инициативы на всех уровнях, открытости и инновационности.

Социальные мероприятия

В 2018 году проведена работа по повышению квалификации и профессиональных навыков работников, обучились и повысили квалификацию на курсах целевого назначения сторонних организаций с выдачей сертификатов или удостоверений 19 человек.

Проводилось постоянное обучение и повышение профессиональных знаний, умений и навыков работников в подразделениях: всего за истекший период прошли обучение и повышение квалификации с целью обновления теоретических и практических знаний специалистов в связи с повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач по различным направлениям 184 работника; коэффициент стратегического обучения составил 82%, количество часов обучения на одного работника в 2018 году составило 38,5 часов.

Работники Общества направлялись на обучение (семинары), проводимое различными сторонними организациями по направлениям работы института. Проводится постоянное обучение работников вопросам СМК. Проводится обучение и стажировка на рабочих местах, инструктажи по охране труда и технике безопасности, электробезопасности, противопожарному минимуму;

В 2018 году ОАО «НИИПМ» продолжало активно сотрудничать с профильными ВУЗами города – это Воронежский государственный технический университет, Воронежский университет инженерных технологий.

Договор о сетевой форме реализации образовательной программы заключен с Национальным исследовательским университетом «Московский институт электронной техники». В указанном университете обучаются по программе специалитета 5 работников организации, а ОАО «НИИПМ» обеспечивает им дистанционное участие в лекционных и семинарских занятиях, а также проведение производственной и учебной практики.

В ОАО «НИИПМ» в 2018 году прошли практику 18 студентов кафедры «Полупроводниковой электроники и наноэлектроники». Среди них преддипломную практику прошли 11 студентов Воронежского государственного технического университета и 3 выпускника этой кафедры трудоустроены в нашей организации в 2018 году.

Тесные контакты у ОАО «НИИПМ» и с кафедрой «Материаловедения и физики металлов», работники которой принимают консультационное участие в конструкторских разработках.

Также в 2018 году в организации прошли производственную практику студенты Воронежского промышленно-технологического колледжа по

специальности «Токарь-универсал» и студенты Воронежского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова.

По соглашению между работниками и работодателем 49 работникам представлен режим гибкого рабочего времени, 12 работникам представлен режим неполного рабочего времени, по просьбе работников предоставлялись отпуска без сохранения заработной платы.

В обществе за счет собственных средств созданы и поддерживаются в надлежащем состоянии специализированные рабочие места для инвалидов, которым необходимо сохранение режима питания и благоприятные микроклиматические условия. В 2018 году в ОАО «НИИПМ» трудилось 14 инвалидов.

Также в истекшем году создано 10 высокотехнологичных рабочих мест инженера-конструктора.

В 2018 году продолжено сотрудничество со страховой компанией Ренессанс страхование. 58 работников предприятия получили Полиса дополнительного медицинского страхования, за счет которых прошли необходимые обследования и госпитализацию. 5 работников застрахованы в РРФ Страхование жизни по программе «Несчастный случай».

Продолжена работа по ремонту офисных помещений, туалетных комнат, лестничных клеток и коридоров. Активно работают: комната эмоциональной разгрузки, массажный кабинет и душевые комнаты. Продолжает работать буфет с горячим питанием.

Работнику ОАО «НИИПМ» в 2018 году приобретена путевка за счет средств организации на санаторно-курортное лечение в санаторий имени Максима Горького в г. Воронеже.

Оказана материальная помощь 93 работникам и семье умершего работника организации, 21 человек получил вознаграждение к юбилейным датам жизни, работники предприятия награждались почётными грамотами и премиями к Дню машиностроителя, Новому году, Дню защитников Отечества 23 февраля, Международному женскому дню 8-е марта. Поощрялись лучшие работники к профессиональным праздникам – Дню бухгалтера, Дню автомобилиста, Дню энергетика.

Также в ОАО «НИИПМ» в 2018 году организовано размещение Доски почета в холле института и ее ежеквартальное наполнение. В 4 квартале 2018 году 6-ти лучшим работникам организации, фото которых помещены на Доску почета, выплачено материальное вознаграждение.

В истекшем 2018 году продолжена работа по оказанию финансовой помощи бывшим работникам организации к праздничным датам – 40 человек.

Большое внимание в 2018 году совместно с профсоюзным комитетом уделялось культурно-массовой работе в организации:

– организовано поздравление юбиляров и руководителей с Днем рождения с вручением памятных подарков и цветов – 57 человек. Также каждому работнику организации оформляется поздравительная открытка «С днем рождения».

– приобретено для работников организации 20 билетов на различные концерты с оплатой 50 % их стоимости;

– проведено возложение венков к мемориалу погибшим воинам в поселке Боровое к годовщине освобождения Воронежа от немецко-фашистских захватчиков и Дню Победы в ВОВ;

– организовано поздравление работников и ветеранов организации с Днем Победы. 20 праздничных продуктовых наборов вручено бывшим работникам НИИПМ, организовано празднования Дня Победы для работников организации с угощением «солдатской кашей». Также ветеранам предприятия вручались поздравительные наборы к 23 февраля, 8 Марта, Дню машиностроителя и Новому году;

– приобретены и вручены подарки работникам ОАО «НИИПМ» - членам профсоюзной организации к 23 Февраля, 8 Марта и Новому году в количестве 170 штук;

– к Новому 2019 году организован и проведен Новогодний корпоративный вечер, в котором приняли участие 97 работников предприятия. Также приобретено и вручено работникам 20 билетов на детскую Новогоднюю елку в театры города, подготовлены и вручены 55 детских новогодних подарков;

– организовано участие 11 работников ОАО «НИИПМ» в спартакиаде предприятий радиоэлектронной промышленности г. Воронежа по теннису и боулингу.

В наступившем 2019 году администрация и профсоюзный комитет ОАО «НИИПМ» продолжают активное участие в социально-культурной жизни работников. Планируется продолжить развитие указанных направлений, а также организация и участие работников:

– в спартакиаде предприятий радиоэлектронной промышленности 2019 года по лыжным гонкам, теннису, боулингу, плаванию;

– в V зимнем кубке Воронежа по подледному лову;

– посещение театров г. Воронежа и Дома актера;

– экскурсионной поездке в природный музей-заповедник «Дивногорье».

Компьютерная техника, ПО и САПР

В 2018 году в ОАО «НИИПМ» эксплуатировалось следующее программное обеспечение (ПО):

1. Автоматизированный комплекс систем конструкторской и технологической подготовок производства, включающий систему Лоцман, прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции, которая аккумулирует всю инженерную информацию об изделиях в единую базу данных.

2. САД-система трехмерного моделирования КоМпас-3D.

3. САПР технологических процессов Вертикаль, которая проектирует технологические процессы, рассчитывает материальные и трудовые затраты на производство.

4. Программный комплекс «Диспетчеризация производства», позволяющий осуществлять контроль производственных процессов, ход работ и степень выполнения плана, разработаны новые формы отчетности. Осуществлялся ввод данных по выполняемым операциям, подготовка и выдача в производство отчетов о выработке по каждому рабочему в программе «Диспетчеризация производства».

5. Система автоматизированного планирования и контроля хода выполнения работ с помощью программ «ДокОборот» и «Мониторинг», в которых выполняется регистрация планов, графиков работ, протоколов, приказов и иных поручений генерального директора, снятие с контроля, перенос сроков выполнения работ в соответствии со сдаточными чеками.

Осуществлялось ведение электронного архива в системе Лоцман (прием заявок на сдачу согласованной с технологами и утвержденной конструкторской документации в архив, проверка на комплектность согласно спецификации, наличие всех атрибутов в чертеже, наличие указаний в спецификации о примененных чертежах, наличие архивных документов в заявке), регистрация и формирование дерева установки в архиве согласно общей спецификации установки, утверждение извещений на изменения (проверка соответствия внесенных изменений в чертеже с содержанием извещения, прием заявок на изменения в архив, распечатка, проведение изменений), формирование отчетов сданной конструкторской документации в архив в системе Лоцман, сканирование ранее разработанной конструкторской документации.

Выполнялась публикация и обновление информации на корпоративном сайте предприятия.

Проведены работы по подготовке материалов для печатного каталога выпускаемой предприятием продукции и для размещения на сайте.

В апреле минувшего года принимали участие в выставке «ЭлектронТехЭкспо».

Модернизация компьютерной техники, периферийных устройств и сетевого оборудования ЛВС выполнялась в необходимом для обеспечения стабильной и беспереывной работы института объеме. Сбои в работе оборудования локальной

вычислительной сети и программного обеспечения своевременно выявлялись и оперативно устранялись.

Произведен запуск и успешно эксплуатируется сетевое хранилище QNAP; введен в эксплуатацию новый сервер HP ProLiant Gen8. Приобретались лицензионные программные, такие как Microsoft Office, Windows и дополнительные лицензии Компас-Лоцман-Вертикаль.

Так же организацией внедрялись следующие программные продукты:

- в целях уменьшения затрат на отходы производства внедрена автоматизированная программа раскроя листовых материалов;

- обновлены лицензии на антивирусный пакет программ системы DrWeb на 70 клиентских лицензий;

- разработана вторая версия программного комплекса «Диспетчеризация производства», в которой были учтены все недостатки предыдущей версии. Проведена глобальная оптимизация программного кода, изменена структура базы данных в целях улучшения выполнения SQL запросов, а также для увеличения функциональных возможностей программного комплекса. Полностью переработан графический интерфейс программы.

Вопросы подтверждения соответствия

В ОАО «НИИПМ» с 2009 года функционирует система менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001. В 2018 году СМК успешно прошла сертификацию на соответствие требованиям новой версии стандарта ISO 9001-2015 и получила сертификат соответствия. Проверена и подтверждена уточненная в 2018 году область сертификации СМК в отношении разработки, проектирования, производства специального технологического оборудования для фотолитографии, изготовления фотошаблонов, химического травления, полировки, очистки и химического нанесения металлических слоев, отмывки и сушки пластин и подложек, вакуумного осаждения покрытий и плазмохимической, ионно–плазменной, реактивно–ионной обработки; контрольно–измерительного оборудования для измерения и контроля статистических и динамических параметров цифровых интегральных микросхем и дискретных компонентов, контрольно–испытательного оборудования для проведения климатических испытаний, испытаний на надежность, для контроля параметров изделий электронной техники на финишных операциях их производства; автоматизированного оборудования для сборки изделий ЭКБ в пластиковом корпусе; автоматизированных роботизированных систем для транспортирования пластин, подложек, деталей между технологическими операциями;

технологических носителей и контактирующих устройств для оснащения технологических операций в производстве изделий электронной техники; проведение научных исследований в области функциональных покрытий, химических, электрохимических, плазмохимических процессов.

В 2018 году актуализирована в соответствии с новыми требованиями и утверждена Политика высшего руководства в области качества, подготовлены, утверждены и доведены до сотрудников всех подразделений Цели высшего руководства в области качества. На их основе в подразделениях разработаны цели в области качества, при разработке которых обращалось внимание на возможность их реального выполнения и измерения, а также направленность на постоянное улучшение. По итогам 2018 года 7 целей были сняты по объективным причинам (признаны нерентабельными или неактуальными), остальные выполнены в полном объеме.

Основу системы менеджмента качества ОАО «НИИПМ» составляют процессы. В организации функционируют 12 процессов СМК, в которых определены руководители и операторы процессов, установлен порядок и форма отчетности по деятельности процессов. В соответствии с требованиями новой версии стандарта ISO 9001-2015 в 2018 году при актуализации во все паспорта процессов приведен реестр возможных рисков и мероприятия по предотвращению или уменьшению рисков. Отчеты о функционировании процессов ответственными исполнителями оформляются и представляются в отдел системы менеджмента своевременно. По итогам 2018 года все процессы являются результативными.

В течение 2018 года проведена актуализация всей нормативной базы по СМК организации (стандарты, паспорта процессов, методические инструкции, рабочие инструкции, положения) на соответствие требованиям стандарта ISO 9001-2015 по утвержденному генеральным директором плану актуализации, в котором были указаны ответственные исполнители и сроки выполнения. План был выполнен в полном объеме.

В течение 2018 года проводились, согласно утвержденной программе внутренние аудиты всех подразделений института с целью контроля и анализа функционирования СМК в подразделениях и в целом по ОАО «НИИПМ». За 2018 год проведено 32 внутренних аудита функционирования СМК в подразделениях организации. Подготовлены отчеты и протоколы о несоответствиях, по результатам проведенных аудитов выписано 44 протокола о несоответствиях. По всем зарегистрированным несоответствиям разрабатывались и реализовывались в установленном порядке корректирующие мероприятия.

Анализ результативности СМК ОАО «НИИПМ» регулярно проводится путем проведения аудитов подразделений и процессов, руководством организации в ходе заседаний Координационного совета по СМК.

В 2018 г. в соответствии с графиком поверки средств измерений ОАО «НИИПМ» поверено 124 средства измерений (СИ) организации; откалибровано 122 СИ, что составляет 100% от плана.

Входной контроль покупных комплектующих изделий (ПКИ), сырья и материалов в 2018 году проводился в соответствии с требованиями утвержденного Перечня ПКИ, сырья и материалов, подлежащих входному контролю в ОАО «НИИПМ». Отклонено по результатам контроля 4 ед. материала, выписано 9 актов несоответствия поставщикам. Поставщиками были заменены все забракованные материалы. Для контроля соблюдения технологического процесса проведено 12 проверок, нарушений не выявлено.

В 2018 году в ОАО «НИИПМ» по вопросам безопасности и охраны труда были осуществлены мероприятия:

- проведение ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии ЮВЖД» замеров уровней вредных и опасных производственных факторов в рамках производственного контроля;

- обучение специалиста по охране труда в учебном центре ООО «Межотраслевой институт охраны труда, пожарной и экологической безопасности»;

- обучение 6 человек (руководителей подразделений) в автономной некоммерческой организации дополнительного профессионального образования «Центрально-Черноземный учебный центр».

IX. ОТЧЕТ О ВЫПЛАТЕ ОБЪЯВЛЕННЫХ (НАЧИСЛЕННЫХ) ДИВИДЕНДОВ ПО АКЦИЯМ ОБЩЕСТВА

На годовом общем собрании акционеров, прошедшем 26.04.2018г. по шестому вопросу повестки дня принято решение «Дивиденды по итогам 2017 года по акциям общества не выплачивать» (Протокол б/н от 28.04.2018г.)

X. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА, СВЯЗАННЫЕ С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОБЩЕСТВА

ОАО «НИИПМ» рассматривает управление рисками как один из важнейших элементов стратегического управления и внутреннего контроля. В рамках своей политики по управлению рисками Общество выявляет, оценивает, контролирует и предупреждает угрозы и возможности с целью уменьшения

вероятности потенциальных последствий наступления рисков, а также принимает меры по их снижению.

Правовые		
Риски, связанные с недостаточным совершенством Российского законодательства	Обусловлены недостатками, присущими российской правовой системы и заключается в противоречиях норм и их неоднозначном толковании, что создает препятствие в осуществлении инвестиций и коммерческой деятельности Общества.	Наличие рисков влечет увеличение издержек и создает препятствия в развитии Общества. Надлежащему правовому обеспечению деятельности Общества и снижению влияния данных рисков способствует постоянное осуществление мониторинга нормативных правовых актов, регулирующих деятельность Общества.
Изменение налогового законодательства	Изменения налогового законодательства, в части увеличения налоговых ставок или изменения порядка и сроков расчета и уплаты налогов, может привести к увеличению налоговых платежей, росту себестоимости и, как следствие, к уменьшению чистой Прибыли Общества.	В случае внесения изменений в действующие порядок и условия налогообложения, ОАО «НИИПМ» намерено планировать свою финансово-хозяйственную деятельность с учетом этих изменений.

Правовые		
Риски, связанные с изменением судебной практики	Изменения судебной практики по вопросам, связанным с деятельностью Общества могут привести к вынесению судебных решений не в пользу Общества, что может негативно сказаться на результатах деятельности Общества. Однако вероятность появления таких изменений, которые могут существенным образом сказаться на деятельности Общества, незначительна.	Общество не принимает участия в судебных процессах, которые могут повлиять на результаты деятельности предприятия.
Риски, связанные с деятельностью эмитента	К данной категории рисков можно отнести: <ul style="list-style-type: none"> ✓ участие в судебных процессах, в которых Общество участвует в качестве истца и/или ответчика; ✓ отсутствие возможности продления действия лицензии Общества на осуществление определенного вида деятельности. 	Риски, связанные с судебными процессами незначительны: ОАО «НИИПМ» стремится выстраивать свои договорные отношения на соблюдении норм права и на безусловном исполнении взятых обязательств. Риски, связанные с отсутствием возможности продления действия лицензии Общества на осуществление определенного вида деятельности Обществом расцениваются как минимальные.

В целом необходимо отметить, что ОАО «НИИПМ» осуществляет политику в области управления рисками, которая в первую очередь направлена на постоянный мониторинг за динамикой факторов риска, разработке мер реагирования на риски и удержания их в допустимых пределах.

XI. ПЕРЕЧЕНЬ СОВЕРШЕННЫХ АКЦИОНЕРНЫМ ОБЩЕСТВОМ В ОТЧЕТНОМ ГОДУ СДЕЛОК, ПРИЗНАВАЕМЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ «ОБ АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ» КРУПНЫМИ СДЕЛКАМИ, А ТАКЖЕ ИНЫХ СДЕЛОК, НА СОВЕРШЕНИЕ КОТОРЫХ В СООТВЕТСТВИИ С УСТАВОМ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА, РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ПОРЯДОК ОДОБРЕНИЯ КРУПНЫХ СДЕЛОК

В 2018 году Обществом совершена одна сделка, признаваемая в соответствии с Федеральным законом от 26 декабря 1995 г. № 208-ФЗ «Об акционерных обществах» крупной сделкой:

Участие ОАО «НИИПМ» в процедуре размещения заказа – закупка товаров у единственного поставщика, проводимой Акционерным обществом «Ижевский электромеханический завод «Купол»

1. Существенные условия сделки:

1.1. Способ закупки: Закупка у единственного поставщика.

1.2. Заказчик: Акционерное общество «Ижевский электромеханический завод «Купол».

Предмет контракта (договора): Поставка Товара:

- ✓ Установка ультразвуковой очистки Elmasonic X-tra pro line Flex 550;
- ✓ Установка ультразвуковой очистки Elmasonic X-tra Pro line Flex 550-6;
- ✓ Установка ультразвуковой очистки Elmasonic X-tra Pro line Flex 550-7.

1.3. Цена (контракта) договора: 862 864,89 Евро (восемьсот шестьдесят две тысячи восемьсот шестьдесят четыре Евро восемьдесят девять центов), в том числе НДС 18%, что на 10.01.2018 года по курсу 68,21 руб. составляет 58 856 014 (Пятьдесят восемь миллионов восемьсот пятьдесят шесть тысяч четырнадцать) рублей РФ.

2. Орган управления Общества, принявший решение об одобрении сделки: Совет директоров (протокол заседания совета директоров в форме заочного голосования от 17.01.2018г.).

3. Указанная сделка являются сделкой, совершенной в целях обеспечения повседневной хозяйственной деятельности Общества, направленной на получение прибыли.

XII. ИНФОРМАЦИЯ О ЗАКЛЮЧЕННЫХ ОБЩЕСТВОМ В ОТЧЕТНОМ ГОДУ СДЕЛОК, ПРИЗНАВАЕМЫХ В СООТВЕТСТВИИ С ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ «ОБ АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ»

СДЕЛКАМИ, В СОВЕРШЕНИЕ КОТОРЫХ ИМЕЕТСЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ

В 2018 году Обществом не совершались сделки, признаваемые в соответствии с Федеральным законом «Об акционерных обществах» сделками, в совершении которых имелась заинтересованность и необходимость одобрения которых уполномоченным органом управления Общества предусмотрена главой XI Федерального закона «Об акционерных обществах».

ХIII. ИНФОРМАЦИЯ О СОСТАВЕ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОАО «НИИПМ»

В соответствии с Уставом Общества (п.14.4) общее количество членов совета директоров составляет 7 человек.

В 2018 году Совет директоров ОАО «НИИПМ» работал в следующем составе:

Богословский Алексей Вадимович	
Год рождения	1951
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Эксперт отдела анализа инвестпроектов ООО «ЭнергоКонсалтинг-XXI»
Владение акциями Общества	Не владеет

Веселов Владимир Федорович	
Год рождения	1955
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Заместитель директора Государственного учреждения НПК «Технический центр «МИЭТ»
Владение акциями Общества	Не владеет

Дмитриев Александр Евгеньевич	
Год рождения	1953
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Генеральный директор ООО Фирма «МАРИГАНА»
Владение акциями Общества	Не владеет

Лунев Александр Владимирович	
Год рождения	1960
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Финансовый директор ООО Фирма «МАРИГАНА»
Владение акциями Общества	Не владеет

Проценко Александр Иванович	
Год рождения	1978
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Генеральный директор ООО «ИПЦ»
Владение акциями Общества	Не владеет

Портнов Сергей Михайлович	
Год рождения	1963
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Генеральный директор АО «ЗИТЦ»
Владение акциями Общества	Не владеет

Поляков Дмитрий Сергеевич	
Год рождения	1979
Образование	Высшее
Основное место работы, занимаемая должность	Заместитель директора по инвестициям ООО «Софтлайн Интернет Проекты»
Владение акциями Общества	Не владеет

Сделок по приобретению или отчуждению акций Общества члены Совета директоров в отчетном году не совершали.

***XIV. СВЕДЕНИЯ О ЛИЦЕ, ЗАНИМАЮЩЕМ ДОЛЖНОСТЬ
ЕДИНОЛИЧНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОБЩЕСТВА, И
ЧЛЕНАХ КОЛЛЕГИАЛЬНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА
ОАО «НИИПМ»***

В соответствии с п.15.1. Устава руководство текущей деятельностью общества осуществляется единоличным исполнительным органом общества - генеральным директором.

Генеральный директор общества назначается советом директоров сроком на три года (п.15.2. Устава).

26 апреля 2018 года решением Совета директоров ОАО «НИИПМ» образован единоличный исполнительный орган ОАО «НИИПМ», на должность генерального директора общества назначен Тупикин Вячеслав Федорович (продлены полномочия) - п.3 Протокола заседания Совета директоров ОАО «НИИПМ» от 26.04.2018г.

Сведения о лице, занимающем должность (осуществляющем функции) единоличного исполнительного органа ОАО «НИИПМ»:

Тупикин Вячеслав Федорович, 1949 года рождения.

Образование: Высшее.

Имеет большой опыт работы – более пятидесяти лет, в том числе в отрасли полупроводникового машиностроения – более сорока лет.

С 18 мая 2006 года занимает должность генерального директора ОАО «НИИПМ».

Доля участия Тупикина В.Ф. в уставном капитале Общества - 0,015%.

Доля принадлежащих Тупикину В.Ф. обыкновенных акций - 0,015%.

Сделки по приобретению или отчуждению акций Общества единоличным исполнительным органом в отчетном периоде не совершались.

Сведения о членах коллегиального исполнительного органа ОАО «НИИПМ»:

Коллегиальный исполнительный орган Общества не предусмотрен Уставом ОАО «НИИПМ» и не образован.

***XV. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РАЗМЕР ВОЗНАГРАЖДЕНИЯ
ЛИЦА, ЗАНИМАЮЩЕГО ДОЛЖНОСТЬ ЕДИНОЛИЧНОГО
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ОБЩЕСТВА И КАЖДОГО ЧЛЕНА
СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ ОАО «НИИПМ»***

Размер оплаты труда генерального директора Общества определяется согласно положениям трудового договора (контракта) генерального директора с Обществом.

Кроме того, согласно положениям трудового договора (контракта), Общество гарантирует генеральному директору выплату вознаграждения по

итогам работы Общества за год, исходя из полученной EBITDA (аналитический показатель, равный объёму прибыли до вычета расходов по процентам, уплаты налогов и амортизационных отчислений) в размере 3,5% от неё. Указанное вознаграждение выплачивается генеральному директору Общества по итогам года – 01 числа мая месяца года, следующего за отчетным.

Выплата вознаграждений и компенсаций членам Совета директоров ОАО «НИИПМ».

Согласно п.2 ст.64 Федерального закона от 26.12.1995г. №208-ФЗ «Об акционерных обществах», по решению общего собрания акционеров членам совета директоров общества в период исполнения ими своих обязанностей могут выплачиваться вознаграждение и (или) компенсироваться расходы, связанные с исполнением ими функций членов совета директоров общества.

В соответствии с п.1 статьи 16 Положения о Совете директоров ОАО «НИИПМ» (редакция от 27 мая 2013 года.) по решению Общего собрания акционеров членам Совета директоров за период исполнения ими своих обязанностей могут выплачиваться вознаграждения и (или) компенсироваться расходы, связанные с исполнением ими функций членов совета директоров.

26 апреля 2018 года на годовом общем собрании акционеров вопрос о выплате вознаграждения членам Совета директоров рассматривался, было принято решение о направлении по итогам 2017 года 800 000 руб. на выплату вознаграждений членам совета директоров общества, которые решением годового общего собрания акционеров общества в 2018 году будут избраны в совет директоров общества, а также секретарю вновь избранного совета директоров общества (вопрос №4 повестки дня собрания).

Вознаграждение выплачивать каждому на его лицевой счет или из кассы общества равными частями (по 25 000 руб.) в следующие сроки: сентябрь 2018г., декабрь 2018г., февраль 2019г., апрель 2019г. При меньшем периоде работы в составе совета директоров общества размер вознаграждения рассчитывается по фактически отработанному времени.

Общим собранием акционеров контроль выплаты вознаграждений был возложен на председателя Совета директоров Общества Веселова В.Ф. (Протокол годового общего собрания акционеров ОАО «НИИПМ» от 28.04.2018г.).

XVI. ИНФОРМАЦИЯ О КОДЕКСЕ КОРПОРАТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Специально принятого Кодекса корпоративного поведения в Обществе нет.

Однако, в целом, органы управления Общества осуществляют свои функции, следуя основному принципу – соблюдению и защите прав акционеров.

Акционеры имеют право на участие в управлении делами ОАО «НИИПМ» путем принятия решений по наиболее важным вопросам деятельности Общества, в том числе распределению прибыли, избранию органов управления Обществом, утверждения аудитора и другие.

Обществом, в определенные законодательством сроки, на странице Общества в сети Интернет через аккредитованные агентства раскрываются ежеквартальные отчеты эмитента, списки аффилированных лиц, публикуется информация в форме сообщений о существенных фактах.

Контроль реализации принципов корпоративного управления, соблюдения сроков и порядка раскрытия информации о корпоративных процедурах ОАО «НИИПМ» осуществляет подразделение юридической службы Общества.

XVII. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АКЦИОНЕРОВ

Уставной капитал общества составляет 20 317 руб.

Объявленный Уставной капитал: 20 317 руб.

Размещено: 20 317 акций.

Акции обыкновенные, именные бездокументарные

Сведения о дочерних зависимых обществах, об участии общества в других юридических лицах:

ОАО «НИИПМ» не имеет дочерних, зависимых обществ.

Информация о реестродержателе Общества:

Полное фирменное наименование: **АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «РЕГИСТРАТОРСКОЕ ОБЩЕСТВО «СТАТУС»**

Сокращенное фирменное наименование: **АО «СТАТУС»**

Место нахождения: **109052, Москва, ул. Новохохловская, д. 23, стр. 1, здание Бизнес-центра «Ринг парк».**

ИНН: **7707179242**

ОГРН: **1027700003924**

Данные о лицензии на осуществление деятельности по ведению реестра владельцев ценных бумаг:

Лицензия Федеральной службы по финансовым рынкам на осуществление деятельности по ведению реестра № 10-000-1-00304 от 12.03.04 без ограничения срока действия.

Дата, с которой регистратор осуществляет ведение реестра владельцев ценных бумаг эмитента: **24.04.2003**

Генеральный директор

В.Ф. Тупикин

Главный бухгалтер

И.П. Шпилькина