

# ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» — ЦЕНТР УЛЬТРАПРЕЦИЗИОННОГО СТАНКОСТРОЕНИЯ И УНИКАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАНОТОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

Г. В. Боровский



Г. В. Боровский — генеральный директор ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ», председатель совета директоров Российской ассоциации «Станкоинструмент», Член бюро правления ОООР «СоюзМаш России», Заслуженный и Почетный машиностроитель России, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации. Родился 12.06.1947. Окончил МВТУ им. Н. Э. Баумана, кандидат технических наук. Во ВНИИИНСТРУМЕНТе работает с 1972. Является автором и соавтором 21 изобретения, свыше 170 научных публикаций, в т. ч. 12 монографий. e-mail: [general@vniinstrument.ru](mailto:general@vniinstrument.ru)

В статье раскрывается информация об институте, описываются основные направления деятельности и развития ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ», показано разработанное и созданное многофункциональное исследовательское автоматизированное оборудование для проведения НИОКР в области материалобработки различных материалов. Особое внимание уделяется новому направлению — ультрапрецизионной тематике (создание комплексных отечественных инновационных решений: разработка технологических процессов и изготовление ультрапрецизионных технологических модулей с ЧПУ, сверхвысокоточного контрольно-измерительного оборудования, специального инструмента из сверхтвердых материалов, специальной технологической оснастки для ультрапрецизионной обработки алмазным точением, фрезерованием и шлифованием особо точных ответственных деталей из труднообрабатываемых материалов с точностью формы  $P-V < 100$  нм и оптическим качеством поверхности  $Ra \leq 5$  нм). В статье описаны особенности ультрапрецизионной обработки, компоненты и технологии, области использования технологий и оборудования, реализация ультрапрецизионной обработки в ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ», характеристики, особенности и возможности созданного оборудования.

**Ключевые слова:**

НИОКР; технологическое перевооружение; многофункциональный исследовательский комплекс; технологический модуль; ультрапрецизионная обработка.



**О**снованный в 1943 г. Всероссийский научно-исследовательский инструментальный институт — ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» выполняет комплексные научно-исследовательские, опытно-конструкторские и инновационно-технологические работы (НИОКТР) по созданию и внедрению инновационных технологий металлообработки и деревообработки, специального автоматизированного высокопроизводительного оборудования, режущего, вспомогательного, мерительного, слесарно-монтажного, абразивного и алмазного инструмента, оснастки, обеспечивает их оптимальную эксплуатацию и мониторинг, решает задачи технологического перевооружения механообрабатывающих производств предприятий гражданского и оборонного машиностроения.

Синергический эффект, обеспечивающий получение отдачи от реализации проектов технологического перевооружения, многократно превышающей вложенные средства, может быть получен только по схеме «новый продукт → новые технологии

**и оборудование → новое производство по выпуску этого продукта».**

В свою очередь, оптимизация параметров проектов технологического перевооружения и закупаемого оборудования должна базироваться на объективных научно-обоснованных данных, полученных экспериментальным путем.

С целью получения таких данных в течение 2008–2010 гг. ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» совместно со швейцарской фирмой «Willemin Macodel» разработал и изготовил многофункциональный автоматизированный исследовательский комплекс, работающий с наноразмерной точностью и обладающий уникальными характеристиками и возможностями (рисунок 1).

В результате сотрудничества ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ», ОАО НИПТИ «Микрон» и МГТУ «Станкин» в 2009–2011 гг. создан новый многокоординатный шлифовально-заточной технологический модуль с ЧПУ, который по основным потребительским свойствам соответствует лучшим мировым аналогам (рисунок 2).

Шлифовальный шестикоординатный технологический модуль предназначен для изготовления широкой

номенклатуры металлорежущего инструмента из наноструктурных (с величиной зерна до 200 нм), ультрадисперсных (с величиной зерна 200–500 нм) и субмикронных (с величиной зерна 500–1000 нм) твердых сплавов, требующих особо высокой точности размеров, а также для восстановления режущих свойств (переточки) твердосплавных спиральных сверл, концевых твердосплавных фрез и фасонного насадного дискового твердосплавного режущего инструмента. На нем также можно производить прецизионную обработку многогранных поверхностей и поверхностей кулачков, описываемых различными математическими законами. Технологический модуль позволяет производить глубинное шлифование на современных режимах резания.

Архитектура шлифовального шестикоординатного технологического модуля основана на матричном принципе построения оборудования. Преобразование матрицы (перекомпоновка узлов в различных сочетаниях) создает значительное количество вариантов исполнения с самыми разнообразными технологическими возможностями.



Рисунок 1. Уникальные характеристики и возможности комплекса.

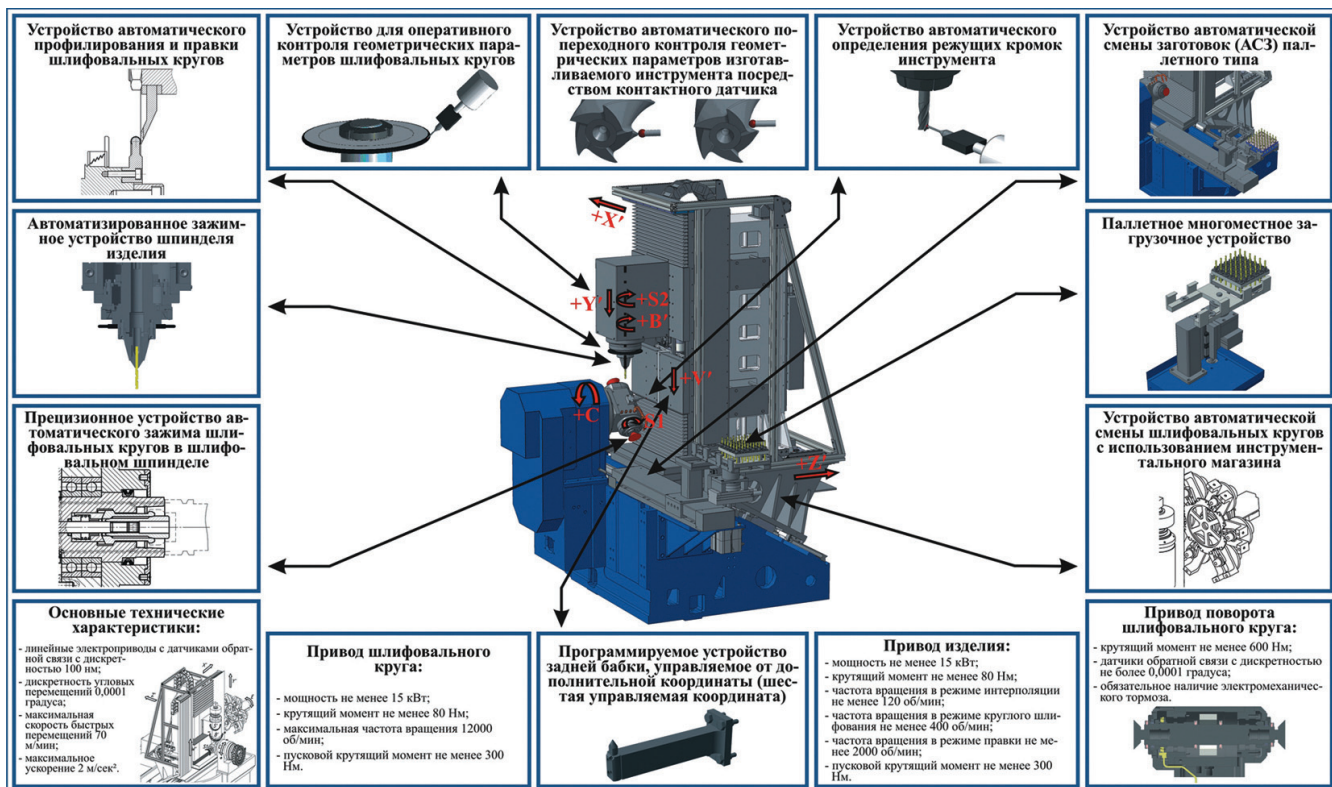


Рисунок 2 Кинематическая схема многокоординатного шлифовально-заточного модуля с ЧПУ.

### Основные направления деятельности и развития ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ»:

- проведение комплексных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и инновационно-технологических работ (НИОКР=R&D) в области обрабатывающих технологий, автоматизированного оборудования и наукоёмкого инструмента, обеспечение их освоения и серийного выпуска российскими предприятиями станкоинструментальной промышленности;
- создание инновационных технологий высокоточной обработки сложных деталей из металлических и композиционных материалов, разработка и реализация «под ключ» проектов технологического перевооружения предприятий, поставка, пусконаладка и сервисное обслуживание в течение всего жизненного цикла завершённых экологически чистых технологических систем, обеспечивающих повышение производительности до 10 и более раз, сокращение

энергопотребления и производственных площадей в 2–3 раза;

- разработка максимально детализированных заданий на специальное высокопроизводительное оборудование для гарантированного достижения показателей инновационных технологий при минимальной себестоимости;
- создание комплексных отечественных инновационных решений (разработка технологических процессов и изготовление ультрапрецизионных технологических модулей с ЧПУ, сверхвысокоточного контрольно-измерительного оборудования, специального инструмента из сверхтвёрдых материалов, специальной технологической оснастки) для ультрапрецизионной обработки алмазным точением, фрезерованием и шлифованием особо точных ответственных деталей из труднообрабатываемых материалов с точностью формы P-V < 100 нм и оптическим качеством поверхности Ra ≤ 5 нм;
- исследование процессов резания металлических и композицион-

ных материалов с получением объективной информации для научно-обоснованной оптимизации параметров технологических процессов обработки деталей машин и характеристик необходимого оборудования;

- разработка конструкций, технологий изготовления и производство наукоёмких инструментов из наноструктурных, субмикронных и ультрадисперсных материалов, в т. ч. со специальными покрытиями, для высокопроизводительной экологически чистой обработки;
- стандартизация и сертификация инструмента и инструментальных материалов, метрологическая и патентная экспертиза;
- проведение технологического аудита предприятий, экспертиза проектов перевооружения предприятий и предложений по закупкам оборудования, прежде всего, за счет средств госбюджета, обеспечивающих сокращение инвестиционных расходов, повышение качества проектов и результатов их реализации.



Особое внимание уделяется ультрапрецизионной тематике (таблица 1).

**Созданное оборудование и реализация ультрапрецизионной обработки в ОАО «ВНИИНСТРУМЕНТ» (рисунок 3).**

В настоящее время и на период до 2016 г. включительно в интересах предприятий ОПК, Росатома, Роскосмоса, Российской академии наук планируется выполнение следующих разработок:

- ультрапрецизионный шлифовальный 4-х координатный обрабатывающий центр для обработки методом алмазного шлифования деталей сложной формы типа тел вращения из труднообрабатываемых материалов с оптическим качеством поверхности и субмикронной точностью;
- ультрапрецизионный 4-х координатный токарный обрабатывающий центр с использованием дополнительной быстрой оси для обработки на оптических поверхностях трех-



Рисунок 3. Ультрапрецизионный модуль для обработки асферических поверхностей «АСФЕРИКА-Ф3».

- ультрапрецизионный 5-ти координатный обрабатывающий центр для изготовления мето-

дом алмазного фрезерования и шлифования микроструктур и деталей произвольной формы из различных материалов (в т.ч. труднообрабатываемых);

Таблица 1. Технологии, оборудование и области использования ультрапрецизионной обработки.

Особенности ультрапрецизионной обработки:	Области использования ультрапрецизионных технологий и оборудования:	Новые области использования ультрапрецизионных технологий и оборудования:
<p><b>станок:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– точность — 1,0...0,1 мкм;</li> <li>– разрешающая способность — 0,01...0,001 мкм;</li> <li>– уровень относительных колебаний — не более 0,01 мкм;</li> <li>– опоры основных узлов: аэростатические, гидростатические;</li> <li>– материал базовых узлов: натуральный гранит, керамика, полимербетон, инварный чугун;</li> <li>– встроенные синхронные линейные и круговые маловиброактивные двигатели;</li> <li>– система виброизоляции с частотой менее 5 герц;</li> <li>– специальные приводы, система ЧПУ и датчики обратной связи.</li> </ul> <p><b>компоненты и технологии:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальная СОТС, как правило, в распыленном виде;</li> <li>– вакуумное крепление заготовки;</li> <li>– встроенные средства контроля инструмента и детали;</li> <li>– термостабилизированное, особо чистое помещение;</li> <li>– специальные, развязанные фундаменты;</li> <li>– пластическое снятие стружки с экстремально низкой подачей и глубиной резания менее 1 мкм;</li> <li>– инструмент с острой режущей кромки 0,1...0,01 мкм;</li> <li>– однородный, мелкозернистый (менее 1 мкм) и чистый материал заготовки.</li> </ul> <p><b>особенности обработанных деталей:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– субмикронная точность;</li> <li>– зеркальное качество поверхности;</li> <li>– миниатюрные размеры по трем координатам (менее 1 мм);</li> <li>– наличие микроструктуры на больших деталях.</li> </ul>	<p><b>точная механика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Аэростатические подшипники</li> <li>– Корпуса и зажимные элементы</li> </ul> <p><b>информационная техника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Оптика для сканеров</li> <li>– Видеоголовки</li> <li>– Платы памяти</li> </ul> <p><b>предметы потребления:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ювелирная обработка</li> <li>– Корпуса часов и часовая механика</li> </ul> <p><b>измерительная техника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Спектрометрические решетки</li> <li>– Испытательные наконечники</li> </ul> <p><b>линзы Френеля:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Концентраторы для геозенергетики</li> <li>– Приборы дорожного регулирования</li> <li>– Осветительная техника</li> </ul> <p><b>оборонная техника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Инфракрасные линзы и зеркала</li> </ul> <p><b>лазерная техника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Резонаторные зеркала</li> <li>– Лучеформирующая оптика</li> <li>– Микролинзы</li> </ul>	<p><b>структурированные поверхности свободной формы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Микропоры</li> </ul> <p><b>микроинструменты и прессформы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Штампы</li> <li>– Литье под давлением</li> </ul> <p><b>микромеханика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Приводная техника</li> <li>– Управляющая техника</li> </ul> <p><b>обработка труднообрабатываемых материалов:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Стекло, керамика, сталь</li> </ul> <p><b>интегрированная микрооптика:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Коммуникационная техника</li> <li>– Информационная техника</li> </ul> <p><b>медицинская техника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Минимально-инвазивная хирургия</li> <li>– Эндоскопия</li> <li>– Искусственные хрусталики и контактные линзы</li> </ul> <p><b>микроструктурные реакторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Химическая индустрия</li> <li>– Зеленые технологии</li> </ul> <p><b>микроохладители:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокомощная техника</li> </ul>

- ультрапрецизионный 5-ти координатный шлифовальный обрабатывающий центр для формирования режущий лезвий ультрапрецизионного инструмента из сверхтвердых монокристаллических и поликристаллических материалов;
- ультрапрецизионный 4-х координатный токарно-шлифовальный обрабатывающий центр с наложением тангенциальных высокочастотных колебаний на режущий инструмент для обработки деталей (в т.ч. тонкостенных) из кварцевого стекла, ситалла, лейкосапфира, стеклокерамики и других хрупких материалов;
- ультрапрецизионный 4-х координатный токарно-центровой обрабатывающий центр для обработки деталей типа тел вращения с одновременным формированием микроструктур заданного профиля.

Уже в 2013 году будут созданы технология и пилотный образец ультрапрецизионного фрезерного модуля с ЧПУ для обработки крупногабаритных деталей металлооптики длиной до 1000 мм мод. «Фреза — 1000» (рисунки 4). Данная работа проводится в тесном сотрудничестве с ОАО «Научно-исследовательский институт электромеханики» (Федеральное космическое агентство) г. Истра, Московской области.

**Важно подчеркнуть, что все основные комплектующие создаваемого модуля — российские разработки и изготовление.**

Институт разрабатывает нормативы режимов резания, научно-техническую документацию и стандарты на инструмент, возглавляет Технический Комитет по стандартизации

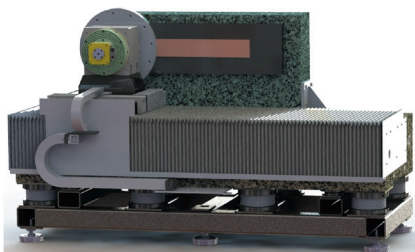


Рисунок 4. Ультрапрецизионный фрезерный модуль с ЧПУ для обработки крупногабаритных деталей металлооптики длиной до 1000 мм мод. «Фреза — 1000».

Таблица 2. Основные технические характеристики и отличительные особенности модуля мод. «Фреза — 1000».

Основные технические характеристики модуля мод. «Фреза — 1000»:	Отличительные особенности модуля мод. «Фреза — 1000»:
<ul style="list-style-type: none"> <li>– наибольшая длина обрабатываемого изделия — 1000 мм;</li> <li>– наибольшая ширина обрабатываемого изделия — 350 мм;</li> <li>– диапазон частот вращения фрезерной головки — 50...3000 об/мин;</li> <li>– диапазон скоростей перемещения по линейным осям — ось X 0,1...1000 мм/мин, ось Z 0,01...100 мм/мин;</li> <li>– дискретность задания перемещений по линейным осям — ось X 10 нанометров, ось Z 1,0 нанометр.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– станина из натурального гранита (изготовитель ОАО «Ставропольский инструментальный завод»);</li> <li>– основные исполнительные узлы шпиндель и суппорта осей X и Z на аэростатических опорах с пористым дросселированием;</li> <li>– комплектный маловиброактивный синхронный электропривод главного движения встроенного исполнения;</li> <li>– комплектный линейный синхронный электропривод подач с голографическими датчиками обратной связи по положению с разрешающей способностью 1 нанометр;</li> <li>– система ЧПУ «Микрос-12» с архитектурой промышленного компьютера и полностью оригинальным программным обеспечением;</li> <li>– самоустанавливающиеся виброизолирующие пневмоопоры с собственной частотой не более 3 Гц.</li> </ul>

ТК-95 «Инструмент» и является автором всех основных национальных и отраслевых стандартов на металло-режущий, дереворежущий и слесарно-монтажный инструмент.

Система менеджмента качества соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001–2011 (ISO 9001:2008) (сертификат СК № 00293).

На базе ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» действует Центр сертификации инструмента, выполняющий комплекс работ по сертификации, контролю качества и технической экспертизе инструмента и оснастки.

В этом году ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» отмечает свое 70-летие, сохранив научный потенциал, обновив научно-экспериментальную базу и привлекая талантливую молодежь к работам института. За 70 лет деятельности за достигнутые успехи институт многократно награждался Красными Знаменами высшего уровня, творческим коллективам присуждались Государственные премии, ведущие специалисты получали Государственные награды. Коллектив института — высококвалифицированные ученые, инженеры, техники и рабочие. В числе немногих прикладных эффективно работающих институтов технологического и станкоинструментального профиля в настоящее время ОАО «ВНИИИН-

СТРУМЕНТ» продолжает расширять диапазон исследований и объемы разработок для отечественного машиностроения, развивая научно-технические связи с промышленными предприятиями России, отечественными и зарубежными научными центрами.

С 2008 г. ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» — член Союза Машиностроителей России.

По инициативе Минпромторга России в Госкорпорации «Ростех» в 2013 году создан государственный холдинг «Станкопром» с приданием ему функций системного интегратора по разработке и реализации проектов технологического перевооружения и модернизации обрабатывающих производств ОПК России.

Системное перевооружение под руководством государственного регулятора позволит загрузить отечественное станкостроение долгосрочными заказами, снизить недопустимо высокую сегодня зависимость оборонки от импортного оборудования и перейти к интенсивному импортозамещению современным отечественным оборудованием и технологиями.

ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» станет научно-технологическим центром холдинга «Станкопром».

**Приглашаем к взаимовыгодному сотрудничеству! ■**