

# История развития хроматографии в Йошкар-Оле. К 30-летию фирмы «Мета-хром»

А. В. Астахов<sup>1</sup>

УДК 543.07:543.423

В последние годы во многих сферах нашей жизни произошли радикальные перемены. Не стало исключением и отечественное аналитическое приборостроение. И если раньше большинство испытательных лабораторий были оснащены импортным оборудованием, то теперь все большее внимание уделяется продукции отечественных производителей. В нашей стране есть компании, которые давно и успешно работают на российском рынке и не только. Заслуженным авторитетом у специалистов пользуется НПФ «Мета-хром» – производитель инструментария для газовой хроматографии и другого испытательного оборудования, которая в будущем году отметит 30-летие. Как у любого успешного предприятия с богатой историей, главная ценность – люди, ученые и инженеры-конструкторы, чьи идеи воплощаются на современном производстве\*.

В 2023 году исполнилось 120 лет со дня открытия хроматографии российским ученым-биологом М. С. Цветом. 21 марта 1903 года Михаил Семёнович прочитал доклад «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биохимическому анализу» на заседании биологического отделения Варшавского общества естествоиспытателей. Эта дата считается открытием хроматографии. Метод был настолько прост, что большинство современников это удивительное открытие не оценили. У многих работы ученого вызывали недоверие, некоторые считали новый метод слишком примитивным и не верили в то, что с его помощью можно получить достоверные результаты. Именно по этой причине в 1918 году Цвета забаллотировал Нобелевский комитет и о его открытии забыли больше чем на десятилетие. Но со временем именно простота метода проложила ему широкую дорогу в самые разнообразные области исследований. Открытие Цвета получило широкое

признание, начиная с 30-х годов прошлого века. 26 июня 1919 года Михаил Семёнович Цвет умер в расцвете своего таланта, не сумев осуществить свои многочисленные научные планы. Воскресили метод М. С. Цвета английские ученые Арчер Мартин и Ричард Синг, открыв распределительную хроматографию, за что и получили Нобелевскую премию в 1952 году.

Сегодня хроматография занимает одно из ведущих мест среди методов анализа объектов окружающей среды, промышленного производства, пищевых продуктов и других отраслей. Метод применяется в нефтехимии, криминалистике, фармацевтике, лабораторной диагностике и др. Кроме химиков, методом активно пользуются физики, биохимики, физиологи и другие. За эти годы хроматография достигла огромных успехов.

В России выпуском хроматографического оборудования занимается несколько предприятий. Одно из них – научно-производственная фирма «Мета-хром», которой в 2025 году исполняется 30 лет со дня основания. Конструкторский отдел и производственные мощности компании располагаются в Йошкар-Оле не случайно. Столица Республики Марий Эл имеет давние традиции в области аналитического приборостроения. Заглянем в историю развития хроматографии в Йошкар-Оле.

<sup>1</sup> НПФ «Мета-хром».

\* В статье использованы материалы автора, опубликованные в журнале «АНАЛИТИКА», 2023;13(2):154-156 и на сайте компании «Мета-хром» <https://www.meta-chrom.ru/catalog/chromatographs/evolution/>.



Хроматографы «Кристалл-1» (слева) и «Анализатор-100М» (справа)

Осенью 1978 года в ОКБ приборов контроля и автоматики в г. Йошкар-Ола приехали директор ВНИИБП Ю. Т. Калинин и начальник отдела хроматографии В. В. Помазанов. Целью визита было создание конструкторского отдела хроматографического приборостроения. После этого НПО «Биопрепарат» Главного управления микробиологической промышленности СССР выпустило приказ о создании отдела. Учитывая специфику НПО «Биопрепарат» и микробиологической промышленности в целом, ОКБ создавалось для решения оборонных задач, в том числе, по контролю химического оружия. Отдел хроматографии возглавил В. Ф. Загайнов. В него набрали инженеров и конструкторов – в основном, молодых, полных энтузиазма, но не имевших понятия о хроматографии.

В ноябре того же года отдел начал функционировать, а его сотрудники отправились стажироваться в отдел хроматографии ВНИИБП в Москве. Стажировка длилась целый месяц, по истечении которого началась разработка первого собственного газового хроматографа «Кристалл-1». За его основу взяли газовые хроматографы «ЛХМ-80» ( завод «Манометр», Москва) и Varian 3700 (фирма Varian, США), который по лицензии выпускал московский завод «Хроматограф», под названием «Модель 3700». Несмотря на недостаток опыта инженеров отдела, разработка велась на самом современном уровне. Были разработаны и внедрены электронные регуляторы расхода газа, электрометрические усилители на МОП-транзисторах, электронные системы управления и многое другое. Первые хроматографы выпущены опытной партией 10 штук для оснащения предприятий Микробиопрома. Несмотря на то, что эта линейка продукции так и не получила массового распространения, ее выпуск можно смело назвать

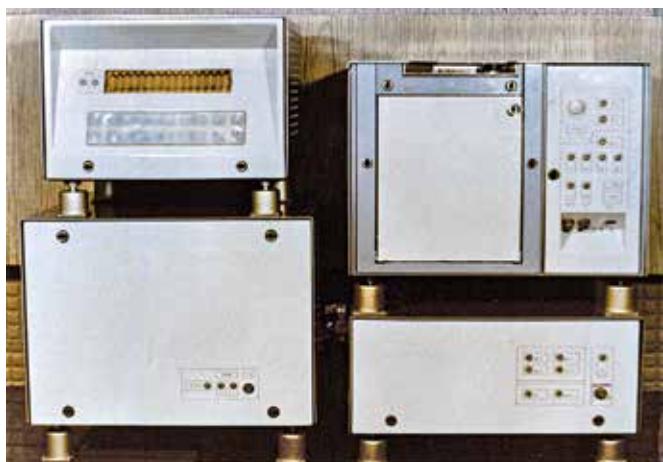
первым серьезным шагом на пути профессионального роста специалистов отдела и становления коллектива, как такового.

Параллельно, в короткие сроки был разработан анализатор для определения состава газовых смесей при мониторинге воздушного бассейна «Анализатор-100» (в дальнейшем модернизирован в хроматограф «Анализатор-110»), после чего отдел полностью перешел на газовую хроматографию.

В СССР в то время было несколько центров, которые разрабатывали и выпускали хроматографы: ВНИИБП (Москва), СКБ АН Эстонской ССР (Таллин), «ВНИИХром» (Москва), ОКБА (Дзержинск). Сотрудники отдела знакомились с основами хроматографии, встречались с ведущими специалистами на семинарах и конференциях. Большая заслуга в становлении и развитии коллектива



Первый состав сотрудников отдела, слева направо:  
В. Королев, А. Г. Исаев, В. Ф. Загайнов, А. В. Астахов,  
П. Б. Иванов



Хроматограф «ГЖХ-11-1000»

принадлежит В. В. Помазанову, Ю. Т. Калинину, Е. Е. Сотникову, В. В. Бражникову (ВНИИБП), П. А. Луневу, Л. А. Бухарину, В. И. Анцыгину (ОКБ приборов контроля и автоматики), В. Ф. Алексееву, В. А. Йонссону (СКБ АН Эстонской ССР), А. И. Чернятину, Я. И. Яшину, В. И. Калмановскому (ДОКБА), В. Л. Будовичу, В. М. Пошеманскому, А. Н. Тумиловичу («ВНИИХром»), М. А. Курцману ( завод «Хроматограф»), К. И. Сакодынскому (ИРЕА), В. И. Резникову («Витохром»), И. А. Ревельскому (МГУ), В. Н. Сидельникову (Институт катализа, Новосибирск) и многим другим.

Очень помогало обучению специалистов посещение хроматографических конференций, например, в Лосево, Пярну, Сааремаа, Самаре, Сочи, командировки в ведущие хроматографические организации. Особенno запомнилась конференция по хроматографии, которая прошла в Дагомысе в конце марта 1990 года. Это была последняя хроматографическая конференция Советского Союза. Очень полезными оказались лекции по хроматографии ведущего программиста СКБ АН Эстонской ССР В. Ф. Алексеева при посещении им Йошкар-Олы.

В дальнейшем для задач химической и биологической разведки в 1985 году совместными усилиями конструкторского отдела ОКБ, ВНИИБП и СКБ АН Эстонской ССР разработан хроматограф специального назначения «ГЖХ-11-Кристалл-1000» (тема «Пробуждение»). Разработка была завершена Государственными испытаниями. Более полугода сотрудники отдела участвовали в войсковых испытаниях на полигоне Шиханского испытательного центра. Затем началась перестройка, а химическое оружие уже собирались запретить (конвенция о запрещении в итоге подписана в 1993 году

и вступила в силу в начале 1997 года), поэтому хроматограф «ГЖХ-11-1000» на вооружение поставлен не был. Да и армия не была еще готова принять столь сложную технику.

Однако, чтобы опыт разработки не пропал, в 1986 году началась разработка гражданского варианта этой модели – хроматографа «Кристалл-2000», который считается первым газовым хроматографом отечественного производства с полностью автоматизированной системой управления. К слову, именно в это время велись жаркие обсуждения проекта ГОСТ 26703-93 «Хроматографы аналитические газовые. Общие технические требования и методы испытаний». Мнения разработчиков на этот счет расходились и были весьма противоречивы. Многие специалисты были убеждены, что требования этого ГОСТа невозможно будет выполнить на практике. Но молодым специалистам из Йошкар-Олы все же удалось на деле показать свою состоятельность и доказать реальность создания современных хроматографов по всем канонам технического прогресса. Требования ГОСТ 26703-93 в хроматографе «Кристалл-2000» были выполнены. В нем нашли применение микроконтроллер, электронное управление газовыми потоками, пятиканальный мультидетектор и автосамплер.

В 1988 году хроматограф прошел Государственные испытания и в 1989 году, его начали выпускать серийно и не только на заводе ОКБ в Йошкар-Оле, но и на Ижевском электромеханическом заводе «Купол». Всего изготовлено более трех тысяч хроматографов



Заседание государственной комиссии по приемке хроматографа «Кристалл-2000», слева направо: В. Ф. Алексеев, В. Ф. Загайнов, Ю. Н. Павлов, В. В. Помазанов – председатель комиссии, В. В. Бражников, 1988 год. Кроме перечисленных специалистов в работе комиссии приняли участие О. Г. Ларионов, К. И. Сакодынский, Л. Ф. Дмитриева, Ш. Р. Фаткудинова, А. В. Астахов.



Хроматограф «Кристалл-2000»

«Кристалл-2000», их и сегодня еще можно встретить в некоторых лабораториях. Эта модель оказалась настолько удачной, что ее серийное производство длилось девять лет, несмотря на стремительное развитие технологий. Старания разработчиков не прошли даром, и в 1988 году их труд был отмечен медалями ВДНХ (золотая и серебряная), почетными дипломами и автомобилем «Москвич».

На работу в отдел регулярно поступали выпускники Марийского политехнического института, средний возраст сотрудников был около тридцати лет. Год за годом работники нового отдела постигали тайны хроматографии и воплощали полученные знания на деле. Так 46 лет назад в Йошкар-Оле появилась хроматография. Сегодня Йошкар-Ола по праву считается центром Российского хроматографического приборостроения.

С тех пор разработчики хроматографов получили свыше 70 авторских свидетельств на изобретения. Многие из них впоследствии были внедрены в хроматографе «Кристалл-2000» и в других более поздних разработках. Среди таких изобретений можно выделить пятиканальный мультидетектор; малогабаритный высокоточный термостат колонок; автоматический дозатор жидких проб; система усиления сигналов пламенно-ионизационного детектора и детектора по теплопроводности и др.

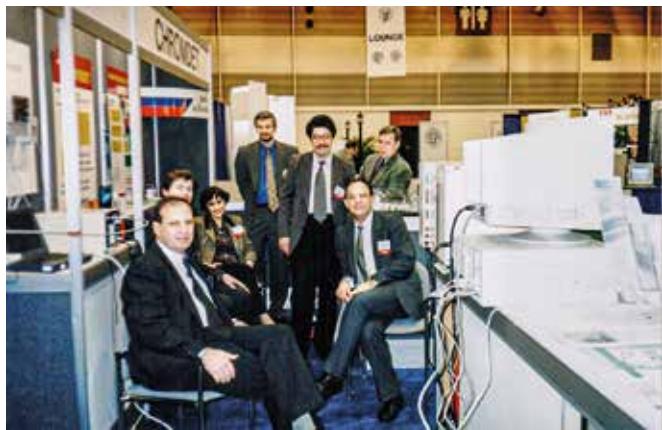
Хроматографы неоднократно экспонировались на выставках, в том числе международных, и получали награды. Последней разработкой отдела ОКБ стал хроматограф «Кристалл-3000», он получился удачным и в 1992 году успешно прошел все приемочные испытания. Но к этому времени в стране произошли большие перемены, связанные с перестройкой. Государственное финансирование разработок

прекратилось, заказы на новую технику предлагать было уже некому, и сотрудники ОКБ оказались предоставленными сами себе. Чтобы сохранить коллектив разработчиков, в 1991 году в отделе было организовано малое предприятие СКБ «Хроматэк». Первоначально в его состав вошли шесть человек во главе с А. М. Шадриным. В дальнейшем в состав СКБ вошли и остальные сотрудники отдела, а директором стал В. Ф. Загайнов. Деятельность СКБ и отдела стала возможной за счет продажи СКБ выпускаемых заводом хроматографов «Кристалл-2000» и внедрения их на различных предприятиях, благодаря накопленному опыту и компетенции в хроматографии.

Осенью 1994 года из СКБ «Хроматэк» ушли четыре ведущих специалиста: А. М. Шадрин (ведущий разработчик электроники), В. А. Лапин (ведущий конструктор), А. В. Астахов (начальник лаборатории хроматографии) и Е. М. Глазырин (ведущий программист), которые организовали в Доме быта (в современных реалиях – это бизнес-центр) научно-производственную фирму «Мета-хром». В здании Дома быта располагались мастерские разного профиля, магазины, там и разместилась новая фирма в небольшой комнате площадью примерно 18 м<sup>2</sup>. В это время бывший завод при ОКБ продолжал работать, но уже под новым наименованием – ОАО «Биомашприбор». Но там не осталось специалистов,



Сотрудники НПФ «Мета-хром»



На выставке «PITTKON-98», Новый Орлеан, 1998 год

способных заниматься разработками и технической поддержкой производства хроматографов.

Сотрудники «Мета-хром» договорилась с руководством «Биомашприбор» о том, что как самостоятельная компания будут выполнять НИОКР для завода, разрабатывать и поддерживать выпускаемую продукцию. Фактически работу начала в том же 1994 году компания «Мета», которой руководил А. М. Шадрин. О том периоде напоминает первая часть названия фирмы – «Мета-хром». Полнценно заниматься разработкой хроматографов в одной комнате было сложно, поэтому, на первых порах, взялись за модернизацию и усовершенствование хроматографа «Кристалл-2000». Тем не менее параллельно в короткие сроки был разработан новый прибор – «Кристаллюкс-4000», а документацию передали на завод в производство. По договору с заводом за разработку фирме передавали часть изготовленных приборов, которые она продавала и на эти средства расширяла поле деятельности. Один из первых хроматографов «Кристаллюкс-4000» демонстрировался в 1998 году на самой известной и престижной в мире выставке аналитического оборудования Pittcon в Новом Орлеане. Мечта попасть на эту выставку, которая родилась после знакомства с хроматографией, осуществилась через двадцать лет после начала работы.

Так продолжалось до 2003 года, когда на «Биомашприборе» все пришло в упадок – сменилось руководство, практически прекратилась производственная деятельность. Но фирма была к этому готова, еще в Доме быта началось развитие собственного производства, закуплены станки, на которых точили уникальные детали. На территории бывших складов был приобретен земельный участок и здания



На выставке, посвященной 100-летию открытия хроматографии (Москва, 2003 год), стоят на первом плане, слева направо: Ю. М. Лужков, Я. И. Яшин, В. А. Лапин

общей площадью около 10 000 м<sup>2</sup>. Постепенно привели их в порядок и оснастили технологическим оборудованием. Часть станков приобрели на «Биомашприборе», когда эта компания начала все распродавать.

В 2003 году в честь столетия открытия хроматографии на выставке в Москве демонстрировалась новая разработка фирмы – хроматограф «Кристаллюкс-4000М».

«Мета-хром» с 2004 года ежегодно участвует в выставке аналитического приборостроения «Аналитика», на которой, начиная с 2009 года, каждые два года «Мета-хром» награждали «Знаком Качества» за обеспечение высокой точности измерений в аналитической химии.

В 2005 году завод и вовсе перестал существовать, но «Мета-хром» уже располагал собственным производством. Офис в Доме быта, который к тому времени занимал 300 м<sup>2</sup>, остался в прошлом.



Главный корпус здания «Мета-хром»

Сегодня «Мета-хром» – это полномасштабное промышленное предприятие, поддерживающее все необходимые технологические операции: от металлообработки до порошковой окраски, от монтажа печатных плат до изготовления транспортной тары, от подготовки сорбентов для хроматографических колонок до выпуска необходимых шильдиков и фальшпанелей с лазерной маркировкой. По сути, единственная технологическая операция, которую фирма не может выполнить сама – нанесение гальванических покрытий. Но поскольку в хроматографии используется в основном нержавеющая сталь, гальваника применяется только при покрытии никелем латунных деталей, прежде всего – мембран регуляторов расхода газа для придания им химической стойкости. К счастью, в Йошкар-Оле гальванические участки действуют на нескольких предприятиях, и никто не отказывается от сторонних заказов. Аналитическое приборостроение не может похвастаться очень большими объемами. Тем не менее, фирма производит хроматографы, автосамплеры, генераторы газов и сопутствующее аналитическое оборудование – именно как серийную продукцию.

Несмотря на то, что линейка хроматографов «Кристаллюкс-4000М» выпускается с 2003 года до сих пор, это отнюдь не свидетельствует о том, что фирма отстает от технического прогресса. Хроматограф «Кристаллюкс-4000М» постоянно совершенствуется: улучшаются технические характеристики, добавляются новые сервисные устройства. Описание Государственного реестра на хроматограф «Кристаллюкс-4000М» корректируется почти каждый год. Разработаны такие сервисные устройства, как автоматические дозаторы жидких проб (шприцевые и безшприцевые из потока, находящегося под давлением), автоматические и ручные краны-дозаторы, коммутаторы газов, устройство для парофазного анализа, пиролизер, термодесорбер, в т. ч. двухстадийный, устройство криофокусирования, криогенные устройства для определения микропримесей в газах. Выпускается широкий спектр дополнительного оборудования – генераторы газов, фильтры каталитической очистки азота (водорода, аргона, гелия) от кислорода и воздуха от органических примесей, воздушные компрессоры, в том числе генераторы водорода с производительностью от 7 до 75 л/ч, генераторы чистого воздуха (очистка воздуха от примесей углеводородов и водяных паров).

Непрерывно совершенствуется программа обработки хроматографической информации NetChrom, в том числе, в части внедрения новых методов



Современный хроматограф «Кристаллюкс-4000М»

анализа и расчета результатов. Разработан пакет документов для IQ, OQ, PQ квалификации (в том числе, автоматическая PQ-квалификация).

Немало внимания уделили внешнему дизайну – его разработала «Студия Артемия Лебедева». Совместно с фирмой «Интерлаб» в 2020 году хроматограф «Кристаллюкс-4000М» успешно состыкован с масс-спектрометрическим детектором «Маэстро-αМС». С тех пор хромато-масс-спектрометрами оснащаются криминалистические лаборатории, наркодиспансеры и др. медицинские учреждения. В составе хроматографа используются, наряду с автосамплером «ДАЖ-4000» собственной разработки, современные высокоточные автосамплеры компании НТА (Италия) для ввода не только жидких проб, но также равновесного пара и твердых образцов при помощи твердофазной микроэкстракции (SPME). С помощью фирмы «Витохром» и ее директора В. И. Резникова освоено изготовление насадочных колонок не только для собственных нужд, но и для других заказчиков.

В 2010 году компания «Росшельф», дочернее предприятие АО «Газпром», намеревалась производить промышленные газовые хроматографы под своей торговой маркой, и «Мета-хром» выиграл конкурс на разработку такого прибора. С 2008 по 2020 год был разработан и выпускался серийно промышленный потоковый хроматограф «Петрохром-4000» во взрывозащищенном исполнении для анализа



Одноканальная установка гидроочистки нефтяных фракций для снижения концентрации серо- и азотосодержащих соединений в товарных нефтепродуктах

природного газа. Совместно с заведующим кафедрой Самарского университета И. А. Платоновым «Мета-хром» начала подготовку к модернизации «Петрохром-4000» при помощи МЭМС-технологий.

Важное направление нашей деятельности – разработка и внедрение на базе газового хроматографа специализированных приборов для определения микропримесей в ракетном топливе и технологических газах, заправляемых в космические аппараты. Приборы установлены на космодромах «Байконур», «Восточный», а последние приборы для анализа топлив, технологических жидкостей и газов – всего, чем заполняется космическая ракета «Ангара», – на космодроме «Северный» в Плесецке.

Пример из другой области – анализ трансформаторного масла. Хорошо известно, что минеральное масло в высоковольтных трансформаторах – это не только электрический изолятор и охлаждающая жидкость, но и диагностическая среда. В случае возникновения, например, локальных дуговых разрядов, из масла выделяется водород. По его концентрации судят о техническом состоянии трансформатора, прежде всего изоляции его

обмоток. Для более точной диагностики анализируют содержание в масле и других газов. Однако сейчас разработан принципиально новый, прорывной метод на основе анализа содержания спиртов в трансформаторном масле. Он позволяет оценить степень повреждения бумажной изоляции, т. к. при ее термическом разложении в масло выделяются метанол и этанол. Их количество резко возрастает при интенсивном разрушении изоляции. Совместно с АО «Техническая инспекция ЕЭС» удалось найти стабильный и точный метод определения количества этих спиртов.

Второе направление деятельности фирмы – приборы для контроля качества и сохранения физических и химических свойств при хранении взрывчатых веществ и твердого ракетного топлива. Это измерительно-вычислительные комплексы «Вулкан-2005М» для испытания порохов и взрывчатых веществ. Прибор измеряет давление газов в замкнутой реакционной камере в изотермическом режиме. Этим комплексом оснащены едва ли не все пороховые заводы в России, а также некоторые предприятия в ближнем и дальнем зарубежье, включая Кубу, Индию, КНР.

Третье направление – разработка, изготовление, испытание и внедрение лабораторных и пилотных установок для моделирования каталитических процессов, как в неподвижном, так и псевдоожиженном слое катализатора, для изучения кинетических параметров активности, селективности катализатора при различных температуре, давлении, скорости потока; оценки пригодности для переработки различных видов сырья; степени истираемости катализаторов, работающих в режиме псевдоожижения. На сегодняшний день разработаны и выпускаются установки для моделирования процессов: гидроочистки, депарафинизации, риформинга, каталитического крекинга в псевдоожиженном слое, алкилирования, дегидрирования изобутана (этилбензола, изоамиленов), пиролиза пластиковых отходов, получения синтез газа, термокрекинга, термолиза, селективного гидрирования, гидротермального старения, испытаний на механическую прочность и истирание согласно методике ASTM D 5757-11, каталитического крекинга в псевдоожиженном слое катализатора (FCC – Fluid Catalytic Cracking), установки для определения так называемого CO-индекса активности катализатора по окислению CO до CO<sub>2</sub> в процессе FCC, установки тестирования микроактивности и селективности катализаторов (ACE – Advanced Cracking Evaluation), автоклавы различного объема и рабочего давления.

В настоящее время газовые хроматографы и промышленное оборудование эксплуатируются во множестве предприятий страны: ПАО «Нижнекамскнефтехим», ООО «Газпром нефтехим Салават», ПАО «Татнефть», ПАО АНК «Башнефть», ПАО «Химпром», АО «Каустик», ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Северсталь», ГК «ЕвроХим», АО «ГалоПолимер», Ишимбайский специализированный химический завод катализаторов и др.

\* \* \*

Итак, во времена перестройки из отдела разработчиков ОКБ приборов контроля и автоматики города Йошкар-Ола появились две компании – НПФ «Мета-хром» и СКБ «Хроматэк», которые наряду с созданием новых хроматографов и усовершенствованием ранее выпущенного оборудования, занимаются реализацией и внедрением выпускаемых приборов, а также их техническим обслуживанием. Сегодня фирмы «Мета-хром» и СКБ «Хроматэк» – это полномасштабные промышленные предприятия с полным технологическим циклом,

размещенные в собственных зданиях. Они являются ведущими в России предприятиями, выпускающими газовые хроматографы. Постоянная конкуренция между двумя фирмами способствует улучшению качества изготавляемой продукции, а также повышению технологического уровня российских хроматографов.

## Авторы / Authors

Астахов Александр Викторович, заместитель директора по науке, Научно-производственная фирма «Мета-хром», РФ, Республика Марий Эл, город Йошкар-Ола, ул. Баумана, 100.

Область научных интересов: хроматография, масс-спектрометрия, аналитическое оборудование.

Astakhov Alexander Viktorovich, Deputy Director for Science, Research and Production Company Meta-Chrome, Russian Federation, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, st. Bauman, 100. Area of scientific interests: chromatography, mass spectrometry, analytical equipment.

Astahov-AV@meta-chrom.ru

## Конфликт интересов / Conflict of Interest

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
The author declare no conflict of interest.

**ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:**

- ★ Высокая чувствительность и точность измерений
- ★ Полная автоматизация
- ★ Адаптация под любые задачи заказчика

**ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ:**

- ★ Нефтегазопереработка и добыча
- ★ Химическая промышленность
- ★ Энергетика
- ★ Экология
- ★ Медицина
- ★ Сельское хозяйство
- ★ Пищевая промышленность
- ★ Криминалистика



**Хроматографический комплекс «Кристаллюкс-4000М»**



**Автоклав, предназначенный для моделирования различных химических процессов, протекающих при повышенных температурах и давлении**



ООО «НПФ «Мета-хром»  
424000, Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Баумана, 100  
Тел.: (8362) 42-49-97, 73-45-24, 42-22-66 | Факс: 42-49-97

Web: [www.meta-chrom.ru](http://www.meta-chrom.ru)  
E-mail: [m\\_chrom@mari-el.ru](mailto:m_chrom@mari-el.ru)

[www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)

423



**ТЕХНОСФЕРА**  
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

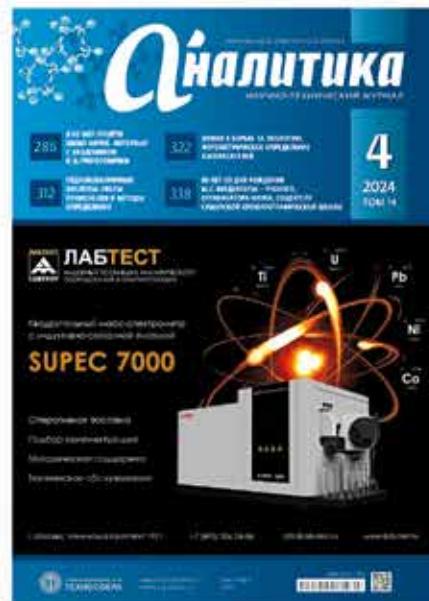
**100% ГАРАНТИЯ**  
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер  
Периодичность: 10 номеров в год  
[www.electronics.ru](http://www.electronics.ru)



Стоимость 1450 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.photonics.su](http://www.photonics.su)



Стоимость 1450 р. за номер  
Периодичность: 6 номеров в год  
[www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)

# ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

[www.technosphera.ru](http://www.technosphera.ru)



Стоимость 1300 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.lastmile.su](http://www.lastmile.su)



Стоимость 1300 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.nanoindustry.su](http://www.nanoindustry.su)



Стоимость 1800 р. за номер  
Периодичность: 4 номера в год  
[www.stankoinstrument.su](http://www.stankoinstrument.su)