

**ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ
КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ
ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА*****В.В. Залепухин, М.А. Мытарев***

В первой части статьи приводятся данные по истории исследований состояния воздушного бассейна лабораторными методами и с помощью автоматических систем наблюдения. Сделан вывод о необходимости перехода к комплексному мониторингу, объединяющему обе группы методов.

Ключевые слова: *методы исследования воздушного бассейна, лабораторные методы, автоматические системы наблюдения.*

**EVOLUTION OF THE SYSTEMS
OF THE CONTROL METHODS
OF THE CONDITIONS
OF THE AIR RESERVOIR*****V.V. Zalepukhin, M.A. Mytarev***

The article provides the data on the history of the research of the condition of the air reservoir by laboratory methods and automatic systems of the observation. Authors made the conclusion about the necessity of the transfer to the integrated monitoring of the condition of the air reservoir joining different groups of methods.

Key words: *methods of the air reservoir studies, laboratory methods, automatic systems of observation.*

**Требование времени – переход
от лабораторных методов
к автоматическим системам
наблюдения**

Защита окружающей природной среды предполагает постоянный мониторинг множества природных объектов, среди которых первостепенная роль отводится атмосферному воздуху. Только данные оперативного и полномасштабного аналитического контроля способны показать реальный и осуществимый путь к управлению качеством воздушного бассейна, который в числе первых подвергается возрастающему неблагоприятному воздействию со стороны развивающегося индустриального общества и урбанизации.

Анализ и нормирование качества атмосферного воздуха относится к аэроаналитическим задачам, требующим рассмотрения прежде всего метеорологических условий и сложных физико-химических процессов, протекающих в атмосфере [11]. В начале систематических наблюдений за состоянием атмосферного воздуха его анализ основывался, главным образом, на применении физико-химических методов и приборов, в разработку которых существенный вклад внесли российские ученые М.Т. Дмитриев, М.А. Клисенко, Ю.Ю. Лурье, Е.А. Перегуд, С.Ф. Яворская, Н.Б. Коган и др. [1].

Современные методы экологических измерений, используемых для обнаружения, идентификации, определения компонентов и концентрации состава загрязнений по условиям проведения анализа можно разделить на три относительно самостоятельные, но взаимосвязанные группы: 1) лабораторные методы, основанные на отборе проб и анализе параметров контролируемого объекта в условиях специализированных научных учреждений; 2) методы экспресс-анализа («полевые методы»), выполняемые с помощью переносных приборов непосредственно в местах, где располагается объект контроля; 3) дистанционные методы, основанные на прямых измерениях, но прибор (или измерительный комплекс) и объект контроля находятся на некотором расстоянии друг от друга [6; 8].

По принципам и особенностям исследований все методы анализа могут быть разделены на химические, физические, физико-химические и биологические. Первые из них основаны на тех или иных химических реакциях, которые позволяют определить состав и количественные показатели атмосферных примесей, чаще всего используются титриметрические и гравиметрические методы. Физические инструментальные методы основаны на регистра-

ции разнообразных физических характеристик вещества — спектральных, рентгеновских, лазерных, ядерных и др. Физико-химические методы применяются наиболее широко и представляют комбинацию физических и химических методов. Наконец, к биологическим относят методы биоиндикации и биотестирования. В соответствии с классификациями Ж.Л. Гохберга и М.С. Захарова [3] и Р. Кальвода [4], все аналитические инструментальные методы анализа воздушной среды (физические и физико-химические) можно разделить по следующим группам:

- а) тепловые (измерение теплопроводности, теплоты сгорания и степени ионизации);
- б) электрические и магнитные (анализ параметров проводимости, диэлектрического потенциала, заряда, магнитной восприимчивости);
- в) электрохимические (потенциометрические, полярографические, вольтамперметрические и кулонометрические);
- г) оптические (абсорбционная и эмиссионная спектроскопия; колориметрия, фотометрия и спектрофотометрия);
- д) хроматографические (газовая, газожидкостная и тонкослойная хроматография).

Существенным недостатком таких методов является весьма высокая сложность исследования, и поэтому они гораздо чаще используются в лабораторно-исследовательской практике, а не в промышленных условиях.

Из числа химических методов (к ним относятся весовой, объемный, нефелометрический, турбидиметрический и др.) наибольшее распространение получил лабораторный метод микроколориметрии, достаточно чувствительный для экспресс-анализа следов концентраций паров и пылей металлов, окислов азота, аммиака, формальдегида, хлора, сероводорода фтора, окиси углерода и многих других органических и неорганических соединений. Несмотря на простоту, этот метод неприменим для непрерывного контроля загрязняющих веществ, поскольку анализу предшествует разовый или эпизодический отбор проб, зачастую проводимый с предварительной обработкой — обогащением или экстрагированием [6; 8; 11]. Малопримемлемы для целей постоянного контроля за загрязнением воздушного бассейна и методы биоиндикации, которые, несмотря на высокую чувствительность, дают в основном качественную, а не количественную оценку того или иного ингредиента.

Современные успехи контроля за состоянием окружающей среды существенно зависят от применения автоматических, измерительных, сигнальных и регулирующих приборов и систем для регистрации и индикации характера и уров-

ней загрязнения биосферы различными веществами. Поэтому при совершенствовании средств и методов измерения, регистрации и передачи информации важное место занимает разработка комплекса научных, технических, технологических и иных мероприятий, обеспечивающих систематический и оперативный контроль за состоянием и динамикой развития природных и техногенных процессов. Прогресс в деле создания средств наблюдения, измерения, регистрации, анализа, информации представляет в большинстве случаев эффективный способ снижения и максимального предотвращения загрязнений окружающей природной среды. Важнейшими факторами, определяющими принцип действия, способ измерения и конструкцию специальных средств контроля загрязнения, являются их назначение и область применения, и в соответствии с этим различают приборы для контроля: а) загрязняющих веществ в атмосфере; б) технологических промышленных выбросов; в) транспортных выбросов; г) поверхностных природных вод и промышленных стоков; д) судовых сбросов и выбросов; е) почв и их компонентов.

Такое разделение определяет специфику использования анализаторов: например, существенно различаются приборы для контроля воздушного бассейна в городах или в биосферных заповедниках и отходящих в атмосферу газов промышленных предприятий — прежде всего, по способу отбора проб, составу ингредиентов и концентрациям вредных веществ.

Определение концентраций загрязняющих веществ в окружающей среде осуществляется с помощью первичного измерительного преобразователя-датчика, непосредственно соприкасающегося со средой, в которой проводится измерение, дистанционно или путем подачи пробы с использованием специальных устройств для ее отбора и подготовки, с последующей пересылкой в централизованные лаборатории.

Однако подавляющее большинство исследований по анализу современного состояния воздушного бассейна проводится с помощью лабораторных методов. При этом широко используются методы разделения, качественный анализ и изучение химического строения тех или иных соединений, попадающих в воздух. Нынешняя система контроля за состоянием воздушной среды большей частью базируется на архаичной и давно устаревшей системе ручного сбора проб, которая многим управляющим и исследовательским структурам кажется гораздо более простой и дешевой.

К методам исследований, использовавшихся для контроля за состоянием воздушного бассейна к началу 1970-х гг., относились: газовая, ионная, жидкостная и тонкослойная хромато-

рафия; масс-спектрометрический анализ; спектральные методы (колориметрия, спектроскопия, люминесценция и др.); электрохимические методы; ядерно-магнитный резонанс и др.

Однако в подавляющем большинстве случаев перед анализом использовались операции по ручному сбору проб с последующей доставкой в специализированные и хорошо оснащенные лаборатории. Общеизвестно, что воздушный бассейн представляет быстро меняющийся динамический объект, тщательный и достоверный контроль за состоянием которого ручными или инструментальными методами весьма проблематичен. Более того, ручной сбор проб не дает объективной характеристики состояния среды. При таком способе анализа теряет всякий смысл определение максимальной разовой ПДК_{м.р.} — пока пробу довезут в лабораторию, метеорологическая обстановка на исследуемой территории может резко измениться, а вредное вещество рассеяться в пространстве или вступить в химическую реакцию с каким-то иным ингредиентом. Следовательно, быстрое получение информации о внезапных или аварийных выбросах придется проводить «задним числом», когда напряженность экологической ситуации, по всей вероятности, спадет. Получение более достоверной информации связано, прежде всего, с необходимостью резкого увеличения числа замеров и количества определяемых показателей.

Используемые для экспресс-анализа приборы по уровню автоматизации разделяют на ручные, полуавтоматические и автоматические. Отдельно выделяют измерительные средства и приборы, которые применяются в качестве первичных преобразователей (датчиков). Подавляющее большинство приборов может использоваться как в лабораторных или производственных условиях, так и в натуральных исследованиях при работе в автономных режимах или в составе региональных информационных систем на стационарных, передвижных или переносных станциях контроля. Тем самым осуществляется контроль точечного, локального, регионального, глобального загрязнения окружающей среды, и прежде всего атмосферного воздуха.

Усиление внимания к состоянию окружающей природной среды, экологический бум за рубежом в конце 1960-х — начале 1970-х гг., введение экономических санкций за загрязнение воздушного бассейна в ряде стран и конкуренция между фирмами обусловили появление сначала разнообразных инструментальных методов анализа и соответствующих приборов, а затем и появление ряда автоматизированных систем контроля загрязнения воздуха — АСКЗВ [7]. Уже в середине 1970-х гг. такие системы

были созданы и функционировали во многих городах промышленно развитых стран — США, Японии, Австрии, Германии, Франции, Канады и многих других. В странах социалистического содружества (Болгарии, Венгрии, Польше, Румынии) они появились несколько позже. АСКЗВ отличались качественными и экономическими показателями, но выполняли сходные задачи: анализ метеоусловий, в том числе неблагоприятных; многоступенчатая оперативная сигнализация об опасных уровнях загрязнения; оценка уровня загрязнения приземного слоя атмосферы по целым городам и по отдельным районам; создание математических моделей для прогнозов уровней загрязнения при различных метеоусловиях; формирование банка данных, необходимых для научных, эпидемиологических и прочих исследований.

В первых модификациях автоматические системы наблюдения измеряли весьма ограниченный круг показателей — СО и СО₂, SO₂, окислов азота, углеводородов, озона и др. В более поздних моделях был совмещен анализ метеопараметров и концентрации загрязнителей. Эволюция систем шла по пути совершенствования датчиков, систем регистрации, средств передачи и накопления информации. Как правило, АСКЗВ состояли из множества (от 10 до 50–60) контрольно-замерных станций, информация от которых поступала на центральную станцию, оснащенную ЭВМ. Опасная ситуация определяется по совокупности измерений через короткие промежутки времени на основании фоновых концентраций вредных ингредиентов, а при локальных повышениях проводится оповещение близлежащих предприятий и населения.

В монографии А.В. Примака и А.Н. Щербаня [6] описана удачная, по мнению авторов, и успешно функционирующая с 1980-х гг. японская система контроля за состоянием атмосферы. В ней действует около 2 тыс. станций в различных городах страны, обеспечивающих сбор и обработку данных дистанционного измерения параметров воздуха, оценку его состояния, разработку мероприятий по снижению загрязнения, подачу сигналов тревоги, формирование банков данных, построение математических моделей. Большое внимание уделяется визуальному представлению полученных данных для оповещения населения — дисплей и электронные табло установлены не только в центральном диспетчерском пункте, но также в префектурах и на улицах городов. Информация о загрязнении воздуха отличается большой наглядностью, так как представлена в виде таблиц, графиков или карт с обозначением зон загрязнения. На те же электронные табло вы-

водят и предупреждения об аварийных ситуациях.

Контроль за промышленными предприятиями и их выбросами ведется измерительными приборами, установленными на трубах предприятий и в вентиляционных системах, и при превышениях допустимых уровней загрязнения тут же поступает сигнал тревоги, после которого фиксируется и учитывается реакция предприятия по уменьшению выбросов. Таким образом, в современных системах наблюдения соблюдается принцип обратной связи: можно регулировать выбросы промышленных предприятий при обнаружении высоких концентраций вредных веществ в воздухе. Япония, как и другие промышленно развитые страны, давно перешла на автоматические системы наблюдения, в которых параллельно регистрируются и метеоусловия, и уровни загрязняющих веществ в воздушной среде [6].

Развитие АСКЗВ за рубежом идет по пути применения максимального усовершенствования технических средств сбора и передачи информации, улучшения качества датчиков для определения вредных примесей, объединения отдельных станций в системы, а локальных городских систем – в региональные и общегосударственные. Следующей ступенью является создание Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС), охватывающей разные страны и континенты. В рамках программ Всемирной организации здравоохранения и Всемирной метеорологической организации предусмотрено измерение и анализ фоновое загрязнения воздуха, которые проводятся на территории биосферных заповедников.

Начиная с 1970-х гг. в Советском Союзе органами гидрометеорологических и санитарно-эпидемиологических служб проводились систематические исследования загрязнения воздуха, основанные на лабораторно-химических анализах проб по отдельным вредным ингредиентам. На всей территории СССР действовала общегосударственная служба наблюдения и контроля атмосферы (ОГСНКА) на базе существующих наблюдательных, оперативных и научных подразделений Роскомгидромета, Минздрава и других ведомств. В основу ОГСНКА были заложены комплексные наблюдения за химическим составом атмосферного воздуха, метеопараметрами и выбросами вредных веществ в атмосферу. Сеть ОГСНКА(А) начала создаваться в 1964 г., и к 1991 г. почти на 1 200 постоянно действующих постах регулярно измерялось содержание в воздухе около 80 видов примесей вместе с метеорологическими характеристиками.

С 1996 г. всесторонний анализ атмосферного воздуха проводится в рамках ЕГСЭМ –

единой государственной системы экологического мониторинга. В настоящее время на территории Российской Федерации регулярные наблюдения проводятся примерно в 250 городах и более чем на 600 постах. В основу деятельности систем наблюдения положены те же принципы: синхронность, регулярность и единство программы наблюдений; репрезентативность положения стационарных постов; комплексность наблюдений за различными объектами и природными средами.

По мнению И.М. Назарова, процесс развития и совершенствования отечественных средств комплексного автоматизированного контроля загрязнений можно разделить на 5 этапов, соответствующих тому или иному типу приборов и лабораторий:

1) комплектные лабораторные системы для анализа атмосферных загрязнений (ИАЗ-1, ЛИВ-1);

2) стационарные и передвижные лаборатории для контроля воздушного бассейна в городах и промышленных центрах (ПОСТ-1, «Атмосфера-1»);

3) автоматизированные станции контроля атмосферных загрязнений («Воздух-1», АСКЗА);

4) экспериментальные АСКЗВ, введенные в действие в Киеве, Ленинграде, Москве, Запорожье, Кемерове и других городах;

5) головная автоматизированная система наблюдения и контроля за загрязнением окружающей среды (в том числе атмосферного воздуха) АНКОС-АГ на базе станций АСКЗА-Г [1].

Отечественное приборостроение еще в 1980-х гг. освоило выпуск ряда приборов и систем контроля для промышленных предприятий и городов, которые могут использоваться как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем. Технические характеристики разнообразных отечественных и зарубежных приборов для контроля за состоянием окружающей среды можно встретить в руководствах и прайс-листах конкретных производителей. Данные по приборам и оборудованию, известным к 1980 г., собраны в монографии А.А. Примака и А.Н. Щербаня [6].

Станции-лаборатории могут быть также смонтированы на наземных, плавающих или летающих транспортных средствах [5]. При наземных исследованиях в качестве маршрутных постов наблюдения в России выпускают комплекс «Атмосфера-2» на базе фургонов моделей УАЗ. Ее производительность по отбору проб или анализу во время остановок (по заранее спланированному маршруту) составляет 8–10 проб в день, или около 4 тыс. в год. Такая станция предназначена для анализа метеопараметров (атмосферного давления, скорости на-

правления ветра, температуры и влажности воздуха) и экспрессной оценки загрязнения воды и почвы. В таком автофургоне смонтированы полуавтоматические переносные приборы-индикаторы для ориентировочного (полуколичественного) определения концентраций сернистого газа, газообразного хлора и озона в атмосферном воздухе, а также газоанализаторы для более точного количественного измерения содержания CO , SO_2 , NO_2 , O_2 , H_2S , NO , NH_3 , Cl_2 [11]. Передвижные станции по контролю атмосферных загрязнений могут также формироваться на базе автомобилей «Газель», а лаборатория слежения за промышленными выбросами «Кема» устанавливается на автомашинах КАМАЗ. Известны результаты эксплуатации лаборатории, установленной в салоне железнодорожного вагона, при помощи которой в 1995–2000 гг. был реализован уникальный российско-германский проект по исследованию газов и аэрозолей в воздушной среде на территории почти всей Российской Федерации, примыкающей к важнейшим железнодорожным магистралям. Основным выводом, который был сделан в ходе исследований: вклад нашей страны в глобальное загрязнение планеты не столь велик, как считалось ранее – Россия в значительной степени очищает поступающие извне трансграничные загрязнения [9].

Для обеспечения оптимальных условий проведения постоянных стационарных наблюдений отечественная промышленность выпускает стандартные павильоны-посты наблюдений или комплектные лаборатории типа ПОСТ. Среди них «ПОСТ-1»: представляет утепленный павильон с системой электроснабжения и освещения, в котором установлены комплект приборов и оборудования для отбора проб воздуха и проведения метеорологических наблюдений. В нем установлены автоматические газоанализаторы ГМК-3 для определения оксида углерода и ГКП-3 для количественного анализа сернистого газа. Модификации такой лаборатории – «ПОСТ-2» и «ПОСТ-2а» – отличаются более высокой производительностью отбора проб и степенью автоматизации. «ПОСТ-2» предназначен для отбора проб атмосферного воздуха на газовые примеси с помощью автоматического воздухоотборника и электроасpirатора для дальнейшего анализа в химических лабораториях. В нем также имеется комплекс датчиков для анализа метеорологических параметров скорости и направления ветра, температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления. По сути дела, такие стационарные посты представляют переходную ступень к системам автоматического контроля за состоянием атмосферного воздуха.

Отечественное приборостроение еще в 1980-х гг. освоило выпуск ряда приборов и систем контроля для промышленных предприятий и городов, которые могут использоваться как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем. Технические характеристики разнообразных отечественных и зарубежных приборов для контроля за состоянием окружающей среды можно встретить в руководствах и прайс-листах конкретных производителей. Данные по приборам и оборудованию, известным к 1980 г., собраны в монографии А.А. Примака и А.Н. Щербаня [6].

Станция автоматического контроля воздуха МР-16, разработанная в России в конце 1980-х гг., предназначена для измерения разовых концентраций поллютантов в атмосфере, контроля основных метеорологических параметров, передачи полученных данных в центр сбора и обработки информации. Отбор проб воздуха осуществляется специальным зондом с пятью независимыми каналами и автоматическим подогревом пробы. Датчики, установленные на станции, позволяют производить непрерывное автоматическое измерение концентраций CO , SO_2 , NO_2 , NO_x , NH_3 , H_2S , Cl_2 , суммы углеводородов [11].

Интересную идею воплотили в жизнь в конце 1970-х гг. создатели АСКЗВ в Новокузнецке, где результаты определения концентраций загрязнителей были введены в качестве подсистемы в информационную базу «Скорой медицинской помощи» [10]. По мнению авторов, автоматизированная система слежения за состоянием окружающей среды может быть использована в крупных населенных пунктах как средство анализа санитарно-гигиенической обстановки окружающей среды.

Особую область исследований и практического применения представляют приборы и средства для контроля промышленных выбросов предприятий, осуществляющие непосредственный контроль за составом и свойствами отходящих газов, выбрасываемых (в очищенном или неочищенном виде) в атмосферный воздух. Зачастую количество выбросов вредных веществ, образующихся в различных технологических процессах, определяется не прямыми измерениями, а расчетным путем. Отличительной особенностью такого анализа является то, что определение поллютантов должно вестись непосредственно в потоке отходящих газов, и соответственно схема отбора проб и последующего анализа существенно отличается от контроля за состоянием атмосферного воздуха в приземном слое атмосферы. Концентрации вредных веществ в отходящих газах гораздо выше, чем в природных условиях –

отсутствует возможность рассеивания загрязнителей, а диапазон таких значений изучаемого вещества — гораздо шире. Таким образом, для обеспечения оперативного контроля вредных выбросов требуется оснащение промышленных предприятий средствами периодического, а предпочтительнее непрерывного и автоматического измерения состава потока отходящих газов. Уже в конце 1980-х гг. в качестве средств периодического измерения окислов азота использовались приборы Эвдиометр-1 и УГ-2, а для определения SO_2 — Эвдиометр-2. Чуть позже приборостроительная промышленность наладила выпуск автоматического газоанализатора ГХЛ-201, при помощи которого можно измерять концентрацию NO в широком диапазоне значений. В опытно-промышленную эксплуатацию вводились магнитный кислородомер, приборы АИД-210 и 305ФА-01, имевшие, как оказалось, ряд конструктивных недостатков, и потому требовавшие модернизации. Такой путь разработки и освоения автоматических средств измерения концентраций и экспресс-анализаторов вредных веществ является перспективным при условии обеспечения высокой надежности приборов. Перечень анализаторов и иных средств контроля за выбросами промышленных предприятий, готовых к серийному выпуску к концу 1980-х гг., приводится в статье В.Л. Богуненко [2].

Ж.Л. Гохберг и М.С. Захаров [3] отмечают, что в условиях промышленных предприятий автоматический анализатор, устанавливаемый на потоке газовых смесей, попадающих в окружающую среду (воздушный бассейн или производственные помещения), должен проводить отбор пробы на анализ, определение количества заданного компонента, преобразование и выдачу полученной информации без участия человека. При этом такие приборы нуждаются в тестировании и проверке метрологических характеристик гораздо чаще, чем лабораторная техника — и это, конечно, снижает интерес производителей к внедрению автоматических анализаторов. Средства для инструментального анализа должны быть простыми и высокоточными в постоянной эксплуатации, обладать хорошей воспроизводимостью измерений и относительно низкой стоимостью¹.

Окончание следует.

Примечание

¹ В следующем номере журнала, во второй статье, авторы представляют некоторые результаты создания системы автоматических систем наблюдения (АСН) для анализа воздушного бассейна Волгоградской области.

Список литературы

1. Аранович, Г. И. Справочник по физико-химическим методам исследования объектов окружающей среды / Г. И. Аранович, Ю. Н. Коршунов, Ю. С. Ляликов. — Л. : Судостроение, 1979. — 648 с.
2. Богуненко, В. Л. Перспективы развития стационарных и передвижных средств контроля загрязнения окружающей среды / В. Л. Богуненко // Автоматизация загрязнения окружающей среды. — М. : МДНТП, 1985. — С. 26—28.
3. Гохберг, Ж. Л. Методы и приборы автоматического контроля выбросов ТЭС / Ж. Л. Гохберг, М. С. Захаров. — М. : Энергоатомиздат, 1986 — 140 с.
4. Кальвода, Р. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды : пер. с англ. / Р. Кальвода, Я. Зыка, К. Штулик. — М. : Химия, 1990. — 237 с.
5. Назаров, И. М. Основы дистанционных методов мониторинга загрязнения природной среды / И. М. Назаров, А. Н. Николаев, Ш. Д. Фридман. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 198 с.
6. Примак, А. В. Методы и средства контроля загрязнения атмосферы / А. В. Примак, А. Н. Щербань. — Киев : Наукова думка, 1980. — 295 с.
7. Примак, А. В. Автоматизированные системы защиты воздушного бассейна от загрязнения / А. В. Примак, А. Н. Щербань, А. С. Сорока. — Киев : Техника, 1988. — 165 с.
8. Примак, А. В. Системный анализ контроля и управления качеством воздуха и воды / А. В. Примак, В. В. Кафаров, К. И. Качиашвили. — Киев : Наукова думка, 1991. — 360 с.
9. Разяпов, А. З. Современные методы и средства контроля загрязнений природной среды / А. З. Разяпов // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов : обзорная информация ВИНТИ. — 2011. — № 7. — С. 3—104.
10. Суржиков, В. Д. Система контроля загрязнения атмосферного воздуха города / В. Д. Суржиков // Проблемы контроля и защита атмосферы от загрязнения. — Киев : Наукова думка, 1979. — Вып. 5. — С. 34—36.
11. Тарасов, В. В. Мониторинг атмосферного воздуха : учеб. пособие / В. В. Тарасов, И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2007. — 128 с.