

Развитие геммологии на Дальнем Востоке России

В. А. Пахомова¹

Получено 30 сентября 2010; опубликовано 23 октября 2010.

В статье дается краткий обзор возникновения, развития и современного состояния геммологии в мире и в России. Рассматриваются перспективы развития этой науки, связанной с прогнозом расширения ресурсного потенциала месторождений твердых полезных ископаемых в России. Иллюстрацией реализации этого направления в Дальневосточном регионе России является создание в ДВГИ ДВО РАН академиком А. И. Ханчуком геммологической лаборатории. Одно из важных направлений деятельности лаборатории – совершенствование теоретических основ методологии прогнозирования и поисков месторождений минерального сырья, обоснование новых подходов к минерагеническому районированию Дальнего Востока России. **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** полезные ископаемые, геммология, минералы и их агрегаты, камнесамоцветные ресурсы.

Ссылка: Пахомова, В. А. (2010), Развитие геммологии на Дальнем Востоке России, *Вестник ОНЗ РАН*, 2, NZ11006, doi:10.2205/2010NZ000061.

Геммология, как раздел науки о полезных ископаемых, исследует минералы и их агрегаты, непосредственно используемые в различных отраслях техники, ювелирной и строительной промышленности, в повседневной жизни человека. Объекты исследования геммологии – отдельные виды минерального сырья. В ряде случаев их наличие на месторождении повышает рентабельность разработки, на других месторождениях ювелирное сырье или декоративные коллекционные минералогические материалы являются главным полезным ископаемым.

Как и любая другая наука, геммология развивалась поэтапно. Первый этап – эмпирического накопления знания в процессе потребления камня в разных областях человеческой деятельности: в горнорудном деле, строительстве, разного рода ремеслах и технологиях, в духовной культуре, в религии, науке, искусстве; второй начинается с XVIII века – века Просвещения, когда геммология начала развиваться как наука, а диагностика ювелирного камня приобрела значение в высшей степени точного знания.

Археологи установили, что культурное развитие человека, отсчет которого они относят к 1 веку н.э., как это ни удивительно, началось с изготовления бус. Бусины – один из самых старых экспонатов, когда-либо находимых археологами. Инструменты для изготовления бусинок были одними из первых, которые изобрел человек. Встретив новый каменный материал, первобытные люди

сначала делали из него бусины. Бусы так переплетены с культурным развитием человека, что их действительно можно рассматривать как основу человеческой цивилизации. Эти небольшие артефакты с отверстиями – одни из немногих вещей, которые действительно отделяют нас от других существ, населяющих нашу Землю.

Обзор главных научных достижений геммологии следует начать с момента описания первых попыток синтеза драгоценных камней. В 1837 году французскому химику Марку Годэну удалось вырастить несколько небольших кристаллов рубина путем совместного плавления алюмокалиевых квасцов и хромата калия. Если же учитывать современное значение спектроскопии, следует отметить также публикацию в научном английском журнале “Интеллектуальный обзор” за 1866 год статьи об экспериментах Артура Черча [Руд, 2003]. Автор сделал описание открытых им линий поглощения в спектрах цейлонских сапфиров и алмандинов.

Середина XIX века оказалась революционной для многих областей естественнонаучных знаний благодаря изобретению Фернандом Циркелем в 1851 году первого поляризационного микроскопа. Самоцветы, как и другие минералы, стали предметом изучения специальных отраслей геологических знаний – петрографии, кристаллографии, минералогии.

Событием, более других повлиявшим на становление геммологии как серьезной науки, стало образование Геммологической ассоциации Великобритании, возникшей в 1908 году. Незадолго до этого Герберт Смитт создал первый рефрактометр, обеспечив геммологов инструментом, специально предназначенным для измерения показателей преломления драгоценных камней.

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

В 1931 был основан Геммологический институт Америки (GIA), который и теперь является одним из ведущих в мире и имеет филиалы в различных странах. Системы оценки бриллиантов и цветных камней, разработанные его специалистами, широко используются на практике. Крупные геммологические центры имеются в Великобритании, Германии, Италии, Японии, Таиланде и других странах.

Официально как наука геммология признана в России в начале 1990 годов. Основы российской современной геммологии заложены до революции А. Е. Ферсманом. Однако, в Советском Союзе эту науку постигла судьба кибернетики и микробиологии.

Комиссия Минералогического общества АН СССР по камнесамоцветному сырью и геммологии создана только в 1978 году, в 1985 году проведена первая научная геммологическая конференция, а в 2001 – издан первый номер научного журнала “Вестник геммологии” и зарегистрирована организация, одной из задач которой является координация научных исследований в области геммологии и смежных областях знаний.

Современная геммология в России базируется на опыте, накопленном А. Е. Ферсманом, Е. Я. Киевленко, Д. В. Рундквистом, В. В. Букановым [Буканов, 2008; Киевленко, 1982; Рундквист, 1986; Ферсман, 1962] и получившем развитие в работах Ю. П. Солодовой, В. П. Дроздова, А. В. Татарина, Г. А. Юргенсона, Е. П. Мельникова, В. Г. Гадиятова, И. В. Коваленко [Гадиятов, 2005; Коваленко, 2004; Мельников, 2000; Солодова, 1985; Татарин, 1996; Юргенсон, 2001]. Несмотря на молодость, геммология в России выгодно отличается сохранением и развитием сильных позиций минералогии, петрологии, геохимии и других важных направлений геологической науки. За последние десятилетия в разных регионах России созданы основы поисков месторождений цветных камней, разработаны теоретические принципы прогнозно-минерагенических исследований, наконец, обосновано новое научное направление – геммологическая минерагения [Yrgenson, 2003]. Однако основные положения геммологического направления в классической геологии еще только разрабатываются. Как и при выделении рудных формаций, существуют сложности и противоречия в подходах к классификационным признакам при обозначении и выделении камнесамоцветных формаций. Дифференциация и пространственно-временная специфика минерагении самоцветов отдельных регионов мира и особенности структурно-вещественных комплексов определяются разнообразием геодинамических обстановок на протяжении геологической истории Земли. Важнейшей задачей геммологии является выявление провинций самоцветов определенного парагенезиса в качестве самостоятельных минерагенических и тектонических структур во взаимосвязи с составом вмещающих пород, особенностями петрологии, геохимии.

В последние годы геммология как самостоятельная наука развивается особенно интенсивно, поскольку на помощь геммологам пришли новые, современные методы исследования: рентгенография, адсорбционная оптическая спектроскопия, электронная микроскопия. Существуют несколько крупных геммологических центров,

старейший из которых – Геммологическая ассоциация Великобритании – была создана в 1908 году. Современная Европейская федерация геммологического образования создана на базе двенадцати ведущих институтов из восьми стран (Австрия, Англия, Германия, Бельгия, Франция, Италия, Голландия, Испания).

Начиная со второй половины XX в., после открытия якутских алмазов (1954 г.), Россия стала крупнейшим производителем и экспортером драгоценных камней. Это потребовало пересмотреть отношение государства к данной отрасли и организовать огранку алмазов в бриллианты. В течение 60–70-х гг. по единому плану были построены заводы – в Смоленске, Москве, Барнауле, Гомеле, Киеве, Виннице и Норачене под Ереваном. Смоленский завод стал крупнейшим в Европе.

С 1966 г. начались специализированные работы новой организации ВПО “Союзкварцсамоцветы”. Промышленным способом начали обрабатывать месторождения янтаря, изумруда, александрита, шпинели, клиногумита, скаполита, бирюзы, демантоида, хризолита, хромдиопсида, аметиста, лазурита, нефрита, чароита, жадеита и других самоцветов. Всего этой организацией были оценены ресурсы более 100 месторождений драгоценных камней.

Первая в стране специализация по геммологии, предусматривающая подготовку специалистов по сортировке алмазного сырья, открылась в Московском государственном геологоразведочном институте им. С. Орджоникидзе (МГГРИ) на факультете минералогии, с 1995 г. при МГГРИ Ю. П. Солодовой образовано Некоммерческое образовательное учреждение (НОУ) “Геммологический институт”, который готовит экспертов-геммологов. В 1996 г. на базе института открылся российский филиал Геммологического института Америки. В начале 90-х годов подготовка геммологов началась в МГУ, там же был создан центр по геммологической экспертизе.

Начавшаяся в восьмидесятые годы перестройка резко ускорила легализацию геммологии в России. Этому способствовали интеграция страны в мировой рынок, рост частного предпринимательства, развитие законодательной базы. Кардинальные сдвиги, произошедшие к этому времени в структуре экономики страны, со всей очевидностью показали резкий дефицит специалистов-геммологов, оказавшихся востребованными во многих сферах частного и государственного бизнеса.

В начале 90-х годов геммологические научные, образовательные и экспертные центры были созданы не только в Москве и Санкт-Петербурге, но и в Екатеринбурге, Новосибирске, Томске, Красноярске, Иркутске. К настоящему времени в ВУЗах естественнонаучного профиля всех перечисленных городов созданы кафедры геммологии, где можно получить полноценное геммологическое образование. В Новосибирске подготовку геммологов осуществляет Новосибирский государственный университет, где открыта магистратура по специальности “Геммология”, в Томске с 1994 г. начата подготовка геммологов в рамках специальности “Минералогия, геохимия, петрология”. Усилиями сотрудников кафедры (Л. А. Зырянова) в 1995 г. была организована и зарегистрирована независимая геммологическая экспертиза. Несомненным достижением томской школы является организация и прове-

дение в 2003, 2005, 2007 и 2009 гг. научных конференций “Геммология”. В Красноярске с 1992 г. существует фирма “Гемма”, сотрудники которой занимаются экспертной, оценочной и образовательной деятельностью (Ананьев С. А., Становление геммологии (науки, образования, экспертизы) в Сибири, журнал Глобус: Геология и Бизнес, 2009. <http://www.vipstd.ru/journal/content/view/41/>). Большой вклад в геммологическую науку и образование в Иркутске связан с деятельностью таких известных в стране и за рубежом ученых, как В. М. Шмакин, В. Е. Загорский, профессор Р. М. Лобацкая, под руководством которой осуществляется подготовка специалистов-геммологов на кафедре геммологии факультета геологии в Иркутском государственном техническом университете.

Научные исследования в областях минералогии и геологии месторождений камнесамоцветного сырья выполнялись сотрудниками различных научных институтов, в том числе учреждений Сибирского отделения Академии наук: ИГиГ, (в настоящее время Институт минералогии и петрографии (Новосибирск), Института геохимии и Института земной коры (Иркутск), СНИИГГиМСа (Новосибирск, Красноярск) [Ананьев, 2009].

В лабораториях Института минералогии и петрографии разработаны технологии и освоено промышленное производство синтетических алмазов ювелирного качества, изумрудов, выращиваемых гидротермальными и флюсовыми методами, красной магнезиальной шпинели, высококачественных александритов, получивших признание под названием “сибирский александрит”, благородных опалов и других материалов. Отдельные виды продукции синтетических ювелирных камней были признаны лучшими в мире. В качестве достижений мирового уровня последних лет следует отметить разработку в Новосибирске новых технологий облагораживания бриллиантов по цвету. Камни, облагороженные по цвету в наиболее редкий красный цвет, поступают на мировой рынок под торговой маркой “Imperial red diamonds”.

Мировые тенденции развития науки в настоящее время связаны с постоянно набирающими темпы процессами глобализации. Научные достижения и передовые технологии образуют базу для международной интеграции в экономической, политической, экологической, социокультурной и других областях. В то же время становлению и формированию мирового научно-инновационного комплекса присущи собственные закономерности, которые неизбежно будут проявляться в российской и региональной практике.

Предметом интереса мировой науки во все времена, а особенно в настоящее время, являются вопросы о региональной политике в сфере инноватики – области знаний, охватывающей вопросы методологии и организации инновационной деятельности.

Нынешняя ситуация в мире свидетельствует о том, что трансфер технологий (их передача, продажа или обмен), инновационный менеджмент, интеллектуальный продукт стали основой развития не только производств, но и стран, в которых развит подобный тип экономики. Как отмечают западные исследователи, “интеллектуальный продукт служит сырьем для информационного века,

так же как энергетический продукт для индустриального века”.

Современные проблемы дальневосточной науки неотделимы от мировых процессов развития высоких и наукоемких технологий, поиска оптимальных моделей реформирования, с учетом того, какими реальными возможностями располагает Дальневосточный регион для финансирования науки. Фундаментальная и прикладная наука в этих процессах имеют свои собственные корпоративные интересы, но их объединяет одно – стремление наиболее эффективно включить уникальный национальный научный потенциал в процесс возрождения экономики региона и страны.

Сложившееся положение науки в Дальневосточном регионе определяется тем, что в последние десятилетия в его развитии преобладало сырьевое направление. Однако огромная сырьевая база, богатство ресурсов должны способствовать реализации возможностей обновления и развития науки и технологий, к созданию новых конкурентоспособных производств.

Среди научных лабораторий ДВГИ ДВО РАН геммологическая – самое “молодое” подразделение. В конце 2009 года, ознаменованного 50-летием ДВГИ ДВО РАН, лаборатория отмечала свой первый “юбилей” – 10 лет. Идея ее создания возникла в институте в середине 90-х годов, когда группой ученых и специалистов под руководством к.г.-м.н., в.н.с. Б. Л. Залищак была разработана методика диагностики ювелирных камней, что в дальнейшем, после получения сотрудниками дипломов экспертов-геммологов, позволило организовать лабораторию, деятельность которой зарегистрирована правительственными учреждениями Российской Федерации.

Основные направления исследований лаборатории:

- Геология, минералогия, геохимия месторождений стратегического сырья;
- Минералы и минеральные ассоциации систем, связанных с формированием магматических пород, в том числе щелочно-гранитных и щелочных массивов, а также пегматитов, скарнов, грейзенов и гидротермалитов;
- Взаимоотношения процессов образования рудных и камнесамоцветных объектов в различных геодинамических обстановках Сихотэ-Алиня;
- Научные основы размещения, формирования и прогнозирования проявлений и месторождений камнесамоцветов;
- Прикладной аспект: распространение знаний об истории и культуре камня;
- Работы на договорной основе и по контрактам, экспертиза и оценка камнесамоцветов.

Одним из ведущих исследовательских методов для реконструкции условий образования минералов исторически является метод термобарогеохимии: волюмометрия и динамическая фазометрия, гомогенизация, барометрия. Для опытов с флюидными включениями (ФВ) используется оптический поляризационный микроскоп NIKON E 600 POL (Япония) (Рис. 1) в комплекте с



Рис. 1. Оптический поляризационный микроскоп NIKON E 600 POL (Япония).

приставкой для отраженного света, набором длиннофокусных объективов, цифровой телекамерой, термостолем (для нагрева), криостолем (для охлаждения), (Heating/Cooling NIKON E 600 POL Microscope), компьютером и программным обеспечением, оптическим стереомикроскопом для пробоподготовки, осветителями, аксессуарами для установки цифровой фотокамеры и др. комплектующими. Важная роль термобарогеохимии и ее универсальность состоит не только в определении физико-химических параметров минералообразования, но и в расшифровке истории формирования пород, происхождения родоначальных магм, выявлении источников рудо- и минералообразующих флюидов, – т.е. в определении особенностей многих геологических процессов.

Методы термобарогеохимии позволяют наблюдать непосредственно под микроскопом процессы ликвации силикатных расплавов различного состава и изучать химический состав природных расплавов, поскольку изучение составов интрузивных пород зачастую дает искаженные сведения о них. Данные о температурах кристаллизации минералов с известным изотопным составом являются основой для расчета изотопного состава флюида. В геммологии включения являются единственным надежным инструментом, при помощи которого специа-

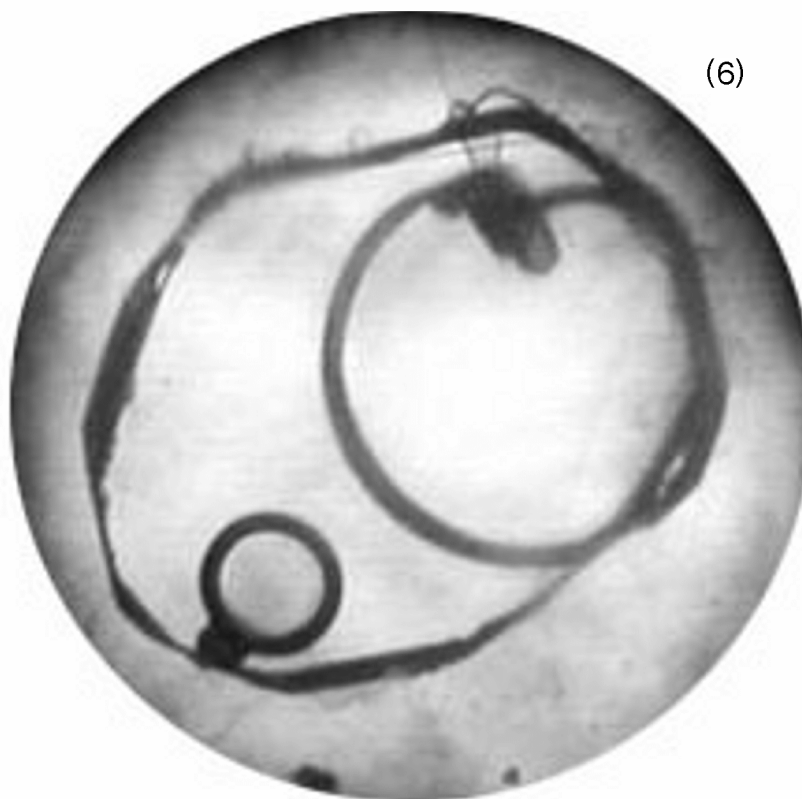


Рис. 2. Магматические включения: **1** Минеральное включение кварца в топазе (месторождение Забытое); **2** Многофазовое включение в кварце пегматитов Верхне-Шибановского месторождения; **3** Углекислотное включение в корунде (месторождение Незаметнинское); **4** Газово-жидкие включения с твердыми фазами в датолите (месторождение Дальнегорское); **5** Кристаллофлюидное включение в кварце пегматитов (Верхне-Шибановское месторождение); **6** Расплавное включение в корунде (месторождение Незаметнинское). Для увеличения изображения щелкните по его номеру в *красном* квадрате.



Рис. 3. Выезд на полевые работы на месторождении Дальнегорское.

листы могут отличить природный драгоценный камень от его искусственного аналога и определить способ облагораживания. Данные по флюидным включениям позволяют выяснять различные вопросы петрогенезиса и тектоники в сложных сериях магматических и метаморфических пород, а также прогнозировать вулканические извержения. Уникальную возможность

оценки составов и условий кристаллизации исходных островодужных расплавов, наиболее сложных по сравнению с другими геодинамическими обстановками из-за широкого развития процессов ассимиляции и смешения в ходе эволюции магм, предоставляет изучение магматических включений, захваченных ранними минералами – вкрапленниками и сохранившими информацию о ранних этапах эволюции магм, обычно стертую в составе изверженных горных пород (Рис. 2).

Методологическая основа подхода к решению поставленных задач – соблюдение разумного баланса между так называемой “кабинетной” геологией, которая включает анализ картографических материалов, моделирование, теоретические расчеты, и полноценными полевыми исследованиями, которые во многом обеспечиваются энтузиазмом молодых участников (Рис. 3), их стремлением побывать на многих геологических объектах, что весьма важно для расширения кругозора.

Поддержка широких международных связей является важной составляющей политики лаборатории. Тесные контакты с учеными Австралии, США, Тайланда позволяют сотрудникам лаборатории участвовать в международных совещаниях, получать доступ к современным методам анализа и публиковаться в зарубежных периодических изданиях геммологического профиля. Обмен информацией в области геммологии с пограничными с Дальневосточным регионом странами АТР может быть весьма полезен в плане сравнительного изучения российских и зарубежных геммологических объектов, совер-



Рис. 4. Примеры огранки: **1** Топазы (месторождение Забытое); **2** Цирконы (месторождение Незаметинское); **3** Дымчатые кварцы (месторождение Верхне-Шибановское). **4** Благородные опалы (месторождение Радужное). Для увеличения изображения щелкните по его номеру в красном квадрате.

шенствования методов изучения камнесамоцветного сырья, разработки и использования в дальнейшем новых технологий облагораживания дальневосточных самоцветов.

За десятилетний период существования лаборатории подготовлены и успешно защищены три кандидатских и три магистерских диссертации. В процессе выполнения исследований по теме лаборатории и грантам РФФИ и ДВО РАН создан рабочий вариант генетической и формационной классификации месторождений самоцветов Сихотэ-Алиня, проведена оценка геммологических характеристик самоцветов месторождений, и для отдельных типовых объектов разработаны критерии прогноза. Дальнейшее совершенствование рациональной классификации месторождений самоцветов и построение генетических моделей типовых объектов сделает возможным прогнозирование новых типов промышленных месторождений камнесамоцветного сырья в пределах Дальневосточного региона.

В составе лаборатории много молодежи: два молодых кандидата наук, три аспиранта (руководитель – академик А. И. Ханчук) и два студента. Наше время, отмеченное интеллектуальной слабостью и категоричностью суждений, оказалось довольно жестким для исследовательской работы, основным стимулом которой является стремление к познанию. Однако нет никакого особого различия в научной молодежи разных поколений. Элла Одариченко, которая получила диплом Всероссийского минералогического общества за лучший доклад молодого ученого в сентябре 2003 года, в 2004 г. защитила диссертацию “Физико-химические условия образования корундов Незаметнинского месторождения по термобаро-геохимическим данным и проблема их генезиса”. Спустя два года Виталия Тишкина, получившая поддержку Фонда содействия отечественной науки в номинации “Лучший аспирант 2005 года”, успешно защитила работу “Генезис благородного опала в вулканитах северянской свиты (Приморский край)”.

Радуют нынешние аспиранты: как правило, из научных командировок они привозят, кроме собственных впечатлений, одобрение научной общественности. Юлия Шабанова заняла третье место на Всероссийской конференции-конкурсе, проходившем в Санкт-Петербургском горном институте, где получила грант на право участия в международном форуме молодых ученых “Проблемы рационального природопользования”, на котором выступила с докладом “Дымчатый кварц как индикатор условий пегматитообразования Верхне-Шибановского олово-вольфрамового месторождения”. Ольга Карась получила диплом за лучший стендовый доклад на XIII международной конференции по термобарогеохимии и IV симпозиуме APFIS (Москва, 2008 г.). “Физико-химические условия образования борных минералов Дальнегогорского боросиликатного месторождения – термобарогеохимические исследования”. Светлана Буравлева прошла конкурсный отбор и получила приглашение на конференцию “Планета Земля: актуальные вопросы геологии глазами молодых ученых и студентов” (Москва, МГУ), где выступила с устным докладом “Генетические аспекты образования корундов

западного Сихотэ-Алиня” в апреле 2009 года. Дмитрий Федосеев, который только в прошлом году защитил диплом, уже имеет собственные публикации в российских и международных изданиях. В июне 2010 г. три аспирантки академика А. И. Ханчука завершили обучение в аспирантуре с представлением диссертаций.

Постоянный участник полевых работ – С. Ю. Жарченко, который является специалистом и наставником молодежи в практических областях знаний, таких как освоение шлихового метода поисков самоцветов, ориентации на местности и особенностей поведения человека в условиях таежного быта. Кроме того, он талантливый организатор дальневосточных самоцветов (Рис. 4).

Молодежный состав – безусловное преимущество лаборатории. В истории развития науки молодежь всегда опережала предшественников, успешно ассимилируя стремительный поток фактов и позволяя себе более рискованные полеты научного воображения. Невозможно переоценить роль, которую играют в научном исследовании непредвиденные выводы, основанные на неожиданных аналогиях. Если все можно предсказать заранее, на нашу долю остается только подтверждение существующих аксиом, предписанных моделей, ограничивающих свободу научного интеллекта. Единственное, что на самом деле необходимо молодым – воспитать в себе строгий подход к своим замыслам, идеям. Если из этих научных полетов они смогут вернуться на твердую почву фактов, успех и развитие науки на ближайшее будущее можно считать обеспеченным.

Камнесамоцветные ресурсы, сосредоточенные на Дальнем Востоке, могут быть основой мощной сырьевой базы для формирования новых центров их добычи (Рис. 5).

Дальневосточный регион, особенно Приморский край, относится к активно развивающим ювелирную отрасль, даже по сравнению с Якутией, монополистам алмазно-бриллиантовой отрасли России. Потенциал и перспективы Дальнего Востока еще далеко не раскрыты и хочется надеяться, что экономическая политика государства будет способствовать развитию ювелирной отрасли в стране и ее достойному вхождению в мировую ювелирную отрасль. Это возможно при соблюдении нескольких условий: развитие фундаментальной науки в сотрудничестве с производственной геологией, формирование законодательной базы, создание площадки для обсуждения проблем отрасли и вывод продукции дальневосточных самоцветных объектов на мировой рынок.

Литература

- Буканов, В. В. (2008), *Цветные камни*, 415 pp. Энциклопедия, Санкт-Петербург.
- Гадиятов, В. Г. (2005), *Камнесамоцветные формации северо-востока Азии*, 272 pp. Воронежский государственный университет, Воронеж.
- Гадиятов, В. Г., М. В. Гадиятова, И. И. Гончарова (2007), *Коммерческая геммология. Учебное пособие*, 397 pp. Воронежский государственный университет, Воронеж.
- Дроздов, В. П. (1996), Минералогия камнесамоцветного сырья, *Отечественная геология*, No. 3, 32–37.
- Киевленко, Е. Я., Н. Н. Сенкевич, А. П. Гаврилов (1982),



Рис. 5. (а) Корунды месторождения Незаметнинское; (б) Кристаллы сапфира (месторождение Незаметнинское); (в) Благородный опал в андезитах (месторождение Радужное).

- Геология месторождений драгоценных камней*, 278 pp. Недра, Москва.
- Коваленко, И. В., Т. Г. Костелова (2004), Цветные камни – некоторые особенности минерально-сырьевой базы, *Геммология: Сборник статей*, 20–24, ФГУ Томский “ЦНТИ”, Томск.
- Мельников, Е. П. (2007), Генетическая классификация месторождений драгоценных камней, *Уральская летняя минералогическая школа – 2000*, 155–159, УГГА, Екатеринбург.
- Рид, П. (2003), *Геммология. Учебник. Пер. с англ. Седовой Е. А., под ред. Солодовой Ю. П.*, 366 pp. Мир АСТ, Москва.
- Рундквист, Д. В., (редактор) (1986), *Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые*, 751 pp. Недра, Ленинград.
- Солодова, Ю. П., Э. Д. Андреев, Б. Г. Гранадчиков (1985), *Определитель драгоценных камней*, 279 pp. Недра, Москва.
- Татаринов, А. В. (1992), Камнесамоцветные минеральные формации Сибири, *Геология и геофизика*, No. 11, 116–125.
- Ферсман, А. Е. (1962), *Драгоценные и цветные камни СССР. Избр. труды, т. 7*, 531 pp. Изд-во АН СССР, Москва.
- Юргенсон, Г. А. (2001), *Ювелирные и поделочные камни Забайкалья*, 390 pp. Наука, Новосибирск.
- Yurgenson, G. A. (2003), Gemmological minerageny, *Proceedings for the 5th International Symposium on Geological and Mineragenetic correlation in the Contiguous Regions of China, Russia and Mongolia. Changchun, China: International Centre for Geoscientific Research and Education in Northeast Asia*, 22–25, Jilin University, Jilin.
-
- Пахомова В. А., Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия.