ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ДОСТИЖЕНИЯ В ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТАХ

(по материалам 34 сессии Международного геологического конгресса*)

Н.И. Гусев
Всероссийский геологический институт, г. Санкт-Петербург

34-й Международный геологический конгресс (МГК) в области геологического картирования прошел под девизом «Геологи подключились к цифровой революции». На пленарной сессии «Цифровая Земля - информационный взрыв» группой признанных международных специалистов: Tom Cudahy (Австралия), Kristine Asch (Германия) и Ken Gledhill (Новая Зеландия) было показано, как цифровая революция и информационный взрыв сегодня формируют будущее направление в науках о Земле. Достижения в области цифровых технологий создают новый взгляд на геологические процессы, позволяя в то же время, оптимально использовать непрерывно растущий массив цифровой информации. Быстрый прогресс мониторинга и измерения данных в реальном времени, веб-технологий и передачи информации, сделали геологические и геопространственные данные по настоящему глобальными, доступными и мгновенным. Было продемонстрировано создание карты полезных ископаемых одной отдельно взятой страны, а также отдельного континента на основании спутниковых данных.

Наряду с дистанционными методами достигнут значительный прогресс в традиционном полевом геологическом картировании. В серии докладов геологов Американской Геологической Службы J. Whitmeyer, J. Nicoletti и G. D. De Paor было показано, что методы сбора полевых геологических данных, их анализа и составления геологической карты переживают революцию, в основном за счет внедрения системы глобального позиционирования (GPS) и географических информационных систем (ГИС), оснащения геологов мобильными компьютерами в комплексе с виртуальной глобальной визуализацией. Современный персональный цифровой помощник (PDA) и планшетный ПК позволяют записывать широкий спектр геологических данных и облегчать построение геологической карты на месте в полевых условиях. Пространственные данные, карты и их интерпретация могут быть представлены в различных форматах на виртуальном глобусе, таком как Google Earth.

В качестве примера приводятся геологические карты, созданные в среде Google Earth, основанные на цифровых полевых данных. Интерактивные возможности таких карт включают: (1) возможность масштабирования, панорамирования, наклона местности и карты под любым углом зрения; (2) выделение полигонов, представляющих пространственное

** С 5 по 10 августа в г. Брисбен (Австралия) проходил 34-й Международный Геологический Конгресс «Australia 2012 - IGC 2012» (XXIV International Geological Congress). Главным спонсором проведения 34-ого геологического конгресса выступил Международный союз геологических наук (IUGS), а организатором IGC 2012 (XXXIV International Geological Congress) - Австралийский Совет по геофизическим исследованиям. В конгрессе IGC приняли участие представители промышленности, академических институтов, правительственных учреждений, негосударственных организаций, профессиональных и научных обществ. Участники Конгресса ознакомились с новейшими результатами прикладных геофизических исследований, приняли участие в профессиональном съезде геологов со всех пяти континентов, наладили новые деловые контакты с коллегами со всех стран мира, посетили выставку геологических наук и горного дела, которая проходила в рамках Конгресса.*

продолжение геологических тел, которые могут быть показаны полупрозрачным, что позволяет визуализировать подстилающую поверхность; (3) возможность построения геологических разрезов в нужном месте и нужной ориентации; (4) показ элементов залегания (например, значков простирания и падения), расположенных на обнаженных участках, которые могут быть связаны с метаданными, (5) другие данные, такие как цифровые фотографии или зарисовки в виде интерактивных объектов, привязанных к обнажениям.

Современное оборудование и методики геологического картирования

Современные портативные карманные ПК, такие как серии Trimble GeoExplorer ™, имеют быстродействующие процессоры с бесшовной интеграцией GPS и могут работать под проливным дождем. Эти устройства имеют 4-дюймовый экран, что делает их маленькими, легкими (1,6 кг), и портативными. Они используют операционную систему Microsoft (MS) Windows Mobile, которая имеет хорошее быстродействие, но не поддерживает сложные графические программы, такие как ArcGIS. Данные, собранные в полевых условиях с помощью ArcPad и должны быть загружены в компьютер для окончательной подготовки карты.

Альтернативой является использование планшетных компьютеров, таких как Xplore iX104 ™ серии Xplore Technologies (рис. 1), которые имеют больше (10-дюймовый) экран и используют стандартные MS Windows операционные системы. Эти компьютеры могут запускать сложные графические программы (ArcGIS, Illustrator и т.д.), но для них требуется внешний приемник GPS и ArcPad с программным обеспечением для интеграции данных GPS. Кроме того, более крупные размеры и увеличенный вес (5 кг) делают их функционально менее портативными на полевых работ. Trimble и Xplore системы являются достаточно дорогими, каждая из которых с аксессуарами стоит в розничной торговле несколько тысяч долларов. Предпочтительным методом является использование карманного компьютера Trimble GeoXM или Xplore iX104C с предустановленными сканированными топографическими картами и аэрофотоснимками района полевых работ. Эти изображения привязаны в ArcGIS, а затем загружаются в ArcPad вместе с шейп-файлами пространственной информации. Эти файлы включают атрибуты данных, таких как названия пород, результаты измерений и другие сведения, зафиксированные на обнажениях.

Рис 1. Планшетный ПК Xplore iX104C с полевой картой на экране.

Виртуальное 3-D представление геологических данных

В программное обеспечение ГИС, таких как ArcGIS, давно включены инструменты конструирования 3-D рельефа (например, ArcGIS 3-D Analyst), которые позволяют пользователям просматривать и анализировать данные ГИС в виртуальной 3-D среде. Однако реализация полного потенциала компьютеризированного представления и оценки геологических карт была затруднена из-за высокой стоимости программного обеспечения и продолжительного срока обучения ис-

пользования ГИС. Эти проблемы были в значительной степени облегчены с появлением глобальной цифровой модели рельефа (Google Earth), которая дает возможность простого использования виртуальных 3-D моделей рельефа начинающему пользователю. Google Earth содержит инструменты для создания точек ломаных линий и многоугольников, что обеспечивает возможность создания компонентов геологической карты с использованием этих встроенных инструментов (рис.2).

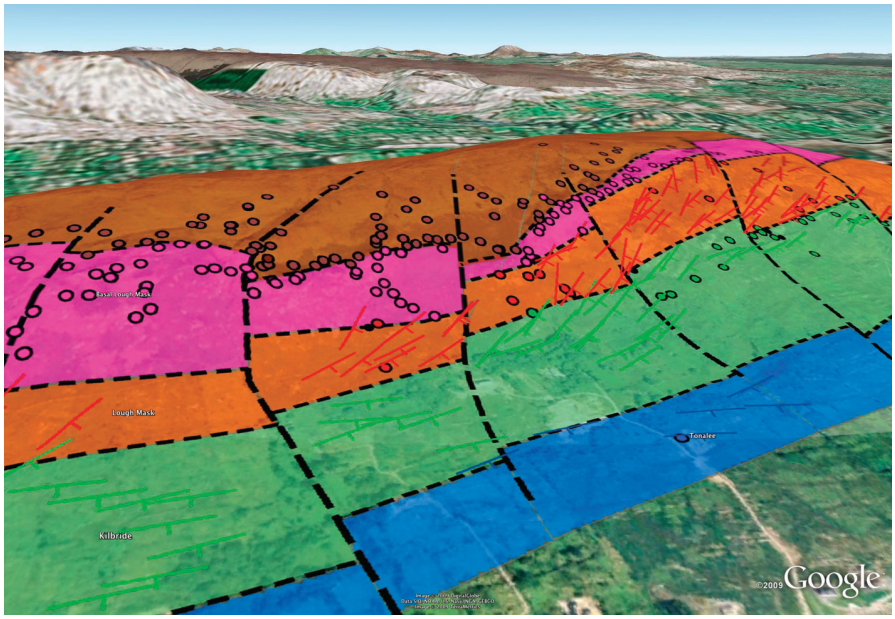


Рис. 2. Наклонный вид геологической карты с отображением элементов залегания (простирание и падение) на прозрачных цветных накладках на земную поверхность.

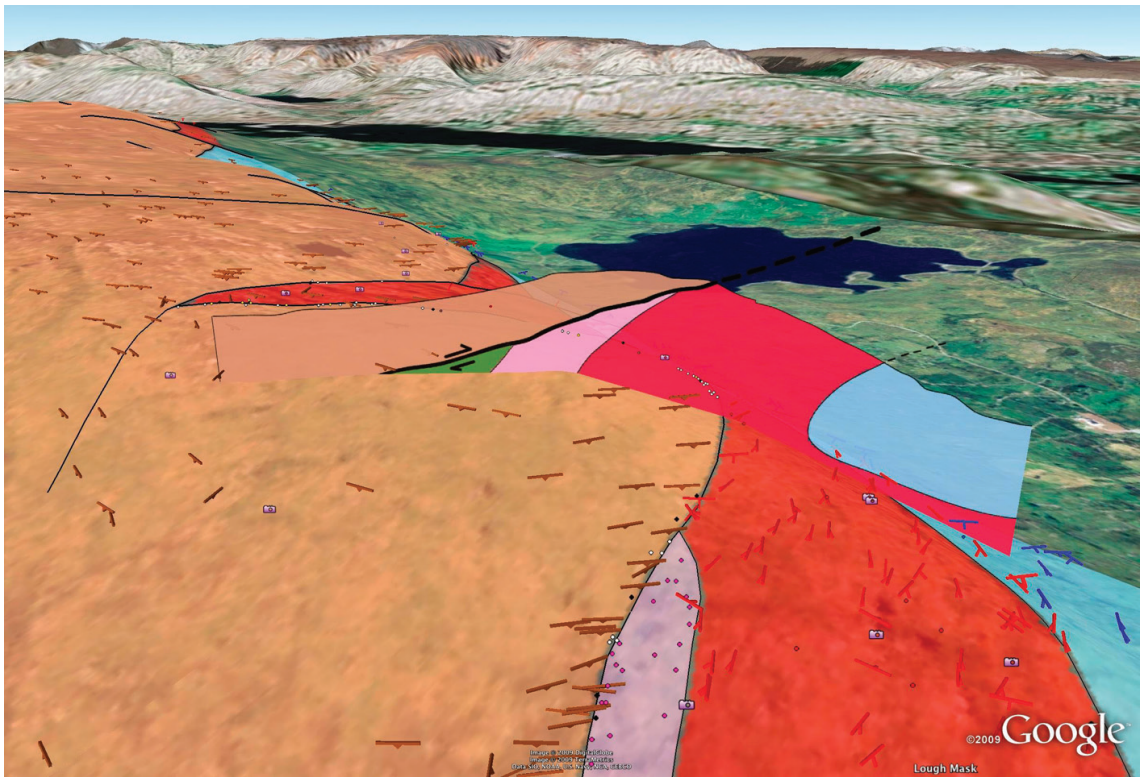


Рис. 3. Пример, показывающий, как геологический разрез может быть получен в нужном месте прямо на геологической карте. Обратите внимание, что цветные трехмерные элементы залегания, как бы парят в нескольких метрах от поверхности земли.

3-D геологическое картирование является прямым результатом технологических инноваций и возникло для удовлетворения потребностей интенсивного земле – и недропользования, особенно в городских и пригородных районах, транспортных коридорах и в регионах с нарушенной экологией. Двумерные геологические карты, однако, остаются стандартным методом отображения обширных областей сложного геологического строения с широким развитием дислоцированных осадочных, магматических и метаморфических пород. Тем не менее, на значительных территориях с недеформированным осадочным чехлом, где актуальными являются проблемы управления земельными и водными ресурсами, системная информация о недрах необходима для принятия управленческих решений в целях экономического развития территорий и охраны окружающей среды. Трехмерное геологическое картирование прямо адресовано для отображения геологического строения, скрытого земной поверхностью. Трехмерная геологическая информация является одним из важнейших технических требований для решения многих текущих вопросов в науках о Земле, инженерно-геологического и гидрогеологического моделирования, земле- и недропользования, будучи гораздо более понятной для широкой аудитории. Это позволяет специалистам по земле- и недропользованию совершенно по-новому визуализировать земельные участки, что улучшает взаимопонимание с общественностью, облегчает планирование и принятие решений. Кроме того, решаются проблемы в оптимизации получения 3-D информации, в частности, веб-доступность, которая в настоящее время востребована обществом. В реализации современных потребностей общества, геологи показали, как обычная геологическая карта может быть трансформирована в 3-D многослойную модель, которая в настоящее время рассматривается как одна из форм наиболее необходимой и легкодоступной геологической карты.

Сравнительный анализ зарубежных разработок с отечественными достижениями и состояние проблемы в России

Из докладов и презентаций, представленных МГК-34, трудно составить какую-либо цельную картину современных проблем геологического картирования, поэтому дальнейшие суждения во многом являются субъективными.

В настоящее время большинство стран придерживается концепции устойчивого развития (sustainable development), которая предполагает разумный баланс экономической, социальной и экологической сфер активности общества. В результате модернизации общественного сознания наблюдается тенденция сдвига фокуса активности геологических служб от ведения традиционных геологоразведочных работ в сферу изучения социально значимых проблем, связанных с природопользованием и охраной окружающей среды. Несмотря на значительную диверсификацию геологических служб, их основным видом деятельности по-прежнему остается производство геологического картирования, но именно для улучшения взаимопонимания с общественностью происходит сдвиг в сторону создания трехмерных геологических карт. В России традиционно сложились несколько иные взаимоотношения власти и общества, но в перспективе возможно приближение к западной модели. Остается надеяться, что в этом случае появится стимул создания геологических карт 3-D. В отечественно геологии в целом существует возможность создания карт 3-D с использованием Google Earth, но не совсем понятна потребность в них.

Современная методика полевых исследований при проведении отечественных геолого-съемочных работ по идеологии близка к зарубежной, но сильно отличается по техническому оснащению. В США полевой геолог использует персональный цифровой помощник (PDA) и планшетный ПК, что позволяет ему записывать широкий спектр геологических данных и облегчает построение геологической карты на месте в полевых условиях. Отече-

ственный геолог, как правило, точки маршрутных наблюдений фиксирует с помощью GPS и затем в камеральных (полевых) условиях загружает их на карту фактического материала в ПК. Используемые программные средства, те же что и за рубежом (ArcGIS). Дальнейшая подготовка геологической карты ведется на основании данных полевого дневника компьютерными средствами, но традиционным путем. Разработка системы автоматизированного построения геологической карты ведется ФГУП ГНЦ РФ «ВНИИГеосистем» и по некоторым направлениям получены впечатляющие результаты. Отечественная ГИС ИНТЕГРО является программно-технологическим комплексом, который: обеспечивает интеграцию всех видов информации о земной поверхности и недрах; поддерживает специализированные форматы геолого-геофизических данных; осуществляет синхронизацию разнородной геопространственной информации одновременно в нескольких окнах; содержит развитые средства электронной картографии, аналитической обработки и 3D моделирования; включает в себя готовые технологии решения прикладных задач; обеспечивает поддержку электронной базы геологических знаков масштаба 1:1000000 и 1:200000; содержит картографический редактор. Это система построения геологической карты на основе предварительно созданной базы данных с использованием мощной стационарной рабочей станции или ПК.

Рекомендации по использованию передовых научных достижений

Для внедрения в практику региональных геологических исследований новых технологий проведения полевых работ необходимо создание инициативной группы и постановка опытно-методических работ. Рекомендуется приобрести несколько карманных компьютеров Trimble GeoXM или Xplore iX104C, опробовать работу с ними и разработать методические рекомендации по их использованию. В дальнейшем, возможно, потребуется организовать курсы обучения пользователей. Новое поколение геологов, в небольшом числе поступающих в производственные организации, как правило, владеет компьютерными (в том числе ГИС-технологиями), но обладает чрезвычайно слабыми геологическими знаниями. Поэтому, наряду с обеспечением полевого геолога новыми техническим средствами, не менее актуальной, является задача повышения профессионального уровня геологов-съемщиков. В противном случае существует опасность, что эффект от внедрения новых технических средств будет сведен к нулю.

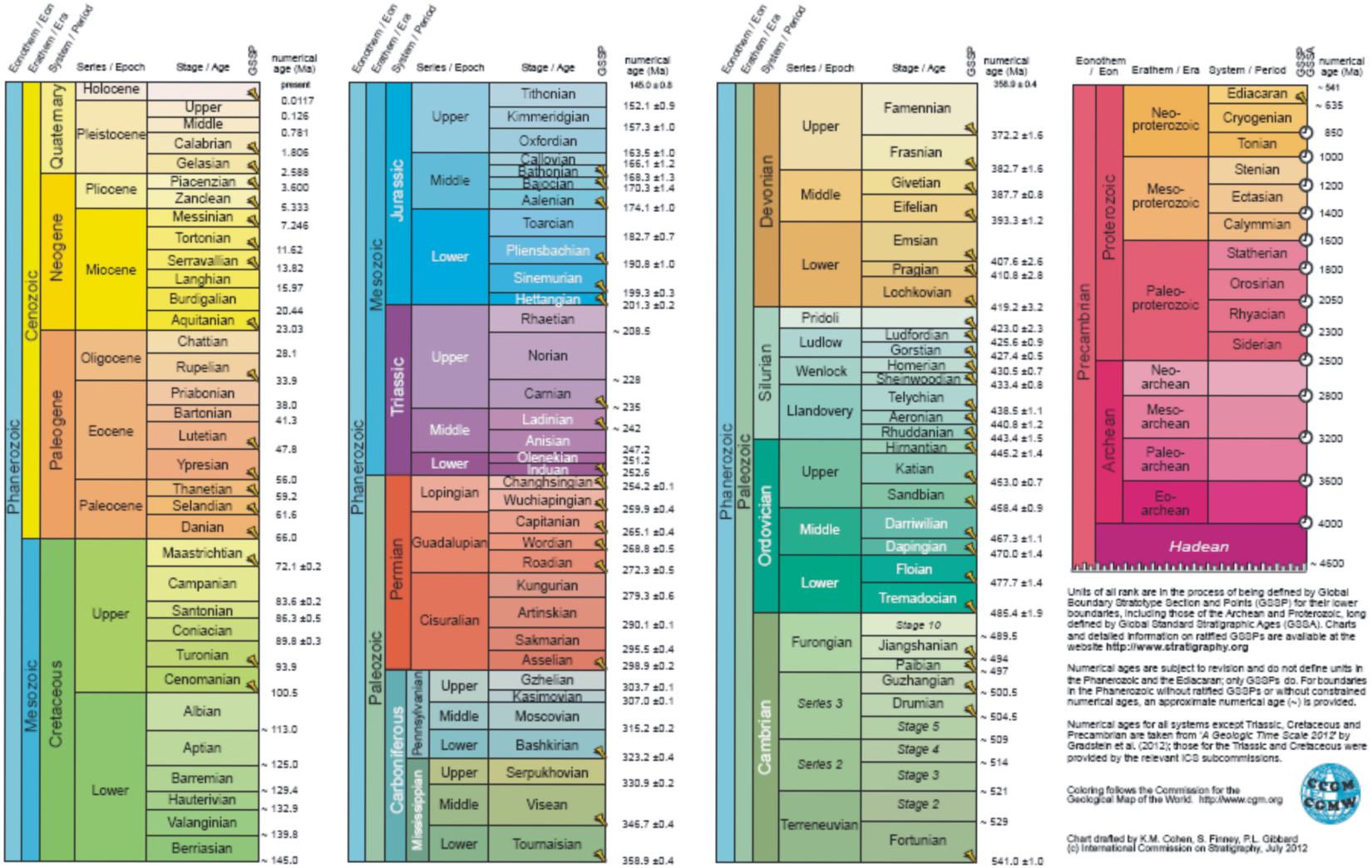
На странице 10 приведена новая стратиграфическая шкала, представленная Международной комиссией по стратиграфии на 34 Международном геологическом конгрессе.

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

IUGS

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy
July 2012



Units of all rank are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website http://www.stratigraphy.org

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Numerical ages for all systems except Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World. http://www.cgm.org

Chart drafted by K.M. Cohen, S. Finney, P.L. Gibbard
(c) International Commission on Stratigraphy, July 2012