

ТЕКТОНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ УКРАИНСКОГО И БАЛТИЙСКОГО ЩИТОВ В РАННЕМ ДОКЕМБРИИ

С.И. Турченко

*Институт геологии и геохронологии докембрия РАН
199034 наб. Макарова, 2, Санкт-Петербург, Российская Федерация
E-mail: turchsi@mail.ru*

Уникальная особенность Украинского щита (УЩ) – его повышенная по сравнению с Балтийским щитом (БЩ), железорудность, что ярко выражено в металлогении Криворожско-Кременчукской провинции. Кроме того, здесь сконцентрированы месторождения урана, золота и графита, а также щелочно-ультрасосновные и карбонатитовые интрузии с апатитовой и редкометалльно-редкоземельной минерализацией. На БЩ подобного типа оруденение в аналогичных интрузивных комплексах известно в Кольско-Норвежской провинции, но связано оно с гораздо более молодой (девонской) активизацией. В работе рассмотрены особенности раннедокембрийской геологии, современные изотопно-геохронологические данные и металлогения архей-раннепротерозойских вещественных комплексов обеих щитов. Приведен сравнительный анализ корового развития и металлогении УЩ и БЩ, из которого ясно, что формирование архейских комплексов на УЩ началось на 600 млн лет раньше, чем на БЩ, но характеризовалось образованием аналогичных гранулит-гнейсовых ассоциаций и железорудным оруденением. Мезо- и неoarхейское тектоническое развитие определялось формированием зеленокаменных поясов с золото-железорудным оруденением на УЩ и таким же, но менее ярко выраженным оруденением на БЩ. Сопоставление Украинского и Балтийского сегментов фундамента Восточно-Европейской платформы по изотопно-геохронологическим данным показало их автономное формирование и предположительно изначальное размещение в пределах разных литосферных плит. На УЩ три провинции с коровым развитием в палеопротерозое могли бы быть сравнимы с палеопротерозойским коровым развитием Свекофенской провинции БЩ, но различия в металлогении значительны. Отличительная черта палеопротерозоя БЩ – наличие офиолитовых комплексов, в которых мафит-ультрамафитовые интрузии несут Ni-Co-Zn и Fe-Ti оруденение.

Введение. Украинский щит (УЩ), и Балтийский щит (БЩ) представляют собой важнейшие геоструктуры фундамента Восточно-Европейской платформы (ВЕР). Раннедокембрийские комплексы фундамента имели длительную и сложную историю формирования континентальной коры, длящуюся в течение более трех миллиардов лет, во время которой тектонические структуры эволюционировали от гранулит-гнейсовых и гранит-зеленокаменных областей в палео-неoarхее до орогенических и рифтовых поясов в палеопротерозое. Появившиеся в последние годы новые данные об изотопном U-Pb и Sm-Nd возрасте породных ассоциаций на

УЩ, а также представления о его геологическом строении с учетом этих данных, позволили по-новому рассмотреть и сравнить тектоно-металлогенические соотношения с рудоносными структурами БЩ.

Тектоническое развитие и металлогения Украинского щита. В тектонической структуре УЩ выделяют шесть главных геоблоков [18], которые могут быть рассмотрены как металлогенические провинции: Северо-Западная, Днестрово-Бугская, Росинско-Тикичская, Ингуло-Ингулецкая, Среднеприднепровская и Приазовская (рис. 1). Они различаются не только по глубинному геологическому строению, но и по возрасту формирования континентальной коры, а также по металлогенической специализации.

© С.И. Турченко, 2011

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

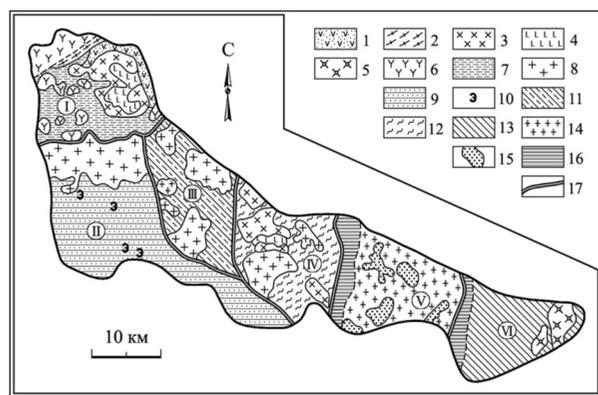


Рис. 1. Генерализованная геологическая карта Украинского щита [31], Геоблоки (металлогенические провинции): I – Северо-Западная, II – Днестрово-Бугская, III – Росинско-Тикичская, IV – Ингуло-Ингулецкая, V – Средне-Приднепровская, VI – Приазовская; 1 – вулканогенно-осадочные породы Овручской группы; 2 – граниты и метасоматиты Суцано-Пержанской зоны; 3 – граниты рапакиви Коростенского комплекса; 4 – габбро-анортозиты Коростенского комплекса; 5 – щелочные породы Приазовского комплекса; 6 – граниты и гранодиориты Осницкого комплекса; 7 – гнейсы Тетеревской группы; 8 – граниты Кировоград-Житомирского комплекса; 9 – кристаллосланцы, гнейсы и чарнокиты Бугской и Днестрово-Бугской групп; 10 – эндербиты, 11 – гнейсы и амфиболиты Росинско-Тикичской группы; 12 – гнейсы и амфиболиты Ингуло-Ингулецкой группы; 13 – полиметаморфические породы Западной и Центрально-Приазовской групп; 14 – мигматиты и плагиограниты Днепропетровского комплекса с реликтами амфиболитов и гнейсов Аульской группы; 15 – гранит-зеленокаменные террейны; 16 – шовные зоны; 17 – границы геоблоков (металлогенических провинций)

Приазовская провинция представляет собой сегмент земной коры с длительной полициклической эволюцией в архее и протерозое и сложена главным образом архейской корой и продуктами ее переработки, а также, в меньшей степени, вновь образованной протерозойской корой.

Древнейшие образования представлены мафитовыми породами (3,67 млрд лет) и тоналит-гранодиоритовыми породами новопавловского комплекса. Эти древнейшие породы сохранились в виде блоков в Орехово-Павлоградской тектонической зоне на западе провинции. В неоархейское время древнейшие породы были переработаны гранитоидами с возрастом 2,8 млрд лет. Sm-Nd модельные значения (3,67 млрд лет), полученные для существенно переработанных пород, могут служить показателем древнейшего возраста палеоархейского субстрата [18].

В Приазовской провинции выделены также мезоархейские зеленокаменные пояса: Сорокинский, Новогоровский и другие подобные более мелкие структуры. Первая из них сложена терри-

генными и вулканогенными породами возрастом 3,36–3,32 млрд лет (кластогенный циркон) [2] и 3,16 млрд лет U-Pb возраст по циркону из риодацитов [16]. Выделение зеленокаменных поясов существенно изменило ранние представления о металлогенических перспективах Приазовской провинции. В настоящее время она рассматривается как золоторудная, связанная с зеленокаменными поясами 3,2–3,0 млрд лет (Сорокинский, Гайчурский и Косивцевский пояса), где золото принадлежит к золото-сульфидно-кварцевой формации. В рудопроявлениях Сорокинского пояса содержание золота составляет 0,1–10 г/т и локализовано в нижнеосипенковской вулканогенной свите среди брекчированных, окварцованных и пиритизированных железистых кварцитов. Аналогичные проявления установлены в Гайчурском и Косивцевском поясах.

С палеоархейской стадией формирования континентальной коры Приазовской провинции связаны лишь непромышленные рудопроявления железистых кварцитов. Гранулитогнейсовые толщи новопавловской серии вмещают пласты железистых кварцитов (эулизитов), изредка имеющих промышленное значение (Мариупольское месторождение). С мезоархейской стадией, соответствующей времени формирования зеленокаменных поясов, связано упомянутое выше золоторудное оруденение. Неоархейская стадия корообразования и первой половины палеопротерозоя (2,8–2,1 млрд лет) в металлогеническом отношении также характеризуется образованием небольших железорудных месторождений. Во второй половине палеопротерозоя с интрузиями карбонатитов (2,1–2,05 млрд лет), приуроченных к зонам глубоких разломов, связаны рудопроявления и Ta-Nb месторождения (Новополтавское). Заключительная стадия тектоно-магматической активизации (~ 1,8 млрд лет) выражена в формировании Ta-Nb-Zr месторождений в щелочных интрузиях, а также титан-апатитовых рудопроявлений в габбро-сиенитовых интрузивных телах [18].

Днестрово-Бугская металлогеническая провинция – расположена в пределах второго палеоархейского террейна УЩ. Он по площади втрое больше Приазовской провинции и, кроме общих черт геологического строения, у этих блоков есть существенные различия. Например, практически все комплексы пород террейна (днестрово-бугская серия), метаморфизованы в гранулитовой фации. Двупироксеновые кристаллосланцы и эндербитогнейсы этой серии по циркону имеют

Турченко С.И.

возраст 3,65 млрд лет [8]. Более поздние генерации цирконов показывают меньшие значения, свидетельствующие о нескольких этапах гранулитового метаморфизма. Имеющиеся Sm-Nd модельные определения также показывают древний возраст пород (3,64 млрд лет), по крайней мере тывровской толщи рассматриваемой серии [4]. В северной части провинции распространены анатектические чарнокиты и эндербиты (бердичевский комплекс) с U-Pb возрастом 2,06–2,01 млрд лет, которые прорывают гранулитовую толщу, имеющую Sm-Nd модельный возраст 2,6–2,45 млрд лет. Кроме того, в составе палеоархейского террейна имеются небольшие по площади трогоподобные структуры, заполненные неоархейскими терригенными метаосадками (бугская серия, 2,58 млрд лет) и связанными с ними пластовыми телами мафит-ультрамафитовых пород. К породам бугской серии приурочены месторождения графита, золота и проявления железа в отложениях железисто-кремнистой формации. С неоархейскими мафит-ультрамафитовыми интрузивными телами связаны месторождения хромита и рудопоявления никеля и кобальта [18].

Среднеприднепровская металлогеническая провинция расположена в пределах гранит-зеленокаменной области, геологическое развитие которой происходило в мезоархейское время (3,2–2,8 млрд лет). U-Pb изотопное датирование циркона из вулканогенных пород зеленокаменных поясов показало возрасты в интервале 3,1–3,0 млрд лет [16]. Зеленокаменные пояса окружены гранито-гнейсовыми куполами и сложены вулканогенно-осадочной ассоциацией пород, в которой нижняя формация (конкская серия) представлена комацит-базальтовыми вулканитами (3,17), сменяющимися дацит-андезит-базальтовыми (3,14 млрд лет) и риолит-дацитовыми вулканитами (3,10–3,07). Выше залегает терригенно-риолитовая толща (белозерская серия) с возрастом риолитов 3,01–2,95 млрд лет. Синхронно с формированием супракрустальных пород происходило образование плагиогранитов сурского комплекса и изредка – тел дифференцированных мафит-ультрамафитов. Посттектонические граниты и сиениты были сформированы также в мезоархейское время (2,95), наиболее поздние – в период 2,85–2,80 млрд лет. Метаосадочные толщи конкской свиты Конкско-Верховцевского гранит-зеленокаменного террейна были сформированы 3,15 до 3,0 млрд лет назад и вмещают промышленное железорудное месторождение Чертомлык с запасами

Fe до 1000 млн т [31], наряду с другими проявлениями железных руд железисто-кремнистой формации. К разрезам зеленокаменных вулканогенных пород этого периода приурочены проявления золото-сульфидной формации, наиболее крупное из которых месторождение Балка Широкая. В этом же регионе с метавулканитами более молодого возраста (белозерская свита – около 3,0 млрд лет) связано золото-полиметаллическое оруденение в лиственит-березитовых метасоматитах, образующих линейно вытянутые ореолы во вмещающих породах [15]. Золото-пиритовое оруденение распространено более широко (рудопоявления Южно-Петровское, Семерниковское) и приурочено к тектонически нарушенным контактам горизонтов железистых кварцитов, где присутствуют сульфидизированные катаклазиты и брекчии железистых кварцитов, сцементированные кварц-карбонат-сульфидной массой с содержанием золота от 2–3 до 20–40 г/т. Рудопоявление Аполлоновское приурочено к зонам расланцевания на участках перемежаемости основных и кислых вулканитов, где развиты лиственит-березитовые метасоматиты. Pb-Pb изотопный возраст золото-сульфидного оруденения в железистых кварцитах 2500–2550 млн лет, а золото-полиметаллической минерализации – 2550–2600 млн лет.

В Сурской зеленокаменной структуре золотое оруденение принадлежит к несколько иным морфолого-генетическим типам: колчеданному, медно-молибденовому и серебро-висмут-теллуровому [15], характерным для месторождений Сергеевское и Балка Золотая. Колчеданный тип оруденения имеет стратиформный характер и установлен на флангах месторождений, где тесно ассоциирует с вулканогенно-осадочными породами, метасоматическими кварцитами и пирит-пирротин-халькопиритовыми рудами. Золотосодержащие медно-молибденовые руды залегают преимущественно в субвулканических дайках метадацит-порфириров и плагиогранит-порфириров, подвергнутых пропиловому метасоматическому изменению, сопровождающемуся серией кварцевых жил и прожилков с золото-сульфидной минерализацией (золото-порфировый тип). Золото-серебро-висмут-теллуровый тип руд формирует жильно-метасоматические тела в тех же месторождениях, и являются наиболее поздними проявлениями в ряду от ранних стратиформных к порфировым и жильно-метасоматическим телам с высокими, но неравномерными содержаниями золота (от 0,5–3 до 100 г/т, [15]). Возраст золото-

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

носных стратиформных и метасоматических руд по изотопно-свинцовому методу изменяется от 3000 до 2550 млн лет [15], свидетельствуя о полихронности и полигенности золотого оруденения. Изотопный возраст кварцевых кератофилов месторождения Балка Золотая составляет 3,15–3,07 млрд лет, а гранитоидов сурского комплекса с жильными телами Сергеевского месторождения – 3,05–3,0 млрд лет [7].

В зоне тектонического контакта Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области (СПГЗО) с Днестрово-Бугской гранулит-гнейсовой областью (Голованевская шовная зона) распространены полиметаморфические комплексы, мезоархейские эндробиты, чарнокиты и неоархейские тоналиты Гайворонского комплекса, а также тела расслоенных базит-ультрабазитов. Голованевская шовная зона с телами базит-ультрабазитов содержит хромитовое оруденение в Липовенковском и Капитановском массивах. Эти два массива вмещают экономически важные хромитовые месторождения. Хромититы в этих массивах характеризуются платинометалльной минерализацией и высокими значениями содержания Ni, Co, V. Изотопный Re/Os модельный возраст соответствует приблизительно 3,0 млрд лет, т. е. эти массивы, вероятно, представляют собой часть архейской литосферы [22]. В СПГЗО сульфидное Cu-Ni оруденение установлено в Правдинском гипербазитовом массиве (Правдинское месторождение), который вместе с другими меньшими массивами образует согласные межпластовые интрузии в складчатой структуре конкско-верховщевской серии. Эти тела подвержены серпентинизации и в зонах разломов и расщепления подвержены карбонатизации и оталькованию, образуя метасоматические месторождения талька и сопутствующего ему магнетита. В Правдинском массиве, кроме Cu-Ni оруденения, наблюдается серпентинизация и образование тальк-карбонатной минерализации в зоне мощностью 300–600 м и длиной около 2,5 км с содержанием талька 40–45 и брейнерита 50–55 %. Другое месторождение (Веселянское) в Сурско-Чертюмлыкском зеленокаменном поясе также представлено залежью тальк-магнетитовых пород в серпентинизированных гипербазитах мощностью 30–300 м и протяженностью 5,5 км.

Субщелочные гранитоиды, распространенные в шовной зоне, несут редкометалльную минерализацию, также как и связанные с ними пегматиты. Наложенные процессы калиевого метасоматоза привели к формированию в зонах разломов,

например в Капитановском массиве, слюдитов, содержащих до 25 % корунда по пироксенитам.

В западной части провинции расположена Криворожско-Кременчугская шовная зона, выполненная железистыми кварцитами палеопротерозойской криворожской серии с крупными месторождениями железных руд. На заключительном этапе палеопротерозоя (~ 1,8 млрд лет) проявились интенсивные метасоматические процессы, приведшие к формированию месторождений урана (Желтореченское месторождение) и рудопроявлений скандия и ванадия.

Росинско-Тикичскую металлогеническую провинцию по возрасту слагающих ее формаций можно считать неоархейско-палеопротерозойской. Неоархейские образования представлены реликтами гнейсо-амфиболитов (росинско-тикичская серия) среди мигматитов (2,62–2,56 млрд лет) и гранитоидов, распространенных в западной части провинции. U-Pb возраст по циркону из амфиболитов составляет 2,70 и 2,58 млрд лет. Тикичский комплекс сформирован в результате ультраметаморфизма амфиболито-гнейсового комплекса (росинско-тикичская серия). Возраст комплекса (по геологическим данным) определяется как мезоархейский, Sm-Nd модельный возраст для протолитов гнейсов серии составляет 3280–3240 млн лет.

Большая часть площади провинции сложена палеопротерозойскими образованиями, состоящими из плагиомигматитов и диорит-гранодиоритов звенигородского комплекса возрастом 2,14–2,03 млрд лет. Sm-Nd модельный возраст гранитов и реликтовых гнейсов показывает палеопротерозойский возраст их субстрата (2,17–2,13 млрд лет). Более поздние анатектические граниты (2,05–1,89 млрд лет), интрузии габброидов и субщелочных гранитов (2,08 млрд лет), распространенные на территории провинции, усугубляют значение ее палеопротерозойского возраста, что отражается также и на ее металлогенической значимости, выраженной в проявлении железорудного оруденения в железистых кварцитах володарской и белоцерковской толщ [18].

Северо-Западная металлогеническая провинция примыкает с севера к палеоархейской Днестрово-Бугской провинции и представляет собой область развития палеопротерозойской коры. Наиболее древняя ассоциация пород здесь гнейсы и перекрывающие их метавулканы новгород-волынской толщи возрастом 2,43 млрд лет. Метаморфизм и ультраметаморфизм, также как и интрузии

Турченко С.И.

живный магматизм, проявились в период 2,08–1,95 млрд лет [32]. Перед этим в провинции отложилась терригенно-карбонатные породы тетеревской свиты. Магматические ассоциации представлены щелочно-ультраосновными и субщелочными гранитодными интрузиями, а также расчлененными интрузивами. В составе провинции присутствует Осницко-Микашевический вулканоплутонический пояс, в котором выделяется вулканическая серия с возрастом 2,02–1,97 млрд лет и интрузивный комплекс 1,99 млрд лет [18].

Позднее в период 1,95–1,80 млрд лет происходило формирование кластогенных осадочных пород платформенного типа, за которым последовала фаза магматической активизации (1,80–1,74 млрд лет) в рифтоподобных структурах. Главная магматическая ассоциация представлена коростенским габронорит-анортозит-рапакивигранитным комплексом. Завершилось формирование земной коры Северо-Западной провинции платформенными отложениями овручской серии, сохранившимися в грабеноподобных структурах.

Металлогенические особенности палеопротерозойской провинции весьма разнообразны. С ранней стадией развития провинции (2,5–2,1 млрд лет) связано формирование метаморфогенных месторождений графита (Буртыанское и др.), сульфидно-полиметаллических проявлений в кальцифирах и редкометалльных рудопроявлений в гранитах житомирского комплекса (2,08–2,02 млрд лет). С ранней стадией тектоно-магматической активизации (2,05–1,96 млрд лет) связано образование небольших сульфидных Cu-Ni и платиноидных месторождений и рудопроявлений. Заключительный этап тектоно-магматической активизации (1,8–1,75 млрд лет) знаменуется коростенским габронорит-анортозит-рапакивигранитным комплексом, с которым связаны титановые и титан-апатитовые и пегматитовые редкометалльные месторождения. В Суцано-Пержанской тектонической зоне редкометалльные и полиметаллические проявления связаны с процессами щелочного метасоматоза.

Ингуло-Ингулецкая металлогеническая провинция, как и Северо-Западная, – это палеопротерозойская коровая провинция, сложенная ингуло-ингулецкой супракрукстуальной серией, возраст которой, к сожалению, до сих пор не определен с помощью метода изотопного датирования. Анатектические гранитоиды здесь представлены Кировград-житомирским комплексом (2,06–1,97 млрд лет), как и в Северо-Западной провинции. Возраст

заключительной фазы магматизма тектоно-магматической активизации – анортозит-рапакивигранитного комплекса Корсунь-Новомиргородского плутона составляет –1,72 млрд лет [17].

К анатектическим гранитоидам и связанным с ними метасоматитам приурочены месторождения золота (Клинцовское и др.) и редких щелочных металлов, редкометалльные проявления, урановое оруденение. К этапу тектоно-магматической активизации (1,8–1,73 млрд лет) принадлежат гидротермально-метасоматические месторождения урана, а к рапакивигранитному комплексу Корсунь-Новомиргородского плутона титан-апатитовые месторождения.

Метаморфические события палеопротерозоя Ингуло-Ингулецкой провинции привели к формированию метаморфогенных месторождений графита и железистых кварцитов, и произвели при участии магматических процессов тектоно-магматическую активизацию в гранулитогнейсах юго-востока Днестрово-Бугской провинции. Здесь сформированы гранат-биотитовые, гранат-силлиманитовые и графитовые гнейсы, а также достаточно крупные метаморфогенные месторождения графита, абразивного граната и силлиманита.

В пределах УЩ месторождения и проявления графита пространственно и генетически связаны с углеродсодержащими осадочно-метаморфическими толщами, формирование которых происходило в значительном временном интервале – 3,3–1,2 млрд лет. Однако толщи с месторождениями образовались в палеопротерозое. В качестве продуктивных формаций могут быть выделены кинцигитовая, кондалитовая и флишоидная углеродсодержащая, причем кинцигитовая и кондалитовая развиты в выступах и тектонических останцах гранулитов Днестрово-Бугской провинции. Они представлены ассоциацией высокоглиноземистых (с кордиеритом и корундом) гнейсов, углеродисто-кремнистых пород и кальцифилов. С ними связаны главные графитовые месторождения УЩ: Завальевское в Голованевской шовной зоне, Троицкое, Сачково-Вишняковское и Старокрымское – в Приазовской провинции.

Палеопротерозойская эпоха с возрастным интервалом 2,3–2,1 млрд лет проявлена также в пределах Северо-Западной провинции, где она представлена гнейсами и амфиболитами тетеревской группы и вулканитами новоград-волынського комплекса, не сопровождаемых какими-либо оруденением. Исключение составляет лишь крупное Буртыанское месторождение графита. Завер-

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

шающая палеопротерозойскую эпоху тектоно-магматическая активизация (2,1–1,8 млрд лет) проявлена практически во всех провинциях УЩ и представлена различными гранитами, базитовыми и фельзитовыми вулканитами, сопровождаемыми метасоматитами. Непосредственно в Криворожско-Кременчугской шовной зоне залегает Карачуновско-Лозоватская зона медно-сульфидной минерализации, прослеживаемая в субмеридиональном направлении более чем на 20 км при ширине около 4 км. Наблюдается также Вi-Cu, Ni-Cu, Pb, Co минерализация, приуроченная к прожилково-жильным участкам в зонах дробления, рассланцевания и милонитизации.

Существенное металлогеническое значение на УЩ имеет эпоха тектоно-магматической активизации периода 2,3–2,1 млрд лет, проявленная практически во всех провинциях. Множество экономически значимых месторождений этапа тектоно-магматической активизации связано с сульфидно-комплексными рудами (Вировские рудопроявления) и никеленосными формациями габбро и ультраосновных пород, расположенных в Северо-Западной провинции. В Днестрово-Бугской провинции проявлены калиевые аплит-пегматитовые граниты и высокотемпературные метасоматиты (Первомайский регион), несущие молибденитовую с рением, редкометалльную, золотую и урановую минерализацию. Интерес представляют Любарское и Остропольское медно-молибденовые рудопроявления, а также редких и редкоземельных элементов. Золоторудные проявления Клиновского типа распространены в Ингуло-Ингулецкой провинции, а ураноносные альбититы формировались здесь 1,8–1,6 млрд лет назад. Различные гранитоидные комплексы Кировоградской стадии тектоно-магматической активизации, несущие редкометалльную минерализацию, широко распространены в Среднеприднепровской провинции, а в Приазовской провинции с ними связаны ториевая минерализация и натровые метасоматиты возрастом 1,936 млрд лет [31].

К Среднеприднепровской провинции некоторые исследователи относят и протяженную Криворожско-Кременчугскую троговую структуру [31], сформированную во время завершающих этапов палеопротерозоя (2,3–2,1 млрд лет). Эта структура может быть рассмотрена в как шовная зона, образованная по палеорифтовой рудоносной структуре. На УЩ она имеет важное экономическое значение, поскольку к ней приурочены максимальный объем накопления железорудной

формации Саксаганской группы и все крупные железорудные месторождения Украины. Железорудная формация Саксаганской группы содержит наиболее богатые руды железа (85 % богатых руд Криворожского бассейна) и состоит из железисто-кремнистых пород с хлоритовыми, биотитовыми и амфиболовыми сланцами (саксаганская свита), а также из железисто-кремнисто-карбонатных пород с графитовыми сланцами (гданцевская свита). Мощность первой свиты – до 1,6 км, а второй – 0,7–0,8 км. Богатые руды слагают пласты, мощные залежи, рудные столбы и гнезда.

Особо необходимо охарактеризовать урановое оруденение в железорудной толще северной части Криворожско-Кременчугской троговой структуры, где расположено Желтореченское урановое месторождение. Образование урановых руд среди собственно железных руд связано с поздними метасоматическими процессами: натрово-карбонатным, позднещелочным и сульфидно-смоловым. С процессом альбитизации в кварцево-биотитовых и амфибол-биотитовых сланцах связано формирование альбититовых руд с уранинитом, браннеритом и ненандкевитом. Сульфидно-настурановая минерализация жильного типа еще более поздняя, она завершает образование урановых руд месторождения. С урановой минерализацией тесно связаны проявления золоторудной минерализации, установленные в конгломератах Скелеватской свиты [31].

Криворожско-Кременчугская шовная зона, захватывая краевую часть Ингуло-Ингулецкой провинции, образует в пределах УЩ крупную графитоносную область. Месторождения и проявления графита приурочены в основном к породам ингуло-ингулецкой серии, реже – криворожской серии. Графит присутствует в биотитовых, силлиманит-биотитовых гнейсах, скарнированных породах и мраморах. Графитовые породы наблюдаются в виде полос длиной 0,5–1,5 до 2,5 км, шириной до 100–150 м. Наиболее крупные проявления графита объединены в Петровскую и Балаховскую группы месторождений, где содержание графита достигает 23 %. Общая мощность толщи графитоносных пород – 600 м.

С шовной зоной, захватывающей западную часть Приазовской провинции, связаны небольшие щелочно-ультраосновные-карбонатитовые тела с апатитовой и редкометалльно-редкоземельной минерализацией (Nb, Ta, Zr, Ce).

Изотопный возраст Черниговского массива и минерализации ($^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$ по сфену из пироксе-

Турченко С.И.

нитов) – 2,02 млрд лет. Одноименное месторождение объединяет ряд щелочно-карбонатитовых проявлений (Новополтавское, Бегим-Чокракское, Просторовское, Чернигово-Токмачанское), залегающих в виде дайкообразных тел в фенитах, нефелиновых сиенитах и пироксенитах в пределах Черниговской зоны разломов.

Вулкано-плутонические пояса, как специфическая рудоносная структура возрастом 1,8–1,6 млрд лет проявлена в северной части Северо-Западной провинции и представлена Осницко-Микашевичским поясом. В нем главной составляющей служит диорит-гранодиорит-гранитный осницкий комплекс, а метаморфизованные существенно фельзитовые вулканиды слагают небольшие участки среди гранитоидов. Краевая юго-восточная часть пояса подвергнута интенсивной метасоматической переработке с формированием специфических пород – апогранитов с разнообразной минерализацией – Суцано-Пержанская зона. Зона представляет собой линейную структуру с широким проявлением щелочно-гранитоидного магматизма, катаклаза, рассланцевания и метасоматоза, прослеживаемую на 200–500 км при ширине 0,5–3 км на флангах и 10–30 км в средней части. Наиболее продуктивная часть связана с сиенитовыми породами – это цирконий-редкоземельные, тантал-ниобиевые и флюоритовые проявления, а с гранитами связаны проявления Sn, W, Mo.

Вторая область плутонического магматизма, характерного для этого типа рудоносных структур, описана в Приазовской провинции, где в состав габбро-гранит-сиенитового комплекса входят массивы Октябрьский, Южно-Кальчикский, Кальмиусский, Еланчикский, приуроченные к тектоническим нарушениям СЗ и меридионального простирания. Наиболее типичен по набору пород и одновременно наиболее разнообразен по составу Октябрьский массив, сложенный щелочными сиенитами, нефелиновыми сиенитами и мариуполитами. С ними связаны редкоземельные карбонаты (паризит) и апатит, циркон, пироклор, флюорит, минералы цериевой группы.

На УЩ однородный и представительный плутонический пояс неопротерозойской эпохи (1,8–1,6 млрд лет) широко проявлен в Северо-Западной провинции и представлен гранитами рапакиви и габбро-анортозитами Коростенского плутона. Такой же пояс обнаружен в Ингуло-Ингулецкой провинции, где обширные площади заняты Корсунь-Новомиргородским плутоном анортозитов и гранитов рапакиви, внедрению которых предше-

ствуют поля натровых метасоматитов – альбититов с урановой минерализацией. Все разновидности пород габбро-анортозитовых комплексов содержат титановую (ильменит-титаномагнетитовую) и сопутствующую ей фосфорную (апатитовую) минерализацию, но высокое промышленное содержание титана и фосфора связано с меланократовыми габброидами и ультрамафитами. С ранними габброидами и габбро-анортозитами связано бедное вкрапленное и более богатое сегрегационное и эффузивное ильменит-апатитовое оруденение. Оно установлено в рудных узлах Парамовка, Рыжаны, Стырты в Коростенском плутоне. Большая часть апатит-ильменитовых руд находится в пределах Корсунь-Новомиргородского плутона – Межиричский, Терновский и Новомиргородский рудные узлы.

Рассмотренные плутоны, в особенности их рапакивигранитные составляющие, служат источником пьезооптического и ювелирного сырья – месторождения мориона, горного хрусталя, топаза и берилла. Они связаны с камерными пегматитами коростенского комплекса гранитов-рапакиви в Волинском пегматитовом поле и Константиновском поле Корсунь-Новомиргородского плутона. Большая часть камерных пегматитов приурочена к контактам рапакиви (вернее, гибридных пород) и габбро-анортозитов. Изотопный возраст (U-Pb) гранитоидов обоих плутонов – 1,75–1,77 млрд лет.

Обобщая приведенные выше материалы можно отметить, что на территории УЩ среди тектонических и металлогенических эпох (палео-неоархейские: 3,8–3,4, 3,4–3,1, 3,1–2,6 млрд лет и палеопротерозойские: 2,6–1,8, 1,8–1,6 млрд лет) лишь неоархейская и палеопротерозойская имеют существенное экономическое значение. Месторождения золота, хрома и железа, рудопроявления никеля, молибдена, высокая концентрация платины и меди связаны с неоархейской эпохой. В палеопротерозойскую эпоху были образованы крупные месторождения железа Криворожского бассейна, молибдена, графита (Завальевское месторождение), рудопроявления урана в скелеватской свите, месторождения редких металлов и редкоземельных элементов, апатита, абразивного граната. На завершающем этапе палеопротерозойской эпохи установлено образование месторождений титана и фосфора, также как и редкометалльно-редкоземельных и олово-вольфрам-молибденовых месторождений в метасоматитах.

Тектоническое развитие и металлогения Балтийского щита. БЩ в тектоническом отношении

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

разделен на три главных мегаблока (рис. 2): 1) архейский Карело-Кольский, разделенный в свою очередь на Кольско-Норвежский, Карельский и Беломорский тектонические блоки и соответствующие им по названию металлогенические провинции; 2) палеопротерозойский Свекофенский мегаблок, соответствующий металлогенической провинции; 3) неопротерозойский Свеконорвежский мегаблок, соответствующий одноименной металлогенической провинции (на рис. 2 не показан).

Континентальная кора БЩ по времени была образована в течение четырех тектонических событий: 3,1–2,9, 2,9–2,6, 2,0–1,75 и 1,75–1,5 млрд лет назад [21]. С юго-востока БЩ перекрыт позднекембрийским кратоническим (платформенным) чехлом возрастом 1,2–0,6 млрд лет.

Карело-Кольский мегаблок сложен архейской корой, состоящий из тоналито- и гранито-гнейсовых и гранулитогнейсовых тектонических областей и зеленокаменных поясов. Тоналит-трондьемитовые гнейсы древней части архейской коры образованы 3,1–2,9 млрд лет назад и слагают фундамент позднеархейских зеленокаменных поясов. Последние были образованы в период 2,9–2,6 млрд лет назад и разделены на три группы: 1) преимущественно базитовые и бимодальные базальт-коматиитовые; 2) осадочно-вулканогенные полимодальные; 3) вулканогенно-осадочные лептитового типа.

Кольско-Норвежская металлогеническая провинция состоит из нескольких тектонических единиц и связанного с ними оруденения.

1. Центральная-Кольская гранулитогнейсовая область включает в себя главные железорудные месторождения железисто-кварцевой формации (Оленегорское, Приимандровская группа месторождений и ряд рудопроявлений).

2. Интенсивно деформированный Кейвский эпикратонный бассейн, состоящий из метапелитов и метавулканитов базитового и фельзитового состава. Линейная зона в пределах бассейна вмещает кианитовые месторождения Кейвской группы. Эпикратонный бассейн обрамлен щелочными гранитами с редкометалльной минерализацией и более древними габбро-лабрадоритовыми интрузиями, вмещающими Fe-Ti-V рудопроявления [33]. Среди архейских габбро-анортозитов Кейвского комплекса выделяются габбро-анортозиты Цагинского, Ачинского и Медвежье-Щучьеозерского массивов, возраст которых составляет 2,7–2,6 млрд лет [1]. Для циркона из лейкогаббро

Патчемварекского массива была получена наибольшая дата (U-Pb) – 2925 ± 6 млн лет. Для габбро-анортозитов Цагинского массива $\epsilon Nd = +0,26$; $^{87}Sr / ^{86}Sr(i) = 0,70249 \pm 6$, габбро-анортозитов Ачинского массива $\epsilon Nd = +0,20$, $^{87}Sr / ^{86}Sr(i) = 0,70162 \pm 4$. Разные значения первичных изотопных отношений $^{143}Nd / ^{144}Nd$ и $^{87}Sr / ^{86}Sr$ в габбро-анортозитах позволяют предполагать существо-

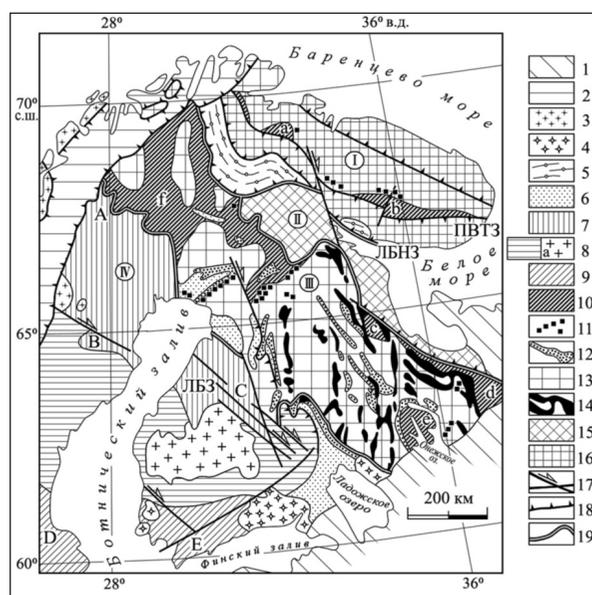


Рис. 2. Генерализованная геологическая карта центральной и восточной частей Балтийского щита [21], модифицировано по [33]. Геоблоки (металлогенические провинции): I – Кольско-Норвежская, II – Карельско-Лапландская, III – Беломорская, IV – Свекофенская; 1 – позднепротерозойско-фанерозойский платформенный чехол; 2 – Каледонский надвиговый покров; 3 – гранит-порфиры Транскандинавского гранитного пояса (1,78–1,6 млрд лет); 4 – граниты рапакиви (1,65–1,54); 5 – Лапландско-Колвицкий гранитовый пояс (2,0–1,9); 6 – Калевийская метаосадочная толща (2,0–1,9); 7 – Северо-Свекофенская субпровинция (1,95–1,75 млрд лет) – рудные районы: А – Кирунавара, В – Шеллефтео, С – Пюхясалми; 8 – Центрально-Свекофенская субпровинция с Центрально-Финляндским гранитоидным батолитом (8, а); 9 – Южно-Свекофенская субпровинция (рудные районы: Д – Бергслаген, Е – Ориярви); 10 – рифтогенные пояса раннего протерозоя (2,5–2,2 млрд лет): а – Печенга, б – Имандра-Варзуга, с – Восточно-Карельский, d – Ветренный Пояс, е – Онежская структура, f – Сев. Швеции и Финляндии (лаппоний); 11 – расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузии (2,5–2,35 млрд лет); 12 – ятулийская группа (эпикратонные структуры 2,2–2,0); 13 – архейские тоналит-трондьемит-гранитные области; 14 – зеленокаменные пояса (3,0–2,65); 15 – Беломорский полиметаморфический комплекс 3,0–2,65; 16 – Кольский полиметаморфический комплекс (2,9–2,7 млрд лет); 17 – разломы, 18 – надвиги; 19 – границы геоблоков (металлогенических провинций); ЛБНЗ – Лапландско-Беломорская надвиговая зона, ПВТЗ – Печенга-Варзуга тектоническая зона, ЛБЗ – Ладожско-Ботническая зона

Турченко С.И.

вание двух мантийных источников. Один из них связан с формированием интрузий возрастом 2,67–2,66 млрд лет, несущих титано-магнетитовую минерализацию (Цагинский и Ачинский массивы), другой, возрастом 2,93–2,92 млрд лет связан с мантийным выплавлением габбро-анортозитов Патчмварекского массива [10].

3. Неоархейские зеленокаменные пояса, образующие вытянутые линейные структуры и отдельные небольшие пояса в гранит-зеленокаменной области Иннари, где известно железорудное месторождение Бьерневан. Зеленокаменный пояс Колмозеро-Воронья обладает редкометалльной специализацией в пегматитах и золоторудным оруденением, связанным с высокомагнезиальными гранитоидами (санукитоидами) возраста 2734 ± 4 млн лет (U-Pb возраст циркона из типового Поросозерского массива) [9].

4. Палеопротерозойский континентальный рифтовый пояс Печенга-Имандра-Варзуга, который вмещает крупные Cu-Ni-Pt месторождения Печенги, ассоциирующие с габбро-верлитовыми интрузиями (1990 ± 66 млн лет, [26]) и Cu-Ni месторождения Алларечка, Восток в гарцбургитах-пироксенитах. Более древние расслоенные интрузии (2,45–2,35 млрд лет, [12]) также несут Cu-Ni и Pt оруденение (Монча). Кроме того, Pt-Pd малосульфидные месторождения известны в расслоенных интрузиях Федоровых и Панских Тундр в составе палеорифта Имандра-Варзуга. Для рудоносных габброноритов Федоровотундровского массива Sm-Nd изохрона показала возраст 2475 ± 37 млн лет, $Nd(T) = +0,8$ [6]. Примерно такой же Sm-Nd возраст малосульфидного Pt-Pd оруденения был установлен для массива Панских Тундр [14]. Для Федорово-Панского массива на данный момент установлены такие этапы формирования (и Pt-Pd оруденения): 2526–2485 и 2470–2450 млн лет [13].

5. Лапландский гранулитовый пояс в юго-западной части Кольско-Норвежской провинции представляет собой коллизионный складчатый пояс [19] и содержит Cu-Ni рудопроявлениями.

6. Анорогенные палеопротерозойские вулканоплутонические ассоциации представлены гранитоидами S-типа, которые прорывают архейские структуры, ассоциируют с пегматитами и вмещают Mo минерализацию. Плутоны такого типа образуют прерывистую цепочку тел, протягивающуюся от Финской Лапландии до Ура-Губы на Кольском полуострове.

Карельская металлогеническая провинция – типичная архейская гранит-зеленокаменная об-

ласть. Наиболее древняя кора представлена Водлозерским блоком. Детальные изотопно-геохронологические исследования позволяют воссоздать более полную хронологию архейских событий в этом блоке [9] от 3345–3274 млн лет до 2840–2800 млн лет. Зеленокаменные пояса провинции были образованы в течение 2,9–2,6 млрд лет в тектонических обстановках, близких к рифтам или островным дугам. Зеленокаменные пояса Карелии вмещают небольшие Cu-Ni (Хаутоваара), Cu-Au (Воицкое) рудопроявления, но преимущественно распространены в них месторождения железистых кварцитов (Костомукша, Гимолы в Карелии, Хухус в Финляндии) и серноколчеданных руд (Хаутоваара, Парандово в Карелии). Позднеорогенные граниты здесь вмещают Cu-Mo рудопроявления и штокверкового типа Mo-порфиоровое месторождение Лобаш (Центральная Карелия).

Архейская кора Карельской провинции после ее консолидации 2,5 млрд лет назад в палеопротерозое подверглась тектоно-магматической активизации в течении двух этапов.

Первый (2,5–2,1 млрд лет назад) был отмечен внутрикратонным рифтингом и образованием интракратонных бассейнов. Континентальный рифтинг сопровождался широко распространенным толеитовым вулканизмом и быстрой седиментацией в пределах ограниченных глубинными разломами щелевидных трогов формированием расслоенных интрузий, несущих Cr, Cu-Ni с Pt и Pt-Pd оруденение в период 2,45–2,35 млрд лет. Накопление осадков и вулканитов в интракратонных бассейнах продолжалось дольше, чем в рифтах (2,3–2,1 млрд лет назад).

Второй этап (2,1–1,85 млрд л. назад) по времени соответствовал Свекофеннским корообразующим событиям, проявился в разрушении и дроблении архейской континентальной коры вдоль ее юго-западной границы, а преимущественно – в образовании протерозойской коры в Свекофеннской металлогенической провинции [21, 27].

В ранний период интенсивного рифтинга первого этапа были сформированы главные тектонические и металлогенические черты Карельской провинции. Вдоль северо-восточной граничной зоны Карельская провинция обрамлена внутриконтинентальным рифтовым поясом (Ветреный Пояс), вмещающим раннепротерозойские вулканические и осадочные формации возрастом 2,5–2,3 млрд лет (Сумий-Сариолий) и 2,3–2,1 млрд лет (Ятулий). Вулканогенные породы

Ветреного Пояса вмещают гидротермально-метасоматическую Au и Ni минерализацию. Подобные рифтовые пояса располагаются также и в северной части Карельской провинции и сложены метаосадочными и вулканогенными породами возрастом 2,4-2,1 млрд лет [21, 33]. Породы слагают отдельные интракратонные бассейны и континентальные рифты, например, пояс Карасйок—Центральная Лапландия—Северная Карелия, вмещающий Cu-Au, Fe-Cr, Fe-Ti-V и платинометалльные рудопроявления и месторождения. Здесь же присутствуют стратиформные Cu-Au месторождения (Биджовагге и Райтевари, Норвегия), принадлежащие к типу Бешши [20]. Железородная минерализация с Cu или Mn представлена здесь скарновым типом. Cr, Ti-Fe-V, также как и платинометалльное оруденение, связано в этом поясе с расслоенными интрузиями возрастом около 2,45 млрд лет [33]. Далее эти палеопротерозойские рифты были перекрыты палеопротерозойским Ятулийским эпикратонным бассейном, наследующим рифтовые пояса. Эпикратонные структуры сложены мелководными терригенными осадками, перемежающимися с потоками внутриплитных базальтов. Эти отложения вмещают вулканогенно-осадочные стратиформные Cu-Co и медисто-песчаниковые рудопроявления. Кроме этого, в Онежском эпикратонном бассейне известно крупное месторождение шунгита (Загогино), а также ряд меньших месторождений, ассоциирующихся с туффитовыми доломитами и углеродсодержащими сланцами. Эти же туфогенно-карбонатные породы, подвергшиеся тектоно-метасоматическим изменениям, вмещают метасоматическое U-Pt-Cr-V редкометалльное оруденение.

Беломорская металлогеническая провинция содержит высоко метаморфизованные гнейсы, мафические породные ассоциации и гранулиты как реликтовые тела внутри гранито-гнейсов. По эклогитсодержащему комплексу Гридино (Северная Карелия) был проведен комплекс геохронологических исследований [5]. значения Возраст тоналито-гнейсов (U-Pb), составляет 2816 ± 8 и 2771 ± 18 млн лет модельный Sm/Nd возраст также архейский Nd интервале от +0,6 до +1,5. Большая часть этой провинции характеризуется процессами корообразования и тектоническим режимом в архее, сходным с развитием гранито-гнейсовых областей и зеленокаменных поясов Карельской провинции [29].

Главня специфика Беломорской провинции — неоархейская и палеопротерозойская рею-

венация и тектоно-термальная переработка древних структур вместе с формированием надвиговых пластин [33]. Считается, что они связаны с явлениями коллизии [19]. В архее и палеопротерозое эти процессы проявлены по-разному. Например, для реювенации в неоархее было свойственно образование коллизионных гранитов [29], а для палеопротерозойского этапа характерно интенсивное надвиго- и складкообразование на фоне формирования низкоградиентной высокотемпературной метаморфической зональности с мобилизацией вещества вплоть до появления мигматитов, перемещенных гранитов и пегматитов. Мусковитовые (Чупа, Лоухи) и мусковит-редкометалльные (Йона) пегматитовые месторождения — типичная и преобладающая минерализация в этой провинции, принадлежат к палеопротерозойскому этапу тектоно-термальной переработки и реювенации.

Свекофеннская металлогеническая провинция состоит из двух типов палеопротерозойских породных ансамблей: сформированных без участия или с небольшим вкладом архейской континентальной коры в состав вещественных комплексов [27] и, вероятно, не имеющих архейского фундамента; а также обдуцированных или сформированных на архейской коре Карельской провинции.

Свекофеннская провинция была образована как складчатый пояс во время Свекофеннской орогении в период между 2,0 и 1,87 млрд лет [21]. Эта орогения отличается очень высокой скоростью образования континентальной коры в пределах области распространения породных ассоциаций первого типа. Для такой области Свекофеннской провинции это было подтверждено Nd изотопной систематикой в комбинации с хорошо определенными временными рамками по U-Pb цирконово-методу [27], причем процесс корообразования продолжался не более, чем 30–40 млн лет. В этот период в Свекофеннской провинции были генерированы гранитоиды I типа (преимущественно гранодиориты и трондьемиты) возрастом 1880 ± 20 млн лет и известково-щелочные вулканиты в островодужных системах. С северо-востока (зона Коталаhti-Виханти-Шеллефте) и юго-запада (зона Ориярви-Бергслаген) эти островодужные системы граничат с гранитоидами I типа Центрально-Финляндского батолита и разделены осадочными бассейнами, которые сложены метаграувакками и метапелитами. Преобладание риолитов и дацитов — это наиболее характерная черта вулканитов островодужных систем. Фельзитовые вулка-

Турченко С.И.

ниты перемежаются с эпикластическими осадками и карбонатными породами и обычно залегают на низких стратиграфических уровнях, в то время как толеитовые базальты, метапелиты и граувакки расположены в верхних частях разрезов провинции. Все свекофенские вулканические пояса сформированы в период 1,9 и 1,87 млрд лет назад, как и генерация больших объемов гранитов и аккреция континентальной коры [21].

С вулканическими поясами связаны металлогенические зоны Шеллефте, Виханти-Пюхясалми, Ориярви, Айала с Cu-Pb-Zn стратиформными месторождениями и Бергслаген с Fe-Mn и Cu-Pb-Zn месторождениями типа стратабаунд. К Центрально-Финляндскому батолиту возрастом 1,9–1,8 млрд лет [27] приурочены Cu-Au (Хавери), Cu-Au-W (Илоярви) и W месторождения. Эти месторождения ассоциируют с раннесвекофенскими гранитоидами I типа (1,89–1,86 млрд лет), комагматичными вулканитам [27]. Позднесвекофенские анатектические калиевые граниты S-типа (1,84–1,75 млрд лет) были внедрены в ювенильную палеопротерозойскую кору в Свекофенской провинции, а в Кольско-Норвежской провинции – в архейскую кору, в результате активизации. Минерализация, ассоциирующая с позднесвекофенскими гранитами, содержит Mo, W, U и редкие металлы (Sn, Be, Li, Nb, Ta) в пегматитах. Мафит-ультрамафитовые интрузии возрастом 1,9–1,86 млрд лет [30] типичны для вулканических поясов и определяют расположение линейных металлогенических Cu-Ni зон (Коталаhti-Хитура, Ваммала-Пори-Килмакоски в Финляндии и Вестерботтен в Швеции) вокруг Центральной Свекофенской зоны с Cu-Au и W орудуением. Мафит-ультрамафитовые интрузии вмещают экономически важные Ni-Cu месторождения (Хитура, Коталаhti, Лауканкангас, Ваммала).

Второй тип породных ассоциаций и соответствующих структур, распространенный преимущественно в Северной Швеции, принадлежит к Свекофенским событиям происходящим на архейской коре. Тектонические структуры представлены аккреционным складчатым поясом с островодужными вулканическими ассоциациями, вмещающими хорошо известные Fe-P (Кирунавара, Малмбергет, Экстромсберг) и Cu-Au (Айтик) месторождения [24].

В юго-восточной Финляндии часть Свекофенского складчатого пояса надвинута на архейский фундамент и представлена сланцевыми районами Кайнуу и Оутокумпу. Здесь вместе с арко-

зами, черными и слюдяными сланцами распространены офиолитовые фрагменты, которые рассматривают как заостроводужные бассейны, соседствующие с погружающимися в восточном направлении зонами субдукции, развивающимися вслед за островодужными формациями [28]. Район Оутокумпу известен как металлогеническая зона с Cu-Zn-Ni-Co месторождениями (Оутокумпу, Луйконлахти, Вуонас), а область Кайнуу с Fe-Ti-V месторождением Отанмяки.

За периодом Позднесвекофенской плутонической активности последовало внедрением интракратонных и анорогенных габбро-анортозит-рапакивигранитных интрузий в южной Финляндии и Карелии (Аландский, Лайтилла, Вяхи-ма, Выборгский и Салминский массивы) вдоль широтных, контролируемых разломами, поясов размещенных вблизи южной границы БЩ. Эти структуры относят к вулкано-плутоническим анорогенным поясам, образующим самостоятельный тип рудоносных тектонических подразделений возрастом (1,65–1,54 млрд лет) [34]. Некоторые анорогенные гранитоиды в Свекофенской провинции содержат грейзеновую минерализацию с Sn (Еврайоки, Финляндия), Sn-полиметаллическое орудуение (Стора-Флаттен, Швеция) и олово-редкометалльную минерализацию (Выборгский массив) [23, 25]. Относительно крупное Sn-полиметаллическое и редкометалльное орудуение (Питкярантский рудный район), ассоциирующее с Салминским массивом, располагается вблизи границы Свекофенской и Карельской провинций. Кроме того, анорогенные вулкано-плутонические ассоциации вмещают Mo-W и U минерализацию в металлогенической зоне Арьеплог (Северная Швеция).

Рассматривая БЩ от архейской Карельской провинции в юго-западном направлении, можно наблюдать, что архейские металлогенические зоны с Fe-рудными месторождениями сменяются палеопротерозойскими металлогеническими: Pb-Zn-Cu или Cu-Zn-Co, переходящими к Ni-Cu и Cu-Au-W в юго-западной Финляндии и далее к югу вновь через Ni-Cu и Cu-Zn-Pb к Fe-рудной зоне. Далее расположена металлогеническая провинция Бергслаген (Швеция) с внешней Pb-Zn-Cu и внутренней Fe-Mn металлогеническими зонами. В целом, тенденция формирования металлогенической зональности в юго-западном направлении совпадает с общим ростом земной коры и общей направленностью тектонической зональности БЩ.

Сравнительный анализ металлогении Украинского и Балтийского щитов. Изотопное датирование геологических комплексов помогло восстановить геологическую историю развития УЩ и БЩ в докембрийское время, полное тектонических, магматических, метаморфических и метасоматических событий, которые определивших формирование рудоносных структур. Каждая эпоха характеризуется проявлением ряда полезных ископаемых, закономерно связанных с установленными типами геологических формаций и локализованных в определенных тектонических структурах. Пространственно-временные соотношения рудоносных структур и месторождений, изображенные в виде металлогенограммы, иллюстрируют последовательность развития рудоносных тектонических структур во времени в определенных металлогенических и тектонических провинциях, и положение месторождений во времени и пространстве. Анализ металлогенограмм (рис. 3), также как и геологические, тектонические, изотопно-геохронологические и металлогенические приведенные выше данные, служат основой для сравнения металлогенического развития УЩ и БЩ в раннем докембрии.

Согласно геофизическим и структурным реконструкциям, Восточно-Европейский кратон (ВЕК) состоит из трех коровых сегментов: Фенноскандии, включающей БЩ, Сарматии (УЩ и Воронежский кристаллический массив) и Волго-Уралии. Сегменты разделены транскратонными рифтовыми системами неопротерозоя, унаследовавшие палеопротерозойские коллизонные пояса [3]. Сопоставление Украинского и Балтийского сегментов ВЕК показало их автономное формирование и эволюцию в архее и палеопротерозое, предположительно изначально размещенных в пределах разных литосферных плит.

Такое тектоническое расположение не могло не повлиять на существенное различие в характере развития континентальной коры УЩ и БЩ в архее и палеопротерозое, и, следовательно, в металлогенической специализации вещественных комплексов. На УЩ формирование гранулитогнейсовых комплексов происходило в палео- и частью в мезоархее (3,8–3,4 млрд лет назад). С этим этапом связано образование ранних железорудных формаций: многочисленные рудопроявления железа и изредка — месторождения (Мариупольское) в Приазовской, Днестрово-Бугской и их реликты в Росинско-Тикичской провинциях. Кроме того, характерны проявления

графита и апатита в пироксен-биотитовых гнейсах. Для БЩ формирование гранулитогнейсовой рудоносной структуры характерно только в составе Кольско-Норвежской провинции (3,0–2,8 млрд лет). Тогда были сформированы кремнисто-железорудные формации, превращенные в результате магмато-метаморфической активизации в железорудные месторождения Оленегорской и Кировской групп. В этой провинции гранулитогнейсовые структуры, вероятно, служили фундаментом тоналит-гранодиорит-гнейсовой (ТТГ) ассоциации и зеленокаменных поясов возрастом 2,8–2,65 млрд лет, несущих месторождения Fe и проявления Cu-Ni минерализации. На УЩ подобного возраста ТТГ ассоциация известна в Днестрово-Бугской провинции и в Голованевской шовной зоне, где переработанным блокам гранулитогнейсовых комплексов соответствуют месторождения железных руд (железистые кварциты), графита и, в мафит-ультрамафитовых телах возрастом ~ 3 млрд лет, месторождения хрома (Капитановское) с никелевой и платиноидной минерализацией. Тектоно-магматическая активизация 2,8–2,6 млрд лет назад проявлена и в Приазовской провинции, с ней связаны месторождения железа и графита. К комплексам зеленокаменных поясов приурочены (Сорокинский, Гайчурский) месторождения золота и железа железисто-кремнистой формации, особенно четко проявленные в Орехово-Павлоградской зоне.

Существенные различия в тектоническом и металлогеническом развитии рассматриваемых щитов наблюдаются также и в палеопротерозое. Среднеприднепровская провинция (СП) с одноименной гранит-зеленокаменной областью (СПГЗО) завершила свое развитие 2,5 млрд лет назад внедрением постскладчатых гранитоидов. Только в шовных граничных зонах — Криворожско-Кременчугской с запада и Орехово-Павлоградской с востока, возникших к этому времени, продолжалось тектоническое и металлогеническое развитие, как и в других провинциях УЩ. На БЩ в Карельской провинции (КП) были распространены сравнимые с СПГЗО комплексы Карельской гранит-зеленокаменной области (КГЗО). Здесь 2,5–1,5 млрд лет назад, в отличие от СП, активно продолжались тектонические и связанные с ними металлогенические события. КГЗО завершила свое развитие внедрением позднеорогенных K-Na гранитов и гранит-порфиров возрастом 2,6–2,65 млрд лет, вмещающих в северном обрамлении области Mo месторождение Лобаш

Турченко С.И.

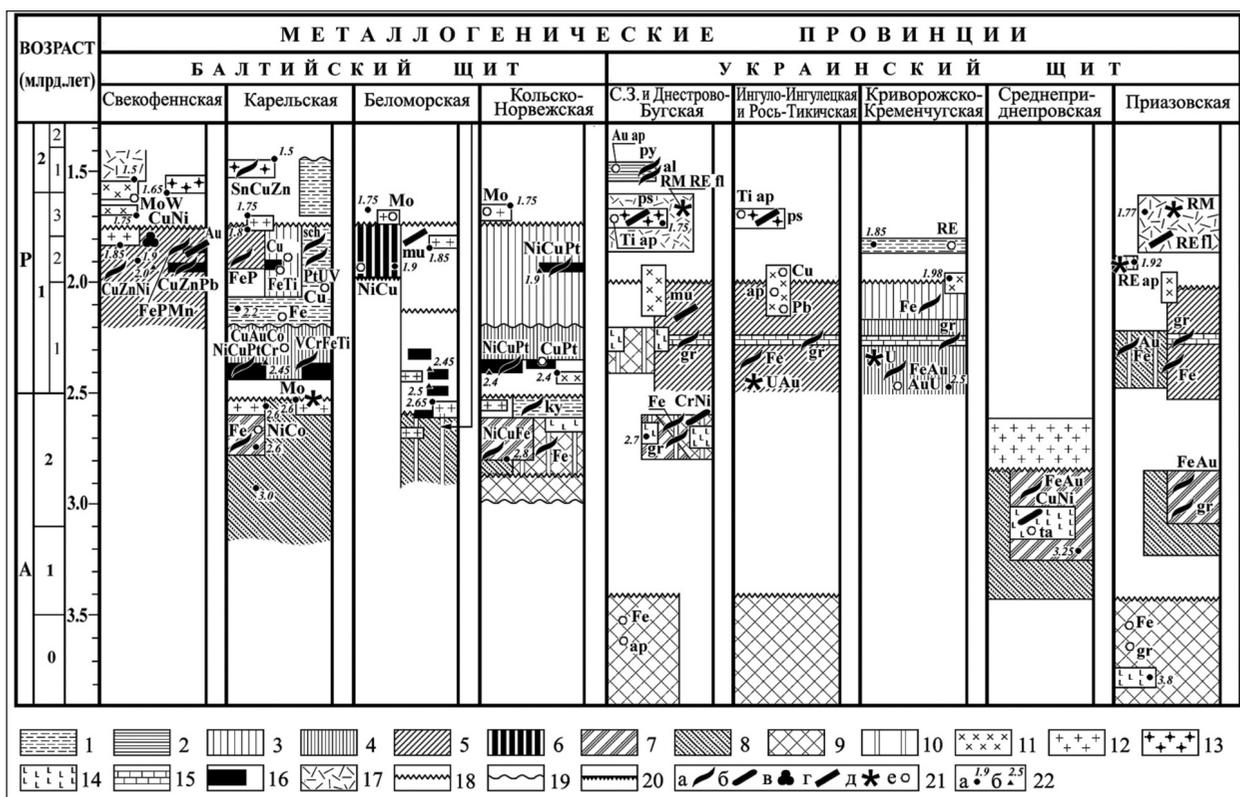


Рис. 3. Схема последовательности развития рудоносных тектонических структур раннего докембрия во времени в пределах металлогенических провинций Украинского и Балтийского щитов и положение в них месторождений. Тектонические структуры: 1 – эпикратонные и интракратонные бассейны; интракратонные палеорифты и авлакогены; 2 – неопротерозойские авлакогены, 3 – палеопротерозойские рифты возраста 2,0–1,8, 4 – то же возраста 2,5–2,2 млрд лет. 5 – аккреционные орогенические пояса; 6 – коллизионные орогенические пояса; гранит-зеленокаменные области: 7 – архейские зеленокаменные пояса, 8 – гранит-тоналит-гнейсовые ареалы; 9 – Гранулит-гнейсовые области; 10 – тектоно-теормально переработанные области; литологические подразделения: 11 – щелочные граниты, сиениты, 12 – K-Na граниты, 13 – граниты рапакиви, 14 – габбро-анортозиты, 15 – карбонатные породы, 16 – расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузии, 17 – базальт-риолитовые комплексы вулканоплутонических поясов; 18 – фазы и этапы складчатости; 19 – начало или перерывы в формировании структур; 20 – надвигообразование; 21 – месторождения: а – стратиформные осадочно-вулканогенные, б – стратиформные магматогенные, в – массивные, подформные магматические, г – жильные гидротермальные, д – штокверковые, е – рудопроявления; 22 – изотопно-геохимические данные: а – U-Pb метод, б – Sm-Nd метод. Месторождения по металлическим полезным ископаемым обозначены знаками элементов, сокращены: RM – редкие металлы, RE – редкие земли; ap – апатит, py – пиропиллит, al – альмандиновый гранат, fl – флюорит, ku – кианит, mu – мусковит, gr – графит, ta – тальк

штокверкового типа. В палеопротерозое северное обрамление КГЗО представляло собой палеорифтовые структуры возрастом 2,45–2,3 млрд лет (Кукаозерско-Панаярвинская и Куусамо-Куолярвинская структуры), где в период 2,45–2,35 млрд лет происходило внедрение расслоенных мафит-ультрамафитовых интрузий, несущих малосульфидное Pt-Pd и Cr, Fe-Ti оруденение с Ni и Cu. Толеит-базальтовые и риодацитовые вулканогенные комплексы этих структур вмещают Cu-Au месторождения с Co, размещенные в поствулканических метасоматитах. Северо-восточное обрамление представлено такими же рифтогенными комплексами (Ветреный Пояс) с аналогичным оруденением меньшего масштаба. После перерыва в осадконакоплении тектоническая структура сме-

няется формированием вулканогенных базальтоидных и доломит-терригенных отложений в эпикратонном Ятулийском бассейне (2,2–1,8 млрд лет), с которыми связаны Cu-Fe рудопроявления и месторождения шунгита (Загоино) в углеродисто-карбонатных с вулканитами породах. Здесь же в тектонитах и метасоматитах проявлено Pt-U-V оруденение в Онежском ятулийском бассейне.

Юго-западная часть рассмотренной выше структуры входит в состав Ладожско-Ботнической шовной зоны и вмещает отдельные вещественные фрагменты Свекофеннского орогенического (аккреционного) палеопротерозойского пояса, а следовательно, и щелочные габброиды (интрузия Велимяки с магнетит-апатитовой минерализацией). Завершается палеопротерозой-

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

ское тектоническое развитие КП, в отличие от СП УЩ, внедрением син- и постскладчатых гранитов возрастом 1,8–1,75 млрд лет, отложением терригенных пород Ладожского эпикратонного бассейна (1,7–1,4 млрд лет) и внедрением Улягского массива гранитов-рапакиви (1,52 млрд лет).

Орехово-Павлоградская шовная зона УЩ по изотопно-геохронологическим данным и структурно-геологической позиции вещественных комплексов сравнима с Беломорским складчатым поясом БЩ. Это определяется их сходным геологическим положением – расположением между гранит-зеленокаменными и гнейсо-гранулитовыми провинциями. Однако в металлогеническом отношении эти две структура не имеют ничего общего.

Беломорский пояс – линейная структура шириной порядка 50 км, вытянутая в северо-западном направлении и сложенная мезо- и неогархейскими супракрустальными и плутоническими породами, типичными для гранит-зеленокаменных областей, иногда метаморфизованными в гранулитовой фации. Гнейсы и мигматиты возрастом ~ 2700 млн лет прорваны мелкими телами габброидного и габбро-норитового составов (друзитами) и палеопротерозойскими интрузиями мафит-ультрамафитового состава (2,45–2,35 млрд лет) с Cu-Ni минерализацией. Главная особенность этой его структуры – сложная структурно-метаморфическая эволюция и широкое развитие покровно-надвиговых структур, что характеризует пояс как коллизионную структуру на этапе 1,9–1,8 млрд лет. Металлогеническая особенность пояса – распространение мусковитовых и редкометалльно-мусковитовых пегматитов Чупино-Лоухского и Ковдорского полей возрастом 1,85 млрд лет и завершающих развитие K-Na гранитоидов с Mo минерализацией возрастом 1,75 млрд лет (рис. 3).

Орехово-Павлоградская шовная зона неоднородна по строению. В ее центральной и северной частях обнажены палеогархейские гранитоиды, а южнее располагается Новогоровская зеленокаменная структура, по составу и возрасту аналогичная зеленокаменным поясам Приазовской и Среднеприднепровской провинций. Центральная (Новопавловский комплекс) и северная части Орехово-Павлоградской зоны сложены линзами и пластинами разных по возрасту и составу пород: палеогархейских пироксенитов и тоналитов [18], продуктов их расщепления – биотит-гранатовых гнейсов, мезогархейских амфиболитов и тоналитов, и палеопротерозойских габбро и микроклиновых гранитов. В металлогеническом отношении Орехо-

во-Павлоградская зона существенно отличается от Беломорского пояса. Конечно, продукты ультраметаморфизма содержат пегматиты, но только лишь с редкометалльной минерализацией в пегматитовых прожилках. Основное оруденение типично для Приазовской и Среднеприднепровской провинций, а именно – железорудное оруденение в реликтах Новопавловского комплекса и Новогоровской зеленокаменной структуре, где также присутствует золотое оруденение. Палеопротерозойские интрузивные комплексы обладают повышенной щелочностью (габбро-граносиениты, нефелиновые сиениты возрастом 1,92 млрд лет) и вмещают месторождения редкоземельных элементов и апатита.

Особенность УЩ – повышенная (по сравнению с БЩ), железорудность отчетливо проявленная в Криворожско-Кременчугской провинции. Ее можно рассматривать и как шовную зону, разграничивающую две крупных провинции УЩ – архейскую Среднеприднепровскую и палеопротерозойскую Ингуло-Ингулецкую. Большинство крупных железорудных месторождений УЩ сосредоточены именно в этой структуре, найти какие-то аналогии с любой провинцией БЩ трудно. Кроме того, в Криворожско-Кременчугской провинции присутствуют метасоматические месторождения урана, золоторудные месторождения и крупные месторождения графита, а также щелочноультраосновные-карбонатитовые интрузии (возрастом ~ 2,0 млрд лет) с апатитовой и редкометалльно-редкоземельной минерализацией. На БЩ подобного типа оруденение в аналогичных интрузивных комплексах известно в Кольско-Норвежской провинции, но связано оно с гораздо более молодой (девонской) активизацией.

Три провинции УЩ с преимущественным коровым развитием в палеопротерозое – Северо-Западную, Ингуло-Ингулецкую и Росинско-Тикичскую можно сравнить с палеопротерозойским коровым развитием Свекофенской провинции БЩ. При этом две первые провинции УЩ, вероятно, соответствуют аккреционным поясам с ювенильной палеопротерозойской корой, а Росинско-Тикичская – аккреционному поясу с ювенильной корой, имеющему архейский фундамент, как Саво-Ладожская зона Свекофенской провинции и Ладожско-Ботническая зона на БЩ.

Время формирования ингуло-ингулецкой группы супракрустальных комплексов с помощью изотопных методов достоверно не установлено, но многие авторы считают, что начало процесса совпадает с ранними этапами палеопротерозоя, также

Турченко С.И.

как и для супракрустальных толщ росинско-тикичской группы. Датирования палеопротерозойских толщ основано на данных о возрасте плагиомигматитов и гранитоидов звенигородского (2,14–2,03 млрд лет) и кировоград-житомирского (2,06–1,97 млрд лет) комплексов. Точнее определен возраст метавулканитов новоград-волынской толщи (2,43 млрд лет) и интрузивного магматизма (2,08–1,95 млрд лет) в Северо-Западной провинции. Эти данные соответствуют значениям возраста магматизма и супракрустальных комплексов в Свекофеннской провинции БШ. Однако, их металлогеническая специализация ассоциаций различна.

Так, на УЩ супракрустальные комплексы володарской и белоцерковской толщ вмещают железорудное оруденение в железистых кварцитах Росинско-Тикичской провинции, месторождения графита в кальцифирах и углеродистокремнистых породах Ингуло-Ингулецкой провинции, штокерково-жильные проявления урановой и золоторудной минерализации. Ультраметаморфические комплексы вмещают пегматитово-жильные месторождения мусковита, а габбро-сиенитовые и грано-сиенитовые комплексы – рудопроявления апатита, свинца и меди.

На БШ метавулканиты вместе с эпикластическими метаосадками образуют два пояса вокруг Центрально-Финляндского батолита, и вмещают стратиформные Cu-Pb-Zn и Fe-Mn месторождения, рассеяны такими же двумя ветвями Cu-Ni месторождений, приуроченными к штокообразным телам мафит-ультрамафитового состава. С раннесвекофенскими гранитоидами I типа (1,9–1,8 млрд лет) ассоциируют Cu-Au, Cu-Au-W и W месторождения, а с поздними фазами (1,8–1,65 млрд лет) – редкометалльные месторождения Mo, W, Be, Li, Nb, Ta. В Северной Швеции распространены Fe-P месторождения типа Кирунавары, в Северной Финляндии – жильные и типа стратабаунд месторождения золота. Еще одна отличительная черта палеопротерозоя БШ (ювенильной природы) – офиолитовые комплексы Йорума и Оутокумпу, где мафит-ультрамафитовые интрузии содержат Ni-Co-Zn и Fe-Ti оруденение.

Завершение палеопротерозойского корового развития на УЩ ознаменовано формированием в Северо-Западной провинции вулcano-плутонической структуры (1,8–1,6 млрд лет), представленной фельзитами и диорит-гранитами Осницко-Микашевичского пояса с редкометалльно-редкоземельными метасоматитами Сущано-Пержанской зоны. Главным выражением этой струк-

туры служит обширный Коростенский рапакиви-гранитный и габбро-анортозитовый плутон с апатит-титановым оруденением и пегматитами с полудрагоценным каменным материалам. Возраст гранитов (U-Pb) составляет 1,75–1,77 млрд лет, как и возраст гранитов рапакиви и анортозитов Корсунь-Новомиргородского интрузива с аналогичной минерализацией в Ингуло-Ингулецкой провинции. Сравнивая коровое развитие УЩ и БШ, можно отметить появление гранит-рапакиви-анортозитовой формации в БШ на более позднем этапе (1,65–1,52 млрд лет) – Выборгский массив, его аналоги и наиболее поздние Салминский и Улягский массивы. Другой характер оруденения – олово-полиметаллическое тяготеет преимущественно к Салминскому интрузиву).

Эти интрузивы, хотя и несут разную металлогеническую специализацию и формировались в разные временные этапы, но относятся к единой тектонической структуре. Эта структура развивалась в составе уже созданного глобальной аккрецией Восточно-Европейского кратона последовательно от Коростенского плутона Украинского щита через Рижский плутон к Выборгскому и Салминскому плутонам на Балтийском щите, но их разная металлогеническая специализация была связана с геохимически разным корово-мантийным веществом.

Выводы. 1. Сопоставление Украинского и Балтийского сегментов фундамента Восточно-Европейского кратона предположительно изначально размещенных в пределах разных литосферных плит, по изотопно-геохронологическим данным архейских и протерозойских вещественных комплексов показало их автономное формирование и эволюцию в архее и палеопротерозое.

2. Геолого-тектоническое развитие на УЩ началось на 600 млн. лет раньше, чем на БШ, и проявлено в формировании гранулитогнейсовых областей возрастом 3,8–3,4 млрд лет с габбро-анортозитовыми интрузиями в Приазовской провинции и железорудным (эулизитовым), апатитовым и графитовым оруденением.

3. Формирование тоналит-трондьемит-гранитных породных комплексов также началось ранее, чем на БШ, с ними ассоциируют зеленокаменные пояса Среднеприднепровской и Приазовской провинций возрастом 3,25–2,9 млрд лет. Они вмещают месторождения Fe, Au, графита и мелкие месторождения Cu-Ni руд в ультрамафитовых телах. На БШ формирование зеленокаменных поясов с месторождениями железа и мелкими месторождениями золота продолжалось в период 2,8–2,65 млрд лет.

Тектоно-металлогеническая корреляция Украинского и Балтийского щитов

4. Ранний протерозой на БЩ характеризуется большим разнообразием тектонических структур (континентальные рифты двух возрастов – 2,5–2,35 и 2,0–1,85 млрд лет, эпикратонные бассейны, аккреционные и коллизионные орогенические пояса, плутонические пояса) несущие Cu, Ni, Pt, Pd, Au, Mo, редкометалльное и редкоземельное оруденение промышленного и площадного характера.

5. На УЩ этот период корового развития характеризуется также развитием аккреционных орогенических структур с повсеместными проявлениями железорудного и графитового оруденения, особенно широко представленных в Криворожско-Кременчугской провинции (изначально

но палеорифтовой структуре), где присутствует Au-U оруденение.

6. Более-менее однородно и последовательно на УЩ и БЩ проявлен вулканоплутонический магматизм, начавшийся на УЩ формированием габбро-анортозит-рапакивигранитных интрузий возрастом 1,77 и продолженный на БЩ 1,65–1,52 млрд л. назад. Эти интрузивные комплексы различны по минерагенической специализации: в первом случае это Ti-апатитовая и редкометалльно-редкоземельная с флюоритом минерализация корового происхождения, во втором – полиметаллическая и оловорудно-редкометалльная минерализация корово-мантийного происхождения.

Поступила 20.06.2011.

1. *Баянова Т.Б.* Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. – С-Пб.: Наука, 2004. – 176 с.
2. *Бибикина Е.В., Claesson S., Федотова А.А., Артеменко Г.В.* Терригенный циркон архейских зеленокаменных поясов – источник информации о ранней коре Земли: Приазовье и Приднепровье, Украинский щит // Изотопные системы и время геологических процессов : Материалы IV Российск. конф. по изотопн. геохронологии. – Т. 1. – 2009. – С. 72–75.
3. *Бибикина Е.В., Фугзан М.М., Богданова С.В. и др.* Сарматия и Волго-Уралья Восточно-Европейского кратона: изотопно-геохронологическая характеристика пород в зоне сочленения // Там же. – С. 75–78.
4. *Довбуш Т.И., Скобелев В.М., Степанюк Л.М.* Результаты изучения докембрийских пород западной части Украинского щита Sm-Nd изотопным методом // Минерал. журн. – 2000. – 22, № 2/3. – С. 132–142.
5. *Докукина К.А., Конилов А.Н., Баянова Т.Б. и др.* Новые U-Pb, Sm-Nd и Ag-Ag данные по породам Беломорской эколгитовой провинции (р-н Гридино, Северная Карелия) // Изотопные системы и время геологических процессов : Материалы IV Российск. конф. по изотопн. геохронологии. – Т. 1. – 2009. – С. 163–166.
6. *Екимова Н.А., Серов П.А., Шапкин С.С.* Использование сульфидов в Sm-Nd датировании рудоносных интрузивов Балтийского щита // Там же. – С. 174–177.
7. *Есипчук К.Е., Монахов В.С.* Золоторудные проявления в зеленокаменных структурах Украины и Финляндии // Геол. журн. – 1992. – № 4. – С. 55–66.
8. *Есипчук К.Е., Скобелев В.М.* Гранитоиды гранулитогнейсовых областей Украинского щита. Геохимическая эволюция гранитоидов в истории литосферы. – М.: Наука, 1993. – С. 54–68.
9. *Кожевников В.Н., Скублов С.Г.* Изотопно-геохимическое исследование детритовых цирконов Маткалахтинского зеленокаменного пояса (Водлозерский палеократон) как основа геодинамических построений // Изотопные системы и время геологических процессов : Материалы IV Росс. конф. по изотопн. геохроно. – Т. 1. – 2009. – С. 243–246.
10. *Кудряшов Н.М.* Возраст архейского высокомагнезиального Поросозерского массива зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья (Кольский полуостров) // Там же. – С. 289–291.
11. *Кудряшов Н.М., Мокрушин А.В., Елизаров Д.В.* Древнейший габбро-анортозитовый магматизм Кольского региона: геохимические и изотопно-геохронологические данные // Там же. – С. 291–293.
12. *Митрофанов Ф.П., Балашов Ю.А.* Новые данные по геохронологии изотопов докембрия Кольского полуострова. – Апатиты, 1990. – 35 с.
13. *Ниткина Е.А.* Этапы и длительность формирования платинометалльного Федорово-Панского расслоенного массива и его месторождений Федоровского и Малая Пана: данные изотопного U-Pb датирования циркона // Изотопные системы и время геологических процессов : Материалы IV Российск. конф. по изотопн. геохронологии. – Т. 2. – 2009. – С. 57–59.
14. *Турченко С.И.* Металлогения тектонических структур палеопротерозоя. – СПб.: Наука, 2007. – 175 с.
15. *Фомин Ю.А., Демихов Ю.Н., Лазаренко Е.Е.* Генетические типы золотого оруденения архейских зеленокаменных структур Украинского щита // Mineral. Journ., (Ukraine). – 2003. – 25, № 1. – С. 95–103.
16. *Щербак Д.Н., Пономаренко А.Н., Макаренко И.Д.* Геохронология гранитоидов Ингуло-Ингулецкого мегаблока Украинского щита // Геохимия и рудообразование. – 1995. – № 21. – С. 74–88.
17. *Щербак Н.П., Бибикина Е.В., Скобелев В.М., Щербак Д.Н.* Эволюция во времени и металлогеническая специализация раннедокембрийской коры Украинского щита // Mineral. Journ. (Ukraine). – 2003. – 25, № 4. – Р. 82–92.
18. *Berthelsen A., Marker M.* Tectonics of the Kola collision suture and adjacent Archean and Early Proterozoic terrains in the northeastern region of the Baltic Shield // Tectonophysics. – 1986. – 126. – Р. 31–35.
19. *Gaal G.* Tectonic style of the Early Proterozoic ore deposition in the Fennoscandian Shield // Precamb. Res. – 1990. – 46. – Р. 83–114.

Турченко С.И.

20. Gaal G., Gorbatshev R. An outline of the Precambrian evolution of the Baltic Shield // *Ibid.* – P. 15–52.
21. Gornostaev S.S., Walker R.J., Hanski E.J., Popovchenko S.E. Evidence for the emplacement of ca. 3.0 Ga mantle-derived mafic-ultramafic bodies in the Ukrainian Shield // *Ibid.* – 2004. – **132**, № 4. – P. 349–362.
22. Frietsch R. Precambrian metallogeny of Finland, Norway and Sweden // *Proc. 7th Quadrennial IAGOD Symp. (Lulea, Sweden, August 18–22, 1986).* – 1988.
23. Frietsch R., Perdhal J.A. Geochemical features of Early Proterozoic volcanites in the Aitik sulfide ore and some other sulfide and iron ores in Norbotten // Northern Sweden. Research Report, Lulea University of Technology. – 1989.
24. Haapala I. The controls of tin and related mineralizations in the granite-rapakivi areas of southeastern Fennoscandia // *Geol. Foren. Stockholm Forh.* – 1977. – **99**. – P. 130–142.
25. Hanski E., Huhma H., Smolkin V.F., Vaasjoki M. The age of the ferropicritic volcanics and comagmatic Ni-bearing intrusions at Pechenga, Kola Peninsula, USSR // *Geol. Soc. Finl. Bull.* – 1990. – **62**. – P. 123–133.
26. Huhma H. Sm-Nd, U-Pb isotopic evidence for the origin of the Early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland // *Ibid.* – 1986. – **337**. – P. 1–48.
27. Kontinen A. The Jormua mafic-ultramafic complex, northeastern Finland – an Early Proterozoic ophiolite // *Precamb. Res.* – 1987. – **35**. – P. 313–341.
28. Lobach-Zhuchenko S.B., Chekulaev V.P., Kotova L.N., Krylov I.N. Geological evolution of the Southern Belomorian Zone of the Baltic Shield // *Abstr. 3th Intern. Archaeol. Symp. – Perth, 1990.* – P. 95–97.
29. Papunen H., Gorbunov G.I. Nickel-copper deposits of the Baltic Shield and Scandinavian Caledonides // *Geol. Surv. Finl. Bull.* – 1985. – **333**. – P. 394.
30. Shcherbak D.N., Grinchenko A.V. Metallogenic epochs in the Precambrian of Ukraine // *Mineral. Journ. (Ukraine).* – 2000. – **22**, № 5/6. – P. 18–22.
31. Shchipansky A.A., Bogdanova S.V. The Sarmatian crustal segment: Precambrian correlation between the Voronezh Massif and the Ukrainian Shield across the Dniepr-Donets Aulacogen // *Tectonophysics.* – 1996. – **268**. – P. 109–125.
32. Turchenko S.I. Precambrian metallogeny related to tectonics in the eastern part of the Baltic Shield // *Precamb. Res.* – 1992. – **58**. – P. 121–141.
33. Vaasjoki M. Rapakivi granites and other postorogenic rocks in Finland: their age and the lead isotopic composition of certain associated galena mineralizations // *Geol. Surv. Finl. Bull.* – 1977. – **294**. – P. 1–66.

Турченко С.И. Тектоно-металогенічна кореляція Українського і Балтійського щитів у ранньому докембрії.

Унікальна особливість Українського щита (УЩ) – його вища, ніж у Балтійського щита (БЩ) залізорудність, яскраво проявлена у Криворізько-Кременчуцькій провінції. Крім того, тут сконцентровані родовища урану, золота і графіту, лужно-ультраосновні та карбонатитові інтрузії з апатитовою та рідкіснометалево-рідкісноземельною мінералізацією. На БЩ подібне зруденіння в аналогічних інтрузивних комплексах відомо у Кольсько-Норвезькій провінції, але пов'язано воно зі значно молодшою (девонською) активізацією. Розглянуто особливості ранньодокембрійської геології, сучасні ізотопно-геохронологічні відомості, металогенія архей-ранньопротерозойських речовинних комплексів обох щитів. Здійснено порівняльний аналіз їхнього корового розвитку і металогенії, з якого зрозуміло, що формування архейських комплексів на УЩ розпочалося на 600 млн лет раніше, ніж на БЩ, але характеризувалось утворенням аналогічних грануліт-гнейсових асоціацій з залізоудним зруденінням. Мезо- та неоархейський тектонічний розвиток був визначений формуванням зеленокам'яних поясів із золото-залізородним зруденінням на УЩ і таким самим, але менш яскраво проявленим – на БЩ. Співставлення Українського та Балтійського сегментів фундаменту Східно-Європейської платформи за ізотопно-геохронологічними даними засвідчило їх автономне формування та, згодом, вихідне розміщення у межах різних літосферних плит. На УЩ три провінції з коровим розвитком у палеопротерозойській формі можна порівнювати з палеопротерозойським коровим розвитком Свекофенської провінції БЩ, але відмінності у металогенічних характеристиках істотні. Відмінна риса палеопротерозоя БЩ – наявність офіолітових комплексів, де мафіт-ультрамафітові інтрузії містять Ni-Co-Zn та Fe-Ti зруденіння.

Turchenko S.I. Tectonic-metallogenic correlation of the Ukrainian and Baltic Shields in Early Precambrian.

Unicom feature of the Ukrainian Shield (USh) – its high ferruginous comparatively to Baltic Shield (BSh) and this very clearly shows in metallogeny of Krivoy Rog-Kremenchug province. Beside these, here are concentrate U, Au, graphite deposits and alkaline-ultrabasic-carbonatite intrusions with apatite and rare metal-rare earth mineralization. BSh this type of mineralization is similar to the intrusive complexes is known in the Kola-Norwegian province, but it is associated with a much younger (Devonian) activation. The paper discusses features of the Early Precambrian geology, modern isotope-geochronological data and metallogeny of Archean-Early Proterozoic complexes of both the real boards. A comparative analysis of crustal development and metallogeny of USh and BSh, which makes it clear that the formation of Archean complexes USh began 600 million years earlier than in the BSh, but characterized by the formation of similar granulite-gneiss association and iron ore mineralization. Meso- and neoarchean tectonic development is determined by the formation of greenstone belts with gold and iron ore mineralization at USh and similar but less pronounced mineralization at BSh. Comparison of Ukrainian and Baltic segments of the basement of the East-European platform for the isotope-geochronological data showed their independent formation and presumably originally hosted within different lithospheric plates. At USh three provinces with the crustal development in the Paleoproterozoic could be compared with the Paleoproterozoic crustal development Svekofennian province BSh, but the differences in metallogeny significant. A distinctive feature of Paleoproterozoic ophiolitic complexes are BSh in which mafic-ultramafic intrusions are Ni-Co-Zn and Fe-Ti mineralization.