

**СОСТАВ, U-Pb ВОЗРАСТ И ОСОБЕННОСТИ ПЕТРОГЕНЕЗА ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИХ
ГРАНИТОИДОВ ВЕРХОВЬЕВ Р. КОЛЫМА: ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ
РЕГИОНАЛЬНЫХ ЛЕГЕНД ПЛУТОНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ**

П.Л. Тихомиров^{1,2}, А.А. Устинов³, Г.С. Колотыгин¹

¹Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; e-mail: petr_tikhomirov@mail.ru, K.Glebron9@mail.ru

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. академика А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия; e-mail: a_a_ustinov@mail.ru

Поступила в редакцию 29 февраля 2024 г.

В статье представлены результаты U-Pb датирования цирконов из магматических пород Ветренской площади (верховья р. Колыма), а также данные о содержаниях в этих породах петрогенных и примесных элементов. Полученные сведения дают основания для вывода о формировании изученных геологических тел в результате четырех импульсов магматической активности (возраст событий в млн лет: около 170, 153–144, 95–94 и 86–82). Первые два из указанных импульсов, предположительно, связаны с формированием субдукционного Уяндино-Ясачненского вулканического пояса и Главного батолитового пояса Колымы. Третий и четвертый импульсы, весьма вероятно, являются отголосками активности Охотско-Чукотского вулканического пояса. Несмотря на различия в возрасте, изученные магматические породы в целом характеризуются сходным составом, что можно объяснить вовлечением в петрогенез одних и тех же источников магм. Из семи выделяемых на данной территории плутонических комплексов четыре (нерабохапчинский, басугуньинский, сибердикский и колымский) представлены телами, не показывающими существенных различий ни в возрасте, ни в составе пород, ни в положении в региональной структуре. В свете новых данных столь дробное деление плутонических образований представляется неоправданным.

Ключевые слова: U-Pb геохронология, геохимия, легенда плутонических образований, Ветренская площадь, Главный (Колымский) батолитовый пояс, Верхояно-Чукотская область.

ВВЕДЕНИЕ

Реализация серии программ государственного геологического картирования территории бывшего СССР и современной РФ привела к созданию нескольких комплектов карт мелкого и среднего масштаба и сопровождающих их опорных легенд. Плутонические образования, в соответствии со сложившейся практикой и принятыми нормативными документами [17 и более ранние издания], были разделены на комплексы. Понятие комплекса нестратифицированных (плутонических и метаморфических) образований является базовым в любых тектонических, металлогенических и прочих моделях. Определение комплекса предполагает формирование геологического тела или группы тел в течение конкретного отрезка времени, и для большинства случаев – связь этих тел с единой

геоструктурой (структурно-формационной зоной) и с неким единым эндогенным процессом [17].

С расширением практики использования прецизионных методов изотопного датирования (в первую очередь, U-Pb датирования цирконов и ⁴⁰Ar/³⁹Ar датирования санидина, амфибола и биотита) при геологическом картировании и региональных исследованиях местами обнаружилось значимые противоречия между новыми изотопными датами и серийными легендами к геологическим картам, большая часть которых построена на данных о возрасте ископаемой фауны и флоры, а также на результатах K-Ar датирования валовых проб [19, 20]. Различным аспектам геохронологии магматических комплексов Северо-Востока Азии посвящены десятки публикаций, сравнительно полные списки которых представлены в работах [23,

34]. В конце 1990-х и в 2000-е гг. активно обсуждались вопросы о сравнительной ценности результатов, полученных различными методами [1, 5, 8, 11, 24]. В настоящее время большинство исследователей склоняется к тому, что U-Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ даты, при условии корректного отбора и обработки материала, позволяют более точно и надежно оценить возраст геологических тел в сравнении с результатами K-Ar определений (независимо от количества последних) и датирования палеонтологическими и палеоботаническими методами, а главное – дают возможность определить возраст геологических тел там, где оценка традиционными методами невозможна или крайне приближительна.

В данной статье рассмотрен один из случаев, когда новые U-Pb даты не вполне согласуются с моделями, построенными в 1950-е–1980-е гг. При геологическом доизучении верховьев р. Колыма (листы Р-55-XXIV, Р-56-XIX) в масштабе 1:200 000 [12] для присутствующих здесь плутонических тел получены 23 новые U-Pb даты по цирконам и результаты анализа 122 образцов на петрогенные и примесные элементы. В комплексе эти данные позволяют скорректировать представления о хронологии эндогенных процессов и о главных источниках магм в пределах рассматриваемой площади, делают возможной критическую оценку и ревизию существующей серийной легенды для плутонических образований [9, 10, 13], а также выявляют некоторые общие проблемы, связанные с составлением подобных легенд.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МЕЗОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ВЕТРЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ

Рассматриваемая территория (рис. 1) общей площадью около 7 тыс. км² включает верховья р. Колыма и частично – бассейны ее крупных притоков, рр. Детрин, Эльгеня, Обо, Бахапча. В материалах геологического

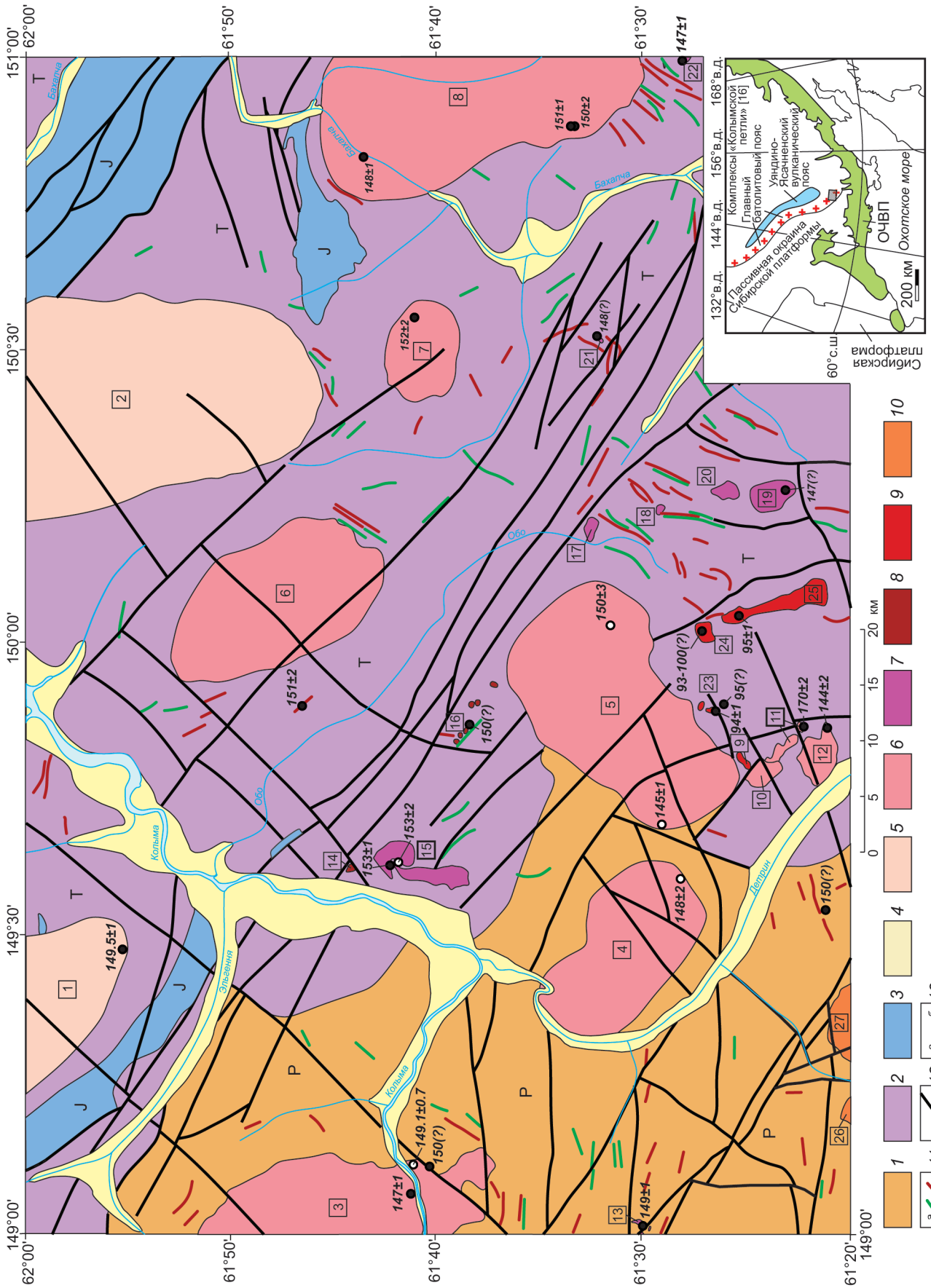
доизучения, выполненного в 2018–2020 гг. [12], эта территория именуется Ветренской площадью. Согласно принятым региональным схемам тектонического районирования [14, 16, 22], эта территория входит в состав Верхояно-Чукотской складчатой области мезозойской и расположена в пограничной зоне между Аян-Юрхским антиклинорием и Иньяли-Дебинским синклинорием. Доступный непосредственному наблюдению разрез стратифицированных образований здесь представлен мощными (в сумме свыше 5 км) терригенно-обломочными толщами перми, триаса и нижней-средней юры, накапливавшимися в области континентального склона и его подножия, а также, возможно, в пределах сравнительно глубоководной впадины – рифтогенной или окраинного моря [33]. Эти толщи смяты в складки, преимущественно северо-западного простирания. Считается, что главные складчатые структуры здесь сформировались в результате коллизии «Колымо-Омолонского супертеррейна» с окраиной Сибирского континента [16, 22, 38]. Коллизия последовала за закрытием Оймяконского океанического бассейна, разделявшего указанные континентальные блоки до конца юрского периода. Реликты собственно океанических комплексов здесь до настоящего времени не выявлены, и наиболее весомым указанием на существование позднеюрского океанического бассейна является Уяндино-Ясачненский вулканический пояс, породы которого по геохимическим характеристикам идентичны таковым субдукционных вулканических провинций [7]. Полярность зоны позднеюрской субдукции до настоящего времени является предметом дискуссии [16, 28].

Терригенные толщи перми–средней юры интродуцированы множеством тел гранитоидов, от мелких штоков и даек до батолитов с площадью выхода до 1.2 тыс. км². Крупные тела объединяются в «Главный батолитовый пояс Колымы», протягивающийся в се-

Рис. 1. Геологическая схема Ветренской площади (бассейн рр. Эльгеня, Детрин, Бахапча – притоков р. Колыма в ее верхнем течении; листы Р-55-XXIV, Р-56-XIX; по [12], упрощено) с указанием точек отбора проб на U-Pb датирование цирконов.

1–4 – стратифицированные образования: 1 – верхняя пермь (песчаники, алевролиты, аргиллиты, редкие прослои известняков и гравелитов), 2 – триас (алевроито-глинистые сланцы с прослоями песчаников), 3 – юра (алевролиты, аргиллиты, песчаники и туфо-песчаники), 4 – рыхлые четвертичные отложения речных долин; 5–10 – интрузивные образования (преимущественно гранитоиды), плутонические комплексы: 5 – колымский, 6 – сибирдикский, 7 – басугунинский, 8 – нера-бохапчинский, 9 – иретьско-малкачанский, 10 – верхнеямский; 11 – внемасштабные дайки (а – среднего и основного состава, б – кремнекислого состава); 12 – разрывные нарушения, 13 – точки отбора проб на U-Pb датирование цирконов с указанием полученных значений изотопного возраста ($\pm 2\sigma$): а – новые данные, б – данные из [33]. Числами в квадратах обозначены интрузивы: 1 – Большой Анначаг (южная часть), 2 – Большие Пороги, 3 – Малые Пороги, 4 – Ярыга, 5 – Сибирдикский, 6 – Правообинский, 7 – Мандычанский, 8 – Бохапчинский, 9 – Увал, 10 – Бон, 11 – Курум, 12 – Лев. Пятиустье, 13 – Бургагы (Школьный), 14 – Стриж, 15 – Корабль, 16 – штоки руч. Митькан, 17 – Хурчанский, 18 – Валунный, 19 – Бол. Чалбыканский, 20 – Мал. Чалбыканский, 21 – Хилтан, 22 – Каприз, 23 – штоки руч. Верный, 24 – Профессорский, 25 – Победа, 26 – Зап. Бутугычаг, 27 – Вост. Бутугычаг.

На врезке показано положение изученной площади (заштрихованный участок) относительно главных тектонических структур и мезозойских магматических поясов Северо-Востока Азии.



веро-западном направлении более чем на 1000 км при ширине до 100 км. Примерно до середины 2000-х гг. было принято связывать формирование данной магматической провинции с процессами континентальной коллизии [16, 21, 27], однако U-Pb датирование цирконов [2] показало, что возраст подавляющего большинства тел Главного пояса соответствует интервалу 154–147 млн лет и практически совпадает с возрастом субдукционного Уяндино-Ясачненского пояса (153–149 млн лет [7, 18]). Это дает основания для сомнений в коллизионной природе Главного батолитового пояса [2] и допускает интерпретацию, согласно которой Главный батолитовый и Уяндино-Ясачненский пояса представляют собой фрагменты единого субдукционного вулcano-плутонического пояса, различающиеся глубиной эрозии.

Помимо активной окраины гипотетического Оймяконского океана, на формирование структуры рассматриваемого района и на его магматическую активность могла оказать влияние тектоно-магматическая система окраины древней Пацифики (рис. 1). Реликты вулканогенных покровов Удско-Мургалского (поздняя юра–ранний мел [26, 34]) и Охотско-Чукотского (альб–кампан [3]) поясов сохранились непосредственно у южной границы рассматриваемой территории. Некоторые исследователи считают, что толщи Аян-Юряхского антиклинория накапливались в Вилигинском задуговом бассейне [33], входящем в систему геоструктур тихоокеанской окраины.

ПЛУТОНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ВЕРХОВЬЕВ Р. КОЛЫМА

Выходы интрузивных пород занимают около 25 % Ветренской площади (рис. 1). Легенда Нера-Бохапчинской серии листов и изданные дополнения к ней [9, 10, 13] предусматривают выделение здесь семи плутонических комплексов позднеюрского и позднемелового возраста. Позднеюрские комплексы включают (1) нера-бохапчинский габбро-гранит-диоритовый комплекс малых интрузий; (2) басугуньинский диорит-гранит-гранодиоритовый комплекс, (3) сибердыкский (сибердыкский) габбро-гранодиорит-гранитовый комплекс и (4) колымский комплекс двуслюдяных высокоглинозёмистых гранитов. Позднемеловые плутонические образования включены в состав (5) иретьско-малкачанского габбро-лейкогранитового комплекса, (6) верхнеямского габбро-лейкогранитового комплекса и (7) мыгдыкитского андезибазальт-базальтового комплекса. Последний комплекс из перечисленных в данной статье не рассматривается, поскольку его тела резко отличаются от прочих возрастом, составом и условиями формирования и целесообразность его выделения не вызывает

существенных вопросов. Разделение прочих плутонических комплексов выполнено с учетом результатов изотопного датирования, размера тел, структурных особенностей пород, их минерального и химического состава, а также степени вторичных преобразований [9, 10, 13]. Размещение тел различных плутонических комплексов в пределах рассматриваемой территории показано на рис. 1.

ОТБОР ПРОБ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Образцы, результаты исследования которых представлены в настоящей статье, отобраны в 2018–2019 гг. в ходе геологической съемки масштаба 1:200 000 (листы Р-55-XXIV, Р-56-XIX), выполнявшейся Ветренской партией ВСЕГЕИ [12]. Пробы для анализа на петрогенные и примесные элементы, а также для U-Pb датирования цирконов выбраны после предварительного изучения шлифов с целью исключения анализа интенсивно измененных пород.

Химический анализ проб выполнен в Центральной лаборатории ФГБУ ВСЕГЕИ. Содержания петрогенных элементов определялись методом РФА с использованием спектрометра ARL 9800 (Thermo Fisher Scientific). Концентрации элементов-примесей определены методом ICPMS на спектрометрах Elan 6100 (Perkin Elmer) и Agilent 7700 (Agilent Technologies). Извлечение цирконов и их U-Pb датирование выполнены в Центре изотопных исследований ФГБУ ВСЕГЕИ. Изотопные отношения измерялись на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-IIe по методике, описанной в работах [42, 47]. Погрешности единичных анализов (изотопных отношений и возрастов), приведенные в табл. 1, соответствуют величине 1σ , погрешности вычисленных возрастов – 2σ .

Также при подготовке настоящей публикации использованы 9 U-Pb определений возраста, результаты 123 анализов пород на петрогенные элементы и 11 анализов на элементы-примеси, взятые из материалов предшествующих работ на этой же площади [2, 4, 6, 15, 29, 31, 33].

РЕЗУЛЬТАТЫ ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ

Результаты SHRIMP U-Pb датирования цирконов из гранитоидов изученной площади представлены в таблице 1* и на рис. 1, 2. Подавляющее большинство анализов показало конкордантные и хорошо сходящиеся изотопные отношения, а доля нерадиогенного свинца обычно не превышает 1 %. Сомнения вызывают результаты лишь для 2 образцов из 23:(1) в

*Таблицы 1 и 2 находятся на сайте журнала
http://itig.as.khb.ru/POG/2024/n_6/pdf/Tikhomirov.pdf

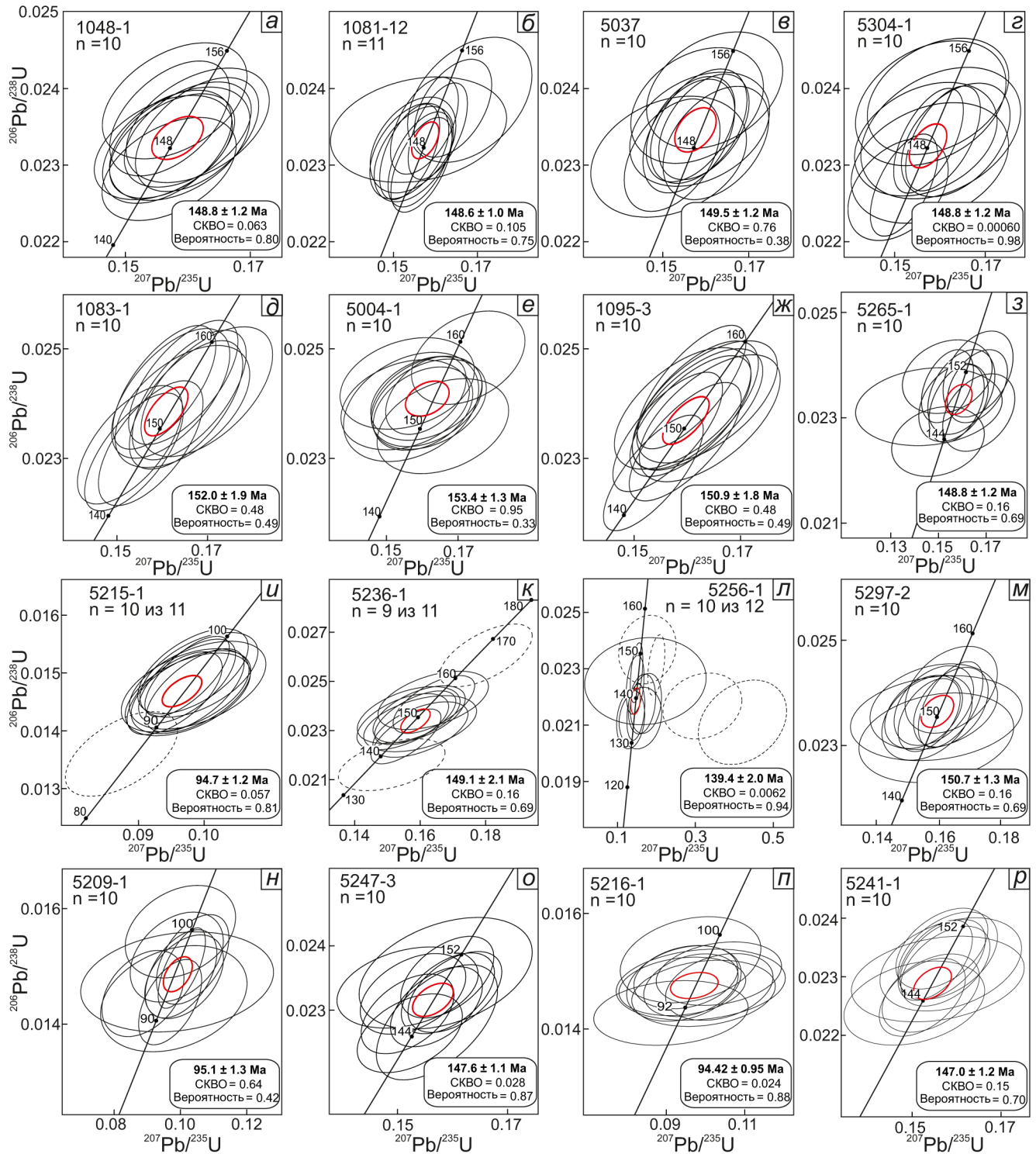


Рис. 2. Результаты U-Pb датирования цирконов из магматических пород Ветринской площади на диаграммах Везерилла ($^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$).

Пунктиром показаны эллипсы погрешности для анализов, исключенных из расчета возраста образцов.

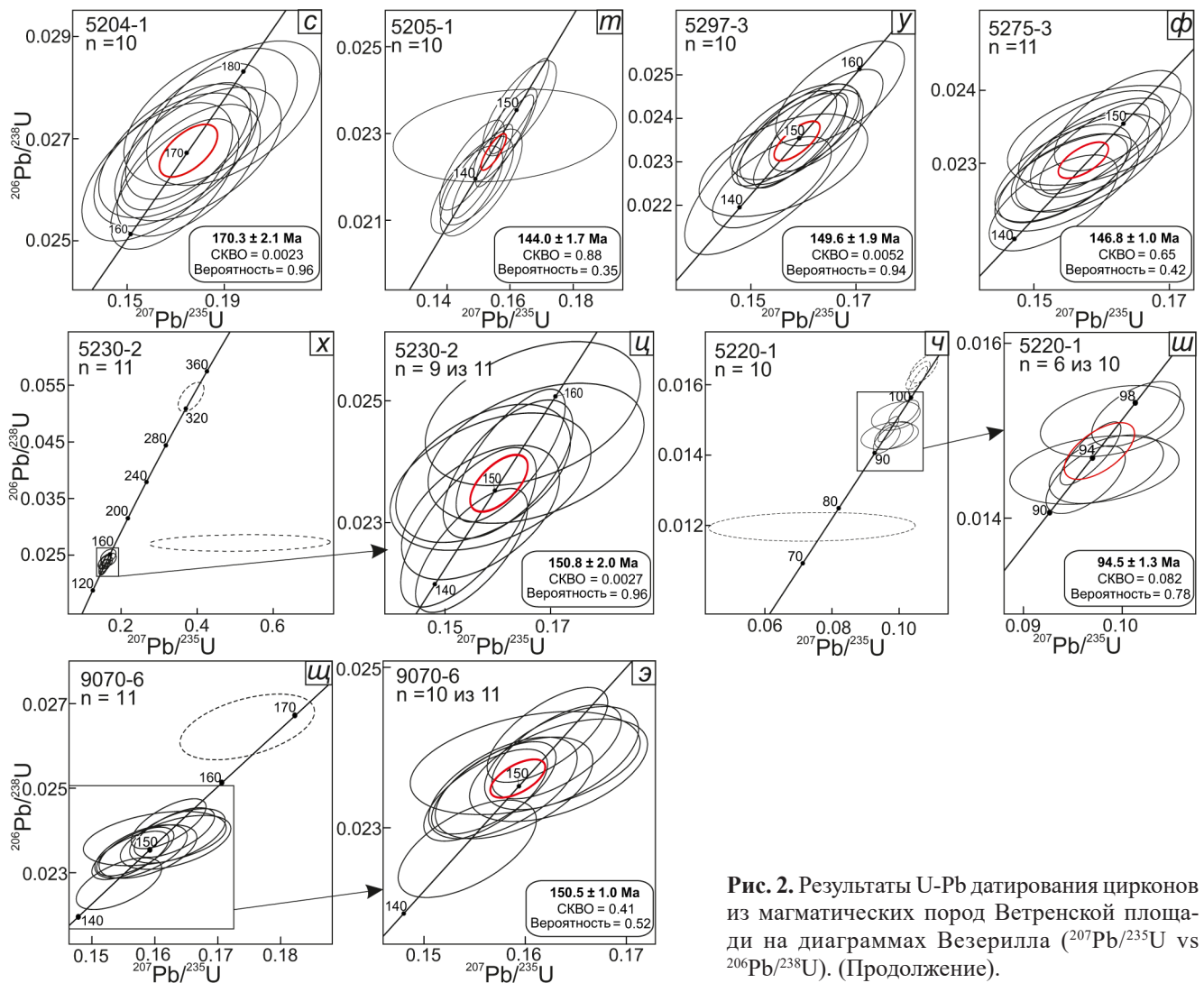


Рис. 2. Результаты U-Pb датирования цирконов из магматических пород Ветренской площади на диаграммах Везерилла ($^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$). (Продолжение).

цирконах из образца 5256-1 (риолит из дайки, правый приток руч. Хурчан) доля обыкновенного свинца варьирует от 5 до 62 %, и анализ здесь показал более значимый разброс изотопных отношений, чем в других пробах (рис. 2, л); (2) цирконы из образца 5220-1 (граниты штока Профессорский), по результатам 9 из 10 точечных анализов, содержат от 5500 до 26 500 г/т урана, и полученные значения возраста, с большой вероятностью, искажены вследствие матричного эффекта [46]. В подобных случаях изотопный возраст образцов, как правило, оказывается древнее возраста закрытия системы, и можно предположить, что данный гранит моложе полученной для него приблизительной даты 94.5 ± 1.3 млн лет (рис. 2, ч, ш). Из расчета возраста остальных образцов исключены единичные анализы, показавшие дискордантный возраст, а также возраст, существенно более молодой в сравнении с прочими цирконами из того же образца –

вероятное следствие локальной потери радиогенного свинца. Возможное присутствие унаследованных ядер выявлено лишь в 3 образцах из 23. Для образцов 5236-1 (гранит из дайки в эзоконтактовой зоне массива Малых Порогов) и 9070-6 (гранодиорит-порфир из штока в верховьях руч. Митькан, левобережье р. Обо) получено по одному значению возраста в интервале 168–166 млн лет, что за пределами погрешности анализа превосходит возраст остальных проанализированных цирконов (154–145 млн лет). В образце 5230-2 (риолит из дайки, верховья р. Детрин) один из цирконов показал возраст 332 ± 6 млн лет, соответствующий раннему карбону.

Согласно новым и полученным ранее [33] результатам U-Pb датирования, в контурах рассматриваемой территории практически все крупные тела гранитоидов, значительная часть их мелких тел, а также некоторые дайки риолитов сформировались в период

153–144 млн лет назад. Изотопный возраст плутонов нера-бохапчинского, басугуньинского, сибердикского и колымского комплексов оказался неразличимым в пределах погрешности оценки и, за исключением единственной даты, не выходит за границы интервала 158–144 млн лет, определенного ранее для плутонических тел Главного батолитового пояса [2]. Единственное исключение составляет небольшой шток Курум, расположенный на правом берегу р. Детрин в южной части рассматриваемой площади (рис. 1). Возраст данного массива, ранее отнесенного к сибердикскому комплексу [33], составил 170.3 ± 2.1 млн лет, что соответствует байосскому веку средней юры. От ближайших по возрасту плутонических тел Ветренской площади этот массив отделен интервалом примерно в 17 млн лет, значительно превосходящим погрешность метода.

Позднемеловые интрузивы рассматриваемой территории отчетливо делятся на две возрастные группы: 95–93 млн лет (сеноман) – тела иретьско-малкачанского комплекса и 86–82 млн лет (сантон–кампан) – тела верхнеямского комплекса.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД

Данные о химическом составе плутонических пород Ветренской площади приведены в таблице 2 и на рис. 3–6. Анализ диаграмм показывает следующее.

1. Составы пород подавляющего большинства изученных массивов следуют общему тренду, типичному для известково-щелочных магматических серий. Повышение кремнекислотности пород в целом сопровождается ростом содержаний K_2O и коэффициентов железистости и глиноземистости, а также снижением содержаний TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 общ., MgO , CaO (рис. 3). Взаимная корреляция содержаний Na_2O и SiO_2 выражена слабо.

2. Спектры содержаний элементов-примесей в породах всех рассматриваемых комплексов, в целом, сходны между собой и близки к таковому для среднего состава верхней континентальной коры (рис. 4). Данные о химическом составе пород не позволяют надежно различать плутоны разных комплексов. Большая часть пород с содержанием SiO_2 свыше 75 %, опять же независимо от принадлежности к тому или иному комплексу, характеризуется резко пониженными содержаниями несовместимых элементов-примесей, в особенности – легких РЗЭ (рис. 5, а).

3. Единственным плутоном, заметно выделяющимся составом пород на общем фоне, является массив Корабль, расположенный на правом берегу р. Колыма ниже устья р. Детрин (рис. 1) и отнесенный к басугуньинскому комплексу. Породам его главной фазы свойственны повышенные содержания K_2O и

P_2O_5 , вследствие чего точки данного плутона на многих диаграммах группируются в стороне от общего тренда (рис. 3, е, ж). Также в породах массива Корабль несколько повышена концентрация Sr (в сравнении с прочими породами близкой кремнекислотности) и понижены отношения Nb/Ta (рис. 4, б, 5, в).

4. Среди пород с содержанием SiO_2 свыше 63 % большая часть (124 образца из 177) характеризуется значениями коэффициента глиноземистости ($ASI = Al/(K+Na+2Ca)$ в атомных количествах) свыше 1.05, и около половины (86 образцов) – свыше 1.1. Значения ASI для пород колымского комплекса (массивов Большой Анначаг и Больших Порогов) не превышают средние значения для изученной территории (рис. 3, и), несмотря на устоявшиеся представления о породах данного комплекса как наиболее пересыщенных Al_2O_3 [13, 21].

5. Дискриминационные геохимические диаграммы (пример приведен на рис. 6) также не показывают сколь-либо существенных различий между породами различных комплексов. В большинстве фигуративные точки изученных пород группируются в поле гранитоидов субдукционных обстановок. Небольшая часть изученной коллекции (около 7 % от общего количества образцов) по составу соответствует внутриплитным гранитоидам, и единичные образцы – синколлизонным гранитоидам.

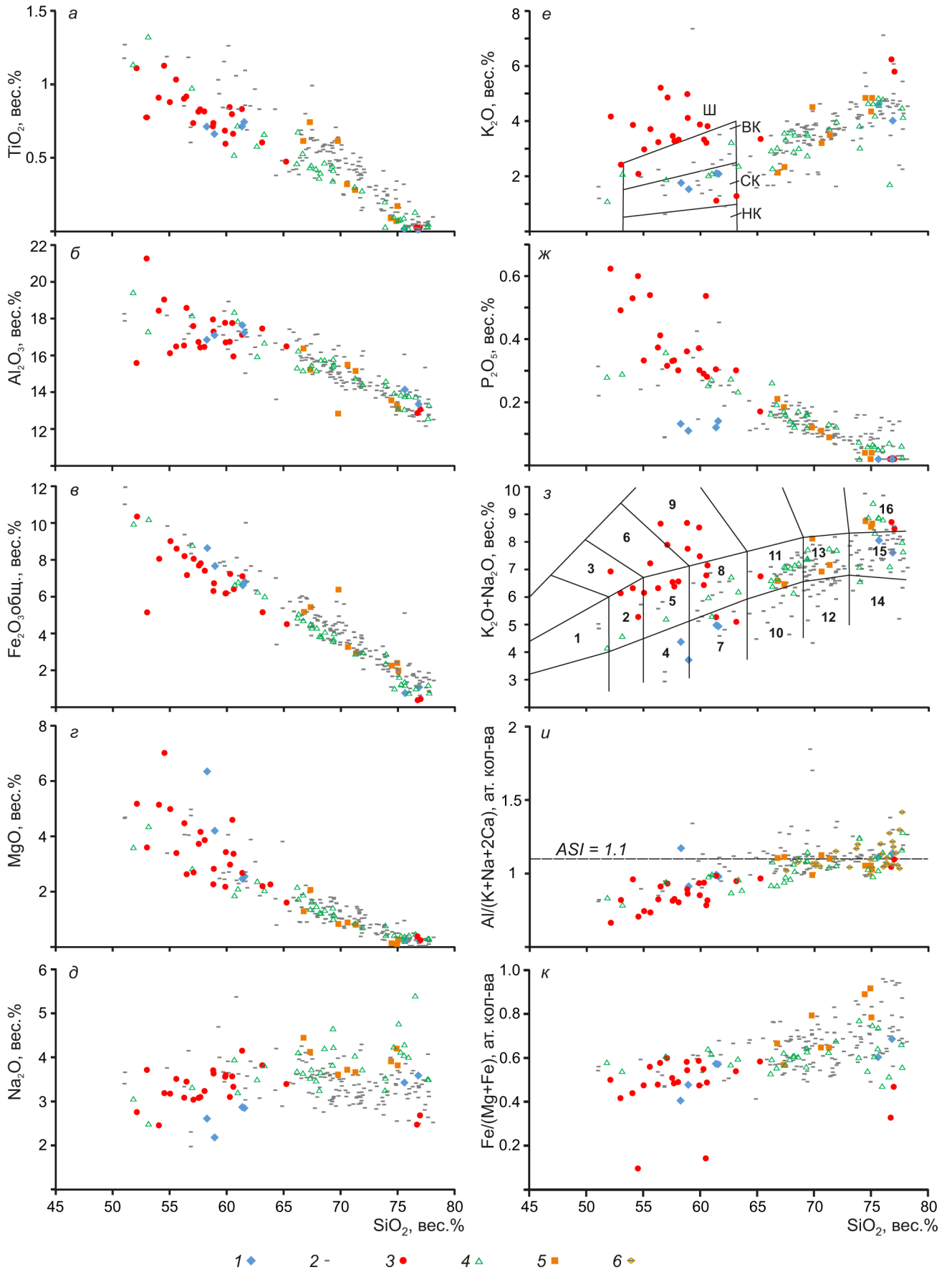
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Возраст магматических событий

В пределах территории, показанной на рис. 1, U-Pb датированием выявлены следы четырех импульсов магматической активности, разделенных продолжительными перерывами (рис. 7): среднеюрского (около 170 млн лет, байос), позднеюрско-раннемелового (153–144 млн лет, киммеридж–берриас) и двух позднемеловых, сеноманского (95–94 млн лет) и сантон-кампанского (86–82 млн лет).

Среднеюрский возраст доказан для единственного, на данный момент, массива Курум (рис. 1, 2, с). Возможно, немногочисленные ядра цирконов с возрастом 168–166 млн лет, обнаруженные в цирконах из прочих интрузивов (рис. 2, к, и), захвачены из тел, связанных с тем же магматическим событием. Вопрос о связи среднеюрских магматических тел с той или иной тектоно-магматической системой (Удско-Мургаляского пояса или окраины Оймяконского океана) пока остается открытым из-за нехватки данных.

Все крупные плутоны рассматриваемой территории, а также большинство мелких тел, связаны с событием, имевшем место 153–144 млн лет назад. Поскольку граница юрского и мелового периодов, в соответствии с принятой геохронологической шка-



лой [45], примерно соответствует возрастной отметке 145.5 млн лет, большинство тел, связанных с данным событием, сформировалось в поздней юре, и лишь небольшая их часть – в самом начале мелового периода. В ходе указанного события образовались массивы нера-бохапчинского, басугуньинского, колымского и сибердикского комплексов. Никакой значимой разницы в U-Pb возрасте тел этих комплексов не выявлено, как и закономерного изменения их возраста в пределах изученной площади. На совпадение U-Pb возраста пород различных плутонических комплексов, ранее считавшихся разновозрастными, обращали внимание и другие исследователи [2]. Все позднемеловые интрузивы площади, показанной на рис. 1 (возрастом 95–94 и 86–82 млн лет), расположены в ее южной части, ближе к выходам комплексов ОЧВП. Учитывая принятые представления о временном интервале формирования ОЧВП (106–74 млн лет; [1, 23] и приведенные в этих работах ссылки), можно уверенно предположить, что позднемеловые гранитоиды изученной площади генетически связаны именно с ОЧВП.

Отсутствие в пределах Ветренской площади интрузивов возрастом 158–154 млн лет, весьма распространенных на других участках Главного батолитового пояса ([2] и рис. 7), может рассматриваться как проявление латеральной миграции активности данной геоструктуры. Однако внутри территории, показанной на рис. 1, единственным явным признаком пространственной миграции магматизма является расположение позднемеловых тел у границы ОЧВП.

Общие особенности состава магм и тектонические обстановки формирования плутонов

Почти все интрузивные тела территории, показанной на рис. 1, (включая разновозрастные) при широкой изменчивости состава пород геохимически сходны, различаясь лишь в незначительных деталях. Общее для всех массивов обеднение Nb и Ta, повышенные содержания крупноионных элементов относительно высокочарядных и редкоземельных, а также уровень содержания несовместимых элементов,

близкий к среднему для верхней континентальной коры (рис. 4), обычны для магм активных окраин андийского типа, а также некоторых постколлизийных магматических провинций [25, 30, 47]. Для большинства плутонов возрастом 153–144 млн лет связь с общей субдукционной тектоно-магматической системой Уяндино-Ясачненского вулканического пояса и Главного батолитового пояса [2, 7] представляется более вероятной, чем связь с системой Удско-Мургальского пояса. Это предположение основано на структурном единстве рассматриваемой площади с прочими сегментами Главного батолитового пояса. Присутствие в пределах изученной площади риолитовых даек (в частности, представленных образцами 5230-2 и 5256-1 – см. табл. 1 и рис. 2, л, х, ц), сформированных в одно и то же время с батолитами Главного пояса, можно считать дополнительным аргументом в пользу гипотезы, предполагающей, что Главный батолитовый пояс представляет собой корневую часть глубоко эродированной субдукционной вулканической провинции. Определенное влияние Удско-Мургальского пояса на магматическую активность рассматриваемой площади тоже возможно, поскольку расстояние от границ территории, показанной на рис. 1, до ближайших сохранившихся выходов вулканитов Уяндино-Ясачненского и Удско-Мургальского поясов примерно одинаковое, около 140 км.

Данные о составе пород позволяют предположить, что протолитом кремнекислых магм рассматриваемой территории являлись метабазиты и метапелиты нижней континентальной коры. Относительный вклад источников разного геохимического типа оценить сложно. С одной стороны, значительная часть изученных гранитоидов характеризуется повышенной глиноземистостью, что указывает на значимую долю метапелитов в источнике [40]. С другой стороны, древние ядра в изученных цирконах встречаются редко, гораздо реже, чем в других магматических провинциях с существенной долей кремнекислых пород [36]. Содержания рубидия в изученных породах ниже, чем в типичных синколлизийных гранитах (рис. 6), в большинстве относящихся к S-типу

Рис. 3. Петрохимические диаграммы для магматических пород Ветренской площади.

1 – массив Курум (около 170 млн лет), 2 – позднеюрско-раннемеловые интрузивы (сибердикский, колымский, басугуньинский и нера-бохапчинский комплексы без разделения; 153–144 млн лет), 3 – массив Корабль (153–152 млн лет), 4 – иретьско-малкачанский комплекс (95–94 млн лет), 5 – верхнеямский комплекс (86–82 млн лет), 6 – колымский комплекс (только на диаграмме $\text{SiO}_2 - \text{Al}/(\text{K}+\text{Na}+2\text{Ca})$ (и)). Поля составов на диаграмме $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$, по [37] (е): НК, СК, ВК – низко-, средне- и высококальциевые серии, Ш – шощонитовая серия. Поля составов на TAS-диаграмме, по [32] (з): 1 – габбро, 2 – габбродиориты, 3 – монцогаббродиориты, 4 – низкощелочные диориты, 5 – диориты, 6 – монцодиориты, 7 – низкощелочные кварцевые диориты, 8 – кварцевые диориты, 9 – монциты, 10 – низкощелочные гранодиориты, 11 – гранодиориты, 12 – низкощелочные граниты, 13 – граниты, 14 – низкощелочные лейкограниты, 15 – лейкограниты, 16 – умереннощелочные лейкограниты.

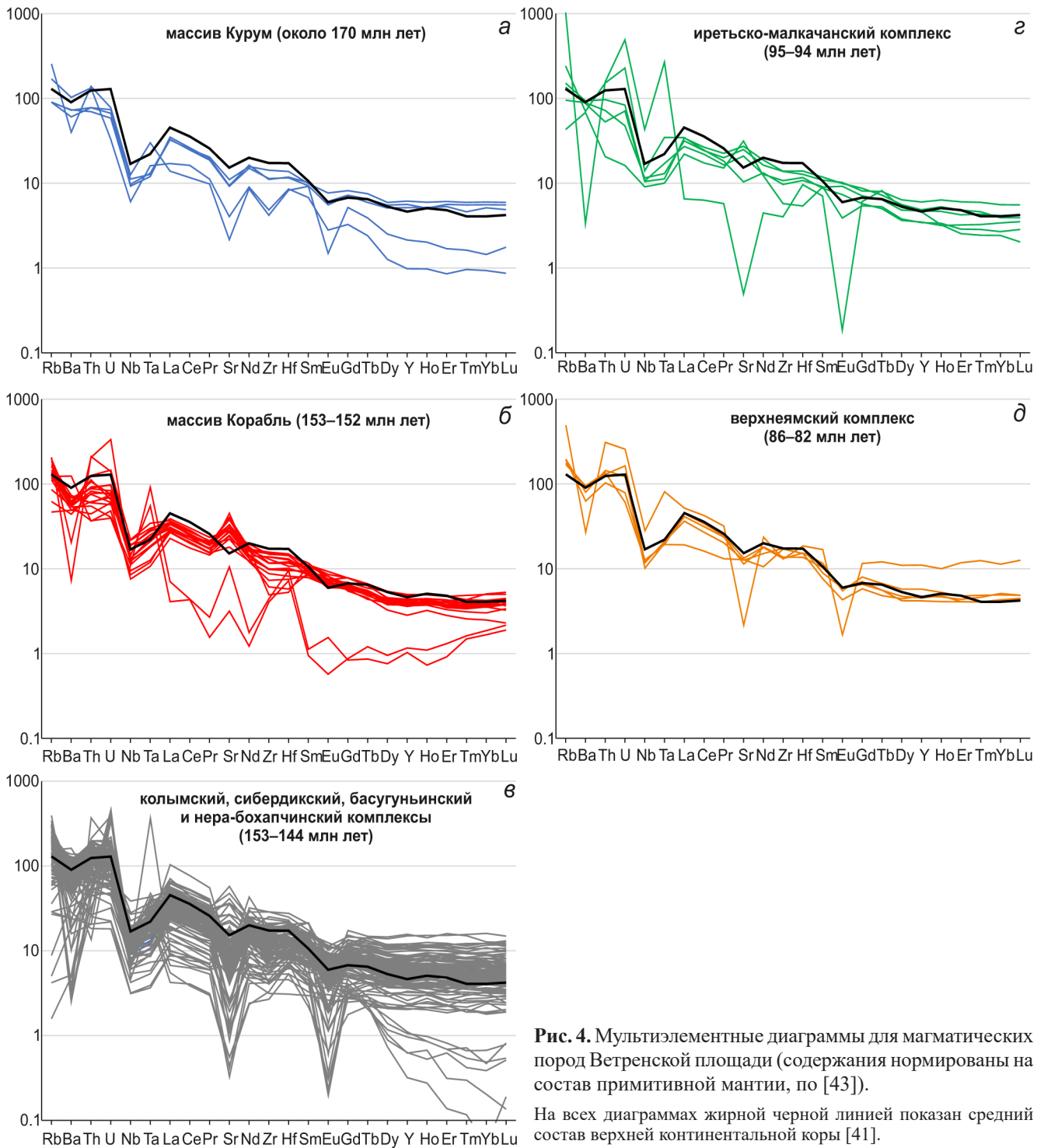


Рис. 4. Мультиэлементные диаграммы для магматических пород Ветренской площади (содержания нормированы на состав примитивной мантии, по [43]).

На всех диаграммах жирной черной линией показан средний состав верхней континентальной коры [41].

[35]. Совокупность доступных данных позволяет отнести гранитоиды верховьев р. Колыма к промежуточным между типичными представителями S- и I-типов. Присутствие в составе интрузивных тел изученной площади диоритов и габброидов указывает на прямое участие мантийных магм в петрогенезе. Наблюдаемый широкий ряд составов пород (рис. 3,

5) мог сформироваться в результате смешения магм с различной кремнекислотностью, кристаллизационного фракционирования и AFC-процесса. Оценка степени влияния каждого из этих процессов требует специального исследования. Можно лишь отметить, что значимая связь содержаний SiO_2 и отношений таких элементов, как Nb/Ta (рис. 5, в), слабо зависящих

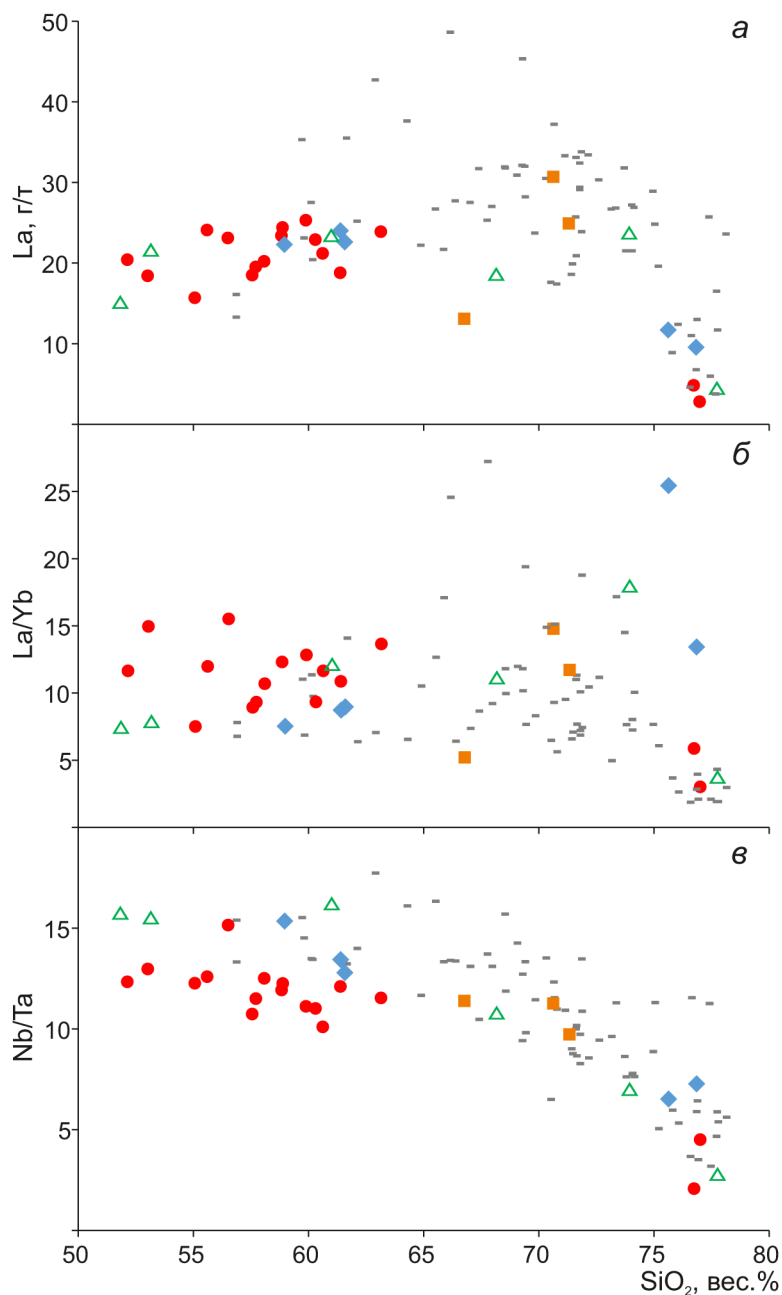


Рис. 5. Диаграммы $\text{SiO}_2 - \text{La}$ (а), $\text{SiO}_2 - \text{La/Yb}$ (б), $\text{SiO}_2 - \text{Nb/Ta}$ (в) для магматических пород Ветренской площади.

Условные обозначения – см. рис. 3.

от степени фракционирования кристаллических фаз, подтверждает предположение о существенной роли смешения и/или контаминации магм.

Специфические особенности состава отдельных плутонов

Массив Курум, более древний в сравнении с другими плутонами рассматриваемой территории, при близком рассмотрении обнаруживает и некоторую специфику состава. Главная фаза этого массива представлена кварцевыми диоритами, выделяющимися на общем фоне пониженной общей щелочностью и пониженными содержаниями P_2O_5 (рис. 3, ж, з). Лей-

кограниты дополнительной фазы данного интрузива обеднены РЗЭ, в наибольшей степени – тяжелыми (рис. 4, а, 5, б), что указывает на возможное фракционирование граната и / или ксенотима.

Среди всех интрузивных тел рассматриваемой площади составом заметно выделяется массив Корабль, сложенный монцонитоидами (рис. 3, е, з). В сравнении с породами прочих массивов, имеющими сходное содержание SiO_2 (53–63 %), в породах массива Корабль средние содержания K_2O заметно выше (что определяет их принадлежность к шошонитовой серии – рис. 3, е), а Fe_2O_3 – немного ниже. Вследствие этого на ряде петрохимических диаграмм точки

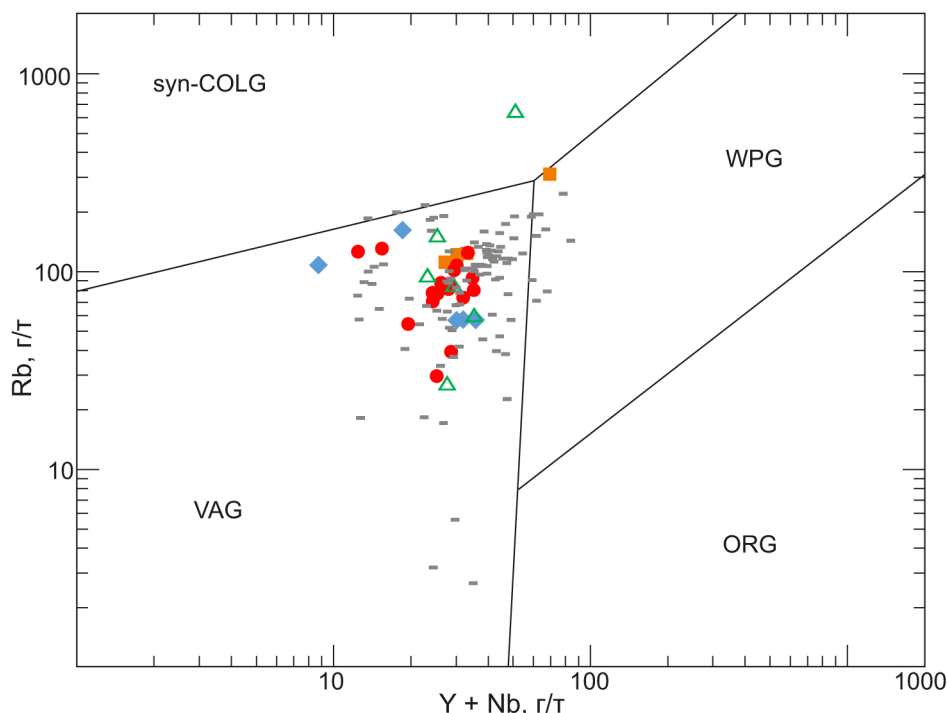


Рис. 6. Диаграмма Y/Nb – Rb [39] для магматических пород Ветренской площади.

Поля составов: VAG – гранитоиды субдукционных обстановок; syn-COLG – синколлизонные гранитоиды; WPG – внутриплитные гранитоиды; ORG – гранитоиды срединно-океанических хребтов. Прочие условные обозначения – см. рис. 3.

пород массива Корабль группируются в стороне от общего тренда (рис. 3, *е, ж, з*). В содержаниях элементов-примесей отличия пород данного плутона выражены слабее. Среди пород близкой кремнекислотности монцонитоиды массива Корабль выделяются устойчиво пониженными отношениями Nb/Ta (10–13 против 13–18 у прочих массивов) и относительным обогащением Sr (рис. 4, *б, 5, в*). Лейкограниты дополнительной фазы массива Корабль – единственные породы Ветренской площади, обедненные средними РЗЭ относительно тяжелых (рис. 4, *б*). U-Pb возраст данного плутона, определенный по двум цирконовым пробам, составляет 153–152 млн лет (рис. 7), что соответствует самому началу позднеюрско-раннемелового магматического события в пределах рассматриваемой площади. Таким образом, явные геохимические отличия данного плутона от прочих сопровождаются некоторыми (хотя и слабо выраженными) отличиями возраста. Поскольку критерии выделения плутонических комплексов не параметризованы количественно, не столь очевиден ответ на вопрос, являются ли эти отличия достаточными, чтобы выделить массив Корабль в самостоятельный комплекс.

Позднемеловые интрузивы возрастом 95–94 и 86–82 млн лет расположены в непосредственной близости от границы ОЧВП и, вероятно, формировались

под влиянием субдукционной тектоно-магматической системы Тихоокеанской окраины, резко отличающейся структурным положением от системы Уяндино-Ясачненского пояса. В публикациях есть указания на геохимические различия раннемеловых и позднемеловых интрузивов Верхояно-Чукотской области [34], однако в контурах территории, показанной на рис. 1, состав позднеюрско-раннемеловых и позднемеловых тел не показывает систематических различий, превышающих вариации для каждой из возрастных групп. Возможная причина этого сходства – формирование всех интрузивов рассматриваемой площади в едином геоблоке с более или менее однородным составом главных источников магм – нижней коры и субконтинентальной литосферной мантии.

Вопрос об оптимизации региональной легенды плутонических образований

Сходство возраста, состава и условий формирования позднеюрско-раннемеловых плутонических образований верховьев р. Колыма (составляющих более 90 % площади всех интрузивных тел рассматриваемой территории) поднимает вопрос, нужны ли в региональной легенде столь многочисленные подразделения, не отражающие никаких существенных генетических различий геологических тел? Из

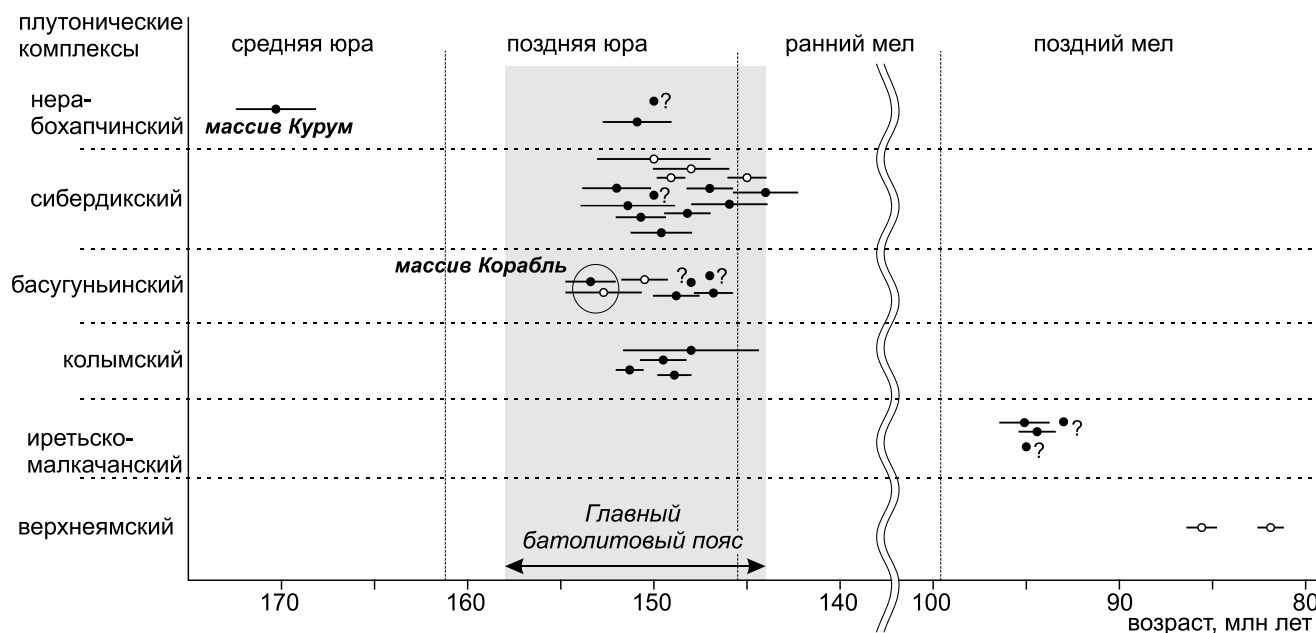


Рис. 7. Диаграмма возраста магматических образований Ветренской площади.

Знаками с черной заливкой показаны новые U-Pb даты, с белой – данные из отчета [33]. Длина отрезков соответствует погрешности определений (2σ). Область с серой заливкой – временной интервал формирования Главного батолитового пояса, по [2].

семи плутонических комплексов, предусмотренных легендой Нера-Бохапчинской серии листов и дополнениями к ней [9, 10, 13], четыре (нера-бохапчинский, сибердикский, басугуньинский и колымский) представлены телами, не имеющими значимых различий ни в возрасте, ни в составе. Первый из перечисленных комплексов объединяет многочисленные мелкие интрузивные тела (преимущественно дайки), однако, как показало U-Pb датирование цирконов и детальное изучение состава пород, эти дайки являются продуктом того же магматического события возрастом 153–144 млн лет, в ходе которого формировались и крупные плутоны. Можно заключить, что дайки нера-бохапчинского комплекса – не что иное, как жильная серия позднеюрско-раннемеловых батолитов, и выделять их в самостоятельный плутонический комплекс нецелесообразно. Плутоны колымского комплекса, отличительной чертой которых считается высокая глиноземистость [13, 21], в пределах территории, показанной на рис. 1, не выделяются среди прочих ни значениями коэффициента ASI (рис. 3, и), ни какими-либо другими геохимическими параметрами.

Авторы настоящей публикации предлагают при составлении региональных легенд плутонических образований в большей мере руководствоваться результатами прецизионного изотопного датирования (U-Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$), показавшего свою эффективность при определении временных границ различных маг-

матических событий ([1, 23, 34; 44] и приведенные в этих работах ссылки). Уместно заметить, что иретьско-малкачанский и верхнеямский комплексы появились в легенде Ветренской площади недавно [9, 12], и присутствие их тел обосновано исключительно результатами U-Pb датирования цирконов.

Для территории, показанной на рис. 1, представляется целесообразным выделение трех плутонических комплексов, каждый из которых связан с самостоятельным импульсом магматической активности: позднеюрско-раннемеловым (153–144 млн лет), сенманским (95–94 млн лет) и сантон-кампанским (86–82 млн лет). В случае, если среднеюрский возраст массива Курум (или любого другого тела в пределах рассматриваемой площади) будет подтвержден еще хотя бы одной надежной датой, целесообразно дополнить легенду еще одним плутоническим комплексом соответствующего возраста. Весьма вероятно, подобный подход позволит разгрузить легенды плутонических образований и на сопредельных территориях и в большей мере связать выделяемые комплексы с реальными геологическими событиями.

ВЫВОДЫ

1. Интрузивные тела Ветренской площади (верховья р. Колыма) включают продукты четырех импульсов магматической активности: среднеюрского (около 170 млн лет; значение требует подтверждения

большим количеством датировок), позднеюрско-раннемелового (153–144 млн лет), сеноманского (95–94 млн лет) и сантон-кампанского (86–82 млн лет).

2. В ходе всех указанных импульсов магмы генерировались в субдукционной обстановке, в магматических провинциях андийского типа. Существенный вклад в петрогенез внесли мантийные источники, а также метапелиты и метабазиты нижней коры.

3. С точки зрения авторов, оптимизация региональной легенды плутологических образований с учетом накопленных данных прецизионного изотопного датирования позволит более объективно связывать геологические тела с определенными событиями геологической истории.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят чл.-корр. РАН В.В. Акинина и анонимного рецензента за ценные замечания к тексту статьи. Финансирование полевых и лабораторных исследований осуществлялось в соответствии с Госзаданием, выданным ФГБУ ВСЕГЕИ на проведение в 2018–2020 гг. геологосъемочных работ в пределах Дальневосточного ФО (Ветренская партия, гос. рег. № 643-18-953). Работа П.Л. Тихомирова и Г.С. Колотыгина по интерпретации полученных данных выполнена в рамках темы НИР геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова «Геодинамика полярных и приполярных областей Российской Федерации», а также Госзадания СВКНИИ ДВО РАН (тема 121031700312-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Акинин В.В., Ханчук А.И. Охотско-Чукотский вулканогенный пояс: ревизия возраста на основе новых $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и U-Pb изотопных данных // Докл. РАН. 2005. Т. 404, № 5. С. 654–658.
- Акинин В.В., Прокопьев А.В., Торо Х., Миллер Э.Л., Вуден Дж., Горячев Н.А., Альшевский А.В., Бахарев А.Г., Трунилина В.А. U-Pb-SHRIMP возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии) // Докл. РАН. 2009. Т. 426, № 2. С. 216–221.
- Акинин В.В., Миллер Э.Л. Эволюция известково-щелочных магм Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Петрология. 2011. Т. 19, № 2. С. 1–42.
- Аноров П.Н., Юдина Г.М., Исаева Е.А. Отчет о проведении опытно-производственных работ по составлению корреляционных схем магматических образований юго-восточной части Яно-Колымской складчатой области. Листы О-55,56; Р-55,56. Верхне-Колымская ПСЭ. Пос. Усть-Омчуг, 1990.
- Белый В.Ф. Проблемы геологического и изотопного возраста Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 6. С. 92–103.
- Вивчар А.В., Чуринов В.С. Отчет о групповой геологической съемке и доизучении м-ба 1:50 000 Дусканынского рудного узла (Р-55-81-Г; -82-В; -93-Б; -94-А,Б; -95-Ф,Б,В,Г), 1983–87 гг., СВПГО, Тенькинская ГРЭ, Росгеолфонд. Пос. Усть-Омчуг, 1987.
- Ганелин А.В., Лучицкая М.В., Маскаев М.В. Геохимия, возраст и геодинамические особенности формирования вулканических пород Индигирского разреза Уяндино-Ясачненского вулканического пояса (Северо-Восток Азии) // Геохимия. 2023. Т. 68, № 3. С. 227–254.
- Герман А.Б. Меловая флора Анадырско-Корякского субрегиона (Северо-Восток России): систематический состав, возраст, стратиграфическое и флорогенетическое значение. М.: ГЕОС, 1999. (Тр. ГИН РАН, Вып. 529). 122 с.
- Ермоленко В.Г. Легенда Нера-Бохапчинской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. Дополнения и изменения. Магадан, 2017.
- Карелин Ю.П., Жигалов С.В. Легенда Нера-Бохапчинской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Дополнения и изменения. Магадан, 2009.
- Котляр И.Н., Русакова Т.Б. Меловой магматизм и рудоносность Охотско-Чукотской области: геолого-геохронологическая корреляция. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 152 с.
- Мазуркевич К.Н. Отчет о результатах работ по объекту «Проведение в 2018–2020 гг. региональных геолого-съемочных работ масштаба 1:200 000 на группу листов в пределах Дальневосточного ФО (Северо-Восточные районы)» за 2018–2020 годы. Книга 2. Геологический отчет о результатах работ по объекту «Геологическое доизучение площадей масштаба 1:200 000 листов Р-55-XXIV, Р-56-XIX» (Ветренская площадь). ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2020.
- Маннафов Н.Г. Легенда Нера-Бохапчинской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). Объяснительная записка. Магадан, 1999.
- Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (Северной Евразии). М.: Изд-во МГУ, 1996. 448 с.
- Новиков В.А. Отчет о групповой геологической съемке и доизучении м-ба 1:50 000 с общими поисками на площади листов Р-55-96-В,Г; -108-А,Б,В,Г за 1986–91 гг. СВПГО, ВКПСЭ, Пос. Усть-Омчуг, 1991.
- Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги в мезозоидах северо-востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
- Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание третье, исправленное и дополненное. С-Пб.: ВСЕГЕИ. 2009. 200 с.
- Прокопьев А.В., Рязанов К.П., Васильев Д.А., Петров Е.О., Ермаков Н.Н., Юдин С.В. Новые данные о возрасте и составе вулканических пород Уяндино-Ясачненской магматической дуги и гранитоидов главного пояса (СВ Азии) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции. Якутск, апрель 2021 г. С. 105–108.
- Решения 2-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Северо-Востока СССР (стратиграфические схемы). Магадан, 1978. 122 с.
- Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и ме-

- зою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002). СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2009. 267 с.
21. Соболев А.П. Мезозойские гранитоиды Северо-Востока СССР и проблемы их рудоносности. М.: Наука, 1989. 249 с.
 22. Соколов С.Д. Очерки тектоники Северо-Востока Азии // Геотектоника. 2010. № 6. С. 60–78.
 23. Тихомиров П.Л. Меловой окраинно-континентальный магматизм Северо-Востока Азии и вопросы генезиса крупнейших фанерозойских провинций кремнекислого вулканизма. М.: ГЕОС, 2020. 376 с.
 24. Тихомиров П.Л., Акинин В.В., Исполатов В.О., Александр П., Черепанова И.Ю., Загоскин В.В. Возраст северной части Охотско-Чукотского вулканогенного пояса: новые данные Ag-Ag и U-Pb геохронологии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14, № 5. С. 67–81.
 25. Тихомиров П.Л., Прокофьев В.Ю., Калько И.А., Аплегалин А.В., Николаев Ю.Н., Кобаяси К., Накамура Э. Постколлизийный магматизм Западной Чукотки и раннемеловой тектоническая перестройка Северо-Востока Азии // Геотектоника. 2017. № 2. С. 32–54.
 26. Тихомиров П.Л., Правикова Н.В., Бычкова Я.В. Чукотский сегмент Удско-Мургаляского и Охотско-Чукотского вулканических поясов: геодинамическая природа и вопросы возраста // Геология и геофизика. 2020. Т. 61, № 4. С. 468–488.
 27. Трунилина В.А., Орлов Ю.С., Роев С.П., Оксман В.С. Магматизм различных геодинамических обстановок (зона сочленения Верхоянской окраины Сибирского континента и Кольмо-Омолонского микроконтинента). Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1999. 168 с.
 28. Трунилина В.А., Орлов Ю.С., Роев С.П. Магматические ассоциации Уяндино-Ясачненского вулканоплутонического пояса и его геодинамическая природа // Отч. геология. 2004. Т. 5. С. 53–56.
 29. Уманцев В.В. Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1:50 000 с общими поисками и геологическое доизучение в пределах листов Р-56-62-Б, Г;-63-А, Б, В, Г;-74-А, Б, В, Г в 1985–1989 гг. (Нижне-Бохапчинская ГСП). ПГО «Севостгеология». Пос. Усть-Омчуг, 1989.
 30. Фролова Т.И., Бурикова И.А. Магматические формации современных геодинамических обстановок. М.: Изд-во МГУ, 1997. 320 с.
 31. Чурин В.С. Отчет о групповой геологической съемке и доизучении масштаба 1:50 000 с общими поисками на площади листов Р-56-85-В,Г;-97-А,Б;-98-А в 1989–1992 гг. ГГП «ВКПСЭ». Росгеолфонд. Пос. Усть-Омчуг, 1993.
 32. Шарпенко Л.Н., Костин А.Е., Кухаренко Е.А. TAS-диаграмма сумма щелочей – кремнезем для химической классификации и диагностики плутонических пород // Региональная геология и металлогения. 2013. № 56. С. 40–50.
 33. Шпикерман В.И., Васькин А.Ф., Желебогло О.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Кольмская Лист Р-55 – Сусуман. СПб.: Изд-во СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016.
 34. Akinin V.V., Miller E.L., Toro J., Prokopiev A.V., Gottlieb E.S., Pearcey S., Polzunenkov G.O., Trunilina V.A. Episodicity and the dance of late Mesozoic magmatism and deformation along the northern circum-Pacific margin: North-eastern Russia to the Cordillera // Earth-Science Reviews. 2020. V. 208, 103272. Doi: 10.1016/j.earscirev.2020.103272.
 35. Barbarin B. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments // Lithos. 1998. V. 46. P. 605–626. Doi: 10.1016/S0024–4937(98)00085–1.
 36. Bryan S.E., Ferrari L., Reiners P.W., Allen C.M., Petrone C.M., Ramos-Rosique A., Campbell I.H. New Insights into Crustal Contributions to Large-volume Rhyolite Generation in the Mid-Tertiary Sierra Madre Occidental Province, Mexico, Revealed by U-Pb Geochronology // J. of Petrology. 2008. V. 49. P. 47–77.
 37. Gill J.B. Orogenic Andesites and Plate Tectonics. Springer, N.Y., 1981. 390 p.
 38. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W.H., Norton I.O., Khanchuk A.I., Stone D.B., Scotese C.R., Scoll D.W., Fujita K. Phanerozoic tectonic evolution of the Circum-North Pacific. US Geological Survey Professional paper 1626, 2001. 122 p.
 39. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. of Petrology. 1984. V. 25, P. 956–983.
 40. Pitcher W.S. The Nature and Origin of Granite. Chapman&Hall, 1997. 387 p.
 41. Rudnick R.L., Gao S. Composition of the Continental Crust. In: Holland, H.D., Turekian, K.K. (Eds.). Treatise on Geochemistry. 2004. V. 3. Elsevier, Amsterdam. P. 1–64.
 42. Schuth S., Gornyy V.I., Berndt J., Shevchenko S.S., Sergeev S.A., Karpuzov A.F., Mansfeldt T. Early Proterozoic U-Pb Zircon Ages from Basement Gneiss at the Solovetsky Archipelago, White Sea, Russia. International J. of Geosciences. 2012. V. 3, N 2. P. 289–296.
 43. Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., and Norry, M.J. (eds.) Magmatism in the Ocean Basin: Geological society, London, Special Publications. 1989. V. 42. P. 313–345.
 44. Tikhomirov P.L., Luchitskaya M.V., Prokofiev V.Yu., Akinin V.V., Miller E.L., Isaeva E.P., Palechek T.N., Starikova E.V., Boldyreva A.I., Wiegand B. Evolution of Aptian and Albian magmatism of western and northern Chukotka (northeast Russia) based on zircon U-Pb geochronology and rock geochemistry // International Geology Review. 2023. Doi: 10.1080/00206814.2023.2205494
 45. Walker J.D., Geissman J.W., Bowring S.A., Babcock L.E., and compilers. Geologic Time Scale v. 5.0 // Geological Society of America. 2018. Doi:10.1130/2018.CTS005R3C
 46. Williams I.S., Hergt J.M. U-Pb dating of Tasmanian dolerites: a cautionary tale of SHRIMP analysis of high-U zircons // Beyond 2000: New Frontiers in Isotope Geoscience. Abstracts and Proceedings. Eds. J.D. Woodhead, J.M. Hergt, W.P. Noble. Lorne, 2000. P. 185–188.
 47. Wilson M. Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach. Unwin Hyman. London, 1989. 466 p.

Рекомендована к печати В.В. Акининым

после доработки 16.05.2024 г.

принята к печати 12.09.2024 г.

COMPOSITION, U-PB AGE AND PETROGENESIS FEATURES OF LATE MESOZOIC GRANITOIDS IN THE UPPER REACHES OF THE KOLYMA RIVER: IS IT ADVISABLE TO OPTIMIZE REGIONAL LEGENDS OF PLUTONIC ROCK

P.L. Tikhomirov^{a,b}, A.A. Ustinov^c, G.S. Kolotygin^a

^a*Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: petr_tikhomirov@mail.ru, K.Glebron9@mail.ru*

^b*Shilo North-East Interdisciplinary Research Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia*

^c*Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia; e-mail: a_a_ustinov@mail.ru*

Here we report U-Pb zircon age data for igneous rocks from the Vetrenskaya area (upper reaches of the Kolyma River), as well as petrogenic and trace elements data for these rocks. The data obtained constitute sufficient grounds for concluding that the studied geological bodies were formed as a result of four pulses of igneous activity (age of events in million years: ca. 170, 153–144, 95–94, and 86–82). The first two of these pulses are presumably related to the formation of the subduction Uyanda-Yasachnensky volcanic belt and the Main batholith belt in Kolyma. The third and fourth pulses are most likely effects from activity of the Okhotsk-Chukotka volcanic belt. Despite the differences in age, the studied igneous rocks are generally characterized by a similar composition, which can be explained by the involvement of the same magma sources in petrogenesis. Of the seven plutonic associations identified in the territory, four (Nera-Bokhapchinsky, Basugun'insky, Siberdiksky, and Kolymsky) are represented by bodies that do not show significant differences in age, rock composition or position in the regional structure. New data render such an exhaustive division of plutonic rocks unreasonable.

***Key words:* U-Pb geochronology, geochemistry, legend of plutonic rocks, Vetrenskaya area, Main (Kolyma) batholith belt, Verkhoyansk-Chukotka region.**