

## ВУЛКАНОГЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ САХАЛИНА, КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ АКВАТОРИЙ

**В.М. Гранник**

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН*

*693022, Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1«Б»*

*E-mail: nauka@imgg.ptcom.ru*

*Поступила в редакцию 26 февраля 2004 г.*

В геологической структуре о-ва Сахалин и прилегающих акваторий установлено два структурных этажа, сформированных в ларамийскую и сахалинскую фазы сжатия. Структурные этажи включают вулканические, интрузивные и осадочные породы, которые образовались в процессе развития раннемеловой, позднемеловой-палеогеновой и кайнозойской активных тихоокеанских окраин. Строение, состав и петрогеохимические особенности океанских, окраинноморских, островодужных и задуговых рифтовых вулканических, интрузивных и вулканогенно-осадочных комплексов Сахалина, Курильских островов и прилегающих акваторий охарактеризованы в данной статье.

**Ключевые слова:** *активная окраина, вулканический комплекс, петрогеохимический состав, тектоника, геодинамика.*

## VOLCANOGENIC COMPLEXES OF SAKHALIN, KURIL ISLANDS AND ADJACENT WATER AREAS

**V.M. Grannik**

*Institute of Marine Geology & Geophysics FEB RAS*

In the geological structure of the Sakhalin Island and adjoining water areas two structural stories were distinguished, which was formed in the Laramid and Sakhalin phases of compression. The structural stories include volcanic, intrusive and sedimentary rocks, which were formed in process of Early Cretaceous, Late Cretaceous-Paleogene and Cenozoic development of the Pacific active margins. Structure, composition, petrochemistry and geochemistry features of the oceanic, marginal sea, volcanic island arc and back Island arc rift volcanic, intrusive and volcanogenic-sedimentary complexes of the Sakhalin, Kuril Islands and adjacent water areas were characterized in this paper.

**Key words:** *active margin, volcanic complex, petrogeochemic composition, tectonics, geodynamics.*

В настоящее время можно считать доказанной взаимосвязь формирования геологической структуры о-ва Сахалин и прилегающих акваторий с развитием фанерозойских активных тихоокеанских окраин [Парфенов, 1984; Ханчук, 1993; Гранник, 1997, 1998а, 2002а, 2003, 2004 и др.] (рис. 1). Палеозойские образования в коренном залегании на о-ве Сахалин представлены фаунистически доказанными верхнепермскими образованиями, установленными только в составе Сусунайского и Тонино-Анивского террейнов. Палеозойские образования также могут присутствовать в составе террейнов оке-

анской плиты, субдуцированных под Западно-Сахалинский преддуговой прогиб [Гранник, 1998]. В большинстве остальных районов Восточного Сахалина палеозойские образования встречены преимущественно в виде разноразмерных обломков, глыб и блоков вулканогенно-кремнистых и карбонатных пород с микрофауной силура, девона, карбона и перми [Геология СССР ..., 1970 и др.] в составе тектонических и седиментационных микститов. Мезозойские доверхнемеловые вулканогенно-кремнистые образования содержат радиолярии триаса, юры и раннего мела. Сложены они преимуществен-

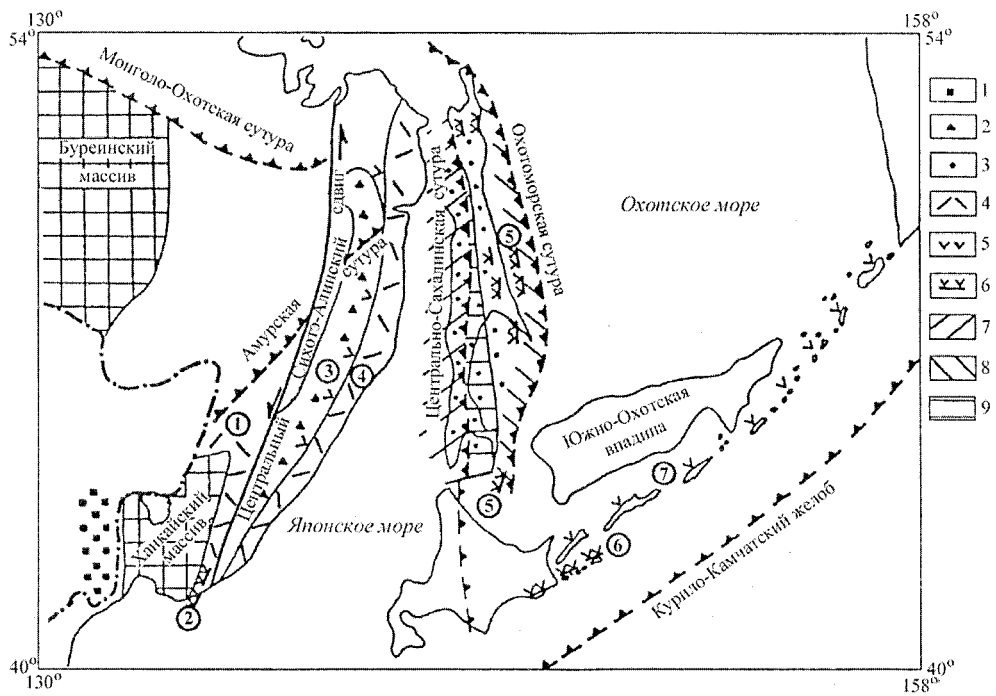


Рис. 1. Схема расположения фрагментов тектонических элементов фанерозойских активных окраин Сихотэ-Алинь-Сахалино-Курильского региона [Гранник, 1997].

1-3 – структурно-вещественные комплексы окраинных морей: 1 – палеозойского Лаоелин-Гродековского, 2 – раннемелового Лужкинского, 3 – позднемелового-палеогенового Сахалинского; 4 – окраинно-континентальные вулcano-плутонические пояса; 5-6 – вулканические островные дуги: 5 – в автохтонном залегании; 6 – в аллохтонном залегании; 7-8 – структурно-вещественные комплексы преддуговых прогибов: 7 – аптского-сеноманского Западно-Сахалинского, 8 – коньякского-палеогенового Восточно-Сахалинского; 9 – альбские-сеноманские аккреционные комплексы Центрального Сахалина. Цифрами в кружках на схеме обозначены: 1, 4 – окраинно-континентальные вулcano-плутонические пояса: 1 – Западно-Сихотэ-Алинский, 4 – Восточно-Сихотэ-Алинский; 2, 3, 5-7 – вулканические островные дуги: 2 – Муравьевская, 3 – Самаргинская, 5 – Восточно-Сахалинская, 6 – Малокурильская, 7 – Курило-Камчатская.

но бурыми и красными яшмами, радиоляритами или метаморфизованными их аналогами – кварцитами с прослоями ортосланцев, метаэффузивов, спилитов, базальтов, диабазов, линзами известняков и пачками флишоидного переслаивания яшм и известняков. Верхнемеловые отложения содержат фауну аммонитов, иноцерамов, пателл, а также микрофауну радиолярий и фораминифер. В Западно-Сахалинских горах кремнисто-терригенно-вулканомиктовый состав они имеют лишь в отдельных местах в нижней части разреза. Основной объем верхней части разреза составляют аргиллиты, алевролиты и песчаники с локально развитыми конгломератами, углями и туфогенно-терригенными отложениями. В Восточно-Сахалинских горах верхнемеловые отложения в нижней части представлены кремнисто-глинисто-пирокластическими породами, различно окрашенными туфа-

ми, среди которых локально развиты потоки и залежи эффузивов, линзы и прослои радиоляритов, разноцветных яшм и известняков. Верхняя их часть в одних местах сложена вулканомиктово-терригенными отложениями, чередующимися с пачками вулканогенно-кремнистых образований мощностью до 400 м, а в других – ритмично-слоистыми вулканомиктово-терригенными отложениями с трансгрессивной и регрессивной ритмичностью и градационной слоистостью, содержащими в отдельных местах пачки угленасыщенных пород и вулканогенно-вулканомиктовые образования, состоящие из продуктов подводного и наземного вулканизма [Гранник, 1989]. Автором и многими исследователями установлено, что палеозойские и мезозойские доальбские яшмы, кремнистые породы и ассоциированные с ними в отдельных местах основные вулканические породы Сахали-

на и смежных районов Дальневосточной окраины Азии, практически лишённые терригенной примеси, сформировались в обстановке абиссальной области океана, находившейся под влиянием внутриплитного вулканизма. Более молодые по возрасту светло-серые и цветные кремнисто-глинистые породы, аргиллиты и алевролиты накопились в гемипелагической обстановке. В альб-сеноманских кремнисто-глинистых отложениях заметно возрастает примесь терригенного материала, появляются прослои и пласты песчаников и пакеты ритмично-переслаивающихся пород (турбидиты). Часть этих отложений накопилась в Западно-Сахалинском преддуговом прогибе. Верхнемеловые туронские и более молодые отложения накапливались в преддуговом, междуговом и тыловом прогибе уже под влиянием континентальных источников терригенного материала, в том числе пирокластического и вулканомиктового, поступавшего в седиментационный бассейн от вулканической деятельности вулканоплутонических поясов и островных вулканов и разрушения вулканических построек. Детальное изучение фрагментов аккреционных комплексов показывает, что отмеченная смена литологического состава отражает постепенную миграцию террейнов океанской коры по направлению к субдукционной зоне и окраине палеоконтинента. Кайнозойские отложения занимают большую часть площади острова и составляют большую часть осадочной толщи. По условиям седиментации они подразделяются на пять крупных литологических ассоциаций, соответствующих крупным этапам геологического развития острова Сахалин и прилегающих акваторий [Харахинов и др., 1996 и др.]. Палеоцен-эоценовые отложения (западно-камышовая серия: чередующиеся песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, углистые аргиллиты и угли) накопились в субконтинентальных условиях и на подстилающих верхнемеловых отложениях залегают с небольшим стратиграфическим несогласием. Олигоценовые отложения накопились в результате общих погружений и обширных трансгрессий. Характерными особенностями этих отложений являются присутствие большого количества кремнистого материала и обилие продуктов синхронного вулканизма: туффигов, туфов и эффузивов среднего и основного состава. Нижне-среднемиоценовые отложения залегают согласно или с разрывом на более древних породах. Накопились они главным образом

в морских условиях, но среди них в отдельных местах присутствуют также мелководно-морские, лагунно-баровые и озерно-болотные отложения: алевролиты, аргиллиты, песчаники, гравелиты, конгломераты, угли и углистые аргиллиты. Средне-верхнемиоценовые отложения преимущественно морские по происхождению. Отсутствуют они только в сводах крупных антиклинальных структур. Для этих отложений характерно обилие кремнистого материала, регрессивный тип строения и присутствие вулканических комплексов. Главным образом вулканоогенными образованиями этого возраста сложены Курильские острова. Верхнемиоценовые-плиоценовые отложения накопились большей частью в обстановке крупной трансгрессии, в связи с чем они представлены относительно тонкозернистыми отложениями открытого моря. Развитые в верхней части разреза прибрежные, мелководно-морские и субконтинентальные отложения с большим количеством грубообломочного материала накопились в обстановке регрессии. В этой части разреза в отдельных районах присутствуют вулканические образования. Охарактеризованные мезозойские и кайнозойские образования острова участвуют в составе фрагментов тектонических элементов (их структурно-вещественных комплексов) раннемеловой, позднемиоценовой-палеогеновой и кайнозойской активных тихоокеанских окраин Сихотэ-Алинь-Сахалино-Курильского региона. Геологические образования Курильских островов сформировались в обстановке позднемиоценовой-палеогеновой активной окраины (Малая гряда) и продолжают формироваться в составе Охотоморского сектора кайнозойской активной окраины Тихоокеанского сектора [Гранник, 1997, 1998б, в; Гранник, Сергеев, 2001 и др.].

В строении о-ва Сахалин и прилегающих акваторий автором выделено два структурных этажа [Гранник, 1998а и др.]. Нижний этаж включает интенсивно дислоцированные палеозойские, мезозойские и датские океанские, окраинноморские и островодужные образования, слагающие фрагменты тектонических элементов раннемеловой и позднемиоценовой-палеогеновой активных окраин. Верхний этаж объединяет слабо дислоцированные окраинноморские и континентальные палеоценовые-четвертичные рифтовые и пострифтовые угленосные и нефтегазоносные отложения, а также вулканоогенные и интрузивные образования сопряженных с рифтами вулканоплутонических поясов и ло-

кальных вулканических полей, сформировавшихся в процессе развития палеоценовой-четвертичной активной окраины (рис. 2, 5). Нижний структурный этаж сформирован в ларамийскую фазу сжатия. Образования этажа субмеридионально ориентированными субдукционными сутурами [Гранник, 2002а, б и др.] – Центрально-Сахалинской и Охотоморской – расчленены на отдельные киммерийские складчатые, складчато-блоковые и покровно-надвиговые системы: Западно-Сахалинскую складчато-надвиговую и Восточно-Сахалинскую складчато-блоковую и чешуйчато-надвиговую (покровно-надвиговую аккреционно-коллизивную). Западно-Сахалинская система (террейн, аллохтонная пластина) включает ребун-монеронские комплексы (террейн) раннемеловой Самаргинской (Монероно-Самаргинской) вулканической островной дуги и альб-сеноманские туфогенно-осадочные образования, накопившиеся в обстановке одноименного преддугового прогиба и слагающие основание надвиговых пластин Тымь-Поронайского взбросо-надвига. Верхняя часть складчатой системы сложена турон-датскими туфогенно-терригенными отложениями, сформировавшимися в окраинноморской и континентальной обстановках. Восточно-Сахалинская складчато-блоковая и покровно-надвиговая система располагается между Центрально-Сахалинской и Охотоморской субдукционными сутурами. В ее строении участвуют следующие террейны: Шмидтовский, Северо-Набильский, Набильский, Гомонский, Вальзинский, Рымникский, Терпеньевский, Тюлений, Тонино-Анивский. Ниже приводится их краткая характеристика. Вальзинский террейн имеет чешуйчато-надвиговое строение и представляет собой фрагмент покрова океанских и окраинноморских динамометаморфизованных пород небольшой мощности (не выраженного положительными аномалиями в гравитационном и магнитном полях), перекрывший Поронайский микроконтинент. Набильский, Гомонский, Тюлений и Тонино-Анивский террейны сложены верхнепермскими и триасово-раннемеловыми океанскими вулканогенно-кремнистыми образованиями, перекрытыми альб-сеноманскими кремнисто-терригенными и позднемеловыми-палеогеновыми вулканогенно-карбонатно-кремнисто-терригенными окраинноморскими отложениями, содержащими горизонты тектоно-гравитационных микститов. Структурно-вещественные комплексы этих террейнов осложнены зонами

офиолитового меланжа. Северо-Набильский террейн сложен юрско-раннемеловыми океанскими вулканогенно-кремнистыми комплексами, перекрытыми альб-сеноманскими кремнисто-терригенными и позднемеловыми кремнисто-вулканогенно-терригенными микститовыми отложениями (грейнитами, дресвяными брекчиями, олистостромами), осложненными Набильской зоной серпентинитового меланжа. В составе зоны меланжа, кроме многочисленных серпентинитовых тел, присутствуют блоки меланжированных олистостром и динамометаморфизованных пород (амфиболитов, орто- и парасланцев с радиологическим возрастом 72 млн лет – калий-аргоновый метод). Возможно, этот террейн представляет фрагмент Охотоморской субдукционной сутуры, перемещенный в центральную часть Сахалина. Терпеньевский и Шмидтовский террейны образованы вулканогенно-карбонатно-кремнистыми и вулканомикстово-терригенными отложениями, слагающими фрагменты структурных элементов позднемеловой-палеогеновой Восточно-Сахалинской островодужной системы: Сахалинского окраинного моря, тылового прогиба, Восточно-Сахалинской энсиалической вулканической островной дуги (ВОД) и одноименных междугового, преддугового прогибов и аккреционной призмы Восточного Сахалина. В их составе отмечены зоны меланжа, горизонты тектоно-гравитационных микститов, серии покровно-надвиговых пластин (Западно-Шмидтовская, Елизаветинская, Промежуточная, Восточно-Шмидтовская, Пионерская, Клязменская, Березовско-Гераньская, Нерпиченско-Ягодинская, Шельтингско-Песковская), включающие пакеты пород, осложненные чешуйчатыми надвигами, многочисленные тектонические блоки и останцы офиолитовых аллохтонов [Разницин, 1982; Речкин, 1984; Рихтер, 1986; Рождественский, 1988; Старожилов, 1990; Гранник, 1978, 1991 и др.]. При этом значительная часть позднемеловых-палеогеновых надвигов в неогеновое время была трансформирована в сдвиги и взбросо-сдвиги. Кроме того, в составе рассматриваемых террейнов установлены фрагменты позднеюрской-раннемеловой энсиматической ВОД Восточного Сахалина [Высоцкий, Говоров, Кемкин и др., 1998 и др.]. Образования слагающие охарактеризованные террейны, первоначально формировались главным образом на акватории, занятой в настоящее время Охотским морем, и в ларамийскую фазу сжатия были обдуцированы в

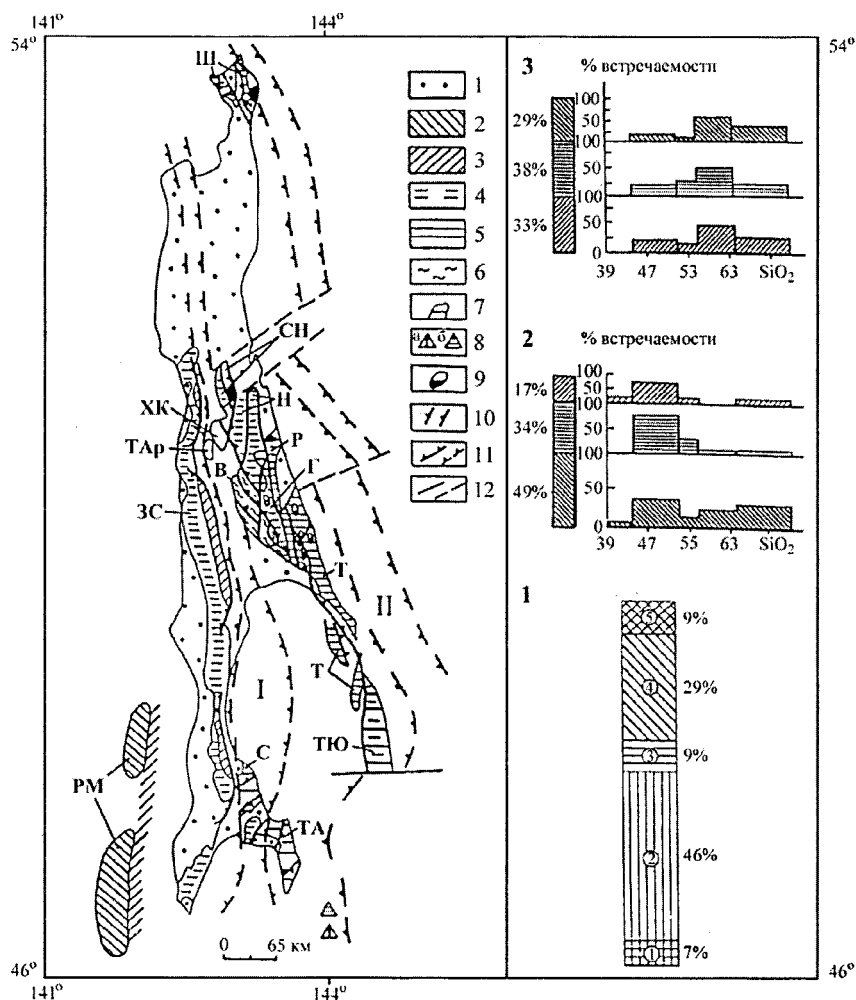


Рис. 2. Схема расположения фрагментов структурных элементов раннемеловой и поздне меловой-палеогеновой активных окраин в геологической структуре о-ва Сахалин и прилегающих акваторий.

Составлена на основе тектонической схемы Сахалина [Гранник, 1998а]. 1 – кайнозойские отложения; 2 – ребун-монеронские вулканогенно-осадочные образования раннемеловой Монероно-Самаргинской островной дуги; 3 – туфогенно-осадочные отложения раннемелового Западно-Сахалинского преддугового прогиба; 4 – окраинноморские вулканогенно-осадочные отложения поздне мелового-палеогенового Сахалинского окраинного моря; 5 – вулканогенно-осадочные образования поздне меловых-палеогеновых Восточно-Сахалинской островной дуги и одноименных преддугового и междугового прогибов; 6 – юрско-раннемеловые и поздне меловые динамометаморфизованные океанские и окраинноморские породы, слагающие чешуйчато-надвиговые пакеты и покровные пластины; 7 – юрско-раннемеловые зеленокаменно-измененные породы океанской плиты, перекрытые поздне меловыми-палеогеновыми окраинноморскими отложениями; 8 – установленные по данным драгирования выходы: а – поздне меловых океанских пород, б – поздне меловых-палеогеновых островодужных пород; 9 – останцы офиолитовых аллохтонов; 10 – субдукционные сутуры: I – Центрально-Сахалинская, II – Охотоморская; 11 – достоверные и предполагаемые надвиги и взбросо-надвиги; 12 – достоверные и предполагаемые сбросы, сдвиги, взбросо-сдвиги и сбросо-сдвиги. Буквами на схеме обозначены террейны: ЗС – Западно-Сахалинский, РМ – Ребун-Монеронский, ХК – Хановско-Краснотымовский, ТАр – Таулан-Армуданский, С – Сусунайский, Ш – Шмидтовский, СН – Северо-Набильский, Н – Набильский, Г – Гомонский, В – Вальзинский, Р – Рымникский, Т – Терпеньевский, ТЮ – Тюлений, ТА – Тонино-Анивский. На врезках 1-3 показаны: 1 – распространенность базальтов различной щелочности в составе Сусунайского террейна палеозойско-мезозойской океанской плиты (1-5 цифры в кружках на схеме): 1 – оливиновые толеитовые пикритобазальты, 2 – оливиновые толеитовые базальты, 3 – оливиновые базальты, 4 – щелочные оливиновые базальты, 5 – щелочные базальтоиды; 2-3 – распространенность и характер дифференциации толеитовых и известково-щелочных, субщелочных, щелочных (штриховка снизу-вверх) поздне меловых-палеогеновых изверженных пород: 2 – Сахалинского окраинного моря, 3 – Восточно-Сахалинской вулканической островной дуги.

западном направлении на территорию острова Сахалин. К сожалению, не все детали строения восточной части Восточно-Сахалинских гор в настоящее время выяснены. Это связано с их недостаточной обнаженностью, чрезвычайно сложным геологическим строением и расположением значительной части структурных элементов на акватории Охотского моря. Однако достоверно установлены останцы офиолитового покрова средней части коры энсиматической юрско-раннемеловой островной дуги Восточного Сахалина, в которых расположены интрузивные камеры с зональным строением (рис. 2). Кроме того, фундамент Пограничного бассейна, по данным геолого-разведочных работ, сложен в верхней части сильно тектонизированными позднемеловыми вулканогенно-кремнистыми породами (западный блок) и мощной (толщиной до 4 км) уплотненной позднемеловой терригенной толщей (восточный блок). Разделяющий эти блоки Пограничный надвиг своей горизонтальной поверхностью срыва на глубине около 4 км перекрыл терригенную толщу отложениями западного блока в полосе шириной около 15-20 км. В западном блоке под осадочной толщей в прибрежной полосе горстовой зоны прослежена обдуцированная в позднем мелу офиолитовая пластина, сложенная серпентинитовыми телами различных размеров и объемов (данные магнитометрии и бурения на Окружной площади в Пограничном грабене) [Харахинов, 1998]. В аллохтонном залегании находятся и фрагменты позднемеловой-палеогеновой Восточно-Сахалинской энсиалической островной дуги и ее преддугового прогиба. При этом исследованиями автора установлено, что фрагменты вулканических островов в ларамийскую фазу интенсивного сжатия были перемещены с территории, занятой Охотским морем, вначале в западном направлении, а позже, в период формирования современной активной окраины, они повторно были перемещены в восточном направлении [Гранник, 1999]. Обдукция, вероятно, произошла в результате коллизионного взаимодействия энсиалической Восточно-Сахалинской дуги, располагавшейся вдоль восточной кромки Поронайского микроконтинента, с приблизившимся Охотоморским микроконтинентом, перед фронтом которого располагалась энсиматическая дуга Восточного Сахалина. В конечном итоге Охотоморский микроконтинент заблокировал одноименную субдукционную зону и способствовал формированию Охо-

томорской субдукционной сутуры. Центральная Сахалинская субдукционная сутура (палеозоно-Беньоффа) представлена ограниченной глубинными разломами зоной меланжированных крупноблоковых микститов шириной 65-70 км. В зоне меланжа присутствуют крупные блоки (террейны) пермско-раннемеловых вулканогенно-кремнистых, нередко интенсивно метаморфизованных пород океанской плиты (Сусунайский, Центрально-Терпеньевский, Буюклинско-Побединский, Таулан-Армуданский, Хановско-Краснотымовский) и более мелкие их фрагменты, сцементированные серпентинитовым меланжем и перетертыми обвальными оползневыми отложениями. В ее строении принимают участие субдуцированные в раннемеловое время террейны палеозойско-мезозойской (предположительно) океанской плиты, установленные по гравиметрическим данным. Поронайский микроконтинент размером не менее 200-250x150-200 км, заблокировавший раннемеловую зону субдукции, установлен автором по геофизическим и геологическим данным. В районе расположения Поронайского микроконтинента наблюдается максимальная для острова мощность земной коры (35-37 км), а также «гранитного» слоя (14-16 км). Западная часть микроконтинента погребена под позднемеловыми, неогеновыми и четвертичными отложениями, а восточная – перекрыта Вальзинским покровом. Охотоморская субдукционная сутура представлена довольно мощной (40-70 км) зоной серпентинитового меланжа, содержащего практически полный набор пород офиолитовой ассоциации, обычно сопоставляемой с океанской корой. Прослеживается сутура на акватории Охотского моря вдоль восточной кромки Сахалина на расстоянии более 1200 км и отчетливо проявлена в региональной Восточно-Сахалинской геофизической аномалии (в гравитационном и, особенно, в магнитном поле интенсивностью до 2000 гамм). Охотоморская палеосубдукционная зона была заблокирована одноименным микроконтинентом, что обусловило проявление деформаций ларамийской фазы сжатия.

В строении структурно-вещественных комплексов нижнего структурного этажа принимают участие установленные и охарактеризованные автором в многочисленных публикациях [Гранник, 1976, 1978, 1986, 1986а, б, 1989, 1990, 1991, 1991а, 1992, 1992а, б, 1993, 1993а, 1997, 1997а, б, 1998б, в, и др.] океанские, окраинноморские и островодужные вулканогенно-

осадочные, субвулканические и интрузивные породы. Океанские магматические породы (офиолитовая ассоциация) принимают участие в строении террейнов верхнепермской, триасовой-раннемеловой и, предположительно, палеозойской (субдупцированные террейны) океанской плиты и их фрагментов, широко развитых в субдукционных сутурах, зонах меланжа и аккреционной призм Восточного Сахалина. Океанские базальты представлены следующими разновидностями: оливиновые толеитовые пикритобазальты, оливиновые толеитовые базальты, оливиновые базальты, щелочные оливиновые базальты, щелочные базальтоиды (рис. 2). Вулканические и интрузивные океанские породы образуют толеитовую, субщелочную и щелочную серии. Толеитовая и субщелочная серии дифференцированы от основных до кислых, а щелочная – от ультраосновных до средних пород. Характерной особенностью всех серий океанских пород является резкое преобладание в их составе основных разновидностей. Вулканические и субвулканические породы слагают потоки шаровых, подушечных или массивных лав (мощность от первых метров до первых десятков метров), пласты и пачки гиалокластитов, туфобрекчий и туфов (мощность до 130 м), выполняют некки, залежи и дайки, а также встречаются в виде обломков и глыб в эдафогенных брекчиях, олистостромах, грейнитгах и гравелитах. Интрузивные породы залегают в виде мощных (до 70-100 м) залежей и силлов. По химическому составу они относятся к высокотитанистым, железистым и магниезальным, иногда высококальциевым породам. На петрохимической факторной и геохимических корреляционных диаграммах составы магматических океанских пород локализуются внутри полей, характерных для базальтов океанского дна и задуговых бассейнов. Сформировались они в обстановке срединных хребтов, абиссальных плато и вулканических островных поднятий. Магматические окраинноморские породы образуют толеитовую, известково-щелочную, субщелочную и щелочную серии с бимодальным распределением составов в толеитовой и известково-щелочной и преобладанием основных пород в субщелочной и щелочной сериях (рис. 2). Толеитовая, известково-щелочная и щелочная серии дифференцированы от ультраосновных, а субщелочная серия – от основных до кислых пород. Вулканические породы слагают лавовые потоки, залегающие среди тонкообломоч-

ных терригенных пород, либо совместно с яшмами, кремнистыми породами и известняками, принимают участие в строении мощных (до 350-400 м) линз вулканогенно-кремнистых пород. Субвулканические и интрузивные породы представлены штоками, межпластовыми согласными телами и дайками мощностью от 0,5-2 м до 100 м. Характерными особенностями их химизма являются устойчивая высокая железистость основных и большей части средних пород и значительные вариации в концентрациях остаточных петрогенных окислов. На петрохимической факторной и геохимических корреляционных диаграммах составы магматических окраинноморских пород локализуются внутри полей, характерных для базальтов океанского дна, задуговых бассейнов и островных дуг. Магматические островодужные породы региона представлены образованиями ребун-монеронских комплексов раннемеловой Самаргинской и позднемеловой-палеогеновой Восточно-Сахалинской ВОД, а также фрагментами позднеюрской-раннемеловой толеит-бонинит-щелочно-известковой энсиматической дуги, установленными в составе аккреционной призмы Восточного Сахалина. По данным параметрического бурения, ребун-монеронские комплексы на акватории Татарского пролива представлены переслаиванием лаво-пирокластических, вулканогенно-осадочных и вулканомиктовых пород основного и среднего состава. Вулканисты Самаргинской ВОД в Сихотэ-Алине образуют непрерывную серию от базальтов до липаритов с отчетливым преобладанием пород среднего состава. Комагматичные им интрузивные и субвулканические породы представлены габбро, диоритами, диабазами и разнообразными гранитоидами. Островодужным породам присуща повышенная глиноземистость, щелочность, высокая калиевоность и низкая титанистость. Восточно-Сахалинская ВОД состоит из северного и южного секторов. Фрагменты вулканических островов северного сектора сложены основными, средними и кислыми лавами, кластолавами, агломератовыми, бомбовыми и лапиллиевыми, иногда спекшимися, туфами, экструзивными и субвулканическими интрузивными телами (дайки, некки, купола). Южный сектор рассматриваемой ВОД расположен на охотоморском склоне острова Сахалин юго-восточнее Тонино-Анивского полуострова, где он был установлен по данным драгирования. Драгированные островодужные породы представ-

лены андезитами, трахиандезитами, дацитами, риолитами, сиенитами и гранит-аплитами с радиологическим возрастом 100,3-41,1 млн лет (калий-аргоновый метод, альб-поздний эоцен). Вместе с ними здесь драгированы позднемеловые-палеогеновые океанские базальты. В составе южного сектора Восточно-Сахалинской ВОД в позднемеловое-палеогеновое время развивалась Малокурильская ВОД (рис. 3) [Гранник, 1997, 1998б и др.]. Сложена она вулканически-

ми и интрузивными породами, принадлежащими базальтовой вулканической, шошонитовой и габбро-диорит-андезито-базальтовой вулкано-плутонической формациям. Высказанное относительно Малокурильской ВОД предположение подтверждают, с одной стороны, осуществленные Б.А. Натальным и М. Фором [1991] палинспастические реконструкции восточной окраины Азии для позднемелового-палеогенового времени, на которых можно видеть совпаде-

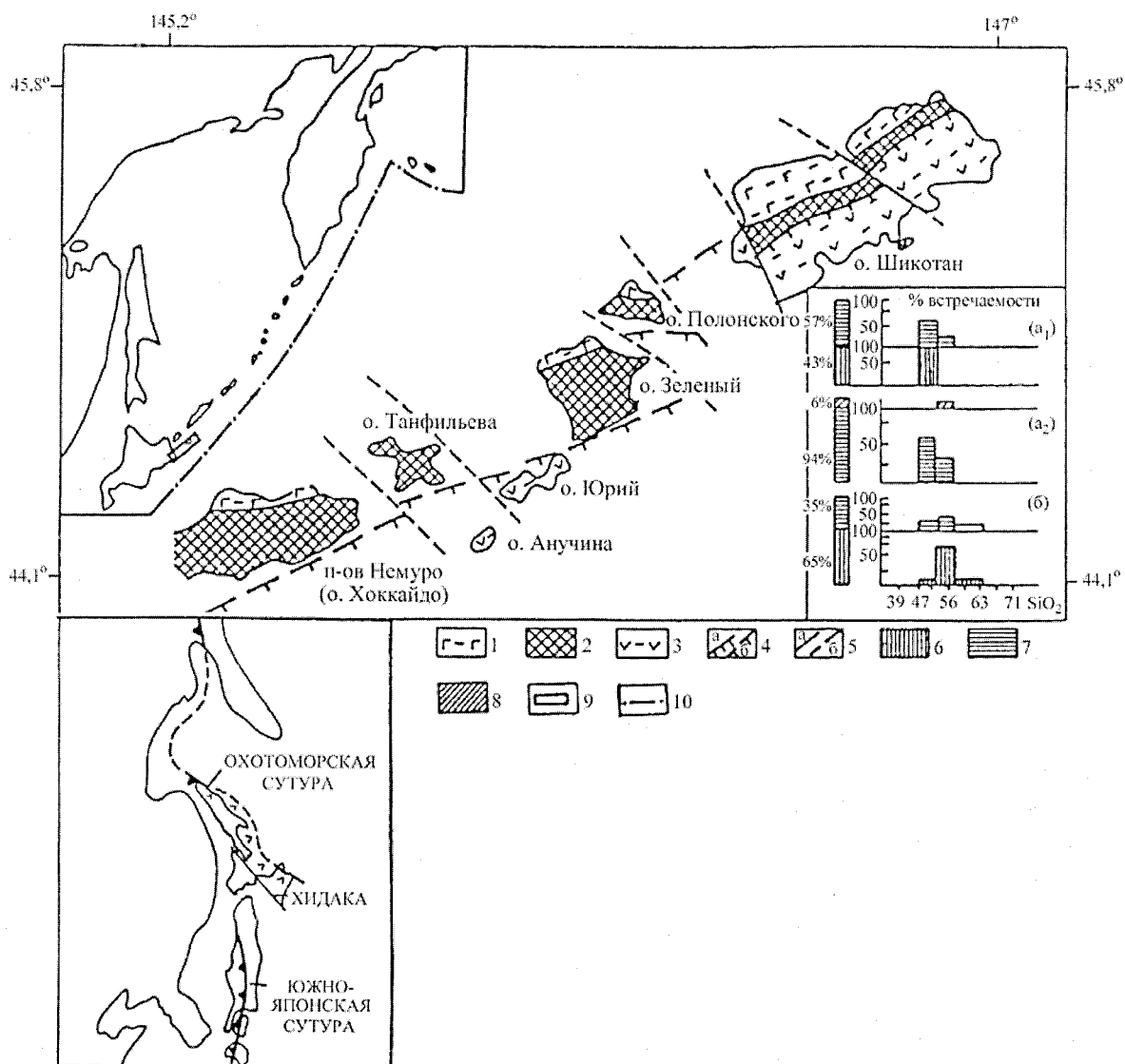


Рис. 3. Схематическая карта магматических формаций Малой Курильской гряды [Гранник, 1998б].

1-3 – магматические формации: 1 – базальтовая (а<sub>1</sub>), 2 – шошонитовая (а<sub>2</sub>), 3 – габбро-диорит-андезито-базальтовая; 4 – надвиги: а – достоверные, б – предполагаемые; 5 – сдвиги: а – достоверные, б – предполагаемые; 6-8 – серии пород: 6 – толеитовая и известково-щелочная, 7 – субщелочная, 8 – щелочная; 9 – район исследований; 10 – ось глубоководного желоба. На верхней врезке показано положение Малой Курильской гряды в Охотском регионе, на нижней – палинспастические реконструкции восточной окраины Азии для позднемелового-палеогенового времени по [Натальин, Фор, 1991]; положение на этой схеме Охотоморской сутуры и Восточно-Сахалинской дуги (v), включая Малокурильскую гряду, уточнено автором [Гранник, 1997б].



ние восточной части Хоккайдо и Восточного Сахалина (рис. 3), а с другой – большое сходство базальтов и шощонитов Восточно-Сахалинской и Малокурильской ВОД (см. петрогеохимические и факторные диаграммы в работах [Гранник, 1991, 1997, 1997б и др.]). Северный и южный сектора Восточно-Сахалинской ВОД располагались вдоль западного края Охотоморской сутуры. Разобщены они были в ларамийскую фазу интенсивного сжатия, вызванную блокировкой субдукционной зоны (палеозоны Бень-оффа) Охотоморским микроконтинентом. Отдельные фрагменты Восточно-Сахалинской ВОД оказались сорванными и перемещенными по надвигам в восточные районы Сахалина, где они в настоящее время находятся в аллохтонном залегании. Сжатие в малокурильском сегменте, наиболее удаленном от Охотоморского микроконтинента, на первом этапе выразилось, очевидно, в потере связи промежуточных очагов с глубокими (мантийными) источниками магматических расплавов, что вместе с отрывом от палеосейсмофокальной зоны – источника флюидов – обусловило слабую дифференциацию продолжавших формироваться серий магматических пород. Если наше предположение верно, то магматические породы габбро-диорит-андезито-базальтовой формации располагались во фронтальной, а базальтовой формации – в тыловой области дуги. Тонко ритмичные флишевые отложения малокурильской свиты накапливались в междуговом прогибе. В начале эоценового времени сжатие в малокурильском сегменте достигло максимума и вызвало надвигание фронтальной части (южная зона) Малокурильской дуги на тыловую (северная зона), сопровождавшееся формированием хаотических комплексов. К концу эоценового времени магматизм в пределах малокурильского фрагмента дуги полностью прекратился. В олигоценное время, в связи с началом формирования кайнозойской активной окраины, рассматриваемый фрагмент дуги в виде клина основных пород, достигающего подошвы земной коры [Косыгин, Павлов, 1975], начал постепенно перемещаться в юго-восточном направлении по системе сдвигов. В конце олигоценного-начале миоценового времени это перемещение было приостановлено, в связи с заложением Большой Курильской ВОД, по отношению к которой магматические породы Малокурильской ВОД выступали уже в качестве комплекса основания. Дальнейшее перемещение ВОД к месту совре-

менного расположения произошло в миоцене, в связи с раскрытием Японского моря и Южно-Охотской котловины, при котором система островная дуга-желоб испытала поворот и отступление в сторону океана. Вулканические и интрузивные породы северного сектора Восточно-Сахалинской ВОД образуют толеитовую, известково-щелочную, субщелочную и щелочную последовательно дифференцированные серии с преобладанием в каждой из них пород среднего состава (рис. 2). Магматические породы базальтовой формации Малокурильской ВОД образуют известково-щелочную повышенной щелочности и субщелочную слабо дифференцированные, главным образом в пределах основных пород, серии, при незначительном преобладании в составе формации субщелочных пород (рис. 3). Шощонитовая формация этой ВОД образована дифференцированными до монцитов и сиенитов субщелочными и, в меньшей степени, щелочными породами, при заметном преобладании в составе формации также основных пород, а габбро-диорит-андезито-базальтовая формация – известково-щелочными повышенной щелочности и субщелочными дифференцированными до андезитов и андезито-базальтов (диоритов) породами. Драгированные вулканические породы южного сектора этой ВОД образуют известково-щелочную и щелочную, а интрузивные породы – субщелочную серии, представленные средними и кислыми породами. На петрохимической факторной и геохимических диаграммах большая часть магматических пород охарактеризованных ВОД тяготеет к трендам или полям, характерным для современных островных дуг.

Отложения верхнего структурного этажа сформировались в процессе развития Северо-Япономорской, Центрально-Сахалинской и Восточно-Сахалинской рифтовых систем и сопряженных с ними Западно-Сахалинского, Тымь-Поронайского, Оленереченского, Лиманского и Западно-Шмидтовского вулканоплутонических поясов, принадлежащих Охотоморскому сектору кайнозойской активной окраины Тихоокеанской [Гранник, Сергеев, 2001 и др.]. Кроме территории о-ва Сахалин, задуговые рифтовые системы, вулканоплутонические пояса и локальные вулканические поля, сформировавшиеся в палеоценовое-четвертичное время, располагаются также на акватории северной части Японского и Охотского морей [Гнибиденко, 1979; Красный, 1990; Харахинов и др., 1996; Гранник,

Сергеев, 2001 и др.]. Их названия и расположение показаны на рис. 4. Основная масса осадочных отложений накопилась в рифтовых и пострифтовых Западно-Сахалинском, Южно-Сахалинском, Северо-Сахалинском и Пограничном седиментационных бассейнах. В строении Северо-Япономорской (Западно-Сахалинской) рифтовой системы выделены четыре звена, с развитием которых связано формирование прогибов Исикари, Южно-Татарского, Центрально-Татарского и Северо-Татарского [Харахинов и др., 1996 и др.]. Наиболее деформированные части прогибов примыкают к зоне Западно-Сахалинского сквозькорового разлома, контролирующего проявление в течение палеогенового-четвертичного времени магматизма в вулканической и интрузивной формах [Геология СССР, 1970 и др.], продукты которого объединены автором в Западно-Сахалинский вулканоплутонический пояс. Центрально-Сахалинская (Южно-Сахалинская) рифтовая система (грабен по [Геология СССР, 1970]) располагается в центральной части Сахалина и прослеживается на

650-700 км от залива Анива на юге до северного окончания Северо-Камышового поднятия и Северо-Набильского горста на севере. Она включает конседиментационные палеогеновые-неогеновые грабен-синклинальные прогибы и горст-антиклинальные поднятия. С запада рифтовая система ограничена зоной Тымь-Поронайского (Центрально-Сахалинского) сквозькорового разлома, с востока – системой разломов, ограничивающих с запада структурные элементы Набильского хребта, Восточно-Сахалинских гор и п-ва Терпения, а на акватории залива Терпения – Терпеньеvским разломом и восточными разломами горстов Тюлений и Свободный. С развитием рассматриваемой рифтовой системы связано формирование Тымь-Поронайского вулканоплутонического пояса, расположенного в бортах одноименного разлома, и Оленереченского [Архипов, 1991] вулканоплутонического пояса, приуроченного к зоне Первомайского глубинного разлома, а также локальные проявления магматизма Тымь-Поронайской впадины (усковский дацитовый комплекс). Восточ-

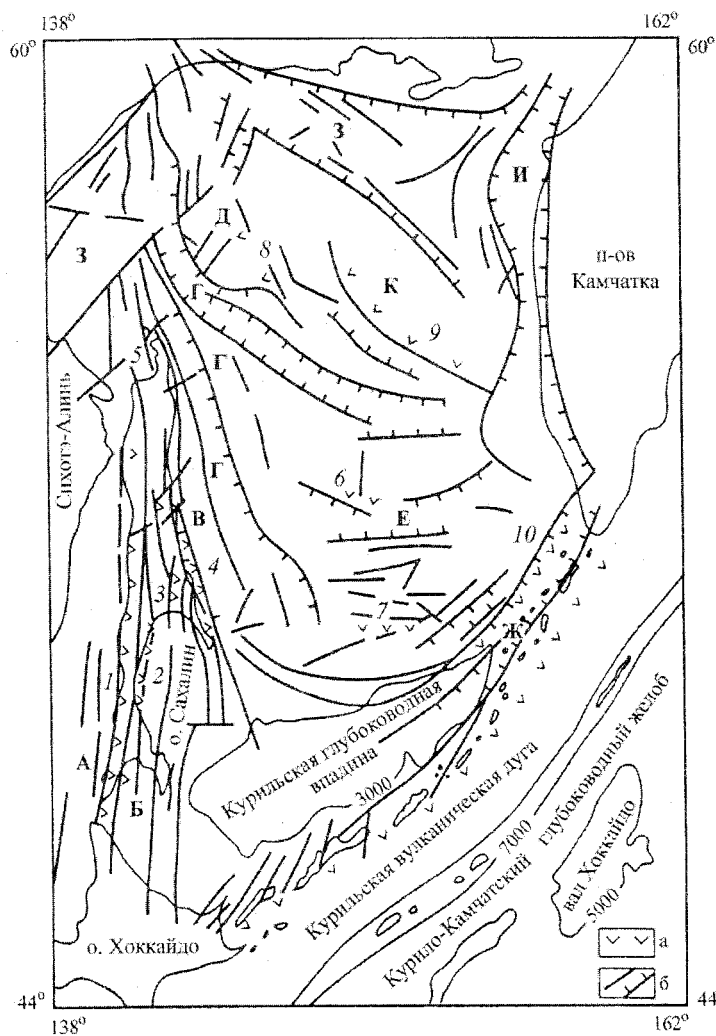


Рис. 4. Схема расположения задуговых рифтовых вулканоплутонических поясов и локальных проявлений вулканизма в пределах Охотоморского сектора кайнозойской активной окраины Тихого океана [Гранник, Сергеев, 2001].

а – вулканоплутонические пояса;  
 б – основные разломы рифтовых систем. Рифтовые системы: А – Северо-Япономорская, Б – Центрально-Сахалинская, В – Восточно-Сахалинская, Г – Йонская (Дерюгинская), Д – Кашеваровская, Е – Макаровская, Ж – Атласовско-Гольгинская, З – Северо-Охотская, И – Западно-Камчатская, К – Тинровская. 1-10 – вулканоплутонические пояса и локальные проявления вулканизма: 1-7 – вулканоплутонические пояса (1 – Западно-Сахалинский, 2 – Тымь-Поронайский, 3 – Оленереченский, 4 – Лиманский, 5 – Западно-Шмидтовский, 6 – Океанологии, 7 – Академии Наук), 8-10 – локальные проявления вулканизма (8 – впадины Дерюгина, 9 – впадины Тинро, 10 – Гольгинского и Атласовского прогибов).

но-Сахалинская рифтовая система включает шельф восточного Сахалина и грабен-синклинальный прогиб п-ва Шмидта. По простиранию она прослеживается на расстояние около 700 км. Ширина ее достигает 100 км. Продольные разломы (Восточно-Сахалинский, Присахалинский, Лиманско-Терпеньевский) и поднятия докайнозойского фундамента ограничивают ее на востоке и западе. Поперечными разломами она подразделяется на отдельные седиментационные бассейны: Пограничный (150x35-40 км) и Северо-Сахалинский (900x80-120 км). Северо-западная часть системы характеризуется довольно интенсивной сейсмичностью. Пограничный осадочный бассейн занимает акваторию Охотского моря, прилегающую к Восточному Сахалину, и присдвиговые кайнозойские грабены в Восточно-Сахалинских горах. Кайнозойская осадочная толща бассейна включает восемь рифтовых (эоценовых-среднемиоценовых) и пострифтовых (среднемиоценовых-четвертичных) структурно-стратиграфических комплексов, разделенных стратиграфическими несогласиями. В западном борту Восточно-Сахалинской рифтовой системы расположены Лиманский (Восточно-Сахалинские горы) и Западно-Шмидтовский (п-ов Шмидта) вулканоплутонические пояса. Рассеянный субщелочной магматизм в виде даек проявился и в восточном борту грабен-синклинального прогиба п-ва Шмидта. Магматические породы рифтовых вулканоплутонических поясов и локальных полей характеризуются большим разнообразием петрохимического состава. Они образуют последовательно или контрастно дифференцированные толеитовую, известково-щелочную, субщелочную и щелочную серии. При этом соотношения между основными, средними и кислыми породами, а также распространенность серий пород различной щелочности существенно изменяются по простиранию поясов. На петрохимических и геохимических диаграммах составы магматических пород одних поясов тяготеют к трендам, присущим островодужным и континентальным рифтовым структурам, а других — локализируются исключительно внутри полей или вблизи трендов, характерных для островодужных серий. Основные магматические породы Шмидтовского пояса обнаруживают сходство по петрогеохимическому составу с внутриплитовыми континентальными и океанскими островными базальтами, базальтами океанского дна и задуговых бассейнов, базальтами и шо-

шонитами островных дуг. Рифтовые системы и сопутствующие им осадочные бассейны и прогибы, а также магматические пояса верхнего структурного этажа сформировались в несколько эпизодов рифтообразования, проявлявшихся периодически (в палеоцене-эоцене, позднем олигоцене, среднем и позднем миоцене, плиоцене-квартере) с неодинаковой интенсивностью в различных частях региона. Подъем территории острова и деформации сжатия, проявившиеся в плиоценовое-четвертичное время, положили начало формированию альпийской Сахалинской складчатой области, геологическое развитие которой не завершено.

Курильская вулканическая островная дуга сформирована на континентальной земной коре мощностью до 30-40 км, состоящей из вулканогенно-осадочного слоя (до 5 км), гранитно-метаморфического слоя (8-10 км) и гранулитобазитового слоя (12-16 км). Вулканогенно-осадочные отложения расчленены на региональные вулканические или структурно-вещественные комплексы, охватывающие временной интервал от позднего олигоцена до четвертичного периода. Неогеновые и позднеплиоценовые-четвертичные отложения разделены региональным несогласием. Как установлено, формирование дуги обусловлено проявлением двух гомодромных циклов вулканизма: заверщенного олигоценового-плиоценового и незавершенного позднеплиоценового-четвертичного. В итоге, в пределах Курильской вулканической дуги были сформированы две вулканические андезитовые (олигоценовая-плиоценовая и позднеплиоценовая-четвертичная) и одна интрузивная габбро-диорит-плагиогранитная (палеогеновая-неогеновая) формации (рис. 5) [Гравник, 1998в]. В андезитовых формациях преобладают породы среднего состава. В габбро-диорит-плагиогранитной формации преобладают кислые и средние породы. К главным особенностям химического состава формаций следует отнести насыщенность кремнеземом, высокую глиноземистость, низкую титанистость и магнизиальность, высокую и умеренную железистость и кальциевость, преимущественное преобладание натрия над калием в составе щелочей. Породы формаций принадлежат толеитовой, известково-щелочной и в меньшей степени субщелочной сериям (рис. 5). Толеитовые и известково-щелочные породы развиты во фронтальной, а известково-щелочные и субщелочные породы — в тыловой зоне дуги. Поперечная латеральная зональность, присущая

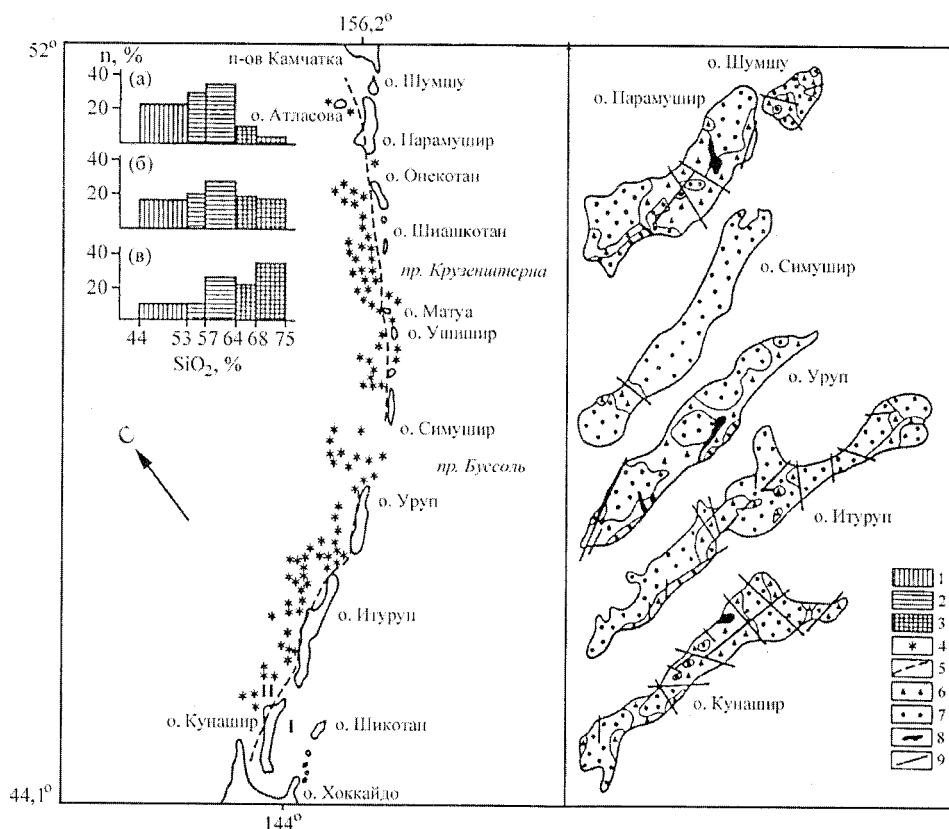


Рис. 5. Обзорная схема и схематические карты магматических формаций наиболее крупных островов Большой Курильской гряды [Гранник, 1998в].

1-3 – вулканические и интрузивные породы состава: 1 – основного, 2 – среднего, 3 – кислого; 4 – подводные вулканы и 5 – граница между фронтальной (I) и тыловой (II) зонами вулканической дуги по данным [Богатиков, Цветков, 1988]; 6, 7 – андезитовые формации: 6 – палеоген?-неогеновая; 7 – позднелицен-четвертичная; 8 – габбро-диорит-плагиогранитная формация; 9 – разрывные нарушения. а, б, в – гистограммы распределения по частоте встречаемости различных по кремнекислотности групп магматических пород в формациях: а – позднелицен-четвертичной андезитовой, б – палеоген?-неогеновой андезитовой, в – габбро-диорит-плагиогранитной.

Курильской ВОД, кроме того выражена в изменении плотности и морфогенетических типов вулканов, минералогического, химического, геохимического составов главным образом четвертичных магматических пород от фронтальной к тыловой зоне. Продольная латеральная зональность ВОД наиболее отчетливо проявлена в резком увеличении содержания кислых пород в южной части палеоген-неогеновой андезитовой и габбро-диорит-плагиогранитной формаций (о. Кунашир) и относительном их увеличении в средней части позднелицен-четвертичной андезитовой формации (о. Симушир). Четвертичные вулканические породы фронтальной и тыловой зон дуги содержат многочисленные кристаллические родственные и случайные включения, дающие ценную

информацию о составе различных горизонтов земной коры и верхней мантии. При этом среди включений интрузивных пород фронтальной зоны резко преобладают разнообразные габброиды, а тыловой зоны – ультраосновные породы, свидетельствующие о различных глубинах зарождения магматических расплавов, питающих вулканы этих зон.

Приведенные сведения свидетельствуют о том, что геологическая структура о-ва Сахалин и прилегающих акваторий формировалась главным образом в геодинамических обстановках раннемеловой и поздне меловой-палеогеновой активных окраин и продолжает формироваться в геодинамической обстановке кайнозойской активной окраины Пацифики. В дораннемеловое время палеозойские и раннемезозойские

кие вулканогенно-кремнистые комплексы принадлежали океанской плите и формировались на дне океана. В процессе субдукционно-аккреционных и трансформных процессов, сопровождавших конвергентное взаимодействие литосферных плит, они постепенно приближались к раннемеловой и позднемеловой субдукционным зонам Дальневосточной окраины Азии. Об этом свидетельствуют фрагменты юрских и раннемеловых аккреционных призм хорошей сохранности, присутствующие в складчатых сооружениях Сихотэ-Алиня, Сахалина и Японских островов. Раннемеловые и позднемеловые палеогеновые аккреционные призмы в виде фрагментов обнаружены и в Центрально-Сахалинской и Охотоморской субдукционных сутурах. Плиоценовые-четвертичные аккреционные призмы установлены на внутренних склонах Курило-Камчатского и Японского глубоководных желобов. Конвергентное взаимодействие литосферных плит обусловило проявление поясового, островодужного и задугового окраинноморского и континентального рифтового магматизма и связанной с ним рудной минерализации, формирование аккреционных призм, субдукционный метаморфизм пород. Блокировка субдукционных сейсмоактивных зон микроконтинентами завершалась образованием субдукционных сутур, способствовала эксгумации субдукционных высокобарических метаморфических образований, а также вызывала локально проявлявшиеся орогенез, складкообразование, формирование покровно-надвиговых структур, и, как правило, завершалась миграцией субдукционных зон по направлению к океану. Откат субдукционных зон сопровождался преобладанием растягивающих напряжений, формированием рифтов, подъемом диапиров астеносферы, проявлением рифтогенного магматизма, а повышенный тепловой поток способствовал интенсивному нефте- и газообразованию в рифтовых и пострифтовых осадочных бассейнах. Сдвиговые деформации наиболее активно проявлялись в периоды косой субдукции и трансформного взаимодействия плит [Гранник, 2003, 2004].

### Список литературы

Архипов Г.Г. Новый магматический комплекс в юго-западной части Восточно-Сахалинских гор // Геология, металлогения и гидрогеология Сахалина и Курильских островов. Владивосток: ДВО РАН, 1991. С. 57-63.

Богатиков О.А., Цветков А.А. Магматическая эволюция островных дуг. М.: Наука, 1988. 248 с.

Высоцкий С.В., Говоров Г.И., Кемкин И.В. и др. Бонинит-офиолитовая ассоциация Восточного Сахалина: геология и некоторые особенности петрогенезиса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 3-15.

Геология СССР. Т. XXXIII. Остров Сахалин. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1970. 432 с.

Гнибеденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. М.: Наука, 1979. 164 с.

Гранник В.М. Вулканизм и основные стадии развития Восточно-Сахалинской эвгеосинклинальной зоны // Глубинное строение, магматизм и металлогения Тихоокеанских вулканических поясов. Владивосток, 1976. С. 169-171.

Гранник В.М. Верхнемеловые вулканогенно-осадочные формации Восточно-Сахалинских гор. М.: Наука, 1978. 164 с.

Гранник В.М. Геохимические особенности метабазитов Сусунайского метаморфического комплекса (Южный Сахалин) // Докл. АН СССР. 1986. Т. 286 № 6. С. 1476-1479.

Гранник В.М. Петрохимические особенности метабазитов Сусунайского метаморфического комплекса (Южный Сахалин) // Тихоокеанская геология. 1986а. № 4. С. 37-48.

Гранник В.М. Новые данные о палеозойско-мезозойском вулканизме Южного Сахалина // Докл. АН СССР. 1986б. Т. 289. № 3. С. 683-685.

Гранник В.М. Новые данные о мезозойских отложениях Тонино-Анивского полуострова (Сахалин) // Докл. АН СССР. 1989. Т. 307. № 6. С. 1433-1436.

Гранник В.М. Вопросы стратиграфии мезозойских вулканогенно-осадочных толщ Сахалина // Вулканогенный мел Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989а. С. 114-120.

Гранник В.М., Пискунов Б.Н., Стафеева Г.Н. Петрохимическая характеристика мезозойских вулканических пород Тонино-Анивского полуострова // Тихоокеанская геология. 1990. № 3. С. 78-89.

Гранник В.М. Петрогеохимическая характеристика магматических пород Восточно-Сахалинской позднемезозойской островодужной системы // Тихоокеанская геология. 1991. № 6. С. 67-86.

Гранник В.М. Мезозойские террейны Южного Сахалина // Докл. АН СССР. 1991а. Т. 318. № 3. С. 675-678.

Гранник В.М. Мезозойские вулканогенно-осадочные и магматические породы Набильского, Лунского и Центрального хребтов Восточно-Сахалинских гор. Препринт. Южно-Сахалинск, 1992. 63 с.

Гранник В.М., Пискунов Б.Н., Сергеев К.Ф. Петрохимические критерии тектонической природы нижнемеловых базальтов Западно-Сахалинских гор // Докл. РАН. 1992а. Т. 326. № 5. С. 887-891.

Гранник В.М. Мезозойский океанический, окраинно-морский и островодужный вулканизм Са-

- халина // Вулканизм в различных структурах и геодинамических обстановках Земли. Тезисы докл. VII Вулканологической конференции и IX Палеовулканологического совещания. Иркутск, 1992б. С. 12-13.
- Гранник В.М.* Мезозойские вулканогенно-осадочные и магматические породы Абрамовского, Витницкого и Тундровского тектонических блоков Центрального Сахалина // Тихоокеанская геология. 1993. № 5. С. 50-67.
- Гранник В.М.* Мезозойские вулканогенно-осадочные и магматические породы Таулан-Армуданской гряды, Хановского и Краснотымовского хребтов // Тихоокеанская геология. 1993а. № 1. С. 68-86.
- Гранник В.М.* Магматизм и геодинамика фанерозойских активных континентальных окраин Востока Азии (Сихотэ-Алинь-Сахалин-Курильские острова) // Геология и геодинамика Сихотэ-Алинской и Хоккайдо-Сахалинской складчатых областей. Южно-Сахалинск, 1997. С. 7-44. (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. 1).
- Гранник В.М., Коваленко Р.В., Сергеев К.Ф.* Островодужные и океанические породы юго-восточной части охотоморского склона о. Сахалин // Геология и геодинамика Сихотэ-Алинской и Хоккайдо-Сахалинской складчатых областей. Южно-Сахалинск, 1997а. С. 146-159 (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. 1).
- Гранник В.М.* Формации и тектоническая природа магматических пород Малой Курильской гряды // Петрология и рудоносность магматических образований Курильской островной дуги. Южно-Сахалинск, 1997б. С. 146-159. - (Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Т. II).
- Гранник В.М.* Субдуцированные террейны океанической плиты и фрагмент континентальной литосферы в геологической структуре Сахалина // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты. Матер. XXXI Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 1998. С. 147-149.
- Гранник В.М.* Тектоника Сахалина и прилегающих акваторий // Закономерности строения и эволюции геосфер: Материалы Четвертого международного междисциплинарного научного симпозиума. Хабаровск, 1998а. С. 306-308.
- Гранник В.М.* Формации и тектоническая природа магматических пород Малой Курильской гряды // Докл. АН. 1998б. Т. 359. № 1. С. 70-73.
- Гранник В.М.* Формации и происхождение магматических пород Курильской вулканической дуги // Докл. АН. 1998в. Т. 361. № 1. С. 81-84.
- Гранник В.М.* Реконструкция сейсмофокальной зоны Восточно-Сахалинской вулканической палеодуги по распределению редкоземельных элементов // Докл. АН. 1999. Т. 366. № 1. С. 79-83.
- Гранник В.М., Сергеев К.Ф.* Охотоморский сектор кайнозойской активной окраины Пацифики // Докл. АН. 2001. Т. 376. № 3. С. 369-372.
- Гранник В.М.* Тектоника Сахалина // Тектоника и геофизика литосферы. Матер. XXXV Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2002а. С. 132-135.
- Гранник В.М.* Палеосейсмофокальные зоны Сахалина // Тихоокеанская геология. 2002б. Т. 21. № 3. С. 50-65.
- Гранник В.М.* Геодинамические обстановки формирования геологической структуры острова Сахалин и прилегающих акваторий // Эволюция тектонических процессов в истории Земли. Материалы XXXVII Тектонического совещания. Новосибирск, 10-13 февр. 2004 г. Том 1. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. С. 113-116.
- Древние сейсмофокальные зоны Сахалина. Владивосток: Дальнаука, 2003. 121 с.
- Косыгин В.Ю., Павлов Ю.А.* Геологическая природа аномального гравитационного поля южной части Курильской островной дуги // Докл. АН СССР. 1975. Т. 220. № 3. С. 672-675.
- Красный М.Л.* Геофизические поля и глубинное строение Охотско-Курильского региона. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 162 с.
- Натальин Б.А., Фор М.* Геодинамика восточной окраины Азии в мезозое // Тихоокеанская геология. 1991. № 6. С. 3-23.
- Парфенов Л.М.* Континентальные окраины и островные дуги мезозойд Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
- Разницын Ю.Н.* Офиолитовые аллохтоны и сопредельные глубоководные впадины на западе Тихого океана. М.: Наука, 1982. 108 с. (Тр. ГИН. Вып. 371).
- Речкин А.Н.* Роль офиолитов в структуре Сахалина // Корреляция эндогенных процессов Дальнего Востока СССР. 1984. С. 102-120.
- Рихтер А.В.* Структура и тектоническое развитие Сахалина в мезозое. М.: Наука, 1986. 93 с. (Тр. ГИН. Вып. 411).
- Рождественский В.С.* Геологическое строение и тектоническое развитие полуострова Шмидта (о. Сахалин) // Тихоокеанская геология. 1988. № 3. С. 62-71.
- Старожилов В.Т.* Структурно-тектоническое районирование Пионерско-Шельтингской зоны Восточно-Сахалинских гор о. Сахалин // Тихоокеанская геология. 1990. № 3. С. 90-96.
- Ханчук А.И.* Геологическое строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана: Автореф. дис... докт. геол.-мин. наук: 04.00.01. М., 1993. 31 с.
- Харахинов В.В., Туезов И.К., Бабошина В.А. и др.* Структура и динамика литосферы и астеносферы Охотоморского региона. М., 1996. 332 с.
- Харахинов В.В.* Тектоника Охотоморской нефтегазоносной провинции: Автореф. дис... докт. геол.-мин. наук в виде научного доклада: 04.00.17. Оха-на Сахалине, 1998. 77 с.

Рецензент доктор геол.-мин. наук И.Б. Серавкин