

## Научные статьи

УДК [552.14:551.242.22] (235.47)

### ЛИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРЕГЕННЫХ ПОРОД ЖУРАВЛЕВСКОГО ТЕРРЕЙНА (СИХОТЭ-АЛИНЬ) И ЕГО ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

© 2011 А.И. Малиновский

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690022;  
e-mail: malinovsky@fegi.ru*

Рассмотрены результаты изучения химического состава берриас–альбских терригенных пород Журавлевского террейна (Сихотэ-Алинь). Полученные данные интерпретировались на основе сравнения с химическими составами современных осадков и древних отложений, накопившихся в известных геодинамических обстановках. Такой подход позволяет предполагать формирование терригенных пород террейна в бассейне пространственно и генетически связанном с режимом трансформного скольжения литосферных плит при малой роли вулканических процессов. Основными источниками обломочного материала, поступавшего в этот бассейн, были размывавшиеся гранитно-метаморфические породы зрелой континентальной коры. Вместе с тем, в составе питающей провинции заметную роль играли и фрагменты домеловой активной окраины, в том числе аккреционных призм, содержащих на отдельных структурных уровнях пластины кремней.

*Ключевые слова: литохимия, террейн, терригенные породы, геодинамические обстановки, трансформные границы.*

#### ВВЕДЕНИЕ

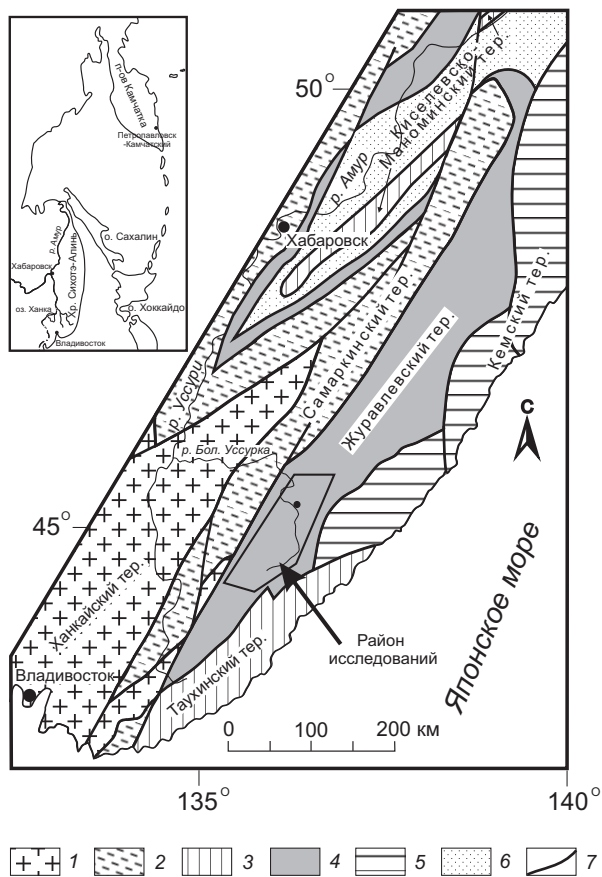
Изучение литохимических<sup>1</sup> особенностей осадочных пород континентов и океанов с целью идентификации источников обломочного вещества и реконструкции условий и обстановок седиментации в последние годы приобретает все большее значение (Маслов, 2005; Юдович, Кетрис, 2000; Bhatia, 1983; Maynard et al., 1982 и др.).

Химический состав терригенных пород и в особенности песчаников, как установлено при исследовании современных и древних отложений, в значительной степени определяется вещественным составом материнских пород и их расположением в определенных тектонических обстановках. При этом если минеральный состав осадков в процессе их постседиментационных превращений в породу меняется в сторону об-

разования ассоциаций, наиболее устойчивых в дальнейшем в зоне гипергенеза, то химический состав пород существенно не меняется (Геосинклинальный..., 1987).

На карте террейнов северо-западного обрамления Тихого океана выделены так называемые террейны седиментационных бассейнов, пространственно и генетически связанных с режимом трансформного скольжения (латерального движения) литосферных плит (Nokleberg et al., 2000). Примером бассейна такого типа является раннемеловой Журавлевский террейн Сихотэ-Алиня (рис. 1), образованный мощными, сильно дислоцированными толщами терригенных пород, накапливавшихся, как правило, без заметного влияния вулканизма. Критериями его выделения, как бассейна трансформных (сдвиговых) границ плит, были чисто геологические: палеогеологическое положение, строение и состав слагающих его толщ (Голозубов, 2006; Голозубов, Ханчук, 1995; Голозубов и др., 2006). Цель данной публикации – продемонстрировать особен-

<sup>1</sup>Литохимия — по аналогии с петрохимией вулканических пород: особенности распределения в осадочных породах породообразующих химических компонентов (Юдович, Кетрис, 2000).



**Рис. 1.** Схема тектонического районирования юга Дальнего Востока России, по (Малиновский и др., 2002; Ханчук и др., 1995): 1-6 – террейны: 1 – до-мезозойские, 2 – юрской аккреционной призм, 3 – раннемеловой аккреционной призм, 4 – раннемеловые трансформных окраин, 5 – раннемеловые островодужные, 6 – ранне-позднемеловые и кайнозойские; 7 – разломы.

ности химического состава терригенных пород террейна, и на этом основании – определить состав областей питания бассейна седиментации и выяснить палеогеодинамические обстановки его формирования.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положен обширный оригинальный материал, полученный в результате изучения химического состава терригенных пород из раннемеловых отложений южной части Журавлевского террейна. Объектами изучения были песчаные и глинисто-алевроитовые породы, при этом основное внимание уделялось песчаным породам и меньше – глинисто-алевроитовым, к которым мы, с определенной долей условности, относим как аргиллиты и алевроаргиллиты, так и алевролиты. Такое внимание к песчаникам объясняется тем, что они несут наиболее богатую информацию о типе и составе питающих провин-

ций, а также о геодинамических обстановках областей питания и осадконакопления (Bhatia, 1983; Maynard et al., 1982; Roser, Korsch, 1986 и др.).

Каменный материал, использованный в работе, был собран из естественных обнажений и горных выработок в ходе полевых исследований в 2006-2009 гг. Всего было изучено 14 наиболее представительных разреза общей протяженностью более 75 км. Для аналитических исследований отбирались образцы терригенных пород, наименее затронутые вторичными преобразованиями, что контролировалось петрографическими наблюдениями.

Петрографический состав пород исследовался с помощью поляризационных микроскопов МИН-8 и Axioplan 2 imaging (Carl Zeiss). Содержания порообразующих оксидов в породах определялись традиционным весовым химическим методом. Всего было проанализировано 119 образцов песчаных и глинисто-алевроитовых пород. Анализы выполнены в лабораториях физико-химических методов исследования ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток).

При интерпретации химического состава пород применялись широко известные, достаточно апробированные методики, описанные в работах (Bhatia, 1983; Maynard et al., 1982; Roser, Korsch, 1986), позволяющие распознавать в геологическом прошлом аналоги современных геодинамических обстановок.

### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Современная тектоническая структура Сихотэ-Алиня представляет собой коллаж террейнов, имеющих различную геодинамическую природу и причлененных к восточной окраине Азиатского материка в палеозое и мезозое (Голозубов, 2006; Натальин, 1991; Парфенов, 1984; Ханчук и др., 1995; Nokleberg et al., 2000) (рис. 1). Район исследований расположен в пределах Журавлевского террейна, занимающего большую часть хребта Сихотэ-Алинь и протягивающегося полосой северо-восточного простирания на 800 км. От расположенного северо-западнее Самаркинского террейна – фрагмента юрской аккреционной призм, он отделен системой разрывов крупного Центрального Сихотэ-Алинского разлома. С юга к Журавлевскому террейну примыкают Таухинский террейн – фрагмент раннемеловой аккреционной призм, а с востока – также раннемеловой Кемский террейн, фрагмент задугового бассейна Монероно-Самаргинской островодужной системы. В Северном Сихотэ-Алине Журавлевский террейн выклинивается, однако его продолжения предполагаются от приустьевой части р. Усури на северо-восток вдоль право- и левобережья р. Амур (рис. 1).

Берриас-альбские образования террейна, общей мощностью около 13 км, представлены терригенными породами – песчаниками, алевролитами и аргиллитами, многочисленными пачками турбидитов, а также горизонтами и линзами конгломератов, гравелитов, микститов и кремнисто-глинистых пород. Породы интенсивно дислоцированы, смяты в систему складок северо-восточного простирания, нарушенных, в свою очередь, многочисленными разломами преимущественно север-северо-восточного и меридионального простирания.

Разрез отложений террейна расчленен на 8 согласно перекрывающих друг друга свит, возраст которых от берриаса до позднего альба (рис. 2).

Залегающая в основании видимого разреза **журавлевская свита** (верхний берриас-нижний валанжин) сложена в основном алевролитами и аргиллитами, содержащими прослой песчаников, пачки ритмичного переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов, а также редкие горизонты микститов. Мощность свиты – до 1800 м.

Вышележащая **ключевская свита** (валанжин) состоит из чередующихся разномерных песчаников и алевролитов, пачек их ритмичного переслаивания, а также отдельных горизонтов гравелитов, конгломератов и микститов. Мощность свиты – до 3250 м.

**Усть-колумбинская свита** (готерив) представлена мелко-среднезернистыми песчаниками, содержащими маломощные прослой алевролитов, а также пачки ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов. Мощность – до 2160 м.

**Приманкинская свита** (поздний готерив-баррем) в нижней части сложена пачками ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов, разделенных прослоями средне-крупнозернистых песчаников с обильным растительным детритом. В верхней части преобладают песчаные алевролиты с редкими прослоями песчаников. Мощность – 700 м.

**Каталевская свита** (апт) в основном состоит из мощных горизонтов разномерных песчаников, содержащих растительный детрит и угловатые обломки алевролитов, разделенных пачками груборитмичного переслаивания песчаников и алевролитов с явным преобладанием песчаников, а также прослоями алевролитов, гравелитов и конгломератов. Мощность – до 1560 м.

**Дивнинская свита** (ранний альб) сложена алевролитами и аргиллитами с редкими тонкими прослоями мелкозернистых песчаников. Алевролиты часто содержат углефицированный растительный детрит. Иногда отмечаются редкие пакеты ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов, горизонты песчаников, миксти-

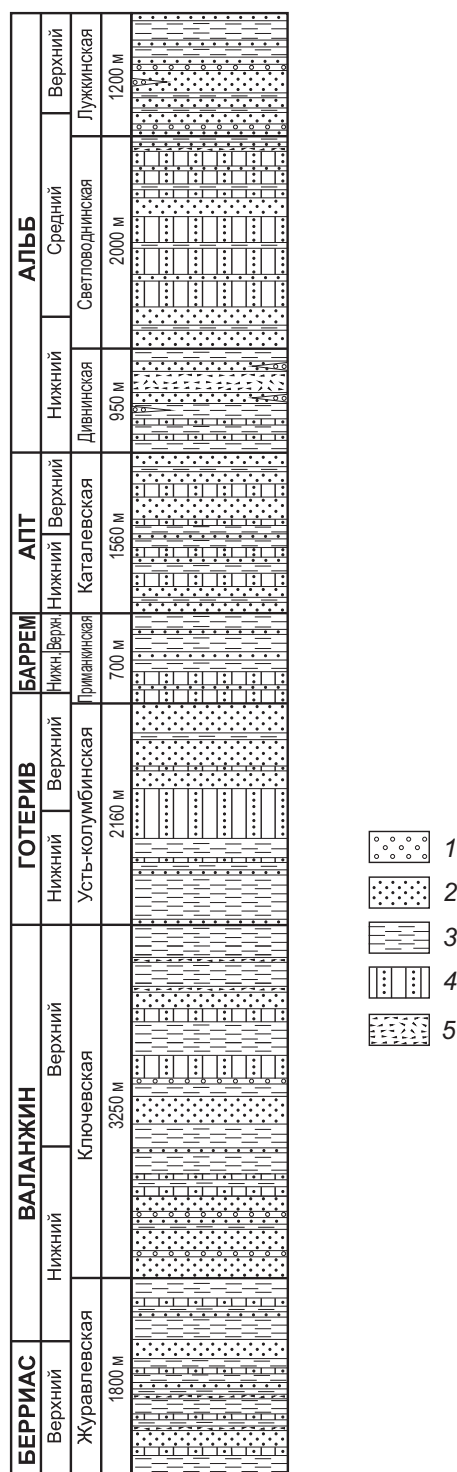


Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка отложений Журавлевского террейна: 1 – конгломераты и гравелиты; 2 – песчаники; 3 – алевролиты и аргиллиты; 4 – ритмичное переслаивание песчаников и алевролитов; 5 – микститы.

тов, а также линзы гравелитов и конгломератов. Мощность – до 950 м.

Облик **светловоднинской свиты** (ранний и средний альб) определяют пачки (150-300 м) ритмичного переслаивания песчаников и алевролитов. Соотношение песчаник/алевролит



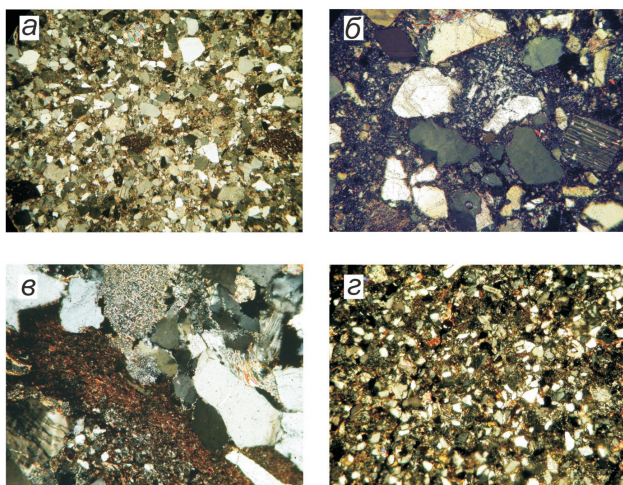
в ритмах чаще всего равное. Монотонная толща переслаивания лишь иногда прерывается горизонтами алевролитов, микститов и песчаников. Мощность свиты – до 2000 м.

Венчает разрез отложений террейна **лужинская свита** (средний и поздний альб), сложенная песчаниками и песчанистыми алевролитами, часто содержащими растительный детрит. Отмечаются горизонты и линзы конгломератов и гравелитов. Мощность свиты – до 1200 м.

### СОСТАВ И ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД

Поскольку литохимические особенности терригенных пород во многом определяются их петрографическим составом, приведем краткое его описание.

Песчаные породы (рис. 3) во всех свитах, как правило, мелко- и среднезернистые, значительно реже крупнозернистые до гравелистых. Сортировка их довольно хорошая, но с увеличением размерности она ухудшается. Иногда в песчаниках присутствуют рассеянные по всему объему породы мелкие (до 2 см) часто остроугольные обломки алевролитов и аргиллитов. Песчаные зерна обычно угловато-окатанные и полуокатанные, реже угловатые и окатанные.



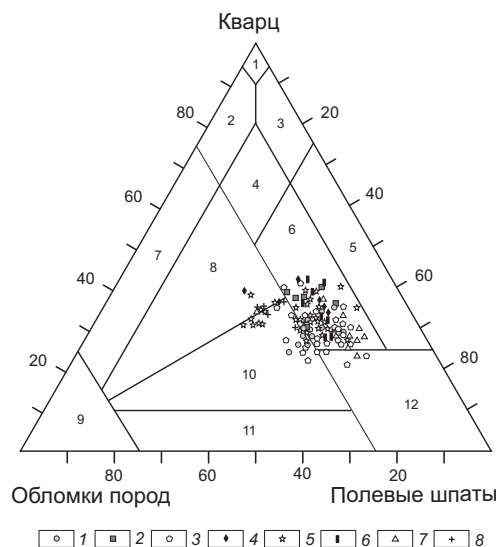
**Рис. 3.** Песчаные породы: *а* – песчаник мелкозернистый полимиктовый, состоящий из обломков кварца, полевых шпатов, гранитоидов, кварц-сланцев, кварц-сланцевых пород, чешуек биотита и черных рудных минералов. Светловоднинская свита, увеличение 30; *б* – песчаник средне-крупнозернистый полимиктовый (кварц, полевые шпаты, гранитоиды, микрокварциты, кварц-сланцевые сланцы, осадочные породы, слюда, рудные минералы). Журавлевская свита, увеличение 50; *в* – песчаник средне-крупнозернистый полимиктовый, содержит обломки алевроаргиллитов. Каталевская свита, увеличение 50. *г* – алевролит среднезернистый, преобладают обломки кварца и полевых шпатов. Дивнинская свита, увеличение 50. Везде николи скрещены.

Наиболее хорошо окатаны зерна кислых интрузивных, кремнистых и осадочных пород, а наименее – эффузивных и метаморфических.

Все изученные песчаники Журавлевского террейна по составу породообразующих компонентов во многом близки и в целом относятся к полимиктовым. Обломочная часть занимает 70-90% их объема и состоит из кварца, полевых шпатов, биотита, обломков терригенных, кремнистых, карбонатных, интрузивных, эффузивных и метаморфических пород, а также рудных минералов. В грубых разностях песчаников увеличивается количество обломков пород, как осадочных (алевролитов, кремней, редко известняков), так и изверженных и метаморфических (гранитов, риолитов, реже базальтов, слюдястых сланцев и кварцитов).

По классификации В.Д. Шутова (1967) песчаники относятся, главным образом, к граувакковым аркозам и, меньше, к кварцево-полевошпатовым и полевошпатово-кварцевым грауваккам (рис. 4).

Кварц – наиболее часто встречающийся компонент песчаников, его общее содержание колеблется от 21 до 42% (табл. 1). Наиболее распространен монокристаллический интрузивный



**Рис. 4.** Классификационная диаграмма породообразующих компонентов песчаных пород Журавлевского террейна по (Шутов, 1967). Поля: 1-4 – кварцевые песчаники: 1 – мономиктовые кварцевые, 2 – кремнекласито-кварцевые, 3 – полевошпатово-кварцевые, 4 – мезомиктовые кварцевые; 5-6 – аркозовые песчаники: 5 – чистые или собственно аркозы, 6 – граувакковые аркозы; 7-11 – граувакковые песчаники: 7 – кварцевые граувакки, 8 – полевошпатово-кварцевые граувакки, 9 – собственно граувакки, 10 – кварцево-полевошпатовые граувакки, 11 – полевошпатовые граувакки; 12 – кристаллотуфы. 1-8 – свиты: 1 – журавлевская, 2 – ключевская, 3 – усть-колумбинская, 4 – приманкинская, 5 – каталевская, 6 – дивнинская, 7 – светловоднинская, 8 – лужинская.

Таблица 1. Содержание породообразующих компонентов в песчаниках Журавлевского террейна, (%).

Компонент	Журавлевская свита (13)	Ключевская свита (6)	Усть-колумбинская свита (28)	Приманкинская свита (6)	Каталевская свита (31)	Дивинская свита (8)	Светловоднинская свита (21)	Лужинская свита (7)
Кварц	$\frac{24-35}{29 \pm 3.1}$	$\frac{30-40}{36 \pm 4.5}$	$\frac{21-41}{29 \pm 5.2}$	$\frac{34-42}{37 \pm 2.9}$	$\frac{26-40}{33 \pm 1.2}$	$\frac{28-42}{35 \pm 5.5}$	$\frac{23-37}{30 \pm 4.1}$	$\frac{29-36}{33 \pm 2.8}$
Калиевые полевые шпаты	$\frac{8-15}{10 \pm 2.4}$	$\frac{5-6}{5 \pm 0.6}$	$\frac{2-19}{10 \pm 5.7}$	$\frac{2-7}{4 \pm 1.7}$	$\frac{2-16}{8 \pm 1.2}$	$\frac{2-11}{5 \pm 3.0}$	$\frac{5-23}{13 \pm 6.3}$	$\frac{1-6}{4 \pm 1.6}$
Основные и средние плагиоклазы	$\frac{0-2}{1 \pm 0.8}$	$\frac{2-4}{3 \pm 1.0}$	$\frac{0-5}{2 \pm 1.3}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.7}$	$\frac{0-4}{2 \pm 1.2}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.9}$	$\frac{0-4}{1 \pm 1.3}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.6}$
Кислые плагиоклазы	$\frac{32-42}{37 \pm 3.6}$	$\frac{30-41}{36 \pm 4.6}$	$\frac{28-49}{39 \pm 6.3}$	$\frac{21-40}{34 \pm 7.4}$	$\frac{21-46}{35 \pm 7.4}$	$\frac{31-46}{40 \pm 4.9}$	$\frac{26-51}{38 \pm 7.7}$	$\frac{30-45}{36 \pm 6.4}$
Основные и средние вулканыты	$\frac{0-3}{2 \pm 0.9}$	$\frac{1-2}{2 \pm 0.6}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.1}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.8}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.8}$	$\frac{0-2}{1 \pm 1.1}$	$\frac{0-3}{1 \pm 1.2}$	$\frac{1-3}{1 \pm 0.9}$
Кислые вулканыты	$\frac{1-4}{2 \pm 1.1}$	$\frac{1-4}{3 \pm 1.3}$	$\frac{1-7}{3 \pm 1.9}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.2}$	$\frac{0-4}{1 \pm 1.2}$	$\frac{0-3}{1 \pm 1.1}$	$\frac{1-4}{1 \pm 1.2}$	$\frac{1-4}{3 \pm 1.0}$
Кислые интрузивные породы	$\frac{2-7}{4 \pm 1.7}$	$\frac{2-5}{4 \pm 1.4}$	$\frac{2-10}{4 \pm 2.1}$	$\frac{2-8}{4 \pm 2.3}$	$\frac{2-9}{4 \pm 1.2}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.2}$	$\frac{1-7}{3 \pm 1.6}$	$\frac{1-2}{1 \pm 0.5}$
Метаморфические породы	$\frac{1-6}{3 \pm 1.6}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.5}$	$\frac{2-11}{4 \pm 2.4}$	$\frac{1-4}{2 \pm 1.0}$	$\frac{2-12}{5 \pm 1.2}$	$\frac{2-4}{3 \pm 0.7}$	$\frac{1-9}{4 \pm 2.0}$	$\frac{1-8}{4 \pm 2.7}$
Кремнистые породы	$\frac{5-15}{10 \pm 3.6}$	$\frac{5-9}{7 \pm 1.8}$	$\frac{2-14}{7 \pm 2.9}$	$\frac{5-10}{8 \pm 2.0}$	$\frac{3-24}{9 \pm 1.2}$	$\frac{2-10}{6 \pm 2.5}$	$\frac{1-7}{4 \pm 1.2}$	$\frac{5-16}{13 \pm 3.9}$
Терригенные породы	$\frac{1-8}{4 \pm 2.0}$	$\frac{2-7}{4 \pm 2.4}$	$\frac{2-11}{4 \pm 2.2}$	$\frac{3-15}{7 \pm 5.6}$	$\frac{2-13}{5 \pm 1.2}$	$\frac{4-13}{7 \pm 2.8}$	$\frac{2-10}{4 \pm 1.7}$	$\frac{3-7}{5 \pm 1.5}$
Карбонатные породы	$\frac{0-2}{1 \pm 0.5}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.8}$	$\frac{0-1}{1 \pm 0.2}$	$\frac{0-2}{1 \pm 0.8}$	$\frac{0-3}{2 \pm 0.9}$	$\frac{0-1}{1 \pm 0.2}$	$\frac{0-4}{1 \pm 1.2}$	$\frac{0-1}{1 \pm 0.2}$

Примечание. В каждой пробе подсчитывалось не менее 200 зерен. В числителе – пределы содержаний, в знаменателе – средние значения и величины среднеквадратичных отклонений. В скобках – количество образцов, в которых производился подсчет.

кварц. Обычно это изометричной формы зерна, насыщенные мельчайшими газовой-жидкими включениями, а также игольчатым рутилом. Значительно реже встречаются чистые, часто с волнистым погасанием, неправильные, вытянутые остроугольные либо слабо окатанные зерна эффузивного кварца и удлиненные, обычно поликристаллические с неправильными контурами зерна метаморфического кварца.

Полевых шпатов в песчаниках 23-62%. Это преимущественно вытянутые, таблитчатые, реже изометричные зерна кислых плагиоклазов (до 90% всех полевых шпатов), среди которых преобладают альбит и олигоклаз. Содержания калиевых полевых шпатов колеблется в пределах 5-15% и лишь иногда достигает 20-23%. Это в основном изометричные пелитизированные зерна ортоклаза, значительно реже встречается решетчатый микроклин. Основные и средние плагиоклазы редки — до 5%.

Среди обломков пород, количество которых составляет от 15 до 45%, преобладают кремневые (до 60% всех обломков пород) и терригенные (до 55%) породы, а содержания метаморфических и кислых изверженных пород значительно колеблется, и редко в сумме достигают 50%. Обломки эффузивных и карбонатных пород редки.

Глинистая составляющая песчаных пород всех свит довольно однообразна и представлена, главным образом, гидрослюдой (до 90%), а также смектитом и хлоритом.

В зависимости от литологического типа глинисто-алевритовых пород (алевролиты, аргиллиты, алевроаргиллиты), насыщенность их алевритовым обломочным материалом варьирует от 3 до 60-80% объема. Породы, как правило, хорошо сортированы, хотя иногда встречаются разности и с несколько худшей сортировкой, в которых алевритовый материал распределен неравномерно, образуя микроскопления. Часто породы обладают горизонтальной или полого-волнистой микрослоистостью, обусловленной ориентированным расположением глинистых минералов, слюд или обогащением микрослоинок углистым веществом. По составу обломочная часть пород близка к песчаникам, хотя в них меньше обломков пород, но несколько больше полевых шпатов и кварца. Обломочные алевритовые зерна обычно представлены кварцем, полевыми шпатами, реже кремнями, тонкообломочными породами, кислыми эффузивами, биотитом и рудными минералами. Довольно часто встречается тонкий рассеянный растительный детрит. Глинистая составляющая пород представлена, главным образом, гидрослюдой и, в меньшей мере, смектитом и хлоритом.

Таким образом, состав терригенных пород позволяет предполагать, что исходные породы

главной питающей провинции в период накопления отложений Журавлевского террейна были сложены комплексом разнообразных осадочных, кислых интрузивных и метаморфических пород. Преимущественно аркозовый состав песчаников свидетельствует о размыве гранитно-метаморфической коры. Можно также предполагать, что кремневые и терригенные породы, составляющие порою значительную часть обломков песчаников, являются результатом размыва фрагментов юрской аккреционной призмы (Самаркинский террейн), в строении которой участвовали пластины кремней, в современной структуре непосредственно примыкающей с запада-северо-запада к Журавлевскому террейну (Голозубов, 2006).

Для литохимической характеристики песчаных и глинисто-алевритовых пород используются средние содержания главнейших породообразующих оксидов и некоторые литохимические коэффициенты (модули), приведенные в табл. 2. Все полученные данные сгруппированы в соответствии с выделенными стратиграфическими подразделениями.

По химическому составу (табл. 2) песчаники Журавлевского террейна довольно однородны, отмечаются лишь некоторые его вариации в отдельных пробах. В среднем по отдельным свитам содержание кремнекислоты колеблется от 71.82 до 80.66%,  $TiO_2$  (0.17-0.34%),  $Al_2O_3$  (8.89-12.43%),  $FeO+Fe_2O_3$  (1.56-3.95%),  $MgO$  (0.43-1.22%),  $CaO$  (0.37-2.58%),  $Na_2O$  (1.07-3.53%) и  $K_2O$  (1.16-3.16%). По этим параметрам песчаники близки к кислым изверженным породам и занимают промежуточное положение между аркозами и граувакками (Петтиджон и др., 1976). От «среднего» аркоза журавлевские песчаники отличаются более низкими содержаниями  $SiO_2$ , повышенными  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$ , а также в целом преобладанием  $Na_2O$  над  $K_2O$ , что характерно для граувакк (лишь в каталевской и лужкинской свитах это соотношение обратное).

А.А. Предовский (1980) предложил диаграмму (рис. 5), на которой алюмосиликатные кластические осадочные образования подразделяются по частной глиноземистости и фемичности.

Изученные нами песчаники Журавлевского террейнов по частной глиноземистости расположены в полях глинистых и малоглинистых пород, а по показателю фемичности — в аркозовой их части, и только песчаники усть-колумбинской свиты находятся на границе аркозов и субграувакк. Разброс отдельных фигуративных точек песчаниках по глиноземистости объясняется различной долей участия в их составе глинистого матрикса или повышенной примесью карбонатного вещества.

Таблица 2. Химический состав (% массы) терригенных пород Журавлевского террейна

Номер пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	п.п.л.	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Сумма	K <sub>2</sub> O Na <sub>2</sub> O	ГМ	ТМ	ФМ	НКМ
<b>Песчаные породы</b>																			
Журавлевская свита																			
Жр-4	76.42	0.16	11.81	1.49	0.96	0.03	0.73	0.27	3.50	2.74	0.12	1.06	0.22	99.51	0.78	0.19	0.014	0.042	0.53
Жр-7	68.85	0.29	14.66	2.13	2.32	0.05	1.62	0.46	3.93	2.79	0.14	1.98	0.28	99.50	0.71	0.28	0.020	0.089	0.45
Жр-10	73.34	0.20	12.60	1.46	1.13	0.03	0.97	1.10	3.57	3.04	0.09	2.00	0.15	99.68	0.85	0.21	0.016	0.049	0.52
Жр-11	74.24	0.37	12.22	1.95	1.01	0.07	0.92	0.72	3.55	2.45	0.11	1.71	0.18	99.50	0.69	0.21	0.030	0.053	0.49
Жр-15	77.31	0.10	10.76	0.80	1.13	0.07	0.57	1.21	3.14	2.66	0.09	1.56	0.11	99.51	0.85	0.17	0.009	0.033	0.54
Жр-21	75.87	0.26	12.56	0.82	1.29	0.03	0.70	0.21	3.55	2.90	0.07	1.21	0.16	99.63	0.82	0.20	0.021	0.037	0.51
Жр-24	74.34	0.23	12.68	1.42	1.15	0.02	0.88	0.43	3.26	3.41	0.08	1.42	0.18	99.50	1.05	0.21	0.018	0.047	0.53
Жр-29	82.03	0.10	9.14	1.13	0.58	0.03	0.21	0.24	2.93	1.76	0.08	1.12	0.18	99.53	0.60	0.13	0.011	0.024	0.51
<b>Среднее</b>	<b>75.33</b>	<b>0.21</b>	<b>12.05</b>	<b>1.40</b>	<b>1.20</b>	<b>0.04</b>	<b>0.83</b>	<b>0.58</b>	<b>3.43</b>	<b>2.72</b>	<b>0.10</b>	<b>1.51</b>	<b>0.18</b>	<b>99.58</b>	<b>0.79</b>	<b>0.20</b>	<b>0.017</b>	<b>0.047</b>	<b>0.51</b>
Ключевская свита																			
Ж-43	85.66	0.21	7.48	1.98	0.18	0.09	0.29	0.81	1.85	0.75	0.01	0.68	0.00	99.98	0.41	0.12	0.028	0.030	0.35
Ж-45	74.32	0.26	9.58	1.77	0.58	0.16	0.87	2.98	2.99	1.19	0.14	4.79	0.00	99.63	0.40	0.17	0.027	0.045	0.44
Ж-47	81.70	0.10	9.60	1.12	0.68	0.02	0.14	0.35	3.04	1.54	0.14	1.26	0.22	99.91	0.51	0.14	0.010	0.024	0.48
<b>Среднее</b>	<b>80.56</b>	<b>0.19</b>	<b>8.89</b>	<b>1.62</b>	<b>0.48</b>	<b>0.09</b>	<b>0.43</b>	<b>1.38</b>	<b>2.63</b>	<b>1.16</b>	<b>0.14</b>	<b>2.24</b>	<b>0.07</b>	<b>99.84</b>	<b>0.44</b>	<b>0.14</b>	<b>0.022</b>	<b>0.033</b>	<b>0.42</b>
Усть-колумбинская свита																			
Ж-1	71.10	0.38	9.08	2.26	1.01	0.06	1.51	5.08	1.75	1.51	0.28	5.55	0.27	99.84	0.86	0.18	0.042	0.068	0.36
Ж-2	78.10	0.29	9.00	1.20	0.85	0.08	1.21	2.78	1.53	1.25	0.08	3.35	0.27	99.99	0.82	0.15	0.032	0.043	0.31
Ж-21	75.60	0.34	11.60	1.48	1.01	0.05	0.89	1.40	3.19	1.88	0.11	1.89	0.19	99.63	0.59	0.19	0.029	0.045	0.44
Ж-23	71.90	0.19	9.28	1.48	1.01	0.06	1.64	5.08	2.58	1.71	0.26	4.49	0.23	99.91	0.66	0.17	0.020	0.058	0.46
Ж-29	72.70	0.27	10.30	1.36	1.35	0.05	1.58	3.50	2.62	1.79	0.17	4.04	0.25	99.98	0.68	0.18	0.026	0.060	0.43
Ж-30	76.00	0.15	7.95	0.88	0.85	0.05	1.50	3.47	2.89	1.62	0.12	4.32	0.26	100.06	0.56	0.13	0.019	0.043	0.57
Ж-31	77.70	0.23	9.18	1.59	0.68	0.09	0.26	2.80	2.81	2.56	0.14	1.62	0.30	99.96	0.91	0.15	0.025	0.034	0.58
Ж-33	71.80	0.29	9.60	3.02	1.18	0.06	1.50	3.47	2.47	2.05	0.17	4.10	0.21	99.92	0.83	0.20	0.030	0.080	0.47
Ж-37	71.00	0.29	9.60	3.12	1.18	0.06	1.50	3.83	2.09	1.99	0.24	4.71	0.29	99.90	0.95	0.20	0.030	0.082	0.43
ЖР-97	69.92	0.30	13.47	1.90	0.94	0.14	0.88	2.82	3.71	2.70	0.13	2.79	0.10	99.80	0.73	0.24	0.022	0.055	0.48
ЖР-100	70.52	0.44	15.17	2.03	1.12	0.03	1.16	0.27	4.48	2.98	0.14	1.53	0.12	99.99	0.67	0.27	0.029	0.062	0.49
ЖР-107	69.29	0.52	15.27	1.94	2.00	0.02	1.55	0.54	3.92	2.40	0.16	2.06	0.17	99.84	0.61	0.29	0.034	0.080	0.41
ЖР-109	68.07	0.51	14.78	1.73	1.84	0.05	1.44	1.63	4.43	2.89	0.16	2.32	0.07	99.92	0.65	0.28	0.035	0.074	0.50
ЖР-112	72.96	0.42	13.40	0.81	1.61	0.02	0.77	1.08	5.23	2.18	0.13	1.20	0.07	99.88	0.42	0.22	0.031	0.044	0.55
ЖР-116	70.99	0.46	14.46	0.97	1.87	0.03	0.88	0.95	5.64	1.98	0.14	1.34	0.05	99.76	0.35	0.25	0.032	0.053	0.53
<b>Среднее</b>	<b>72.51</b>	<b>0.34</b>	<b>11.48</b>	<b>1.72</b>	<b>1.23</b>	<b>0.06</b>	<b>1.22</b>	<b>2.58</b>	<b>3.22</b>	<b>2.17</b>	<b>0.16</b>	<b>3.02</b>	<b>0.19</b>	<b>99.89</b>	<b>0.64</b>	<b>0.21</b>	<b>0.029</b>	<b>0.059</b>	<b>0.47</b>
Приманкинская свита																			
Ж-12/1	80.90	0.19	7.75	2.68	1.01	0.06	0.40	1.40	2.66	1.31	0.09	1.27	0.27	99.99	0.49	0.14	0.025	0.051	0.51
Ж-14	77.90	0.27	8.98	2.89	0.68	0.02	0.50	1.58	2.74	1.88	0.22	2.17	0.22	100.05	0.69	0.16	0.030	0.053	0.51
Ж-15	76.90	0.29	9.70	3.25	1.01	0.04	0.69	0.88	2.61	1.88	0.19	2.29	0.22	99.95	0.72	0.19	0.030	0.065	0.46
Ж-16	71.85	0.47	13.06	4.10	0.19	0.15	1.30	0.41	2.67	2.17	0.16	2.90	0.00	99.43	0.81	0.25	0.036	0.080	0.37
<b>Среднее</b>	<b>76.89</b>	<b>0.31</b>	<b>9.87</b>	<b>3.23</b>	<b>0.72</b>	<b>0.07</b>	<b>0.72</b>	<b>1.07</b>	<b>2.55</b>	<b>1.94</b>	<b>0.17</b>	<b>2.16</b>	<b>0.18</b>	<b>99.86</b>	<b>0.68</b>	<b>0.19</b>	<b>0.030</b>	<b>0.062</b>	<b>0.47</b>

ЛИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРЕГЕННЫХ ПОРОД

Таблица 2. Продолжение

		Каталевская свита																	
Ж-56	71.20	0.53	12.50	3.38	2.20	0.08	1.07	0.55	2.96	3.04	0.14	2.11	0.21	99.97	1.03	0.26	0.042	0.095	0.48
Ж-59	75.30	0.19	11.93	1.81	1.18	0.04	0.65	0.50	2.58	3.46	0.14	1.51	0.32	99.61	1.34	0.20	0.016	0.049	0.51
Ж-62	75.70	0.19	11.93	1.26	1.35	0.04	0.58	0.60	2.74	3.27	0.28	1.59	0.22	99.75	1.19	0.20	0.016	0.043	0.50
Ж-63	78.90	0.27	11.00	0.56	1.35	0.04	0.51	0.35	2.51	2.84	0.09	1.20	0.34	99.96	1.13	0.17	0.025	0.031	0.49
Ж-64	74.40	0.52	12.93	1.23	0.72	0.02	0.60	1.50	2.89	2.55	0.15	2.22	0.13	99.86	0.88	0.21	0.040	0.035	0.42
Жр-33	73.53	0.28	11.05	1.88	0.39	0.03	0.37	2.70	2.02	3.43	0.07	3.55	0.24	99.54	1.70	0.19	0.025	0.036	0.49
Жр-34	71.38	0.30	12.17	2.22	0.54	0.04	0.45	2.73	2.03	3.39	0.09	4.13	0.25	99.72	1.67	0.21	0.025	0.046	0.45
Жр-38	74.40	0.18	10.88	0.70	1.48	0.03	1.00	1.65	1.91	3.26	0.07	3.79	0.19	99.54	1.71	0.18	0.017	0.043	0.48
Жр-41	70.98	0.40	11.77	4.36	0.72	0.07	0.74	1.89	2.06	3.30	0.15	2.70	0.38	99.52	1.60	0.24	0.034	0.083	0.46
Жр-43	76.87	0.25	11.54	1.47	0.51	0.03	0.41	1.03	0.97	3.46	0.07	2.65	0.24	99.50	3.57	0.18	0.022	0.031	0.38
Жр-47	65.55	0.38	12.11	2.04	1.47	0.07	1.93	4.10	1.40	2.83	0.11	7.56	0.29	99.84	2.02	0.25	0.031	0.084	0.35
Жр-71	80.30	0.16	7.30	0.76	3.16	0.10	0.94	0.52	2.57	1.20	0.25	2.40	0.14	99.80	0.47	0.15	0.022	0.062	0.52
Жр-76	85.20	0.12	7.32	0.01	0.96	0.01	0.43	0.02	0.53	2.86	0.09	2.13	0.22	99.90	5.40	0.10	0.016	0.017	0.46
Жр-84	85.90	0.08	6.55	0.93	0.76	0.02	0.21	0.22	2.53	1.85	0.13	0.62	0.06	99.86	0.73	0.10	0.012	0.022	0.67
Жр-86	83.40	0.11	7.19	1.39	0.59	0.01	0.22	0.18	2.45	2.52	0.09	1.61	0.14	99.90	1.03	0.11	0.015	0.026	0.69
Жр-88	78.40	0.15	8.04	4.43	1.54	0.02	0.63	0.28	1.74	2.83	0.37	1.44	0.22	100.09	1.63	0.18	0.019	0.084	0.57
Жр-93	84.31	0.18	8.64	1.51	0.01	0.01	0.39	0.01	1.04	1.90	0.10	1.34	0.37	99.79	1.83	0.12	0.021	0.023	0.34
<b>Среднее</b>	<b>76.81</b>	<b>0.25</b>	<b>10.29</b>	<b>1.76</b>	<b>1.11</b>	<b>0.04</b>	<b>0.65</b>	<b>1.11</b>	<b>1.88</b>	<b>2.82</b>	<b>0.14</b>	<b>2.68</b>	<b>0.23</b>	<b>99.77</b>	<b>1.38</b>	<b>0.18</b>	<b>0.023</b>	<b>0.048</b>	<b>0.49</b>
		Дивинская свита																	
Жр-82	80.70	0.17	8.15	1.50	1.29	0.01	0.67	0.07	2.59	1.60	1.05	2.17	0.20	100.17	0.62	0.14	0.021	0.043	0.51
Жр-79	80.61	0.16	7.98	0.82	2.17	0.08	0.84	0.66	2.63	1.33	0.98	2.22	0.24	100.72	0.51	0.14	0.020	0.049	0.50
<b>Среднее</b>	<b>80.66</b>	<b>0.17</b>	<b>8.07</b>	<b>1.16</b>	<b>1.73</b>	<b>0.05</b>	<b>0.76</b>	<b>0.37</b>	<b>2.61</b>	<b>1.47</b>	<b>1.02</b>	<b>2.20</b>	<b>0.22</b>	<b>100.45</b>	<b>0.56</b>	<b>0.14</b>	<b>0.020</b>	<b>0.046</b>	<b>0.51</b>
		Светловодинская свита																	
Ж-67	76.00	0.38	12.43	1.20	1.01	0.02	0.26	0.55	2.51	2.84	0.22	1.88	0.37	99.67	1.13	0.20	0.031	0.033	0.43
Ж-70	69.80	0.48	12.23	3.03	1.52	0.19	0.79	2.50	2.81	2.61	0.10	3.48	0.21	99.75	0.93	0.25	0.039	0.079	0.44
Ж-72	68.80	0.32	11.93	1.72	1.35	0.23	1.01	4.55	3.19	1.99	0.14	4.61	0.14	99.98	0.62	0.23	0.027	0.063	0.43
Ж-74	76.20	0.29	13.12	1.04	0.85	0.04	0.36	0.35	2.89	2.84	0.13	1.60	0.27	99.98	0.98	0.20	0.022	0.030	0.44
Ж-76	66.80	0.44	13.36	2.88	1.86	0.18	0.90	2.70	2.89	2.84	0.11	4.79	0.22	99.97	0.98	0.28	0.033	0.087	0.43
Жр-54/1	71.45	0.44	12.40	0.95	2.56	0.08	1.14	1.91	3.30	2.49	0.19	2.61	0.10	99.62	0.75	0.23	0.035	0.066	0.47
Жр-56/1	72.50	0.21	12.22	1.38	0.95	0.09	0.53	2.42	4.28	1.93	0.10	3.27	0.09	99.97	0.45	0.20	0.017	0.041	0.51
Жр-58	68.96	0.24	10.84	1.37	0.75	0.34	0.38	5.58	5.01	0.98	0.10	5.41	0.09	100.05	0.20	0.20	0.022	0.041	0.55
Жр-63	73.57	0.26	12.85	0.67	2.12	0.04	1.36	0.81	3.62	2.79	0.11	1.68	0.04	99.92	0.77	0.22	0.020	0.057	0.50
Жр-65	72.16	0.23	12.68	0.88	1.73	0.06	1.00	1.86	4.15	3.36	0.09	2.22	0.09	99.51	0.81	0.22	0.018	0.051	0.59
Жр-68	73.81	0.17	12.66	0.93	1.56	0.05	0.95	1.14	4.21	2.61	0.08	1.48	0.02	99.67	0.62	0.21	0.013	0.047	0.54
<b>Среднее</b>	<b>71.82</b>	<b>0.31</b>	<b>12.43</b>	<b>1.46</b>	<b>1.48</b>	<b>0.12</b>	<b>0.79</b>	<b>2.22</b>	<b>3.53</b>	<b>2.48</b>	<b>0.12</b>	<b>3.00</b>	<b>0.15</b>	<b>99.83</b>	<b>0.70</b>	<b>0.22</b>	<b>0.025</b>	<b>0.054</b>	<b>0.48</b>



Таблица 2. Продолжение

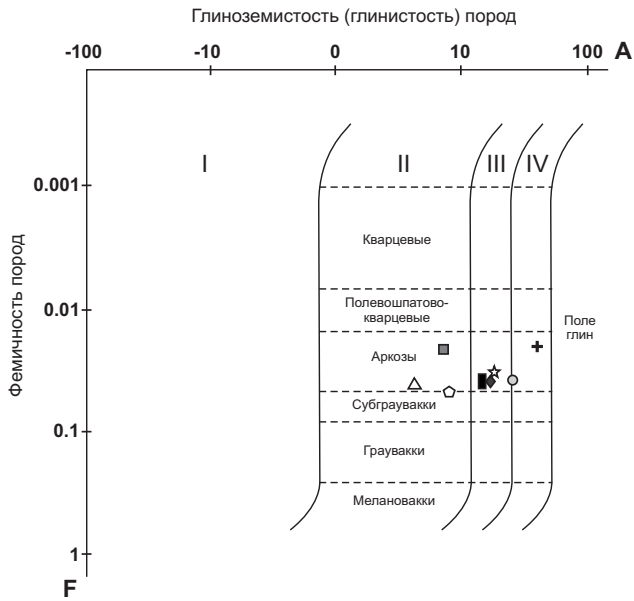
Лужкинская свита																			
Ж-79/1	78.40	0.28	12.08	0.53	0.42	0.02	0.55	0.30	1.26	3.16	0.14	2.69	0.00	99.83	2.51	0.17	0.023	0.019	0.37
Ж-80	79.90	0.29	9.28	1.48	1.01	0.04	0.40	0.70	1.14	2.75	0.06	2.45	0.18	99.68	2.41	0.15	0.031	0.037	0.42
Ж-82	77.60	0.34	11.53	1.57	0.68	0.03	0.43	0.55	1.66	3.56	0.10	1.85	0.28	100.18	2.14	0.18	0.029	0.035	0.45
Ж-84	80.70	0.30	10.41	0.42	0.42	0.01	0.50	1.20	1.29	3.32	0.16	1.07	0.07	99.87	2.57	0.14	0.029	0.017	0.44
Ж-85	78.30	0.24	11.80	0.73	0.54	0.03	0.55	0.35	2.00	3.00	0.13	1.78	0.09	99.54	1.50	0.17	0.020	0.024	0.42
<b>Среднее</b>	<b>78.98</b>	<b>0.29</b>	<b>11.02</b>	<b>0.95</b>	<b>0.61</b>	<b>0.03</b>	<b>0.49</b>	<b>0.62</b>	<b>1.47</b>	<b>3.16</b>	<b>0.12</b>	<b>2.37</b>	<b>0.12</b>	<b>99.82</b>	<b>2.15</b>	<b>0.16</b>	<b>0.027</b>	<b>0.026</b>	<b>0.42</b>
Глинисто-алевритовые породы																			
Журавлевская свита																			
Жр-1	64.75	0.64	15.80	3.34	2.48	0.06	2.02	0.54	2.52	3.12	0.16	3.58	0.58	99.59	1.24	0.34	0.041	0.122	0.36
Жр-8	61.59	0.75	17.42	3.18	2.40	0.02	2.12	0.51	2.26	3.88	0.20	4.36	0.90	99.59	1.72	0.39	0.043	0.125	0.35
Жр-17	66.26	0.55	15.53	3.32	1.75	0.05	1.77	0.41	2.47	3.45	0.16	3.31	0.51	99.54	1.40	0.32	0.035	0.104	0.38
Жр-25	66.39	0.71	16.42	2.77	1.93	0.08	1.55	0.39	2.30	3.90	0.17	2.65	0.25	99.51	1.70	0.33	0.043	0.095	0.38
Жр-30	73.51	0.18	15.23	1.79	0.98	0.04	0.90	0.46	2.97	2.10	0.11	1.31	0.08	99.66	0.71	0.25	0.022	0.050	0.33
Жр-32	64.68	0.51	16.71	3.62	1.63	0.03	1.86	0.32	2.18	3.81	0.15	3.70	0.32	99.52	1.75	0.35	0.031	0.110	0.36
<b>Среднее</b>	<b>66.20</b>	<b>0.56</b>	<b>16.19</b>	<b>3.00</b>	<b>1.86</b>	<b>0.05</b>	<b>1.70</b>	<b>0.44</b>	<b>2.45</b>	<b>3.38</b>	<b>0.16</b>	<b>3.15</b>	<b>0.44</b>	<b>99.57</b>	<b>1.38</b>	<b>0.33</b>	<b>0.034</b>	<b>0.101</b>	<b>0.36</b>
Ключевская свита																			
Ж-18	68.18	0.57	14.43	4.55	0.18	0.22	1.71	0.91	1.28	3.31	0.28	4.12	0.00	99.74	2.59	0.29	0.040	0.098	0.32
Ж-28	64.52	0.61	15.11	5.72	0.35	0.15	1.69	2.19	1.94	3.24	0.28	3.78	0.00	99.58	1.67	0.34	0.040	0.123	0.34
Ж-42	71.90	0.19	13.94	1.66	0.85	0.02	0.14	5.07	2.51	1.37	0.08	1.81	0.25	99.79	0.55	0.23	0.014	0.037	0.28
Ж-44	65.34	0.89	17.05	3.60	0.20	0.09	0.96	1.06	1.90	3.93	0.30	4.33	0.00	99.65	2.07	0.33	0.052	0.074	0.34
Ж-48	64.21	0.65	16.49	5.65	0.22	0.24	1.61	0.59	1.53	3.64	0.27	4.54	0.00	99.64	2.38	0.36	0.039	0.120	0.31
Ж-93	65.40	0.72	16.78	2.40	1.80	0.05	1.17	2.07	2.50	3.64	0.22	3.01	0.03	99.79	1.46	0.33	0.043	0.083	0.37
Ж-95	69.00	0.58	12.89	3.20	1.10	0.04	1.24	3.30	2.50	3.18	0.22	2.54	0.00	99.79	1.27	0.26	0.045	0.081	0.44
Ж-99	70.60	0.61	13.76	2.31	2.37	0.04	0.68	0.75	2.45	3.00	0.19	2.89	0.33	99.98	1.22	0.27	0.044	0.076	0.40
Ж-100	64.80	0.58	18.20	3.37	1.08	0.02	1.09	0.35	2.40	3.96	0.30	3.50	0.00	99.65	1.65	0.36	0.032	0.086	0.35
<b>Среднее</b>	<b>67.11</b>	<b>0.60</b>	<b>15.41</b>	<b>3.61</b>	<b>0.91</b>	<b>0.10</b>	<b>1.14</b>	<b>1.81</b>	<b>2.11</b>	<b>3.25</b>	<b>0.24</b>	<b>3.39</b>	<b>0.07</b>	<b>99.73</b>	<b>1.54</b>	<b>0.31</b>	<b>0.039</b>	<b>0.086</b>	<b>0.35</b>
Усть-колумбинская свита																			
Ж-39	65.65	0.55	12.04	4.04	0.22	0.15	2.48	4.51	2.28	3.13	0.35	4.55	0.30	100.25	0.66	0.26	0.046	0.105	0.45
ЖР-103	68.50	0.51	14.86	2.74	1.68	0.04	1.64	0.88	3.59	2.37	0.17	2.39	0.19	99.56	0.93	0.29	0.034	0.089	0.40
ЖР-105	65.99	0.54	16.28	1.72	3.49	0.03	1.67	0.54	3.35	3.11	0.19	2.66	0.22	99.79	1.09	0.33	0.033	0.105	0.40
ЖР-110	58.90	0.62	18.58	4.39	2.75	0.07	2.62	0.50	3.47	3.79	0.20	3.33	0.36	99.58	1.17	0.45	0.033	0.167	0.39
ЖР-115	66.37	0.66	16.08	3.65	1.11	0.04	1.39	0.41	2.96	3.46	0.20	3.13	0.45	99.91	1.37	0.32	0.041	0.093	0.40
<b>Среднее</b>	<b>65.08</b>	<b>0.58</b>	<b>15.57</b>	<b>3.31</b>	<b>1.85</b>	<b>0.07</b>	<b>1.96</b>	<b>1.37</b>	<b>2.73</b>	<b>3.17</b>	<b>0.22</b>	<b>3.61</b>	<b>0.30</b>	<b>99.88</b>	<b>1.01</b>	<b>0.33</b>	<b>0.038</b>	<b>0.112</b>	<b>0.41</b>
Приманкинская свита																			
Ж-5	61.38	0.63	17.04	5.98	0.52	0.10	2.58	0.92	1.32	3.40	0.28	5.49	0.00	99.64	2.58	0.40	0.037	0.150	0.28
Ж-7	73.07	0.47	12.51	3.65	0.52	0.08	0.90	0.78	2.06	2.48	0.18	3.10	0.00	99.80	1.20	0.24	0.038	0.070	0.36
Ж-8	67.55	0.56	15.23	4.85	0.25	0.10	1.21	0.35	2.13	2.99	0.35	4.11	0.00	99.68	1.40	0.31	0.037	0.095	0.34
Ж-9	71.22	0.51	13.21	3.70	0.20	0.10	1.29	0.82	2.09	2.57	0.16	3.48	0.00	99.35	1.23	0.25	0.039	0.074	0.35
Ж-12	73.30	0.38	11.73	2.78	1.01	0.03	0.64	1.75	2.61	2.65	0.08	2.76	0.22	99.94	1.02	0.22	0.032	0.061	0.45
<b>Среднее</b>	<b>69.30</b>	<b>0.51</b>	<b>13.94</b>	<b>4.19</b>	<b>0.50</b>	<b>0.08</b>	<b>1.32</b>	<b>0.92</b>	<b>2.04</b>	<b>2.82</b>	<b>0.21</b>	<b>3.79</b>	<b>0.04</b>	<b>99.68</b>	<b>1.38</b>	<b>0.28</b>	<b>0.036</b>	<b>0.090</b>	<b>0.36</b>

ЛИТОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕРРЕГЕННЫХ ПОРОД

Таблица 2. Окончание

Каталевская свита																			
Ж-57	68.40	0.54	16.60	1.58	1.60	0.04	1.32	0.35	3.11	3.73	0.22	2.38	0.17	100.04	3.39	0.30	0.033	0.066	0.41
Ж-60	61.10	0.90	16.67	3.75	2.63	0.05	1.91	2.03	2.15	3.82	0.41	4.15	0.19	99.76	4.45	0.39	0.054	0.136	0.36
Ж-61	63.00	0.87	17.56	3.04	3.01	0.06	1.38	1.05	2.43	3.56	0.09	3.55	0.27	99.87	1.76	0.39	0.050	0.119	0.34
Жр-36	65.24	0.63	15.65	4.83	0.89	0.04	1.08	0.38	1.28	4.34	0.13	4.55	0.67	99.71	2.73	0.34	0.040	0.105	0.36
Жр-46	59.10	0.90	20.79	3.34	1.05	0.02	1.45	0.34	1.16	5.16	0.13	5.45	0.74	99.63	1.20	0.44	0.043	0.100	0.30
Жр-70	66.32	0.60	13.92	3.74	2.14	0.10	1.90	1.19	1.73	3.05	0.18	4.74	0.23	99.84	1.78	0.31	0.043	0.119	0.34
Жр-73	65.90	0.58	13.68	2.75	2.92	0.07	1.75	0.19	1.39	3.80	1.51	4.48	0.92	99.94	1.47	0.30	0.042	0.114	0.38
<b>Среднее</b>	<b>64.15</b>	<b>0.72</b>	<b>16.41</b>	<b>3.29</b>	<b>2.03</b>	<b>0.05</b>	<b>1.54</b>	<b>0.79</b>	<b>1.89</b>	<b>3.92</b>	<b>0.38</b>	<b>4.19</b>	<b>0.46</b>	<b>99.83</b>	<b>2.07</b>	<b>0.35</b>	<b>0.044</b>	<b>0.108</b>	<b>0.36</b>
Дивнинская свита																			
Ж-49	60.86	0.70	17.34	5.52	0.22	0.10	2.81	1.73	2.05	3.31	0.33	4.75	0.00	99.72	2.29	0.39	0.040	0.142	0.31
Ж-51	64.02	0.72	15.77	5.56	0.45	0.09	2.47	1.50	1.78	2.79	0.35	4.15	0.00	99.65	1.57	0.35	0.046	0.134	0.29
Ж-53	63.60	0.66	15.50	3.51	1.80	0.05	1.54	3.00	2.80	3.32	0.39	3.27	0.08	99.52	2.46	0.34	0.043	0.108	0.39
Ж-54	63.80	0.66	15.80	4.02	0.72	0.04	1.31	2.50	3.44	3.55	0.33	3.52	0.14	99.83	0.97	0.33	0.042	0.095	0.44
Ж-55	62.60	0.72	15.45	2.52	0.72	0.03	1.27	6.04	2.60	4.00	0.30	3.57	0.14	99.96	1.99	0.31	0.047	0.073	0.43
Жр-48	59.89	0.64	16.01	4.53	1.49	0.03	1.92	2.60	1.63	3.74	0.18	6.54	0.60	99.80	1.21	0.38	0.040	0.133	0.34
Жр-51	61.59	0.67	16.68	4.11	1.49	0.03	1.78	1.32	2.21	3.47	0.16	5.31	0.75	99.57	1.28	0.37	0.040	0.120	0.34
Жр-53	59.40	0.74	17.55	4.51	1.43	0.04	2.05	1.23	1.65	4.06	0.19	6.50	0.57	99.92	1.79	0.41	0.042	0.135	0.33
Жр-54	69.28	0.48	13.51	3.59	1.63	0.04	1.30	0.81	2.64	2.56	0.15	3.30	0.25	99.54	1.62	0.28	0.036	0.095	0.38
Жр-78	61.60	0.64	14.80	2.10	4.35	0.03	1.88	0.11	1.97	3.93	1.66	6.03	1.06	100.16	1.62	0.36	0.043	0.136	0.40
Жр-79/1	62.90	0.51	12.96	1.72	3.35	0.05	1.86	2.26	2.61	3.16	1.58	6.22	0.68	99.86	1.57	0.30	0.039	0.111	0.45
Жр-80	67.30	0.50	12.08	2.14	3.14	0.04	1.75	0.94	2.23	2.85	1.68	4.99	0.58	100.22	1.19	0.27	0.041	0.105	0.42
Жр-81	66.20	0.55	12.95	2.59	2.84	0.03	1.78	0.34	1.96	3.51	1.50	4.88	1.02	100.15	1.03	0.29	0.042	0.109	0.42
Жр-83	72.50	0.35	11.38	1.93	1.84	0.01	0.87	0.08	1.82	2.94	1.74	3.75	0.78	99.99	1.54	0.21	0.031	0.064	0.42
<b>Среднее</b>	<b>63.97</b>	<b>0.61</b>	<b>14.84</b>	<b>3.45</b>	<b>1.82</b>	<b>0.04</b>	<b>1.76</b>	<b>1.75</b>	<b>2.24</b>	<b>3.37</b>	<b>0.75</b>	<b>4.77</b>	<b>0.48</b>	<b>99.85</b>	<b>1.50</b>	<b>0.33</b>	<b>0.041</b>	<b>0.111</b>	<b>0.38</b>
Светловодинская свита																			
Ж-65	62.30	0.72	19.13	3.51	1.04	0.05	1.14	0.35	2.79	3.86	0.36	4.31	0.08	99.64	2.11	0.39	0.038	0.092	0.35
Ж-71	62.80	0.68	17.63	3.03	2.63	0.09	1.76	0.35	2.85	3.36	0.37	4.16	0.11	99.82	2.21	0.38	0.039	0.120	0.35
Жр-57	64.49	0.68	16.55	2.24	2.91	0.03	1.91	0.39	2.10	4.43	0.18	3.64	0.27	99.82	1.51	0.35	0.041	0.110	0.39
Жр-64	69.05	0.60	14.76	2.80	1.79	0.04	1.82	0.45	1.54	3.40	0.19	3.34	0.21	99.99	1.38	0.29	0.041	0.093	0.33
Жр-69	64.75	0.71	17.20	2.00	2.67	0.03	1.99	1.26	2.63	3.96	0.18	2.50	0.13	100.01	1.18	0.35	0.041	0.103	0.38
<b>Среднее</b>	<b>64.68</b>	<b>0.68</b>	<b>17.05</b>	<b>2.72</b>	<b>2.21</b>	<b>0.05</b>	<b>1.72</b>	<b>0.56</b>	<b>2.38</b>	<b>3.80</b>	<b>0.26</b>	<b>3.59</b>	<b>0.16</b>	<b>99.86</b>	<b>1.60</b>	<b>0.35</b>	<b>0.040</b>	<b>0.104</b>	<b>0.36</b>
Лужкинская свита																			
Ж-87	71.60	0.57	14.01	2.44	1.69	0.03	0.73	0.75	0.40	3.48	0.22	3.88	0.29	100.09	8.70	0.26	0.041	0.068	0.28
Ж-88	68.50	0.64	15.50	1.05	1.44	0.02	0.80	3.50	0.69	3.96	0.27	3.86	0.00	100.23	5.74	0.27	0.041	0.048	0.30
Ж-89	72.30	0.54	14.25	0.97	0.72	0.03	0.90	2.50	0.39	3.82	0.24	3.38	0.18	100.22	9.79	0.23	0.038	0.036	0.30
<b>Среднее</b>	<b>70.80</b>	<b>0.58</b>	<b>14.59</b>	<b>1.49</b>	<b>1.28</b>	<b>0.03</b>	<b>0.81</b>	<b>2.25</b>	<b>0.49</b>	<b>3.75</b>	<b>0.24</b>	<b>3.71</b>	<b>0.16</b>	<b>100.18</b>	<b>7.61</b>	<b>0.25</b>	<b>0.040</b>	<b>0.051</b>	<b>0.29</b>

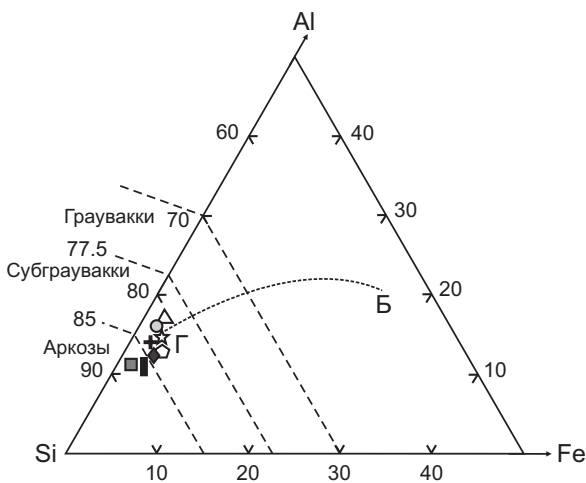
Примечание. Анализы выполнены в ДВГИ ДВО РАН А.И. Малыгиной, В.Н. Каминской, В.Н. Залевской и В.У. Крамаренко.



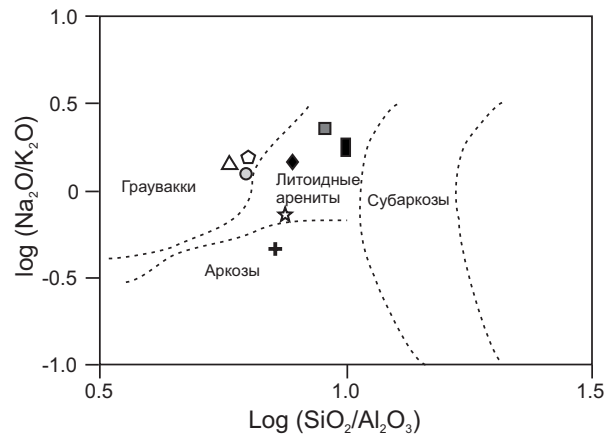
**Рис. 5.** Диаграмма А-В для песчаных пород Журавлевского террейна, по (Предовский, 1980).  $A=Al_2O_3-(K_2O+Na_2O+CaO)$ ;  $F=(Fe_2O_3+FeO+MgO)/SiO_2$  (молекулярные веса). I-IV – песчаные породы: I – переходные к туффидам и туффиты, II – малоглинистые, III – глинистые, IV – высокоглинистые. Условные обозначения см. на рис. 4.

На диаграмме Si-Al-Fe Б. Мура и В. Деннена (Moog, Dennen, 1970) (рис. 6) фигуративные точки журавлевских песчаников, выстраиваясь вдоль линии гранит-базальт, попадают в поля субграувакк и аркозов, и наиболее близки по составу граниту.

На классификационной диаграмме Ф. Петтиджона и его соавторов (1976) (рис. 7), основанной на логарифмах отношений  $Na_2O/K_2O$  и  $SiO_2/Al_2O_3$ , журавлевские песчаники группируются в полях граувакк и литоидных аренитов, которые по существу являются субграувакками



**Рис. 6.** Диаграмма Si-Al-Fe для песчаных пород Журавлевского террейна, по (Moog, Dennen, 1970) (атомные веса). Линия Г-Б – гранит-базальтовый тренд. Условные обозначения см. на рис. 4.



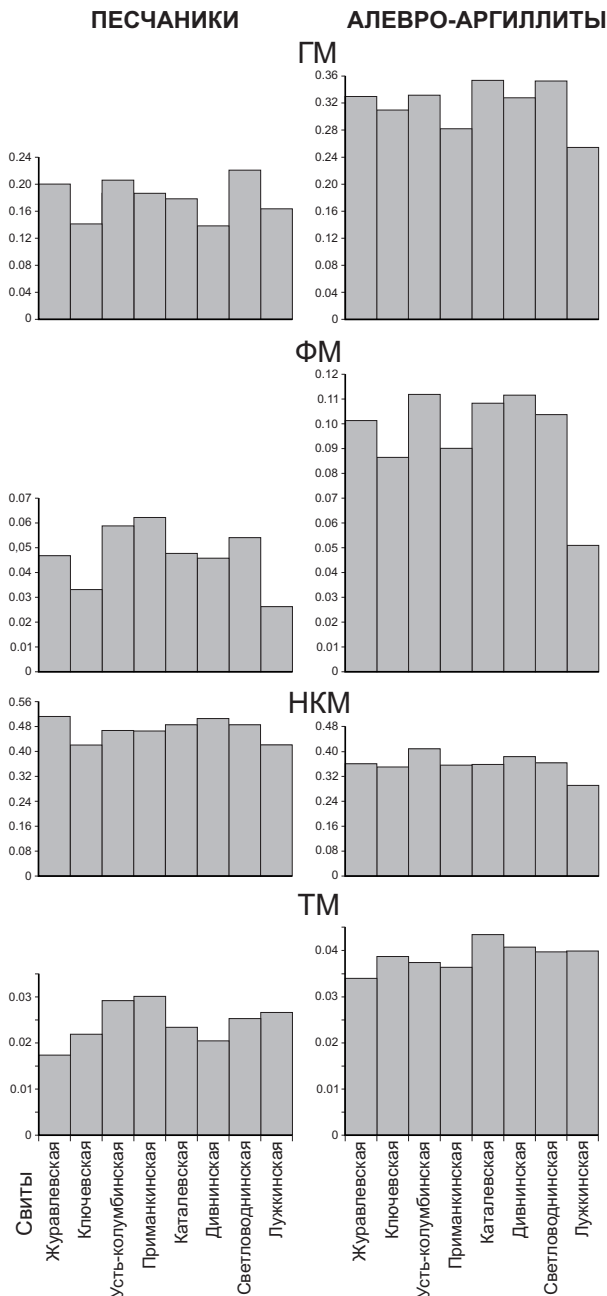
**Рис. 7.** Диаграмма  $\log(Na_2O/K_2O) - \log(SiO_2/Al_2O_3)$  для песчаных пород Журавлевского террейна, по (Петтиджон др., 1976). Условные обозначения см. на рис. 4.

т.е. породами переходными к аркозам (Петтиджон, 1981). И только породы лужкинской свиты попадают в поле собственно аркозов.

Химический состав глинисто-алевритовых пород близок составу песчаников (табл. 2). В связи же с тем, что в этих породах, по сравнению с песчаниками, больше глинистых минералов и меньше обломочных компонентов, они отличаются пониженными содержаниями  $SiO_2$  (в среднем по свитам от 63.97 до 70.80%) и  $Na_2O$  (0.49-2.73%), но повышенными –  $Al_2O_3$  (13.94-17.05%),  $TiO_2$  (0.51-0.72%),  $FeO+Fe_2O_3$  (2.77-5.32%),  $CaO$  (0.44-2.25%),  $MgO$  (0.81-1.96%) и  $K_2O$  (2.82-3.92%). Кроме того, в глинисто-алевритовых породах всех свит  $K_2O$  преобладает над  $Na_2O$ , при этом в некоторых случаях значительно (до 9.79%).

Поскольку абсолютные содержания породообразующих оксидов отражают состав не только обломочной части терригенных пород, но и цемента, более объективно их литохимические особенности выявляются при рассмотрении ряда наиболее информативных отношений оксидов и их сумм (литохимических модулей) (табл. 2, рис. 8), а также модульных диаграмм, предложенных Я.Э. Юдовичем и М.П. Кетрис (Юдович, 1981; Юдович, Кетрис, 2000) (рис. 8).

*Гидролизатный модуль:*  $GM=(Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO+MnO)/SiO_2$  предназначен для количественной оценки главной тенденции химического выветривания пород: отделения продуктов гидролиза от кремнезема, т.е. их «зрелости». Его значение зависит, с одной стороны, от количества в них обломочного кварца или богатых кремнеземом обломков пород, а с другой – от доли и состава полевых шпатов, а также глинистых компонентов, входящих в состав цемента. Чем выше показатель этого модуля – тем меньшему химическому воздействию они подвергались



**Рис. 8.** Распределение величин литохимических модулей в песчаных и глинисто-алевритовых породах различных свит Журавлевского террейна (средние значения).  $GM = (Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + MnO) / SiO_2$ ;  $FM = (Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO) / SiO_2$ ;  $TM = TiO_2 / Al_2O_3$ ;  $NKM = (Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$ .

в процессе своего формирования и соответственно ниже их зрелость.

По этому показателю все журавлевские песчаники довольно близки друг другу и характеризуются относительно низкими значениями ( $GM$  в среднем по свитам от 0.14 до 0.22), что обусловлено, вероятно, повышенным содержанием в них кварца и обломков кремнистых пород, и, соответственно, образованием, главным образом, за счет кислых интрузивных пород. В глинисто-алевритовых породах, как правило,

значения модуля  $GM$  выше, чем в песчаниках (0.25-0.35), что связано с меньшим содержанием в них кварца и обломков кремней, но большим – глинистого вещества.

*Фемический модуль:*  $FM = (Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO) / SiO_2$  обычно применяется при разделении граувакк и других типов песчаников (Петтиджон, 1981). Наиболее высокие его значения свойственны вулканокластическим грауваккам, что обычно связано с содержанием в них большого количества темноцветных минералов, обогащенных железом и магнием обломков вулканических пород и стекол, а также глинистого цемента и матрикса (Маслов, 2005; Юдович, Кетрис, 2000). В целом же, фемический модуль отражает интенсивность и скорость выветривания и захоронения вещества: чем больше фемических элементов в результате выветривания переходит в раствор, тем меньше значение модуля, а, следовательно, больше отличие песчаников от типичных граувакк.

Журавлевские песчаники характеризуются низкими значениями фемического модуля ( $FM$  в среднем по свитам от 0.026 до 0.062), что хорошо согласуется с низким содержанием в них обломков основных вулканитов и высоким – кварца, кремнистых пород и гранитоидов. По этому показателю они занимают промежуточное положение между граувакками и аркозами. По данным Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис (2000), глинисто-алевритовым породам, по сравнению с песчаными, присущи, как правило, более высокие значения этого модуля. Для отложений Журавлевского террейна это правило хорошо подтверждается. Средние значения  $FM$  в них колеблется от 0.051 до 0.112.

*Модуль нормированной щелочности:*  $NKM = (Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$ , предложенный Г. Миддлтоном (Middleton, 1960), позволяет распознавать примесь вулканогенного материала в осадочных породах (Юдович, Кетрис, 2000). Как правило, значения этого модуля выше в аркозах за счет широкого развития в них полевых шпатов, в том числе калиевых, и ниже в граувакках в результате обилия глинистого вещества, обломков основных эффузивов и глинисто-алевритового матрикса.

Журавлевские песчаники обладают относительно высокой нормированной щелочностью ( $NKM$  в среднем от 0.42 до 0.51), характерной для аркозов, что отражает резкое преобладание в них сиалической кластики над продуктами вулканической деятельности. В глинисто-алевритовых породах террейна значение  $NKM$  ниже, чем в песчаниках (в среднем 0.29-0.41) что, очевидно, связано с меньшим содержанием в них полевых шпатов и гораздо большим количеством глинистого вещества.



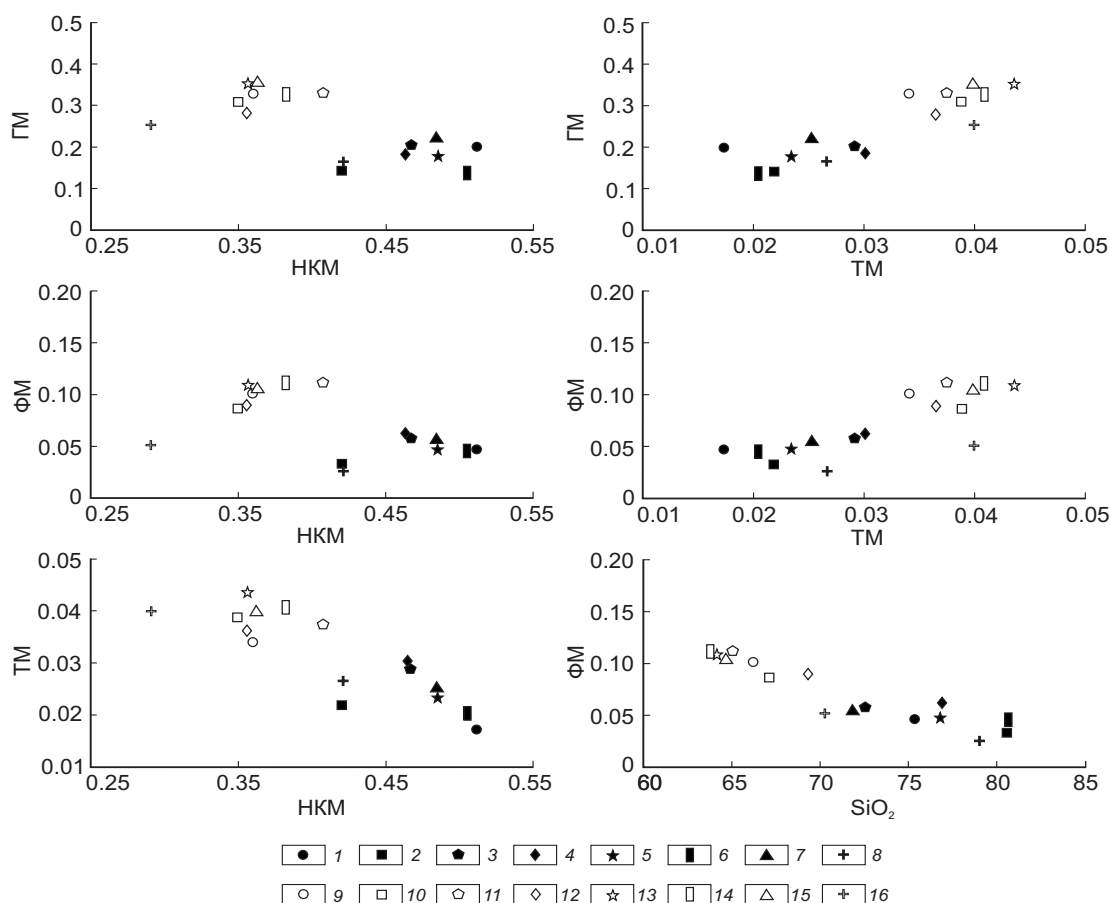
*Титановый модуль:*  $TM = TiO_2 / Al_2O_3$ , введенный А.А. Мигдисовым (1960), прежде всего, позволяет судить о составе материнских пород (в частности, об их титанистости) в областях сноса, а также о динамике среды седиментации, приводящей к сортировке титаносодержащих минералов и глинистого вещества (Юдович, Кетрис, 2000). Как правило, высокие значения титанового модуля наблюдаются в граувакках, что обусловлено примесью основной вулканокластики, а низкие – в аркозах, связанных с кислыми изверженными породами, отличающимися, в свою очередь, низкими значениями ТМ.

Изученные песчаники отличаются низкой титанистостью (ТМ в среднем от 0.017 до 0.030), приближающей их к типичным аркозам, что объясняется наличием в них обломков кислых изверженных пород, а также практически полным отсутствием примеси основной вулканокластики. Характерной особенностью глинисто-алевритовых пород террейна является их повышенная (в среднем 0.034-0.044), по сравнению с песчаниками титанистость, что позволяет в целом относить эти отложения к петрогенным.

Кроме того, сравнительно низкая титанистость песчаников и глинисто-алевритовых пород свидетельствует о довольно слабой динамической сортировке обломочного материала и об их формировании в относительно глубоководных условиях (Юдович, Кетрис, 2000).

Существующие черты сходства и различия в химическом составе песчаных и глинисто-алевритовых пород различных свит Журавлевского террейна отчетливо видны на модульных диаграммах ГМ-НКМ, ФМ-НКМ, ТМ-НКМ, ГМ-ТМ, ФМ-ТМ и ФМ-SiO<sub>2</sub>, предложенных Я.Э. Юдовича и М.П. Кетрис (2000) (рис. 9). На всех приведенных диаграммах фигуративные точки песчаных и глинисто-алевритовых пород образуют два самостоятельных, хорошо разделяющихся поля. При этом наблюдающаяся внутри них положительная корреляция между парами ГМ-ТМ, ФМ-ТМ и отрицательная между ГМ-НКМ, ФМ-НКМ, ТМ-НКМ и ФМ-SiO<sub>2</sub>, свидетельствует о преимущественно петрогенной (за счет размыва кислых интрузивов) природе изученных пород.

Использование модульных диаграмм по-



**Рис. 9.** Модульные диаграммы для песчаных и глинисто-алевритовых пород Журавлевского террейна, по (Юдович, 1981; Юдович, Кетрис, 2000): 1-8 – песчаные породы; 9-16 – глинисто-алевритовые породы. Свиты: 1, 9 – журавлевская, 2, 10 – ключевская, 3, 11 – усть-колумбинская, 4, 12 – приманкинская, 5, 13 – каталевская, 6, 14 – дивнинская, 7, 15 – светловоднинская, 8, 16 – лужкинская. Аббревиатуры модулей см. на рис. 8.

зволяет увидеть определенные отличия химического состава венчающих разрез отложений лужкинской свиты. Они характеризуются в целом повышенными содержаниями кремнезема и значениями титанового модуля, но при этом наиболее низкими значениями модулей нормативной щелочности, фемичности и глиноземистости (особенно в алевро-аргиллитах). Все это наиболее сближает породы именно лужкинской свиты с типичными аркозами. Такое их своеобразие объясняется, вероятно, относительной мелководностью образования, худшей степенью переработки обломочного материала, насыщенностью глинистым веществом, а также преобладанием среди кластики обломков кварца, кремнистых пород и гранитоидов.

Таким образом, литохимический состав терригенных пород Журавлевского террейна указывает на их относительно низкую химическую зрелость, высокую скорость физического выветривания и захоронения обломочного вещества, довольно слабую его гидродинамическую сортировку, а также отражает резкое преобладание в породах сиалической кластики над продуктами вулканической деятельности. По всем этим показателям породы террейна занимают промежуточное положение между аркозами и субграувакками. Основными источниками обломочного материала были кислые изверженные и метаморфические породы. Кроме того, можно предполагать участие в составе источников питания фрагментов юрской аккреционной призмы, в строении которой участвовали пластины кремнистых пород.

#### ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные литохимические данные интерпретировались на основе актуалистического подхода, т.е. сравнения результатов изучения современных глубоководных осадков с древними терригенными породами. Этими исследованиями установлена тесная связь между химическим составом пород и геодинамическими обстановками областей питания и бассейнов седиментации (Bhatia, 1983; Maunard et al., 1982; Roser, Korsch, 1986 и др.).

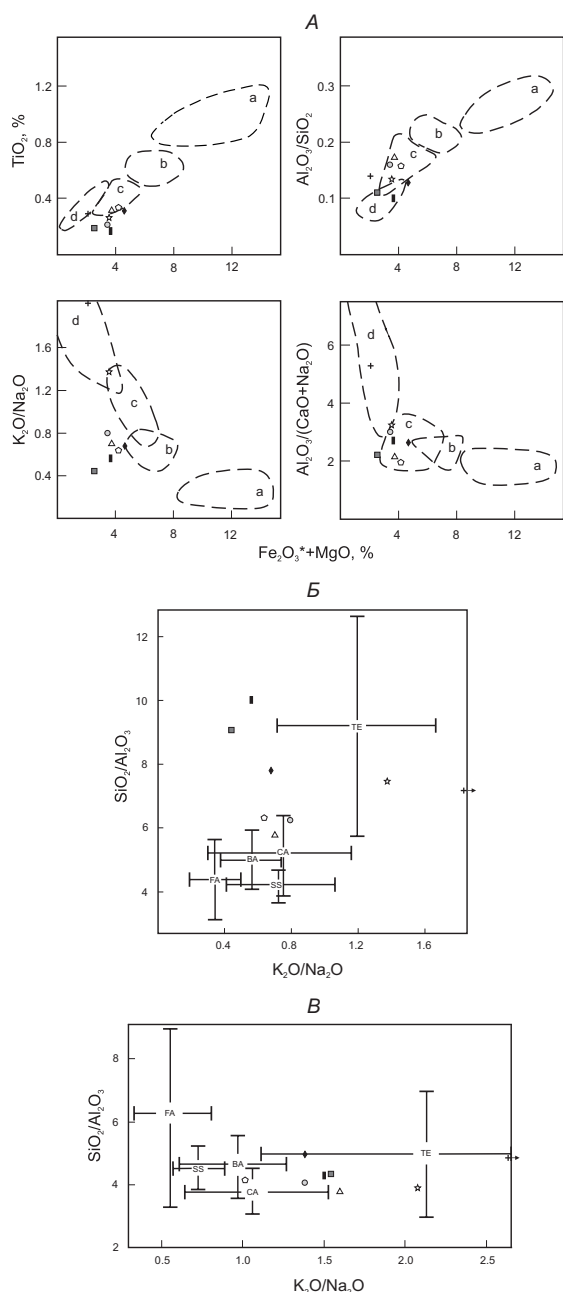
На рис. 10А показаны диаграммы генетической интерпретации химического состава песчаников (Bhatia, 1983), применяющиеся для разделения песчаников из бассейнов различных тектонических обстановок. Используемые на них показательные, по мнению автора, параметры  $Al_2O_3/SiO_2$ ,  $K_2O/Na_2O$ ,  $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$ ,  $TiO_2$  и  $Fe_2O_3$  (общее) +  $MgO$  отражают минеральный состав пород питающей провинции и геохими-

ческое поведение ряда элементов в морской воде. По этим показателям песчаники Журавлевского террейна соответствует либо приближается к песчаникам активных континентальных окраин, которые, в понимании автора, включают в себя и бассейны трансформных границ плит, в том числе Калифорнийские. Часть точек (в частности лужкинская свита) смещена в сторону полей пассивных окраин, что объясняется низким содержанием в песчаниках отдельных уровней разреза суммарного железа и магния (низкой фемичностью), относительно высокой зрелостью и глиноземистостью пород, а также резким преобладанием калия над натрием. Все это связано с обогащением пород кварцем, обломками кремнистых и кислых интрузивных пород.

Геотектонические обстановки самих бассейнов седиментации реконструируются при помощи диаграммы  $SiO_2/Al_2O_3 - K_2O/Na_2O$  Дж. Мейнарда и его соавторов (Maunard et al., 1982) (рис. 10Б), на которой глубоководные пески разделены по значениям  $SiO_2/Al_2O_3$  и  $K_2O/Na_2O$ . Положение журавлевских песчаников на этой диаграмме характеризуется значительным разбросом точек, что не позволяет дать им однозначную интерпретацию. В целом, песчаники занимают промежуточное положение между песками из бассейнов, связанных как с пассивными, так и с активными континентальными окраинами. Отклонение положения фигуративных точек песчаников от полей бассейнов активных континентальных окраин, и в частности бассейнов, сопряженными с окраинами, осложненными сдвиговыми дислокациями по трансформным разломам типа Калифорнийского залива (SS), объясняется большим содержанием в них обломков кремней, источником которых были расположенные к северо-западу фрагменты юрской аккреционной призмы (Самаркинский террейн) (Голозубов, 2006).

Палеотектоническая интерпретация химического состава глинисто-алевритовых пород на диаграмме Дж. Мейнарда и его соавторов (Maunard et al., 1982) (рис. 10В), не противоречит сделанной по составу песчаников, хотя также неоднозначна: их фигуративные точки занимают промежуточное положение между бассейнами пассивных и активных континентальных окраин.

Более определенно состав песчаных и глинисто-алевритовых пород интерпретируется на диаграмме  $K_2O/Na_2O - SiO_2$ , предложенной Б. Роузером и Р. Коршем (Roser, Korsch, 1986) (рис. 11). На ней точки изученных пород расположены преимущественно в поле бассейнов, сопряженных с активными континентальными окраинами и лишь иногда близки составу отложений, формирующихся в бассейнах пассивных тектонических обстановок. В целом, такое



**Рис. 10.** Диаграммы химического состава песчаных и глинисто-алевритовых пород из различных геодинамических обстановок. *A* – типы бассейнов, по (Bhatia, 1983). Пунктирные линии – поля значений литохимических параметров древних песчаников из бассейнов, сопряженных: *a* – с океаническими, *b* – с континентальными островными дугами, *c* – с активными, *d* – с пассивными континентальными окраинами.  $Fe_2O_3^*$  – общее железо. *B* и *B* – бассейновые обстановки (*B* – для песчаных, *B* – для глинисто-алевритовых пород), по (Maupard et al., 1982). Пересекающиеся линии – стандартные отклонения от среднего состава современных глубоководных пещот из бассейнов пассивных континентальных окраин (TE); активных континентальных окраин, сопряженных: со сдвиговыми дислокациями (SS); с окраинно-континентальными магматическими дугами (CA); с океаническими вулканическими дугами (FA – преддуговые и BA – задуговые бассейны). Условные обозначения см. на рис. 4.

«промежуточное» положение фигуративных точек химического состава терригенных пород на всех рассмотренных диаграммах вероятно и является характерным для седиментационных бассейнов, связанных с обстановками трансформного скольжения (латерального движения) литосферных плит.

Таким образом, реконструируемые по химическому составу обстановки осадконакопления соответствуют обстановкам бассейнов активных континентальных окраин (наиболее вероятно бассейнов, осложненными сдвиговыми деформациями по трансформным разломам). Формально на некоторых диаграммах изученные породы близки породам из бассейнов пассивных континентальных окраин, что связано, скорее всего, не с общим геотектоническим режимом, а с особенностями питания бассейна различными источниками обломочного вещества.

Несомненно, одних только данных по химическому составу пород недостаточно для распознавания с большой степенью достоверности геодинамических обстановок связанных с режимом трансформного скольжения литосферных плит, но при использовании их в комплексе с другими геологическими и литологическими сведениями, они могут быть достаточно надежным критерием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрен литохимический состав терригенных пород из раннемеловых отложений южной части Журавлевского террейна. Обобщение и интерпретация полученных результатов позволили показать, что его раннемеловые отложения вероятно формировались в седиментационном бассейне, пространственно и генетически связанном с режимом трансформного скольжения литосферных плит при малой роли вулканических процессов. Основными источниками обломочного материала, поступавшего в этот бассейн, были размывавшиеся гранитно-метаморфические породы зрелой континентальной коры. Вместе с тем, заметную роль в составе питающей провинции играли, по-видимому, и фрагменты домеловых активных окраин, в первую очередь аккреционных призм, на отдельных структурных уровнях которых существовали пластины кремней. Таковыми можно считать юрско-раннемеловые аккреционные призм «самаркинского» типа, прослеживающиеся в виде практически непрерывной полосы вдоль восточной окраины Азии от побережья Охотского моря на севере до о. Калимантан на юге (Mizutani et al., 1990). Такой смешанный состав кластики, вероятно, является главным и характерным признаком седиментации в обстановке

трансформной окраины, когда в область размыва попадают как краевые части континентов, так и ранее аккретированные к ним фрагменты активных окраин.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН (проекты № 09-1-ОНЗ-01 и № 09-III-A-08-404).

#### Список литературы

- Геосинклинальный литогенез на границе континент-океан / Под ред. Краснова Е.В. М.: Наука, 1987. 177 с.
- Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
- Голозубов В.В., Ханчук А.И. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь) – фрагменты раннемеловой Азиатской окраины // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14. № 2. С. 13-25.
- Голозубов В.В., Ханчук А.И., Кемкин И.В. и др. Сихотэ-Алинь-Северо-Сахалинский орогенный пояс // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 161-202.
- Малиновский А.И., Филиппов А.Н., Голозубов В.В. и др. Нижнемеловые отложения р. Кема (Восточный Сихотэ-Алинь): осадочное выполнение задугового бассейна // Тихоокеанская геология. 2002. Т. 21. № 1. С. 52-66.
- Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
- Мигдисов А.А. О соотношении титана и алюминия в осадочных породах // Геохимия. 1960. № 2. С. 149-163.
- Натальин Б.А. Мезозойская аккреционная и коллизионная тектоника юга Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология. 1991. № 5. С. 3-23.
- Парфенов Л.М. Континентальные окраины и островные дуги мезозойского Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 195 с.
- Петтиджен Ф.Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 535 с.
- Петтиджен Ф.Дж. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. 752 с.
- Предовский А.А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего девона. Л.: Наука, 1980. 152 с.
- Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д. и др. Геология и полезные ископаемые Приморского края: очерк. Владивосток: Дальнаука, 1995. 82 с.
- Шутов В.Д. Классификация песчаников // Литология и полез. ископаемые. 1967. № 5. С. 86-102.
- Юдович Я.Э. Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
- Bhatia M.R. Plate tectonic and geochemical composition of sandstones // The Journal of Geology. 1983. V. 91. № 6. P. 611-627.
- Maynard J.B., Valloni R., Yu H.S. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basins // Leggett J.K. (Ed.), Trench-Forearc Geology: Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins / Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1982. Pt. 2. P. 551-561.
- Middleton G.V. Chemical composition of sandstones // Geological Society of America Bulletin. 1960. V. 71. P. 1011-1026.
- Mizutani S., Ji'an S., Qinlong Z. The Nadehada terrane in relation to Mesozoic tectonics of continental margins of East Asia // Acta Geologica Sinica. 1990. V. 3. № 1. P. 15-29.
- Moor B.R., Dennen W.H. Ageochemical trend in silicon-aluminum-iron ratios and the classification of clastic sediments // The Journal of Sedimentary Petrology. 1970. V. 40. № 4. P. 1147-1152.
- Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monger J.W. et al. Phanerozoic tectonic evolution of the Circum-North Pacific // U.S. Geol. Survey, Prof. Pap. 1626. 2000. 122 p.
- Roser B.P., Korsch R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio // The Journal of Geology. 1986. V. 94. № 5. P. 635-650.



МАЛИНОВСКИЙ

**LITHOCHEMICAL COMPOSITION OF TERRIGENOUS ROCKS OF ZHURAVLEVKA  
TERRANE (SIKHOTE-ALIN) AND ITS GEODYNAMIC INTERPRETATION**

**A.I. Malinovsky**

*Far Eastern Geological Institute FEB RAS, Vladivostok, 690022.*

The paper describes results from study of chemical composition of the Berriasian-Albian terrigenous rocks of Zhuravlevka terrane (Sikhote-Alin). Interpretation of data was based on comparison of chemical composition of recent sediments and ancient deposits accumulated in the known geodynamic settings. Such approach makes it possible to consider the terrane terrigenous rocks as the deposits of the basin related to a transform-plate margin setting with a low profile of volcanic processes. The major provenance of detrital material delivered to the basin was the eroded metamorphic rocks and granite of the mature continental crust. At the same time, the fragments of the pre-Cretaceous active margin that included accretionary prisms with slices of chert were the constituting part of the source area.

*Keywords: lithochemistry, terrane, terrigenous rocks, geodynamic settings, transform margins.*