

Д. А. Рубан

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ПЕСЧАНОЙ ФРАКЦИИ СОВРЕМЕННОГО
АЛЛЮВИЯ ГОРНОЙ АДЫГЕИ**

Ростов-на-Дону

2022

УДК 552.51
ББК 25.31
ISBN 978-5-6048098-6-0
© Рубан Д.А., 2022 г.

Автор – Д. А. Рубан
(Ph.D., к.г.-м.н., доцент,
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону)

Ответственный редактор – к.г.н. *А. В. Михайленко* (Южный
федеральный университет, г. Ростов-на-Дону)

Рецензенты – д.г.-м.н. *С. О. Зорина* (Казанский федеральный
университет, г. Казань), к.г.-м.н. *З. А. Толоконникова* (Кубанский
государственный университет, г. Краснодар)

Публикуется по решению Ученого совета ВШБ ЮФУ № 2 от 29.03.2022 г.

Научное издание (рецензированное)

Рубан Д. А. Минералогические особенности песчаной фракции современного аллювия Горной Адыгеи. – Ростов-на-Дону: ООО "ДГТУ – Принт", 2022. – 99 с.

В монографии, написанной в формате научных очерков, рассматриваются различные минералогические особенности песчаной фракции современных речных отложений Горной Адыгеи. Особое внимание обращается на аллювий малых водотоков и связанный с ним рециклинг обломочного материала. Интерпретации и выводы основаны на результатах собственных полевых и лабораторных исследований автора.

Монография рассчитана на специалистов и студентов старших курсов бакалавриата, магистрантов, аспирантов, интересующихся литологией континентальных фаций и/или геологией Западного Кавказа.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Горная Адыгея является сравнительно небольшой, но интереснейшей в геологическом отношении территорией Западного Кавказа (главным образом это Майкопский район Республики Адыгея и прилегающие участки Апшеронского района Краснодарского края), где сосредоточены самые разнообразные феномены. К настоящему времени о них накоплено достаточное количество информации, однако она не отличается детальностью. Более того, эта информация требует интерпретации в свете новых концептуальных представлений современной геологии, а также новых моделей эволюции Кавказа.

Автор проводит полноценные геологические исследования в Горной Адыгее с 2001 г., перед этим пройдя здесь полевую практику в качестве студента Ростовского Госуниверситета в 1997 г. В начале 2010-х г.г. он заинтересовался особенностями формирования современного аллювия на этой территории. Речная сеть здесь отличается изрядной густотой. Основной водоток – р. Белая (левый приток р. Кубань) – принимает многочисленные притоки: реки (Молчепа, Желобная, Киша, Бзыха, Сюк, Догуако, Дах и т.д.) и ручьи (большей частью безымянные), которые, в свою очередь, также имеют притоки. Все они обладают в той или иной степени хорошо разработанными долинами, в которых накапливается и постепенно транспортируется вниз по течению разнообразный обломочный материал. Автор систематически производит отбор проб речного аллювия в самых различных точках, изучая затем этим пробы с микроскопическими методами и интерпретируя полученные результаты в контексте новейших представлений. Результаты этих исследований представлены в настоящей работе.

Монография имеет форму научных очерков (небольших по

размеру, но законченных по форме статей), каждый из которых посвящен какому-либо весьма узкому вопросу, заинтересовавшему автора в ходе исследований. Однако автор надеется, что в совокупности эти очерки позволят сформировать некоторое целостное представление о механизмах формирования современных речных отложений в Горной Адыгее – характерном примере горной территории, служащей промежуточным коллектором и одновременно каналом транспортировки обломочного материала, сносимого к подножьям горного сооружения. Вследствие того, что часть информации публиковалась ранее (подчас в изданиях, найти которые не так-то просто), аннотированный указатель этих публикаций помещен в конце монографии.

Методологически почти все очерки сходны. Они основаны на изучении проб аллювиальных отложений из ключевых точек, каждая из которых отчается своеобразием. Изучалась преимущественно песчаная фракция (в ряде случаев также гравийная и алевритовая). Минералогические особенности анализировались микроскопически с использованием соответствующего оборудования.

Автор выражает признательность редактору и рецензентам, коллегам и бывшим студентам Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) за систематическое содействие в ходе полевых работ, администрации парк-отеля "Жемчужина в Адыгее" (с. Хамышки) за размещение, Г.И. Долуденко (пос. Каменноостский) за логистическую поддержку, а также своей маме Н.В. Рубан за всемерную помощь во всех начинаниях.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ГОРНОЙ АДЫГЕИ

В географическом отношении Горная Адыгея соответствует северному склону восточной части Западного Кавказа. Рассматриваемая в настоящей работе территория отвечает бассейну р. Белая на участке ее течения от пос. Гузерипль на юге до пос. Каменноостский на севере. Геологическое строение этой территории в достаточной степени подробно охарактеризовано в сводной работе по Кавказу (Геология СССР, 1968), фундаментальном обзоре крупнейшего знатока местной геологии И.Г. Волкодава (2007), а также трудах ученых Ростовского государственного (ныне Южного федерального) университета (Грановский, 2013; Грановский и др., 2001; Назаренко и др., 2020; Черников, 1999; Щиров, 2014) и Воронежского государственного университета (Ненахов и др., 2019, 2021). Приводимое ниже краткое описание основано на общеизвестных фактах, в т.ч. закрепленных в этих работах, а также собственных интерпретациях автора (в т.ч. см. Рубан, 2007, 2019, 2020; Ruban, 2013; Ruban et al., 2007). Важно также отметить недавнюю англоязычную географическую сводку, посвященную Адыгее (The Republic of Adygeya Environment, 2020).

В геологическом строении Горной Адыгеи принимают участие осадочные, магматические и метаморфические горные породы различного возраста. На севере территории широким распространением пользуются юрские отложения. Нижняя и средняя юра представлена терригенно-глинистыми комплексами мощностью до 10 км, которые интенсивно дислоцированы пликативно и дизъюнктивно. Они перекрываются также мощными (до 3 км) отложениями позднеюрской карбонатной платформы с рифовыми массивами, залегающими субмоноклинально (они представлены в эскарпах

куэстовых гряд, относимых к системе Скалистого хребта). В отдельных блоках на поверхность выходят разнообразные осадочные породы триаса.

В центральной части территории основным элементом является Даховский кристаллический массив (горст). Его основная часть слагается верхнепалеозойскими гранитоидами, а на северной периферии встречаются протерозойские метаморфические породы, нижнепалеозойские серпентиниты и мезозойские жильные комплексы. На юге территории вновь преобладают терригенно-глинистые комплексы нижней-средней юры, еще более интенсивно дислоцированные. Широким распространением здесь пользуется пермская моласса мощностью до нескольких километров. Эти пестроцветные (чаще красноцветные) толщи также интенсивно дислоцированы.

В тектоническом отношении Горная Адыгея соответствует части мегантиклинория Большого Кавказа. До середины палеозоя рассматриваемая территория входила в состав Африкано-Аравийской окраины Гондваны. Затем Большекавказский террейн отделился от последней и переместился на север, заняв позицию рядом с блоком Карнийских Альп. Соответственно на изученной территории проявилась герцинская складчатость. Формирование и обособление Большекавказского и соседних с ним террейнов вполне могло реализовываться аналогично обретению самостоятельности микроплит вдоль Восточно-Африканской рифтовой системы в кайнозое (Stamps et al., 2014, 2015, 2021). Продолжающиеся дебаты о конфигурации суперконтинента Пангеи (Domeier et al., 2021; Kent et al., 2021) имеют лишь опосредованное отношение к развитию Большого Кавказа. Если Пангея сохраняла конфигурацию А в течение всего позднего палеозоя, то данный террейн, скорее всего, причленился непосредственно к Прото-Альпийской области. Если конфигурация В имела место в карбоне-начале перми, а затем

сменилась конфигурацией В, что предполагало значительные сдвиговые смещения, то Большой Кавказ или "пассивно" перемещался вместе с этой областью, или придвинулся к ней из более восточной позиции, которую занимал при изначальном достижении лаврусийской окраины Пангеи.

В начале мезозоя Большекавказский террейн был сдвинут вдоль планетарной шовной зоны на восток и оказался к югу от Русской платформы. В течение юры, мела и первой половины палеогена здесь развивались островные дуги и задуговые бассейны, имели место фазы деформаций. Затем началось развитие Большекавказского орогена (альпийская складчатость), территория испытывала поднятие. Формирование горной страны относится к концу неогена– началу четвертичного периода. В настоящее время территория испытывает дифференцированные вертикальные движения.

Водотоки Горной Адыгеи, как большие, так и малые, имеют хорошо разработанные, террасированные долины. В устьях располагаются конусы выноса. В долинах проявляется как донная, так и боковая эрозия. Хребты денудируются, а образуемый в результате этого обломочный материал сносится в долины рек (прежде всего, за счет осыпания склонов), где временно накапливается в достаточном большом объеме, но при этом постепенно транспортируется вниз по течению, к подножьям гор. Наиболее эффективно транспортировка осуществляется во время паводков и каждый раз при увеличении многоводности рек и ручьев после обильного выпадения осадков.

Аллювиальные отложения широко распространены на рассматриваемой территории, часто характеризуются достаточной мощностью и исключительно пестрым составом, в котором значительное участие играют обломки псаммитовой и псефитовой размерности. Вполне очевидно, что вещественный состав этих обломков и их морфологические особенности

отражают как особенности геологического строения территории, так и особенности денудации, транспортировки и аккумуляции материала.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ МИКРОТЕРРАС В УСТЬЕ Р. ЛИПОВОЙ

Обломочные отложения, накапливающиеся в устьевой части малых водотоков, представляют собой значительный интерес для всестороннего изучения. Связано это с тем, что они накапливаются на участках действия (и подчас взаимодействия) двух основных факторов: транспортировки и временной аккумуляции материала, влекомого самими малыми водотоками, а также динамики осадочного вещества в водоеме или более крупном водотоке, куда они впадают. Ранее проведенные исследования (Антонова, Рубан, 2014; Кузьменко, Рубан, 2014) показали, что в Горной Адыгее такого рода участки многочисленны, а характерные для них седиментационные процессы отличаются исключительной комплексностью, связанной с действием вышеотмеченных факторов.

В июле 2017 г. был опробован участок впадения в р. Белую ее левого притока – р. Липовой. Он располагается на южной окраине с. Хамышки (центральная часть Горной Адыгеи). Отметим, что р. Липовая имеет протяженность несколько километров; она стекает со склонов хр. Инженерный, где размывает отложения пермской красноцветной молассы а также, вероятно, юрских песчаников и залегающих выше черных глинистых сланцев, далее пересекает долину р. Белой, прорезая русло в отложениях ее террасы, и впадает в р. Белую в пределах ее поймы.

Изученный участок имеет клиновидную форму и небольшие размеры (порядка нескольких десятков метров в ширину). Он располагается между крутым и сравнительно высоким (порядка 15 м) склоном террасы р. Белой, в котором обнажаются терригенно-глинистые толщи юрского возраста, и руслом данной реки, которое ниже по течению подходит непосредственно к склону и подрезает его. Река Липовая течет

по глубокой долине, прорезая террасу. Выходя на пойму, она вначале течет вдоль вышеупомянутого склона террасы, а затем, пересекая пойму, под углом впадает в р. Белую. На участке пересечения поймы глубина "долины" р. Липовой измеряется первыми десятками сантиметров, а ширина – первыми метрами. Вполне очевидно, что при значительном подъеме уровня воды в р. Белой происходит затопление всего участка или, по крайней мере, значительной его части.

Визуальное обследование участка обращает внимание на проявление в его пределах форм рельефа, которые могут быть определены как микротеррасы. Они имеют высоту порядка 10–30 см. Несмотря на столь низкие значения и часто весьма пологие склоны, выделяются они вполне отчетливо. Образование этих микротеррас следует связывать с циклическим врезанием р. Липовой в пойменные отложения р. Белой, которое, однако, контролируется не столько тектоническим фактором, сколько периодической аккумуляцией обломочного материала в пойме, происходящем, по всей видимости, во время ее полного или частичного затопления. Несмотря на небольшие размеры участка, расшифровка протекающих здесь геоморфологических процессов представляет собой заметную сложность и требует проведения специальных исследований, в т.ч. долговременных наблюдений за характером аккумуляции и эрозии обломочного материала.

Интересно, что отложения микротеррас отличаются по цвету, что, очевидно, связано с различиями в их вещественном составе. Для подробного изучения данного вопроса были взяты пробы отложений в трех локусах (А, В и С). Локус А соответствует самой нижней микротеррасе, подрезаемой руслом р. Липовой. Локус В соответствует расположенной выше микротеррасе. Оба локуса располагаются на правом берегу р. Липовой, в 10 м выше по течению от места ее впадения в р. Белую. Наконец, локус С соответствует верхней террасе

левобережья р. Липовой. Хотя по гипсометрическому положению эта микротерраса примерно соответствует верхней террасе правобережья, создается впечатление, что ее формирование происходило в несколько ином режиме. Это может быть связано с тем, что локус С соответствует самой кромке воды при максимально возможном затоплении участка, тогда как локус В в таких условиях расположен значительно ближе к руслу р. Белой. Отметим также, что во всех локусах в составе аллювиальных отложений доминирует песчаная фракция.

В локусе А в составе песчаной фракции отложений микротеррасы порядка 60% составляют обломки глинистых сланцев, среди которых преобладают уплощенные и окатанные. 40% приходится на зерна кварца, а также обломки пермских и юрских песчаников. Единично встречаются зерна, слагаемые кальцитом, слюдами, микроклином, гранатом и рутилом, а также обломки гранитоидов и метаморфических пород (гнейсов). Обломки гнейсов хорошо окатаны. В других зернах отмечены кварц-эпидотовые агрегаты. Также найдено зерно кальцита, в котором сохранилась кристаллографически правильная форма этого минерала (исландский шпат). Важно отметить, что количество белых и прозрачных зерен кварца существенно больше, чем зерен ожелезненного кварца.

В локусе В в составе песчаной фракции отложений микротеррасы порядка 50% приходится на обломки глинистых сланцев, часто уплощенных и окатанных. Другие 50% составляют зерна кварца, а также обломки пермских песчаников. Зерен, слагаемых юрскими песчаниками, не отмечается. Фиксируются единичные зерна слюд, эпидота (их сравнительно много в сопоставлении с пробами из аллювия малых рек Горной Адыгеи – см. Заяц, Рубан, 2017), граната, рутила, Обломков магматических пород не установлено, но есть окатанные обломки гнейсов. Ожелезненные зерна кварца

преобладают над белыми и прозрачными зернами этого минерала.

В локусе С в составе песчаной фракции отложений микротеррасы порядка 70% составляют зерна ожелезненного кварца, часто слегка окатанные. Еще около 20% приходится на зерна глинистых сланцев, которые, как и в предыдущих случаях, окатаны и уплощены. Наконец, 10% составляют зерна прозрачного и белого кварца. Единично фиксируются эпидот, слюды, гранат, рутил, окатанные обломки юрских песчаников, окатанные обломки гнейсов. Очень редко обнаруживаются обломки, в которых представлены продукты разрушения гидротермальных комплексов.

Все сказанное выше позволяет высказать некоторые предположения о происхождении песчаных зерен из микротеррас в устье р. Липовой. Обломки глинистых сланцев могут быть принесены как р. Белой, так и р. Липовой. Однако их значительная окатанность и уплощенность свидетельствуют, скорее, в пользу большей эффективности первого источника. Источником ожелезненных и большей части белых зерен кварца могут служить пермская моласса. Как и в предыдущем случае, ее размыв производится как малым, так и основным водотоками. Более того, р. Липовая на значительном участке своего течения прорезает террасовые отложения р. Белой, мобилизуя таким образом ранее накопленный материал и, прежде всего, продукты разрушения все той же молассы. Присутствие окатанных зерен гранитоидов и гнейсов может быть объяснено только их транспортировкой р. Белой из области денудации Главного Кавказского хребта, расположенной в нескольких десятках километрах южнее изученного участка.

Скорее всего, отложения микротеррас в устье р. Липовой в значительной степени сформировались за счет аккумуляции песчаного материала, транспортируемого р. Белой, при

затоплении изученного участка после подъема уровня воды. Безусловно, часть материала выносилась и р. Липовой, однако доля его в составе отложений микротеррас вряд ли велика. При этом если признаки связи многих зерен с переносом р. Белой установить сравнительно легко, то найти следы, которые бы позволили связать отдельные зерна с переносом р. Липовой представляется затруднительным. Тем более невозможно разделить зерна, образующиеся в результате денудации хр. Инженерный, от зерен, образовавшихся за счет мобилизации р. Липовой отложений террасы р. Белой.

Обратим внимание на разницу между вещественным составом песчаной фракции трех локусов. Локус А характеризует наиболее низко расположенную микротеррасу, и для него характерно преобладание обломков глинистых сланцев и белых и прозрачных зерен кварца. Это означает, что соответствующие отложения формировались в условиях редуцированного поступления продуктов разрушения пермской молассы. Учитывая обилие последних на данной территории, такое возможно в условиях разве что локального преобладания другого источника. Им могут быть коренные обнажения терригенно-глинистых толщ юры, которые обнажаются в склонах долины р. Белой на изученном участке и выше по течению. При интенсивном подрезании склона рекой соответствующий материал мог аккумулироваться в большом количестве, что, по всей видимости, и имело место. В таком случае формирование песчаных зерен в локусе А должно быть полностью связано с геологической деятельностью р. Белой.

Резкое преобладание продуктов разрушения пермской молассы в локусе С стоит объяснять накоплением соответствующих отложений при максимальном подъеме уровня воды в р. Белой с одновременным ростом ее транспортирующей способности. Протекая выше по течению по ущелью, в котором на протяжении нескольких километров

обнажаются и, следовательно, размываются именно пермские красноцветы, река транспортирует большое количество соответствующих обломков, которое увеличивается при подъеме уровня и увеличении скорости течения. Это вполне логичное объяснение с учетом сказанного выше о тяготении локуса С к границе максимального затопления участка. Однако важно и то, что именно на левобережье р. Липовой следует ожидать максимального накопления материала, выносимого этим водотоком. Если так, последний сам способствует разрушению и переносу пермской молассы и мобилизации связанных с ней обломков из отложений террасы р. Белой. Можно полагать, что вещественный состав песчаной фракции в локусе С связан также и с геологической деятельностью р. Липовой.

Представленные выше факты и интерпретации свидетельствуют, во-первых, о том, что в устьевых участках малых притоков р. Белая формируются условия для аккумуляции обломочного материала, образуемого и транспортируемого, прежде всего, самой этой рекой, а не ее малыми притоками, и, во-вторых, о сложности осадочного процесса на таких участках. Последующие исследования должны быть направлены на поиск критериев, по которым можно было бы разграничивать зерна, сформировавшиеся за счет деятельности основной реки и ее малых притоков.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ЖЕЛОБНОЙ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ

Горные области являются важными поставщиками осадочного материала в бассейны седиментации. В условиях хорошо развитой гидрографической сети значительную роль в образовании и транспортировке этого материала играют малые водотоки, из которых происходит разгрузка в крупные реки, выносящие всю массу обломков к предгорьям. В этой связи именно изучение русловых отложений малых рек позволяет определить аллювия на самых начальных стадиях его формирования.

В июле 2017 г. был опробован русловой аллювий р. Желобная, текущей вдоль склонов хр. Инженерный (ориентирован с северо-запада на юго-восток) и впадающей в р. Белую в пределах пос. Гузерипль. Участок опробования располагается в месте пересечения реки автомобильной дорогой "Гузерипль–Яворова поляна", где русло поворачивает почти под прямым углом. Река берет начало у северо-западного окончания хребта и течет далее субпараллельно ему, принимая многочисленные мелкие притоки, стекающие непосредственно со склонов этого хребта и соседних форм рельефа. Затем на коротком участке она поворачивает на юго-запад, а вскоре – вновь на юго-восток (общая длина превышает 10 км). Именно вблизи последнего указанного поворота и располагается участок опробования, характеризующий, таким образом, среднее течение реки. На том же участке аналогичная проба бралась и годом ранее (июль 2016 г.) с целью изучения зерен эпидота и реконструкции процессов рециклинга осадочного материала в бассейне р. Белой (Заяц, Рубан, 2017).

Песчаная фракция играет значительную роль в составе руслового аллювия на участке опробования (до 50%, остальное

– псефитовая фракция). Порядка 50 % этой фракции складывается зернами кварца, еще 40% приходится на обломки глинистых сланцев, оставшиеся 10% – различные по составу зерна, включая обломки песчаников, сидеритовые конкреции и единичные зерна эпидота и прочих минералов. Стоит отметить, что вещественный состав песчаной фракции в пробах 2017 г. и 2016 г. оказался, в целом, идентичным.

Зерна кварца достаточно разнообразны. Среди них преобладают полуугловатые и угловатые слегка ожелезненные зерна, меньшую роль играют белые зерна с аналогичной формой. И в тех, и в других присутствуют некоторые признаки окатанности. Наконец, редко встречаются угловатые зерна полупрозрачного и прозрачного кварца, а также обломки правильных кристаллов этого минерала и их сростков. Обломки глинистых сланцев, как правило, хорошо окатаны, вытянуты, уплощены.

Состав песчаной фракции руслового аллювия р. Желобной в среднем течении оказывается весьма однообразным в сравнении с таковым других малых водотоков Горной Адыгеи, что, очевидно, следует объяснять достаточной монотонностью геологического строения подвергающихся размыву склонов хр. Инженерный и соседних форм рельефа. В пределах этого хребта обнажаются, главным образом, мощные толщи песчаников и глинистых сланцев нижней–средней юры, состав которых детально охарактеризован в монографии Г.И. Теодоровича и Е.А. Похвисневой (1964).

Значительное участие в песчаной фракции обломков глинистых сланцев, равно как и присутствие сидеритовых конкреций вполне ожидаемы с учетом того, что именно эти породы подвергаются размыву. Стоит добавить, что сидеритовые конкреции встречаются в русловом аллювии и других малых водотоков, стекающих с соседних хребтов (Рубан, Заяц, 2017). Однако весьма неожиданным оказывается столь

большое число зерен кварца, которые явно происходят из юрских песчаников. Дело в том, что последние обнажаются только на отдельных участках и отнюдь не доминируют в разрезе юрских толщ хр. Инженерный. Следует предполагать, что даже при незначительном пути транспортировки значительная часть глинистого материала дезинтегрируется и сносится вниз по течению во взмученном состоянии, тогда как зерна кварца, напротив, временно накапливаются в русловом аллювии, концентрируясь в нем. Это своего рода осадочная дифференциация.

Нельзя не обратить внимание на признаки окатанности многих зерен кварца. Известно, что даже после транспортировки на значительное расстояние мелкие зерна окатываются или слабо, или вообще не окатываются (Петтиджон и др., 1976). Это относится, прежде всего, к кварцевым зернам, т.к. переноса даже таким малым водотоком как р. Желобная и всего на несколько километров оказывается достаточным для придания обломкам глинистых сланцев округлой формы. Признаки окатанности в зернах кварца говорят скорее о нескольких циклах транспортировки (Петтиджон и др., 1976), т.е. указывают на рециклинг осадочного вещества. В рассматриваемом случае обломочный кварц сначала был перенесен раннеюрскими водотоками в прибрежную часть Кавказского моря. Затем, уже в настоящее время, денудация хр. Инженерный привела к повторной мобилизации зерен из юрских отложений. Более того, нельзя исключать, что часть зерен изначально происходила из пермской молассы, т.е. эти зерна были вовлечены еще в один осадочный цикл, предшествовавший юрскому. Учитывая количество зерен кварца в песчаной фракции руслового аллювия р. Желобной в среднем течении можно говорить о массовости рециклинга обломочного материала в пределах хр. Инженерный.

Что касается единичных полупрозрачных и прозрачных

зерен кварца, включая и те, где сохранились элементы огранки кристаллов, а также редчайших зерен эпидота, то они могут быть первичными в том смысле, что их происхождение связано с размывом гидротермальных жил. Ожидать наличия последних в пределах хр. Инженерных вполне логично с учетом особенностей геологического строения территории. Однако можно высказать предположение и о том, что данные зерна образовались вследствие разрушения катагенетических кварцевых жил и друз, аналогичных тем, что известны из карбоновых песчаников Донбасса. Поиск и детальное изучение жильных комплексов на хр. Инженерный и соседних формах рельефа видится актуальной задачей.

Стоит обратить внимание на отсутствие в изученном русловом аллювии зерен, которые могли бы быть связаны с размывом останцев древних террас р. Белой, сохранившихся на склонах хребта, как это имеет место в других районах Горной Адыгеи (Заяц. Рубан, 2017). Это важное обстоятельство, которое указывает на однонаправленный характер развития рельефа хр. Инженерный на протяжении довольно длительного времени.

В целом, изучение песчаных зерен из русловых отложений р. Желобной в среднем течении позволяет обнаружить свидетельства как дифференциации осадочного материала и рециклинга большей части кварцевых зерен. Несмотря на кажущуюся простоту модели формирования руслового аллювия, установлено влияние на него нескольких различных факторов.

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТАВ ОБЛОМОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ВОДОТОКАХ БАССЕЙНА Р. БЕЛОЙ

По масштабу своей геологической деятельности человечество уже сравнялось с природными (как минимум, экзогенными) факторами (Goudie, 2013; Hooke, 2000; Wilkinson, 2005). Значительная часть антропогенного влияния связана с искусственной денудацией и транспортировкой обломочного материала. Установлено, что геологическая деятельность человека вполне может в значительной степени изменять динамику осадочного процесса в речных долинах (James et al., 2017; Verstraeten et al., 2017).

Влияние антропогенного фактора невозможно игнорировать при рассмотрении состава обломочного материала в водотоках бассейна р. Белой. В середине 2000-х г. при обустройстве автомобильной дороги "Майкоп–Гузерибль", проходящей вдоль крутых берегов р. Белой, на нескольких участках для закрепления полотна, склоновых отсыпок, покрытия вспомогательных грунтовых дорог, сооружения мостовых насыпей использовались верхнеюрские известняки и гипсы, добываемые в карьерах в окрестностях пос. Каменноостский. Применяли как их крупные глыбы, так и щебень. В частности, эти материалы использовались на участке от пос. Гузерибль до пос. Хамышки. Стоит отметить, что большое (правильнее сказать, огромное) количество материала, размещаемого на крутых склонах долины, попадало непосредственно в р. Белую и соответственно далее вовлекалось в процесс аллювиальной транспортировки наравне с прочим, образованным естественным образом материалом.

Уже одновременно с проведением дорожных работ и позднее в составе руслового аллювия р. Белой стали фиксироваться обломки известняков и гипсов различной

размерности (в т.ч. и на удалении от участка дорожных работ на первые десятки километров). По "свежести" сколов они отличаются от обломков, которые попадают в речную седиментационную систему естественным образом. Важно отметить, что водотоки в верхней части бассейна р. Белой подрезают верхнеюрскую куэсту и транспортируют образовавшийся вследствие этого обломочный материал. Однако число этих обломков во всех фракциях невелико. Проведение же указанных дорожных работ существенно изменило ситуацию, т.к. содержание обломков известняков в русловом аллювии заметно возросло, в т.ч. и в песчаной фракции. Что касается гипса, то информации о выходах этой породы в верхней части бассейна нет, т.е. его обломки в аллювии имеют только антропогенное происхождение.

Поселок Каменноостский располагается значительно ниже по течению р. Белой от вышеотмеченного участка дорожных работ. Следовательно, антропогенный фактор в данном случае способствовал не только изменению состава влекомых рекой обломков, но и перемещению искусственно образованного обломочного материала вверх по течению примерно на 20 км.

Через 10 лет после проведения дорожных работ количество обломков известняка и гипса значительно уменьшилось, однако они регулярно обнаруживаются в русловом аллювии р. Белой, в т.ч. и в песчаной фракции. Стоит отметить, что они присутствуют и в отложениях устьевых частей малых водотоков, впадающих в р. Белую и прорезающих эти отложения, которые, в целом, могут быть определены как конусы выноса. В связи с тем, что дорожные работы практически никак не затрагивали последних, равно как и долины малых водотоков вообще, можно считать, что наличие в них искусственных обломков известняков и гипсов является индикатором формирования под значительным влиянием

основного водотока, каковым выступает р. Белая. В тех случаях, когда речь идет о русловых отложениях малых водотоков, присутствие в них материала дорожного строительства означает реализацию быстрого процесса рециклинга осадочного материала. Обломки сначала транспортируются р. Белой, аккумулируются в конусах выноса, служащих, вероятно, своего рода барьерами на пути транспортировки, а также локусами накопления при подъеме уровня воды в основном водотоке, а затем вымываются/перемываются уже малыми водотоками, которые вновь медленно переносят их в р. Белую. Длительность этих процессов измеряется первыми годами и даже месяцами.

Говоря об антропогенном влиянии на состав обломочного материала в водотоках бассейна р. Белой, нельзя не отметить роль рекреационного фактора. Летом берега основного и некоторых малых водотоков служат рекреационными зонами, где отдыхающие нередко устраивают достаточно крупные (до первых десятков метров в длину, но чаще более короткие) запруды для купания. Последние выступают значительными барьерами на пути транспортировки обломочного материала, перед которыми или вдоль которых происходит локальная аккумуляция обломков разных фракций. Несмотря на ничтожность размеров подобного рода запруд и связанных с ними участков осадконакопления, нельзя недооценивать их роль в функционировании речной седиментационной системы. Автор имел возможность наблюдать действие этого фактора в конце июля 2017 г. в одной из частично обустроенных рекреационных зон на берегу р. Белой в пос. Хамышки.

Подводя итоги, стоит отметить, что антропогенное влияние на состав обломочного материала в аллювии р. Белой и ее притоков заслуживает детального изучения. По предварительным наблюдениям, оно может оказаться весьма значительным.

ФАКТОРЫ ПРОРЕЗАНИЯ КОНУСОВ ВЫНОСА МАЛЫМИ ВОДОТОКАМИ В БАССЕЙНЕ Р. БЕЛОЙ

Характерной особенностью устьевых участков некоторых малых водотоков Горной Адыгеи, являющихся левыми и правыми притоками р. Белой, является локализация на них крупных масс обломочных отложений. По своей морфологии и отчасти происхождению они могут быть определены как конусы выноса. Размеры их измеряются десятками метров, мощность – десятками сантиметров. Почти все они прорезаются теми же самыми малыми водотоками, в устьевых частях которых сформированы. В частности, это характерно для рек Липовой, Сибирки и Сук.

Согласно В.И. Елисееву (1965), врезание постоянных потоков в свои осадки связано с тектоническими поднятиями, а также тем, что после отложения части обломков ближе к вершинам конусов водотоки увеличивают свою эродирующую способность. Эти выводы сделаны для пролювия аридной зоны, однако они видятся вполне логичными и для Горной Адыгеи. Несмотря на то, что в условиях интенсивной блоковой раздробленности на данной территории можно предполагать дифференцированный характер вертикальных движений земной коры, тектонические поднятия должны быть здесь широко распространены. Небольшой размер конусов выноса и часто слабый наклон вряд ли будут способствовать контрасту эродирующей способности водотоков вдоль их направления, однако этот фактор, несомненно, имеет определенное значение.

Результаты изучения вещественного состава песчаной фракции в обложениях конусов выноса (Антонова, Рубан, 2014; см. также выше в настоящей работе) указывают на присутствие в них большого количества обломков, приносимых не малыми водотоками, а р. Белой и отлагаемых в т.ч. при повышении

уровня воды в последней. Иными словами, конусы выноса растут не только за счет обломочного материала, приносимого малыми водотоками. В таком случае врезание последних в отложения на приустьевых участках можно объяснять тем, что эти отложения отчасти "чужды" малым водотокам. Материал, аккумулярованный в пределах исходных конусов выноса, служащих барьерами на пути транспортировки обломочного материала р. Белой при подъеме уровня воды в ней, затем оказывается как бы "подпирающим" малые водотоки, которые, соответственно, начинают интенсивно врезаться в него.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДНОЖЬЯ Г. ЧЕРНЫЙ ШАХАН

В условиях недостаточно хорошей обнаженности в пределах Горной Адыгеи именно изучение современных аллювиальных отложений малых водотоков может дать ценную информацию для последующего проведения специальных полевых исследований. В частности, геологическое строение долины р. Белой и ее притоков отличается заметной сложностью, а достаточная для его изучения обнаженность характерна, главным образом, для осевой части этой долины, тогда как прилегающие участки характеризуются густотой растительного покрова и подчас труднодоступностью из-за крутизны склонов.

Летом 2016 г. автором были опробованы современные аллювиальные отложения безымянного ручья, стекающего со склона г. Черный Шахан (к северу от устья р. Киша – правого притока р. Белой). Значительный по протяженности (по всей видимости, первые километры) и расходу воды ручей впадает в р. Киша в нескольких сотнях метрах выше ее устья. В нижней части он образует небольшие пороги и водопады. Участок опробования соответствует подножью г. Черный Шахан и располагается непосредственно выше устья ручья, где он пересекается тропой, проходящей вдоль р. Киша по правому склону ее долины. Здесь ручей прорезает узкую и сравнительно глубокую долину в терригенных отложениях красноцветной пермской молассы. Аллювиальные отложения представляют собой маломощный русловой аллювий, который локально задерживается в долине ручья при снижении расхода воды в периоды отсутствия или небольшого количества осадков. Однако и в это время (и тем более в остальное время года) обломочный материал активно транспортируется вниз по

течению с разгрузкой в р. Киша. Автор проследил только нижнюю часть долины ручья (в пределах доступности), а первые результаты изучения пермских пород и аллювия учитывались при проведении других исследований (Рубан, 2014; Заяц, Рубан, 2017).

Несмотря на то, что нижняя часть долины ручья слагается пермской молассой, состав песчаных зерен из аллювиальных отложений оказывается весьма разнообразным. На долю обломков пермских красцветов приходится порядка 70%. Еще 20% составляют обломки нижнеюрских песчаников, а 10% – нижне-среднеюрских глинистых сланцев. Встречаются также единичные зерна, в которых представлены обломки известняков, кристаллических сланцев и жильного кварца, сидеритовые конкреции (характерны для толщ нижне-среднеюрских глинистых сланцев), микроклин (со свежими сколами), эпидот.

Внимания заслуживает сравнительно крупное, беловато-зеленовато-серого цвета зерно талька. Удивительно, что этот мягкий минерал сохранился в условиях интенсивной транспортировки обломочного материала, при которой происходит интенсивная модификация и, в частности, истирание обломков. Об этом свидетельствует, например, тот факт, что среди зерен сравнительно много уплощенных и в той или иной степени окатанных. Частично это может объясняться тем, что такая форма приобретает в результате процессов рециклинга осадочного вещества (образование пермских и юрских терригенных пород, затем их повторное вовлечение в осадочный процесс уже в современное время). Однако энергетику транспортировки обломочного материала по долине ручья также следует включить в число факторов модификации формы обломков. Следует отметить, что несмотря на свою мягкость, тальк все-таки является одним из россыпных минералов, а подчас образует даже существенные скопления

(Ложкин, 1962; Щербакова, Шевелев, 2013).

Охарактеризованный выше минеральный состав свидетельствует о том, что геологическое строение г. Черный Шахан и прилегающих участков, дренируемых ручьем и его возможными притоками, оказывается гораздо более сложным, чем можно судить лишь по строению нижней части его долины. Здесь, судя по составу изученных зерен, выходят на поверхность разнообразные осадочные комплексы: пермская моласса, юрские песчаники и глинистые сланцы, триасовые или юрские известняки. Кроме того, в геологическом строении территории принимают некоторое участие магматические (гранитоиды), метаморфические (кристаллические сланцы) и гидротермальные (кварцевые жилы) породы. Зерна эпидота и талька указывают на размывание в долине ручья зоны тектонического контакта. В этой связи важной задачей для последующих исследований видится тщательное обследование г. Черный Шахан и прилегающих участков с целью выявления соответствующих особенностей геологического строения.

ПРОДУКТЫ РАЗРУШЕНИЯ ГРАНИТОИДОВ ДАХОВСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА В ОТЛОЖЕНИЯХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Важным структурным элементом Горной Адыгеи является Даховский кристаллический массив. Он представляет собой отдельный тектонический блок, слагающийся докембрийскими метаморфическими и палеозойскими магматическими горными породами (Грушевенко, 2016; Попов, 2005; Рубан, 2008, 2009, 2016) и располагающийся среди мезозойских комплексов, образуя горст. Доминируют в составе массива позднепалеозойские гранитоиды. В рельефе данная структура выражена небольшим хребтом с высотами до 1000 м и более и с крутыми склонами. С юга на север он прорезается р. Белой, образующей глубокое ущелье. Со склонов этого хребта стекает большое число малых водотоков, впадающих в р. Белую и ее притоки. Изучение транспортируемого ими обломочного материала позволяет охарактеризовать некоторые особенности разрушения горных пород, слагающих Даховский кристаллический массив.

В 2016 г. автором были опробованы русловые отложения достаточно крупного ручья, стекающего со склонов г. Трезубец и впадающего в р. Белую (с образованием т.н. "висячего устья") в центральной части Даховского кристаллического массива. Точка опробования располагается в приустьевой части ручья. Основное внимание было уделено изучению минералогического состава песчаной и мелкогравийной фракций.

Изученные отложения практически целиком слагаются продуктами разрушения гранитоидов и связанных с ними гидротермальных комплексов. В составе зерен доминируют полевые шпаты (микроклин и плагиоклазы) (~55%), также присутствуют кварц (~30%) и темноцветные минералы, включая слюды (~15%). Много обломков коренных пород, в которых

представлены сростки минералов. Преобладают угловатые обломки со "свежим" сколом, что свидетельствует о небольшом пути транспортировки. Многие обломки вытянуты, что объясняется особенностями скалывания пород и минералов. В полевых шпатах иногда прослеживаются вторичные изменения, в т.ч. каолинизация. Зерна, слагаемые слюдами, достаточно многочисленны. Интересно отметить, что это либо отдельные чешуйки биотита, либо "пакеты" этих чешуек. Зерна биотита часто имеют буроватую окраску по краям. Наконец, среди песчаных зерен средней и мелкой размерности установлены зерна эпидота, однако крупных среди них нет. Это говорит о том, что этот минерал быстро дробится при переносе даже малым водотоком и на небольшое расстояние.

Особого внимания заслуживают единичные зерна, резко отличающиеся от остальных. Во-первых, это крупный уплощенный с чуть скругленными краями обломок кристаллического сланца докембрийского возраста. Он может происходить из небольших выходов метаморфических комплексов в верхней части размываемых склонов, что видится вероятным с учетом локальных особенностей геологического строения. Во-вторых, найдено крупное полуокатанное зерно гранодиорита. Судя по "свежести" его поверхности, оно также происходит из Даховского кристаллического массива. Вообще, более крупные зерна в составе изучаемых отложений, как правило, несут следы окатанности, что говорит о достаточной для этого энергетике водотока, которая многократно усиливается при увеличении расхода воды после обильного выпадения осадков. Изредка попадаются и в той или иной степени окатанные (но не полностью!) зерна кварца в песчаных фракциях мелкой и средней размерности.

Сказанное выше заслуживает обсуждения в контексте генезиса изученных аллювиальных отложений. В пределах Горной Адыгеи широко развиты процессы рециклинга. В

частности, продукты разрушения коренных пород смешиваются с продуктами разрушения промежуточных коллекторов, роль которых выполняют отложения речных террас, в т.ч. локально сохранившиеся на склонах горных хребтов (Заяц, Рубан, 2017; Рубан, 2017; см. также другие главы настоящей работы). Однако судя по полученным результатам, на участке размыва рассматриваемым малым водотоком в центральной части Даховского кристаллического массива происходит только разрушение коренных гранитоидов. Безусловно, есть вероятность, что отмеченные выше обломки кристаллических сланцев и гранодиоритов, характеризующиеся окатанностью, могут интерпретироваться как составляющие террасовых отложений. Однако стоит отметить, что степень их окатанности вполне сопоставима с таковой других сравнительно крупных обломков, а по составу они не являются чуждыми для территории массива.

На основании сказанного выше может быть сделан общий вывод о том, что разрушение гранитоидов и сопутствующих им прочих кристаллических пород малыми водотоками в центральной части Даховского массива имеет некоторые особенности, однако не осложняется процессами рециклинга обломочного материала. Это указывает на сравнительную простоту протекающих здесь осадочных процессов.

ОКАТАННОСТЬ ЗЕРЕН МИКРОКЛИНА В ОТЛОЖЕНИЯХ ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. БЕЛОЙ

Окатанность зерен является важным индикатором их участия в осадочных процессах. В частности, ранее проведенные исследования указывают на важность изучения окатанности зерен микроклина в аллювиальных отложениях Горной Адыгеи (Кузьменко, Рубан, 2014). При этом интерес представляют не только современные, но и более древние комплексы.

В конце июня 2016 г. автором были опробованы отложения первой надпойменной террасы р. Белой. Они обнажаются в невысоком (до 2 м) обрыве на правом берегу реки в ~2 км ниже по течению от Даховского кристаллического массива и в ~5 км выше по течению от ст. Даховской. Эти отложения представлены плохо отсортированным обломочным материалом самой различной размерности. Объектом изучения были псаммитовые и мелкогравийные фракции. По вещественному составу они весьма разнородны; в них преобладают зерна кварца, пироксенов, обломков осадочных и метаморфических пород; встречаются микроклин (до 1%), эпидот, другие минералы.

Окатанность зерен может выражаться по-разному. В частности, это сферичность зерен и скругленность углов; при этом именно последняя имеет решающее значение для суждения об общей окатанности (Blott, Pye, 2008). В целях настоящего исследования был предпринят полуколичественный анализ скругленности углов зерен микроклина по условной шкале от 0 (острые углы) до 9 (полностью скругленные углы). Количество зерен каждой градации определялось в процентах.

Результаты анализа оказались следующими. Среди зерен микроклина скругленность углов 0 имеют 47%, 1 – 27%, 2 – 0%,

3 – 10%, 4 – 7%, 5 – 3%, 6 – 3%, 7 – 0%, 8 – 3%, 9 – 0%. Всего могут быть обозначены три более крупные категории: зерна с отсутствием или практически полным отсутствием скругленности углов (значения 0–1) – 74%, зерна со слабой или умеренной скругленностью углов (значения 3–6, преобладающие 3–4) – 23%, зерна с выраженной скругленностью углов (значение 8) – 3%. Однозначной зависимости изучаемого параметра от размера зерен не прослеживается, хотя более крупные зерна все-таки чаще чуть лучше окатаны.

Таким образом, налицо наличие зерен микроклина с весьма разной скругленностью углов и, следовательно, разной окатанностью. Возникает закономерный вопрос о причинах этого. Отложения первой надпойменной террасы р. Белой сформировались в голоцене (Сафронов, 1987). Гидрографическая сеть и рельеф в столь недавнем геологическом прошлом практически не отличались от современных. В этой связи логично предположить, что основным источником зерен микроклина были гранитоиды Даховского кристаллического массива, прорезаемые р. Белой выше по течению. Зерна первой категории, по всей вероятности, имеют именно такое происхождение.

Однако совсем небольшой (первые километры) путь транспортировки не позволяет объяснить аналогичным образом происхождение зерен второй и третьей категорий, выделенных по скругленности углов. Возможно действие двух механизмов. Во-первых, мог иметь место привнос зерен микроклина из области разрушения кристаллических пород Главного Кавказского хребта в самых верховьях р. Белой и ее крупных притоков. В таком случае дальность транспортировки будет измеряться десятками километров. Во-вторых, часть зерен могла участвовать в процессах рециклинга осадочного вещества, который способствует окатанности (Петтиджон и др.,

1976); при этом в качестве промежуточных коллекторов логично рассматривать не только четвертичные аллювиальные отложения, но также обломочные толщи пермского и юрского возрастов. Указанные механизмы не являются взаимоисключающими. Первый из них скорее может объяснять наличие зерен со скругленностью углов 3–4, а второй – более 4. С учетом того, что зерна второй и третьей категорий составляют в совокупности порядка четверти всех зерен микроклина в изученных отложениях, можно говорить о заметной гетерогенности зерен данного минерала по генезису, а также о действенности процессов удаленного привноса и/или рециклинга осадочного вещества.

На основании проведенного исследования может быть сделан общий вывод о разной окатанности зерен микроклина в отложениях первой надпойменной террасы р. Белой и их генетической гетерогенности.

ОКАТАННОСТЬ ЗЕРЕН ЭПИДОТА ПЕСЧАНОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ МИКРОТЕРРАС В УСТЬЕ Р. ЛИПОВОЙ

Морфологические особенности зерен отдельных минералов имеют важное значение для установления генезиса аллювиальных отложений. Ранее было показано, что для песчаной фракции современного аллювия Горной Адыгеи существенным индикатором является габитус зерен эпидота (Антонова, Рубан, 2014; Заяц, Рубан, 2017).

Особенности отложений микротеррас в устье р. Липовой уже были описаны в настоящей работе выше. В настоящем очерке представлены результаты специального изучения угловатости зерен эпидота песчаной фракции в этих отложениях. Отметим, что при этом анализировались зерна из локусов А (нижняя микротерраса), В (верхняя микротерраса), С (участок паводкового затопления верхней микротеррасы) (подробнее см. выше). Объектом изучения послужила окатанность зерен, при этом та ее составляющая, которая заключается в скругленности углов зерен. Blott, Pye (2008) ранее обратили внимание, что окатанность зерен имеет несколько составляющих, а скругленность углов – важнейшая из них).

Из каждой пробы, соответствующей конкретному локусу, выделялась репрезентативная монофракция эпидота. Скругленность зерен оценивалась визуально для каждого зерна по шкале от 0 (минимум) до 9 (максимум). Далее для каждой пробы рассчитывалась средняя скругленность углов, а также определялись преобладающие классы скругленности и разброс ее значений.

Полученные результаты оказались следующими. Для локуса А средняя скругленность углов зерен эпидота песчаной фракции составляет 3. Чаще всего встречаются значения 0–1 и

6. В целом, скругленность изменяется в самых широких пределах, т.е. от 0 до 9. Для локуса В средняя скругленность углов зерен эпидота песчаной фракции составляет 1. Чаще всего встречается значение 0. В целом, скругленность изменяется в сравнительно узких пределах, а именно от 0 до 4. Наконец, для локуса С средняя скругленность составляет 2. Чаще всего встречается значение 0. В целом, скругленность снова изменяется в самых широких пределах, т.е. от 0 до 9. Получается, что во всех локусах скругленность зерен эпидота, как правило, невелика. Однако в локусах А и С отмечаются также и зерна со значительно скругленными углами, и в локусе А таковых сравнительно много.

Полученные результаты можно истолковать, исходя из вполне логичного предположения о том, что скругленность углов отражает происхождение зерен; она больше у тех зерен, что подверглись более длительной транспортировке или были вовлечены в процессы рециклинга (промежуточными коллекторами могли служить как пермские молассовые толщи и юрские песчаники, так и верхнекайнозойские аллювиальные отложения). С учетом сказанного выше получается, что в локусе В зерна эпидота песчаной размерности генетически более однородны, а их происхождение связано со сравнительно близкорасположенным источником. Напротив, зерна из локусов С и особенно А генетически гетерогенны.

Эти заключения имеет смысл сопоставить с ранее сделанными выводами относительно отложений микротеррас в устье р. Липовой (см. выше в настоящей работе). Как было показано, их формирование связано с геологической деятельностью как р. Белой, так и (в меньшей степени) р. Липовой. Однако именно отложения локусов А и С накапливались в условиях, максимально способствующих накоплению гетерогенного материала. Особенно это касается локуса А, песчаная фракция из которого, судя по всему, обязана

своим происхождением исключительно интенсивной эрозионной деятельности р. Белой. Таким образом, сделанные заключения относительно природы зерен эпидота вполне согласуются с выводами об условиях накопления аллювия в целом в соответствующих локусах. Одновременно с этим полностью подтверждается сама идея о том, что окатанность зерен эпидота отражает их историю.

Проведенное изучение скругленности углов зерен эпидота песчаной размерности в отложениях микротеррас в устье р. Липовой показало, что данный параметр вполне может использоваться как самостоятельный индикатор генезиса аллювиальных отложений на горных территориях. Кроме того, находит подтверждение мысль о том, что даже весьма маломощные аллювиальные толщи (вроде отложений изученных микротеррас) оказываются весьма и весьма разнородными по своему происхождению, несмотря на формирование в достаточно сходной обстановке.

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ОКАТАННОСТИ ЗЕРЕН ПЕСЧАНОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ГОРНОЙ АДЫГЕИ

Окатанность песчаных зерен в аллювиальных отложениях является важным признаком, позволяющим судить об их происхождении, однако сделать однозначные выводы подчас оказывается весьма сложной задачей (Петтиджон и др., 1976). Для демонстрации сказанного рассмотрим песчаную фракцию отложений ручья Липового – типичного малого водотока Горной Адыгеи.

Ручей Липовый (его стоит отличать от более крупной р. Липовой) протекает вдоль северной периферии Даховского кристаллического массива и впадает в р. Белую, являясь ее правым притоком. В его узкой долине происходит транспортировка и временное накопление сравнительно большого количества обломочного материала, представленного продуктами разрушения самых различных пород, включая докембрийские метаморфические комплексы, верхнепалеозойские гранитоиды, нижнеюрские песчаники, четвертичные террасовые отложения р. Белой. Подробное описание этих отложений было дано ранее (Рубан, 2017).

Изучение зерен песчаной размерности из отложений ручья, опробованных выше его устья, обращает внимание на наличие некоторого количества хорошо окатанных зерен кварца. Вполне очевидно, что при небольшой длине ручья (первые километры) и малом расходе воды энергетики водотока не могло хватить для их окатывания. Более того, большей частью зерна действительно оказываются неокатанными. В этой связи можно сделать логичное заключение о том, что отмеченную окатанность отдельные зерна приобрели в результате рециклинга осадочного вещества (Рубан, 2017). В частности, речь может идти о зернах, происходящих из

нижнеюрских песчаников и четвертичных террасовых отложений, обнажающихся непосредственно в долине ручья на интенсивно осыпающихся склонах, являющихся основным поставщиком обломочного материала. В таком случае может быть сделан и более общий вывод о том, что в малых водотоках Горной Адыгеи основным фактором окатанности выступает вышеупомянутый рециклинг осадочного вещества.

Однако более детальное изучение зерен песчаной размерности (не только кварцевых) заставляет усомниться в корректности (точнее однозначности) такого вывода. Дело в том, что сама по себе окатанность может проявляться по-разному (Blott, Pye, 2008). Вполне очевидно, что при ее анализе основное внимание обращается на сферичность и правильность поверхности зерен в целом. Однако еще одной составляющей является окатанность углов зерен. Более того, вполне очевидно, что именно в т.ч. со сглаживания, скругления углов начинается процесс окатывания, в результате которого зерно, в конечном итоге, приобретает форму, которая и определяется как в той или иной степени окатанная.

Песчаные зерна из отложений ручья Липового зачастую выглядят угловатыми в целом. Однако при детальном рассмотрении выясняется, что некоторое количество из них демонстрируют небольшую или умеренную скругленность углов. В некоторых случаях углы значительно выделяются в зерне, но при этом существенно скруглены. Это означает, что зерна претерпели некоторое окатывание. Является ли оно результатом рециклинга? По всей видимости, нет. В пользу такого утверждения говорят следующие обстоятельства. Во-первых, зерна со скругленными углами морфологически не похожи на окатанные зерна кварца. Во-вторых, вещественный состав зерен со скругленными углами более разнообразен, и в их число входят обломки пород, обнажающихся в долине ручья, которые вряд ли могли оказаться в промежуточных

коллекторах, каковыми являются нижнеюрские песчаники и четвертичные террасные отложения. В-третьих, вряд ли можно предполагать, что рециклинг для зерен одинакового состава приводил в одних случаях к окатыванию, а в других – лишь к скруглению углов.

Особого внимания заслуживают весьма редкие зерна кальцита, обнаруженные в составе песчаной (также гравийной) фракции изученного аллювия ручья. Для них характерна небольшая скругленность углов. Здесь стоит отметить следующее. Зерна кальцита с хорошо проявленной кристаллической формой явно образовались при разрушении выходящих на поверхность жильных комплексов в долине ручья (присутствие самих этих комплексов определяется тем, что ручей протекает по зоне тектонического контакта Даховского кристаллического массива с окружающими осадочными комплексами, где развивалась гидротермальная деятельность). Кроме того, видится крайне маловероятным, чтобы кальцит мог сохраниться в процессе рециклинга одновременно с зернами кварца. В этой связи скруглиться углы этих зерен могли только в настоящее время в долине ручья. Другое дело, что по степени скругленности углов зерна кальцита сопоставимы с некоторыми зернами другого состава (например, того же кварца). Это удивительно в связи с очевидной мягкостью зерен кальцита и, следовательно, их кажущейся большей подверженностью окатываемости. Получается, что при незначительности пути транспортировке и малой энергетике потока вещественный состав зерен не играет заметной роли в их окатываемости. Или же стоит предположить, что зерна кальцита, будучи менее прочными, скорее дезинтегрируются, раскалываются, чем окатываются.

С учетом сказанного выше можно сделать три общих заключения. Во-первых, рассмотренный пример из Горной Адыгеи наглядно показывает, что даже в долине малого

водотока может происходить окатывание песчаных зерен, хотя в результате этого они приобретают иную морфологию, чем в случае окатывания в процессе рециклинга. Во-вторых, не стоит ни игнорировать, но и ни преувеличивать роль рециклинга в окатывании зерен песчаной размерности в небольших горных ручьях и подобных водотоках. Наконец, в-третьих, создается впечатление, что вещественный состав зерен не имеет решающего значения при скруглении песчаных зерен при транспортировке на малые расстояния в водотоках с низкой энергетикой.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. РУФАБГО

При изучении минералогических особенностей песчаной фракции аллювиальных толщ обычно значительное внимание уделяется областям размыва кристаллических или терригенных осадочных пород. Это связано не только с широким их распространением, но также и с устойчивостью получающихся в результате их разрушения обломков. Однако значительный интерес представляет также анализ песчаных зерен в областях разрушения преимущественно карбонатных пород. Пусть даже кальцит является сравнительно неустойчивым к дальнейшей транспортировке минералом (Копченова, 1951), в отложениях малых водотоков, отличающихся небольшой длиной и сравнительно слабой энергетикой потока, можно ожидать его концентрации.

В пределах Горной Адыгеи карбонатные породы различного возраста (пермь, триас, юра, мел) пользуются значительным распространением. Наиболее примечательны из них мощные (до 3 км) толщи верхнеюрского возраста, слагающие куэсту Скалистого хребта и обнажающиеся на значительных площадях. В августе 2018 г. и в июле 2019 г. автором были опробованы отложения малого водотока, в котором песчаная фракция формировалась в результате интенсивного размыва разновозрастных карбонатных комплексов.

Участок опробования соответствует нижней части каньона р. Руфабго (около 10 км длиной) – левого притока р. Белой. Правильное название водотока – р. Сырыф, тогда как Руфабго скорее обозначает участок расположения нескольких сравнительно крупных водопадов, являющихся известной местной достопримечательностью. Каньон р. Руфабго протяженностью несколько километров является ответвлением

более крупного Хаджохского каньона, протягивающегося между ст. Даховской на юге и пос. Каменноостским на севере и образованного р. Белой, в которую впадает р. Руфабго. Особенности обоих каньонов охарактеризованы в работе Д.А. Рубана и В.И. Пугачева (2008). В самом общем виде геологическая ситуация выглядит следующим образом. Р. Руфабго прорезает верхнеюрские и триасовые карбонатные комплексы. Среди последних встречаются также терригенные пачки. Каньон глубокий (до 100 м) и имеет два яруса. Верхний ярус сложен верхнеюрскими породами, а нижний – триасовыми. Однако в верхнем и среднем течении реки каньон имеет только один ярус, соответствующий верхнему ярусу в нижнем течении. Отмеченная выше ярусность является прямым следствием прорезания водотоком двух близких по составу, но при этом структурно разнородных комплексов. Триасовые известняки смяты в складки, тогда как верхнеюрские карбонатные породы, будучи при этом значительно менее плотными, залегают более или менее моноклиально; эти два комплекса отделяются угловым несогласием. Известно также, что мелкие притоки р. Руфабго и, возможно, она сама в верхнем течении размывают также меловые отложения. Кроме того, на небольшом участке в нижнем течении в стенке каньона обнажаются позднепалеозойские гранитоиды Руфабгинского массива. Вполне вероятно, местами сохранились фрагменты древних террас р. Белой, отложения которых в таком случае также подвергаются интенсивному размыву за счет гравитационных процессов на стенках каньона.

Опробование песчаной фракции русловых отложений производилось в трех точках. Первая из них (нижняя) располагается в нескольких десятках метров ниже от водопада Шум, т.е. в приустьевой части реки. Здесь каньон собственно р. Руфабго расширяется и соединяется с на порядок большим по размеру Хаджохским каньоном. Вторая точка (средняя)

располагалась в 100 м выше водопада Шум; геологические особенности сопоставимы с нижней точкой. Третья (верхняя) точка располагается в ~1,5 км выше по течению, в нескольких десятках метрах ниже Каскадного водопада. В данном локусе каньон р. Руфабго имеет максимальную глубину, а его ширина сокращается до первых десятков метров. Стенки каньона становятся почти что вертикальными. Двухъярусное строение каньона установлено во всех точках.

В нижней и средней точках опробования песчаные зерна имеют следующий состав. До 85–90% приходится на обломки карбонатного состава, которые включают зерна кальцита (в т.ч. из эпигенетических жил в карбонатных породах), а также обломки триасовых и верхнеюрских известняков. Для части таких обломков (и кальцита, и известняков) характерны признаки явной окатанности, степень которой возрастает по мере увеличения размера. Однако зерна кальцита большей частью все-таки неокатаны и имеют острые края. Присутствуют также зерна кварца – вероятнее всего, жильного. В них изредка фиксируются включения рудных минералов. Кварцевые зерна подчас демонстрируют признаки окатанности – скругленные края, сглаженные поверхности, некоторую изометричность. По всей видимости, лучшая окатанность кварца и обломков известняков в сравнении с кальцитом объясняется большей твердостью первых, которая позволяет им сохранять целостность при транспортировке, подвергаясь окатыванию. Кальцит, напротив, легко раскалывается при переносе водным потоком. В небольшом количестве фиксируются продукты размыва вышеупомянутых гранитоидов и, прежде всего, микроклин, значительно реже слюда (в т.ч. в сростках с кварцем). Отмечаются обломки юрских песчаников и глинистых сланцев, которые локально обнажаются в пределах бассейна р. Руфабго. Достаточное сходство проб из нижней и средней точек говорит об отсутствии значительного влияния водопада Шум,

расположенного между ними, на состав песчаной фракции аллювия, равно как и на окатанность зерен.

Наибольшего внимания заслуживает тот факт, что среди частиц псефитовой размерности встречаются обломки глауконитовых песчаников, но среди песчаных зерен таковые не обнаружены. Эти обломки могут происходить только из меловых (аптских) отложений, пользующихся широким распространением в северной части Горной Адыгеи (севернее пос. Каменноостского), а именно на Пастбищном хребте. Вероятно, эти породы местами сохранились от размыва и в верхней части Скалистого хребта, и в настоящее время активно эродируются водотоками бассейна р. Руфабго. При последующем разрушении обломков довольно мягких глауконитовых песчаников в ходе транспортировки соответствующие частицы активно выносятся водотоком, не накапливаясь в аллювии. Даже если они и "закрепляются" в нем, то изначальная малочисленность продуктов разрушения аптских песчаников не способствует накоплению их в количестве, достаточном для систематической фиксации в песчаной фракции.

В верхней точке опробования состав песчаной фракции аллювиальных отложений отчасти схож с описанным для нижней точки. Однако есть ряд принципиальных отличий. Во-первых, содержание обломков кальцита (окатанность проявлена меньше, чем в нижней и средней точках) и карбонатных пород возрастает до 95%. Во-вторых, значительная часть зерен покрыта тонким "налетом", являющимся следствием большего содержания глинистых частиц в речной воде (то же самое фиксируется и в средней точке). Это вполне объяснимо более близким расположением выходов красно-бурых алевритов, залегающих в верхней части разреза верхнеюрских отложений. В-третьих, обломки глинистых сланцев присутствуют в чуть большем количестве,

чем в нижней точке. В-четвертых, в составе песчаной фракции отсутствуют зерна, которые могли бы однозначно быть отнесены к продуктам разрушения гранитоидов. В-пятых, встречено единственное зерно эпидота в сростке с кварцем.

Представленная выше информация позволяет сделать некоторые общие интерпретации относительно происхождения песчаных зерен в русловых отложениях р. Руфабго. Прежде всего, стоит отметить, что обнажающиеся на склонах каньона карбонатные осадочные породы при разрушении дают достаточное количество обломочного материала для формирования представительной песчаной фракции. Иными словами, локально имеет место существенная концентрация зерен кальцита и обломков известняков непосредственно в аллювии. При рассмотрении русловых отложений р. Белой и ее притоков на других площадях Горной Адыгеи (например, см. выше в настоящей работе) обломки карбонатных пород также фиксируются, но значительно реже, а кальцит встречается единично, несмотря на огромные объемы поступления соответствующего материала в речной бассейн. Это означает, что даже при значительной доле карбонатных осадочных комплексов в строении территории песчаная фракция существенно карбонатного состава может формироваться лишь локально, в малых водотоках.

Присутствие продуктов разрушения позднепалеозойских гранитоидов в нижней точке и отсутствие таковых в верхней означает размыв массива на расстоянии между ними и локальность выходов соответствующих кристаллических пород. Массив является совсем небольшим и не оказывает значительного влияния на вещественный состав песчаной фракции аллювия в р. Руфабго в целом. Даже в нижней точке опробования доля обломков микроклина ничтожно мала, несмотря на расположение выходов гранитоидов всего в ~1 км выше по течению.

Отдельного обсуждения заслуживает окатанность некоторых зерен кальцита, кварца и обломков карбонатных пород. Она может объясняться тремя. Во-первых, совершенно нельзя исключать влияния истирания довольно мягких зерен при транспортировке, в результате чего форма становится более изометричной, а углы сглаживаются. Подтверждением тому является некоторое увеличение окатанности преобладающих частиц вниз по течению реки. Во-вторых, частицы могут приобретать окатанность непосредственно при отделении от материнской породы. Сглаживание микровыступов карбонатных пород за счет их преобразования под действием воды (прежде всего, дождевой), которая одновременно и разрушает породу, – достаточно обычное явление в Горной Адыгее в целом и в каньоне Руфабго в частности. При последующем отделении образовавшиеся частицы наследуют исходную округлость форм. Наконец, в-третьих, нельзя исключать процессов рециклинга. В качестве промежуточных коллекторов для зерен кальцита и обломков карбонатных пород могут рассматриваться вышеупомянутые отложения древних террас, равно как и современные склоновые отложения, которые довольно медленно смещаются вниз под действием силы тяжести. По мнению автора, все три предположения могут оказаться верными одновременно. В таком случае необходимо говорить о полигенетичности окатанности песчаных зерен.

Отметим также, что обломков глауконитовых песчаников в верхней точке не фиксируется ни в песчаной, ни в псефитовой фракциях. Это говорит о том, что площадь размыва находится в верхней части прорезаемой каньоном куэсты на интервале между точками опробования. Иными словами, эта площадь практически прилегает к Хаджохскому каньону, информация о чем, судя по всему, является существенно новой, т.к. ранее аптские отложения фиксировались при геологической съемке

только значительно (несколько километров) севернее. С учетом рельефа местности и особенностей гидрографической сети, прямой перенос их оттуда в нижнюю часть каньона р. Руфабго видится невероятным.

Наконец, результаты изучения песчаных зерен свидетельствуют о существенной распространенности эпигенетических (в широком понимании) формаций жильного кальцита и кварца. Формирование первого связано с перекристаллизацией карбонатных пород (особенно пористых верхнеюрских). Что касается жильного кварца, то он вполне мог формироваться при кристаллизации из трещинных растворов, активно циркулировавших в тектонически активной области, подвергавшейся систематическому дроблению. О таких процессах свидетельствует присутствие эпидота в сростке с кварцем. Из таких же растворов могла образовываться и часть представленного в зернах кальцита.

Существенный вопрос связан с дифференциацией карбонатного материала, образующегося при разрушении триасовых и верхнеюрских комплексов. С учетом макроскопических различий между соответствующими породами, которые легко фиксируются при визуальном изучении их естественных выходов, можно предположить, что среди обломков известняков должно быть много частиц, образовавшихся при разрушении обоих осадочных комплексов. В действительности зерна кальцита поступали большей частью (или даже преимущественно) из верхнеюрских карбонатных пород, отличающихся большими размерами кристаллов и меньшей прочностью.

Все сказанное выше позволяет сделать вывод о том, что песчаные зерна в русловых отложениях малых водотоков на участках распространения карбонатных пород демонстрируют специфику вещественного состава. При этом интерес представляет собой не только довольно необычный

доминирующий компонент, но и различные второстепенные компоненты, которые позволяют детализировать представления о происхождении обломочного материала.

ПАРАМЕТРЫ ОКАТАННОСТИ ЗЕРЕН МУСКОВИТА В ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Р. БЕЛОЙ

Слюда довольно часто присутствует в песчаной фракции современного аллювия горных областей. Однако внимание к окатанности слагаемых ей зерен недостаточно в связи с тем, что зерна эти представляют собой отдельные чешуйки с соответствующей формой, которую достаточно сложно описать с использованием стандартных приемов. Тем не менее эти чешуйки не могут не подвергаться заметным морфологическим изменениям при речной транспортировке. В этой связи видится актуальным не только изучение их окатанности, но и поиск адекватной методики для ее описания.

В целях настоящего исследования были опробованы наносные (сезонные) песчаные отложения на правом берегу р. Белой у пос. Гузерибль (непосредственно ниже моста, ведущего в заповедник, в нескольких десятках метрах выше от места впадения в нее р. Молчепа). Ранее обломочное вещество того же участка характеризовалось в работе Д.О. Антоновой и Д.А. Рубана (2014).

В составе этих отложений преобладают обломки песчаной размерности, но также присутствуют в значительном количестве и более мелкие частицы. Песок с виду черный, что объясняется доминированием (до 90%) в его составе темноокрашенных обломков слюдистых сланцев и прочих метаморфических пород, размываемых в верховьях р. Белой (кристаллические комплексы Главного Кавказского хребта), а также зерен пироксена и других темноцветных минералов при некотором участии кварца (5-7%) и прочих минералов. Содержание зерен слюды неоднозначно. Если говорить об обломках, слагаемых агрегатами слюды и представляющими собой обломки метаморфических пород, то их содержание доходит до нескольких десятков процентов. Однако если

учитывать только отдельные чешуйки слюды (как правило, мусковита), то их содержание не превышает 0,5%. Длительность транспортировки обломочного материала от области размыва измеряется первыми десятками километров.

Для характеристики окатанности зерен мусковита в отдельных чешуйках предлагается фиксировать на плоскости спайности три параметра, а именно правильность формы зерен, скругленность углов зерен и плавность края зерен. Первые два параметра отражают окатанность обломочных частиц вообще (Blott, Pye, 2008), тогда как последний применим именно к зернам слюды с учетом свойственной им в силу минералогических особенностей морфологии. Интенсивность выраженности каждого признака в конкретных зернах определялась визуально и оценивалась полуколичественно по 5-балльной шкале, где 1 соответствует минимальному выражению (форма неправильная, углы острые, край зазубренный), а 5 – максимальному выражению (форма правильная, примерно соответствующая идеальному габитусу кристаллов мусковита, углы заметно округлые, края плавные, без существенных изломов). Далее данные по всему выделенным зернам обобщались с расчетом средних значений каждого параметра.

В итоге были получены следующие результаты. В изученных песчаных отложениях зерна мусковита имеют форму с разной правильностью (разброс оценок от 1 до 5), однако чаще встречаются неправильные зерна (оценки 1 и 2). Среднее значение – 2,8, что свидетельствует о весьма умеренной правильности формы. Скругленность углов также различна (разброс оценок от 1 до 5), при этом часто встречаются зерна как с умеренно выраженной остротой углов (оценки 2 и 3), так и с хорошо сглаженным углами (оценки 4 и 5). Среднее значение – 3,1, что говорит о весьма умеренной сглаженности углов. Наиболее примечательным параметром является плавность

края зерен. Как правило, она хорошо выражена, т.к. подавляющее большинство зерен получило по этому параметру оценки 4 и 5. Зерна с умеренной плавностью (оценки 2 и 3) встречаются редко, а зерен с зазубренными краями (оценка 1) не отмечено вовсе. Среднее значение – 4,1, что является показателем удовлетворительной плавности края зерен мусковита. Суммируя полученные значения по всем трем параметрам, можно говорить о том, что зерна мусковита в песчаных отложениях р. Белой демонстрируют достаточную, однако далеко не идеальную окатанность.

Полученные результаты требуют истолкования. Прежде всего, стоит отметить, что отдельные чешуйки мусковита в изученных отложениях могут иметь двойное происхождение. Часть из них образовалась непосредственно при дезинтеграции материнской породы и далее уже транспортировалась в речной долине. Другая часть (вероятно, большая) формировалась уже при транспортировке обломков материнской породы, когда имело место отслаивание чешуек по плоскостям спайности. Более того, сама по себе наблюдаемая окатанность может быть тройкой. Во-первых, это псевдо-окатанность, являющаяся следствием изометричности их зерен в материнской породе. Во-вторых, это окатанность, приобретаемая при транспортировке по речной долине. В-третьих, речь может идти о том, что параметры окатанности отдельных чешуек отражают окатанность, приобретаемую обломками материнской породы при речной транспортировке, т.е. до отслаивания. Изучение песчаной фракции опробованных отложений обращает внимание на значимость именно третьего из возможных механизмов, т.к. число слагаемых слюдой обломков пород с явными признаками окатанности велико. Более того, возникает впечатление, что чем "толще" пакет прилегающих друг к другу чешуек мусковита, тем лучше окатано соответствующее зерно.

Значительность пути транспортировки и известная

мягкость мусковита (Копченова, 1951) должны способствовать существенной окатанности зерен этого минерала. Однако фактически она оказывается меньше ожидаемой, о чем свидетельствуют результаты настоящего анализа. Возможны четыре объяснения. Во-первых, изначально уплощенные агрегаты при транспортировке скорее далее расщепляются или измельчаются, чем окатываются. Во-вторых, довольно пластичные чешуйки слюды скорее деформируются, изгибаются, чем окатываются (свидетельства этому получены и в точке опробования – мелкие чешуйки с неправильной формой, как правило, изогнуты). В-третьих, окатывание плоских зерен при речной транспортировке может происходить медленнее, чем "объемных" зерен. Наконец, в-четвертых, невысокая окатанность отдельных зерен мусковита может быть результатом позднего отслаивания от более крупных обломков материнской породы, при котором приобретенная такими обломками окатанность вовсе необязательно наследуется чешуйками. Эти объяснения не противоречат друг другу и, по-видимому, являются одновременно правильными.

Проведенное изучение окатанности зерен мусковита в песчаных отложениях р. Белой обнаруживает исключительную комплексность механизма их морфологических изменений. Для объяснения последних необходимо учитывать в т.ч. и особенности дезинтеграции минерала, а именно способность раскалываться на тонкие пластинки. В дальнейшем необходимо изучение окатанности слюдяных зерен не только в природных условиях, но и экспериментальным путем. В любом случае процесс окатывания зерен мусковита является исключительно специфическим, а учет отдельных параметров окатанности вполне может способствовать выявлению признаков для провенансного анализа аллювиальных толщ горных областей.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В УСТЬЕ Р. ЛИПОВОЙ

Современные аллювиальные отложения горных областей отличаются заметной динамикой, а механизмы транспортировки и (пере)отложения обломочного материала предельно сложны и описываются взаимосвязью самых различных параметров (Liu et al., 2011; Yu et al., 2012; Mather et al., 2017). Изучение минералогических особенностей песчаной фракции современного аллювия Горной Адыгеи проливает свет на комплексность некоторых из этих механизмов.

В июле 2017 г. было проведено изучение состава и происхождения песчаных зерен из микротеррас в устье р. Липовой, результаты чего представлены в одной из первых глав настоящей работы (см. выше). В июле 2018 г. на том же участке было предпринято аналогичное исследование, однако с учетом значительных изменений, произошедших в его пределах. Русло крупной р. Белой, в которую впадает р. Липовая, мигрировало на несколько десятков метров влево, подойдя практически вплотную к обрыву, ограничивающему пойму. Устье р. Липовой "сдвинулось" вверх по течению этого малого водотока. Микротеррасы были частично подмыты, размыты или "переработаны" с образованием новых аккумуляционных полей. Иными словами, изученный участок приобрел вид, отличный от зафиксированного годом ранее. Результаты нового изучения песчаной фракции аллювия в его пределах представлены ниже.

Пробы брались в трех локусах (X, Y, Z). Локус X соответствует непосредственно руслу р. Липовой, которое было опробовано примерно в 50 м выше устья (по состоянию на июль 2018 г.). Локус Y характеризует микротеррасу на правом берегу р. Липовой, расположенную примерно там же. Условно отложения этой микротеррасы могут сопоставляться с

отложениями, описанными в июле 2017 г. в локусе В (см. выше). Локус Z соответствует подмытой и частично затопленной р. Белой микротеррасе левобережья р. Липовой. Условно он может сопоставляться с локусом С, изученным в июле 2017 г. (см. выше). С учетом ранее проведенных исследований и вновь сделанных наблюдений можно утверждать, что отложения локуса X сформировались за счет активного привноса обломочного материала р. Липовой и перемыва отложений поймы р. Белой, локуса Y – за счет смешения ранее накопленных отложений рек Белой и Липовой, локуса Z – за счет перемыва р. Белой ранее накопленного обломочного материала, принесенного как р. Белой (большей частью), так и р. Липовой, а также за счет аккумуляции некоторого количества осадков, принесенных в течение года р. Белой, занявшей новое положение.

Песчаные зерна из локуса X представлены на 80% кварцем, который являет собой кварцевые зерна, вымытые из красноцветной пермской молассы. Для них устанавливаются признаки окатанности, но поверхность зачастую очень неровная, в "ямках". Красноватый оттенок характерен и для песчаной фракции в целом. Вероятно, кварцевые зерна формировались как при деструкции коренных пород с выделением мономинеральных зерен, так и за счет разрушения полиминеральных обломков уже в реке. До 20% фракции формируется за счет сравнительно многочисленных чешуек слюды, пироксенов и амфиболов, кварца немолассового происхождения (связан с разрушением метаморфических пород и жильных комплексов). Обращает на себя внимание наличие рудного компонента, а именно мелких вкраплений и примазок пирита в кварце, а также галенита. Присутствие последнего особенно интересно, т.к. указывает на небольшое расстояние транспортировки части материала (Копченова, 1951). В целом, такие особенности состава песчаных зерен согласуются с

обозначенным выше механизмом их накопления в данном локусе.

В локусе Y доминирует песчаный материал серого цвета с малозаметным красноватым оттенком. В его составе зерна кварца (вероятно, немолассового) составляют порядка 30%, еще 35% приходится на обломки пород пермской молассы (в т.ч. вымытые из нее кварцевые зерна), а остальные 35% составляют зерна пироксенов, амфиболов, обломки глинистых сланцев, чешуйки слюды (в меньшем количестве, чем в локусе X). Найдены единичные зерна рутила, а также обломки известняков (скорее всего, верхнеюрских) и гранитоидов (возможно, также вымыты из пермской молассы). Такой состав вполне соответствует предположенному выше смешению материала рек Белой и Липовой.

Наконец, в локусе Z песчаный материал имеет серый до темно-серого цвет; однако при внимательном рассмотрении и особенно при увеличении красноватый оттенок становится очевидным. Продукты разрушения пермской молассы (в т.ч. кварцевые зерна) составляют до 40%, на предположительно немолассовый кварц приходится порядка 20% от числа зерен фракции, а пироксены, амфиболы, слюда, эпидот (сравнительно многочисленен), обломки метаморфических пород, юрских песчаников, а также розовых известняков (верхнетриасовых или верхнеюрских) составляют в совокупности порядка 40%. Зерна эпидота угловатые. Что касается обломков метаморфических пород (гнейсы), то они окатаны, однако нередко разбиты на отдельные фрагменты (видимо, при временной мобилизации и транспортировке в крупном водотоке). Зерна кварца часто угловатые, но изометричные по форме. У некоторых крупных обломков кварца присутствуют элементы окатанности. Установлены единичные зерна молибденита, что также говорит о небольшой длительности транспортировки части материала от коренного

источника (Копченова, 1951). Также обнаружено интересное свидетельство глубокого рециклинга осадочного материала: в некоторых обломках из пермской молассы обнаружены прожилки кварца, при этом они формировались не в молассе, а в породах, за счет аккумуляции продуктов разрушения которых она сама возникла. Описанный состав песчаных зерен в данном локусе довольно хорошо согласуется со сложным механизмом их накопления, предположенным выше.

Проведенное изучение свидетельствует о том, что отложения локуса X заметно отличаются от таковых локусов Y и Z. Главное отличие – присутствие в первых большего числа обломков пермской молассы и меньшего числа обломков, которые обычно транспортируются р. Белой. Это вполне естественно с учетом того, что в русле р. Липовой накапливается преимущественно переносимый ей материал.

Сопоставление с результатами, полученными в 2017 г., подтверждает мысль о том, что в устьевой части р. Липовой накопление песчаных зерен происходит под значительным действием р. Белой. Однако вклад самой р. Липовой кажется не столь малым, как предполагалось ранее: уже в нескольких десятках метрах выше от устья переносимый ей материал начинает доминировать. Стоит отметить пестроту вещественного состава песчаной фракции в пределах весьма небольшого участка. С учетом масштабности изменений в положении водотоков, участков аккумуляции обломочного материала и конфигурации микротеррас в течение короткого промежутка времени (первые годы) стоит понимать, что современная динамика осадконакопления в устьевой части малых водотоков Горной Адыгеи весьма значительна и способствует формированию гетерогенного осадка, обозначить закономерности строения и распределения вещества в котором вряд ли возможно с использованием простых моделей.

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ ПРИУСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ДАХ

Территория Горной Адыгеи характеризуется значительной разнородностью геологического строения (Волкодав, 2007). Она обязательно должна проявиться при изучении особенностей аллювиальных отложений сравнительно крупных водотоков, которые пересекают участки выхода самых разнообразных геологических комплексов. Характерным примером такого водотока является р. Дах – правый приток р. Белой.

Река Дах берет начало вблизи восточной границы Республики Адыгеи и течет более 20 км на запад (на значительном протяжении в субширотном направлении) до места впадения в р. Белую в пределах ст. Даховской. Стоит отметить наличие у нее крупного левого притока – р. Сахрай. В область размыва в бассейне р. Дах попадают, прежде всего, осадочные породы юрского возраста (нижне–среднеюрские аргиллиты и песчаники, а также верхнеюрские известняки). Кроме того, активно размываются локально распространенные, но мощные триасовые комплексы, включая пестроокрашенные (часто розовые) рифогенные известняки верхнего триаса, а также гранитоиды Сахрайского массива и, возможно, локально встречающиеся комплексы докембрия (метаморфические породы) и нижней перми (красноцветная моласса).

В июле 2019 г. были опробованы аллювиальные отложения (непосредственно русловая фация) р. Дах на ее приустьевом участке. Точка отбора располагалась в 20 м выше по течению от старого моста в ст. Даховской. Отложения плохо отсортированы и содержат обломки всех фракций – от галечной до глинистой. Изучение состава с использованием микроскопического метода проводилось для песчаной фракции.

В составе изученных отложений преобладают (до 70%) светлоокрашенные частицы, среди которых выделяются зерна

кварца, кальцита и обломки известняков. Зерна кварца встречаются в самом различном виде. Среди них есть как почти идеально окатанные и при этом частично прозрачные, так и угловатые, белые или сохраняющие признаки правильной кристаллической формы (вероятно, результат разрушения друз). Многочисленны переходные варианты, демонстрирующие частичную окатанность, в т.ч. проявляющуюся в виде в той или иной мере интенсивного скругления углов. Зерна кальцита чаще угловаты или сохраняют признаки характерной для них кристаллографической формы, при этом в некоторых случаях также фиксируются скругление углов. Наконец, обломки известняков (как верхнеюрских, так и верхнетриасовых), как правило, демонстрируют ту или иную окатанность. В светлоокрашенных зернах встречаются вкрапления полностью или частично окисленных рудных минералов и, в частности, пирита и предположительно молибденита.

Остальная часть песчаной фракции (до 30%) приходится на пеструю смесь черных обломков глинистых сланцев и аргиллитов нижней–средней юры, желтоватые и сероватые обломки юрских и триасовых песчаников, а также зерна темноцветных минералов, чешуйки слюды и обломки неидентифицированных кристаллических пород. Стоит обратить внимание также на следующие, единично встречающиеся частицы. Во-первых, это изометричные зерна граната (одно из них имеет размер порядка 0,5 мм). Во-вторых, это угловатые или слабоокатанные зерна микроклина. В-третьих, это совсем редкие, угловатые зерна эпидота.

Как можно увидеть, состав песчаных зерен из приустьевоего участка р. Дах характеризуется значительной гетерогенностью, полностью отражающей особенности геологического строения всего бассейна реки. По всей видимости, в песчаную фракцию входят как первичные, так и

рециклированные зерна.

Особый интерес представляют четыре обстоятельства. Во-первых, это значительное количество продуктов разрушения триасовых рифогенных известняков в сравнении с продуктами разрушения гранитоидов при сопоставимой дальности переноса обломков. Вероятно, это стоит объяснять повышенной прочностью первых, а также способностью окатываться, а не разрушаться полностью при переносе. Во-вторых, интересно присутствие зерен граната и эпидота. Вероятно, их происхождение следует связывать с разрушением контактово-метаморфических комплексов Сахрайского массива. В-третьих, вкрапления предположительно молибденита вполне согласуются с наличием соответствующей минерализации в породах Сахрайского массива (Попов, Пустовит, 2011). Наконец, в-четвертых, на мобилизацию осадочного вещества в бассейне р. Дах не могла не повлиять хозяйственная деятельность на соответствующей территории (Варзарева, 2009), которую следует рассматривать в качестве фактора усиления гетерогенности вещественного состава песчаной фракции.

В целом, аллювиальная система р. Дах способствует смешению осадочного материала. Она может рассматриваться в качестве барьера осадочной дифференциации в горных областях.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУЧЬЕВ НА ПЕРИФЕРИИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ

Седиментационные процессы в горных областях отличаются заметной сложностью, определяющейся как особенностями геологического строения, так и значительной динамикой осадочной системы. Тем не менее вполне резонно предположить, что в минералогическом отношении песчаная фракция из русел малых водотоков, дренирующих монотонные по составу породные комплексы, не будет отличаться ни разнообразием, ни сложностью моделей формирования. Данные, полученные при изучении одного из ручьев, стекающих со склона хр. Скаженный вблизи ур. Партизанская поляна в Горной Адыгее, как будто подтверждают высказанное выше предположение (Рубан, Заяц, 2017). Однако результаты новых исследований, основанных на пробах из трех ручьев, отобранных на той же территории в июле 2019 г., требуют значительной корректировки таких представлений.

Рассматриваемая территория соответствует восточной периферии Лагонакского нагорья, где доминируют выходы сильно дислоцированных темноцветных ниже–среднеюрских глинистых сланцев мощностью в сотни метров, которые перекрываются полого залегающими верхнеюрскими карбонатными породами мощностью в десятки и первые сотни метров (Лозовой, 1984; Юра Кавказа, 1992). Такое двучленное строение характерно для собственно нагорья, представляющего собой серию куэстовых гряд. К востоку от самой восточной из них (хр. Каменное море) верхнеюрские карбонаты полностью размыты, а ниже–среднеюрские глинистые сланцы слагают небольшие хребты, включая хр. Скаженный, который субперпендикулярно ответвляется от хр. Каменное море. Территория интенсивно расчленена речной

сетью, образованной р. Армянка, которая является левым притоком р. Белой. Опробование русловой фации небольших (порядка 1–2 км в длину) ручьев, стекающих со склона хр. Скаженный, проводилось на участке, расположенном между ур. Партизанская поляна и ур. Яворова поляна, между которыми проходит автомобильная дорога (пробы брались в нескольких метрах выше от полотна дороги). Во врезках дороги и по склонам обнажаются глинистые сланцы, что должно определять состав аллювия.

По результатам микроскопического изучения проб состав песчаных зерен из ручьев можно охарактеризовать следующим образом. От 80% до 99% приходится на обломки собственно глинистых сланцев, которые часто проявляют ту или иную степень окатанности (в т.ч. подчас очень хорошую) и уплощенность, реже вытянутость. В количестве до 15% присутствуют, как правило, слабоокатанные и угловатые обломки песчаников (вероятно, нижнеюрских, но не исключено, что и пермских) желтого и серого цветов. В количестве от 1% до 5% присутствуют светлоокрашенные и большей частью угловатые (в т.ч. с проявлением правильных форм кристаллов) зерна жильного кальцита и кварца, а также неправильной формы обломки верхнеюрских известняков. Также единично присутствуют чешуйки слюды и микроконкреции сидерита, которые обычны в глинистых сланцах данной территории.

Описанный выше состав, в целом, согласуется с ранее сделанными наблюдениями (Рубан, Заяц, 2017) и вполне определяется особенностями геологического строения в пределах хр. Скаженный. Однако есть два обстоятельства, на которые нельзя не обратить внимания. Доля глинистых сланцев возрастает, тогда как доля песчаников снижается по мере приближения к ур. Яворова поляна. В том же направлении увеличивается число чешуек слюды, но снижается доля светлоокрашенных зерен. Безусловно, все это объяснимо

отличиями геологического строения, однако при монотонности толщи глинистых сланцев и небольшой протяженности ручьев вряд ли можно было бы ожидать столь заметных различий на расстоянии всего в 2 км по прямой. Более того, увеличение доли обломков известняков ближе к ур. Партизанская поляна выглядит несколько удивительным, т.к. происходит одновременно с удалением (!) от области разрушения в эскарпе куэсты хр. Каменное море.

В связи с вышесказанным можно предположить, что причиной фиксируемой пространственной неоднородности состава песчаных зерен в ручьях восточной периферии Лагонакского нагорья являются не только (и, возможно, даже не столько) особенности локального геологического строения, сколько сложные процессы перераспределения денудированного осадочного материала на склонах хр. Скаженный. Они зависят и от положения ручьев, и от особенностей рельефа, и от действия временных потоков, и от плоскостного смыва, и от характера растительного покрова. Иными словами, речь идет о действии довольно сложной локальной системы мобилизации и транспортировки осадочного материала, а не просто о перемещении терригенного материала ручьями вниз по склону.

Таким образом, даже протекающие в, казалось бы, простых условиях седиментационные процессы, связанные с ручьями горных областей, на самом деле оказываются комплексными. Их сложность определяется значительной сопряженностью осадочной динамики в самих долинах ручьев с процессами мобилизации и транспортировки обломочного материала в области их питания. Для выявления такой сопряженности эффективным оказывается сравнительный анализ состава зерен из нескольких расположенных сравнительно близко друг к другу водотоков.

СОСТАВ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. КУРДЖИПС В ПОС. ГУАМКА

Прорезание сравнительно крупным водотоком разнородных геологических комплексов способствует своеобразию состава русловых отложений. Его проявление было изучено в западной части Горной Адыгеи, характеризующейся гетерогенностью геологического строения и геоморфологических условий (Константинов и др., 2018).

Р. Курджипс берет начало на Лагонакском нагорье и течет далее на север субпараллельно р. Белой, в которую впадает в качестве левого притока. При пересечении куэсты Скалистого хребта она прорезает длинное и узкое Гуамское ущелье, для которого характера заметная динамика геоморфологических процессов (Ефремов, Шуляков, 2016). Данное ущелье маркирует переход от верхнего течения реки к среднему. Вблизи северного выхода из него располагается пос. Гуамка, в пределах которого в июле 2019 г. было проведено опробование русловых отложений р. Курджипс. Далее микроскопически анализировался состав песчаных зерен.

В составе песчаной фракции преобладают (до 80-85%) светлоокрашенные зерна. Они представлены обломками карбонатных пород (известняки и доломиты) верхней юры, а также кальцитом, кварцем и гипсом. Они или прозрачны, или имеют белый или серый цвет, довольно часто с желтоватым или розоватым оттенком. Такая окраска обусловлена повсеместным ожелезнением разрушаемых горных пород за счет поступления железа из титонских (верхняя юра) пестроцветных глин и песчаников в перекрываемые ими карбонатные толщи. Интересно отметить, что детальное рассмотрение зерен с розоватым оттенком показывает наличие среди них двух разновидностей. Для первой из них присуще неравномерное окрашивание, частично только с поверхности,

тогда как для второй, – напротив, равномерное (фактически это зерна розового цвета). Зерна второй разновидности явно представляют собой обломки массивных розовых карбонатных пород, встречающихся локально в пределах Лагонакского нагорья. Среди зерен отмечены единичные своеобразные "желваки", которые при детальном рассмотрении оказываются агрегатами гипса (т.н. гипсовые "розы"). Подобного рода агрегаты также весьма характерны для пестроцветной титонской толщи.

В значительно меньшем количестве (15-20%) встречаются темноокрашенные зерна. Среди них установлены обломки желтовато-серых юрских и, по всей видимости, красноцветных слюдистых пермских песчаников (последние входят в состав молассовой толщи), юрских глинистых сланцев и более древних (скорее всего, докембрийских) метаморфических пород. Единично встречены микроконкрекции сидерита, которые весьма характерны для юрских глинистых сланцев (см. выше).

Для частиц песчаной размерности характерна угловатость. Однако значительная их доля демонстрирует также более или менее явные признаки окатанности, которые в большей мере присущи темноокрашенным зернам. Это может объясняться как большей мягкостью некоторых из них (например, обломков глинистых сланцев и песчаников), так и большей дальностью переноса или рециклингом (это более вероятно с учетом геологических особенностей) ряда других обломков.

Такой состав говорит о том, что уже на переходе от верхнего к среднему течению, т.е. фактически еще в пределах Лагонакского нагорья, русловые отложения р. Курджипис представляют собой сложную седиментологическую систему, в которой происходит смешение гетерогенного материала. Безусловно, значительная часть светлоокрашенных зерен поступает в реку в пределах Гуамского ущелья – при этом не

столько в результате его врезания в карбонатные комплексы, сколько за счет активного осыпания склонов (Ефремов, Шуляков, 2016).

Сделанные наблюдения свидетельствуют также о том, что прорезание рекой мощных карбонатных толщ на участке длиной в несколько километров (участок протекания р. Курджипис по Гуамскому ущелью) может оказывать заметное влияние на состав песчаных зерен в русловых отложениях. Однако оно не "затушевывает" влияния других источников материала, располагающихся выше по течению. Гуамское ущелье не является абсолютным фильтром для обломочного материала, поступающего в реку до входа в него, и не способствует снижению количества этого материала до уровня, при котором установление других источников было бы проблематичным. Однако помимо значительного обогащения русловых отложений карбонатным материалом это ущелье формирует путь транспортировки, при котором энергетика водного потока способствует усилению окатанности частиц.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОКОНКРЕЦИЙ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ РУЧЬЕВ ПЕРИФЕРИИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ

Формирование конкреций является важным феноменом, связанным с проявлением некоторых "глубинных" закономерностей седиментогенеза (Македонов, 1966; Hounslow, 2001; Loope et al., 2012). В пределах Горной Адыгеи широким распространением пользуются ниже-среднеюрские комплексы темно-серых до черных аргиллитов и глинистых сланцев, содержащие сидеритовые конкреции (Байков, 2004; Теодорович, Похвиснева, 1964; Юра Кавказа, 1992). По всей видимости, их наличие свидетельствует о накоплении этих пород в мало- или бескислородной обстановке склонов и дна сравнительно глубоководного морского бассейна. При этом геологами обращается внимание преимущественно на сидеритовые конкреции крупного размера (1 см и более), которые можно визуальнo обнаружить в обнажениях глинистых толщ. Однако изучение современных донных отложений песчаной и мелкогравийной фракций ручьев на восточной периферии Лагонакского нагорья позволило установить большое содержание (до 0,5–1%) микроконкреций сидерита, которые обязательно должны стать объектом специального изучения. Вероятно, они рассеяны в глинистых толщах, в которых найти их в достаточном количестве было бы затруднительно. В этой связи именно отложения ручьев, где эти микроконкреции, очевидно, концентрируются и при этом почти не разрушаются, дают уникальную возможность для их массового, систематического изучения.

Автором было проведено изучение морфологических особенностей сидеритовых микроконкреций, выделенных из современных донных отложений ручья, стекающего со склона хр. Скаженный вблизи ур. Яворова Поляна. Отметим, что

данный хребет субперпендикулярно ответвляется от хр. Каменное море и сложен преимущественно нижне-среднеюрскими глинистыми толщами. При изучении каждой микроконкреции фиксировались следующие параметры: размер (мм), уплощенность, вытянутость, шарообразность, скругленность углов, ямчатость поверхности и правильность формы. Все признаки за исключением размера и шарообразности (для последней устанавливалось наличие или отсутствие), оценивались по шкале от 0 до 2 в зависимости от выраженности, при этом максимальное проявление признака соответствует 2, умеренное – 1, незначительное или отсутствующее – 0.

На основании проведенного изучения были получены следующие результаты. Размер микроконкреций изменяется в пределах от 0,5 мм до 1,3 мм, что соответствует крупнопсаммитовой и мелкогравийной фракциям. При этом на последнюю приходится менее 25% изученных зерен. 60% микроконкреций сильно уплощены, а еще 20% проявляют заметные признаки уплощения. Вытянутость фиксируется сравнительно редко. Менее 5% зерен сильно вытянуты, 20% демонстрируют слабую тенденцию к удлинению. Шарообразная форма установлена лишь в 8% случаев. Скругленность углов, напротив, в большинстве случаев выражена превосходно, и не более 20% микроконкреций обладают этим признаком в чуть меньшей степени. Зерен с острыми углами не установлено, за единственным исключением, соответствующим обломку конкреции (острые углы здесь соответствуют только линии обламывания). Ямчатость поверхности проявляется различно. Некоторые зерна практически полностью гладкие (около 40%), тогда как другие покрыты мелкими "ямками" (таковых не более 20%). Прочие характеризуются умеренной выраженностью данного признака. Наконец, 40% микроконкреций имеют правильную

форму, чуть более 20% – неправильную, а еще порядка 40% – умеренно правильную.

На основании приведенной выше информации можно описать типичную микроконкрецию. Она выглядит как крупное песчаное зерно, близкое по форме к правильному диску со скругленными краями и отличающееся довольно гладкой поверхностью. Цвет микроконкреций зависит от степени их окисления, которая частично определяется длительностью пребывания в ручье. Чаще он темно-желтый, реже – бурый. В некоторых случаях на поверхности фиксируются небольшие (сотые доли мм) пятнышки белого цвета, проявляющие неоднородность состава микроконкреций, который еще предстоит изучить. Стоит добавить, что микроконкреции встречаются большей частью в неповрежденном виде, что говорит об их устойчивости к факторам деструкции при транспортировке и аккумуляции в долинах ручьев. Обломки микроконкреций или же микроконкреции с частично "отшелушенными" поверхностными слоями встречаются единично.

Особое внимание стоит обратить на происхождение изучаемых микроконкреций. Они попадают в отложения ручьев при размывании последними склонов или при постепенном осыпании склонов в долины ручьев. Изначально предполагалось, что микроконкреции рассеяны в слагающих эти склоны глинистых толщах. Однако при изучении донных отложений ручьев была сделана примечательная находка. Это обломок породы, в которой конкреции неплотно упакованы в железистом матриксе. Это наводит на мысль об их полной или частичной приуроченности к прослоям с такой текстурой (эти прослои установлены в обнажениях). Что касается самих микроконкреций, то они могут быть отчасти параллелизованы с оолитами. Однако окончательную ясность по этим вопросам могут внести только дополнительные исследования

вещественного состава как отложений ручьев, так и глинистых толщ в коренных выходах. Другое дело, что вероятность находок, которые позволили бы сделать более-менее однозначное заключение о происхождении сидеритовых микроконкреций, довольно низка.

В целом, стоит признать, что сидеритовые микроконкреции, концентрирующиеся в отложениях ручьев на периферии Лагонакского нагорья, являются интереснейшим объектом для изучения, имеющим важность для расшифровки как современных, так и ранне-среднеюрских процессов осадконакопления. Ряд связанных с ними вопросов остается открытыми, что определяет направления последующих работ. Особо следует подчеркнуть необходимость сравнительного анализа микро- и обычных сидеритовых конкреций данной территории.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН АЛЛЮВИЯ В МЕСТЕ СЛИЯНИЯ РЕК ДАХ И САХРАЙ

Аллювиальные толщи имеют в целом ленточную конфигурацию, однако их состав далеко не всегда выдерживается по простирацию. Значительные изменения ожидаются ниже устьев притоков, дренирующих геологические комплексы, отличающиеся от тех, что размываются основным водотоком. В этой связи изучение аллювия в местах впадения таких притоков и особенно слияния двух более или менее равнозначных водотоков представляет особый интерес. На территории Горной Адыгеи в этом отношении наиболее перспективным оказывается место слияния реки Дах и ее левого притока Сахрай возле пос. Усть-Сахрай.

Реки Дах (выше Усть-Сахрая) и Сахрай являются сопоставимыми по длине водотоками, которые вполне допустимо считать равноправными. Их слияние образует более крупную реку (Дах в строгом смысле), которая течет на запад и в пределах ст. Даховская впадает в крупную р. Белую в качестве ее правого притока. Выше места слияния р. Дах размывает преимущественно песчано-глинистые породы нижней-средней юры, при этом темные аргиллиты содержат довольно много сидеритовых конкреций и микроконкреций. Склоновые процессы также способствуют попаданию в нее обломков верхнеюрских карбонатных пород, обнажающихся в эскарпах куэстовой гряды в сотнях метрах выше уреза воды. Р. Сахрай дренирует более сложную в геологическом отношении территорию, где наряду с аналогичными глинистыми толщами присутствуют также разнообразные триасовые осадочные породы повышенной крепости (песчаники, аргиллиты, известняки, в т.ч. пестроокрашенные рифогенные), позднепалеозойские гранитоиды и, вероятно, более древние (предположительно докембрийские) метаморфические

комплексы. Среди них особо следует отметить гранитоиды, которые известны довольно давно (Афанасьев, 1953; Снежко, Снежко, 2017), однако при этом в силу удаленного расположения не привлекли такого внимания как расположенные западнее гранитоиды Даховского кристаллического массива.

В ходе полевых исследований летом 2020 г. было проведено визуальное обследование и опробование аллювиальных отложений (песчаная фракция) непосредственно в месте слияния рек Дах и Сахрай на нескольких небольших участках. Первый из них – прирусловый участок на левом берегу р. Дах в нескольких десятках метрах ниже слияния. Второй участок соответствует средней части поймы на левом берегу р. Дах (также ниже слияния и примерно на том же удалении от него). Третий участок располагается возле русла непосредственно в точке слияния на левом берегу р. Дах. Четвертый участок соответствует руслу р. Сахрай в нескольких метрах выше слияния. Пятый участок располагается возле русла на левом берегу р. Сахрай в нескольких десятках метрах выше слияния. На первом участке преобладает песок, на втором, третьем и пятом – смесь крупных обломков и песка, на четвертом – крупные обломки.

Микроскопическое изучение песчаной фракции из отобранных проб показывает достаточное сходство ее состава на изученных участках, однако фиксируются и некоторые отличия. В целом, на светлоокрашенные зерна приходится порядка 70%, а на темноокрашенные – 30%. Первые включают зерна кварца и кальцита (как прозрачные, так и молочно-белые, а также мутно-желтые), иногда с включением рудных минералов, а также обломки верхнеюрских и триасовых (в т.ч. розовых и вишнево-красных рифогенных) известняков. Темноокрашенные зерна представлены, главным образом, обломками глинистых сланцев и в меньшей степени зернами

пироксенов, амфиболов, слюды и обломками метаморфических пород. Окатанность зерен различна, но чаще невелика или отсутствует. Темноокрашенные зерна (прежде всего, это относится к обломкам глинистых сланцев) чаще проявляют окатанность, уплощенность, вытянутость, чем светлоокрашенные. Из светлоокрашенных зерен окатанность в большей мере свойственна обломкам известняков и песчаников. Микроконкреции сидерита присутствуют повсеместно, но в различном количестве. Форма их изменяется от почти идеально сферической до вытянутой; присутствуют также брусковидные и неправильной формы микроконкреции, а также их обломки.

Рассмотрим особенности состава песчаной фракции на отдельных участках (при этом общие для всех участков свойства, приведенные выше, опускаются). Для первого участка характерно присутствие сравнительно большого количества слюды (в т.ч. в сростках с кварцем), единичных зерен микроклина, эпидота (в т.ч. в сростках с кварцем), но при этом практически полное отсутствие сидеритовых микроконкреций. Отмечены также многочисленные обломки желтоватых юрских песчаников. На втором участке отмечаются редкие зерна микроклина, слюда встречается в небольшом количестве, а сидерита несколько больше. Также здесь отмечены явные признаки ожелезнения осадка. На третьем участке сидерита снова практически нет, но отмечаются зерна (в т.ч. слюды), которые по составу можно обозначить как продукты разрушения гранитоидов. В качестве особенностей четвертого участка можно обозначить уменьшение доли обломков глинистых сланцев, но при этом увеличение количества микроконкреций сидерита, частое наличие обломков желтоватых юрских песчаников, продуктов разрушения гранитоидов. Также установлены обломки осадочных пород, которые сопоставлены предположительно с красными песчаниками пермской молассы,

обнажения которой характерны скорее для южной части Горной Адыгеи, хотя, безусловно, могут локально присутствовать и в бассейне р. Дах. Наконец, на пятом участке доля темноокрашенных обломков увеличивается до 40%. Установлено большое количество обломков как глинистых сланцев, так и метаморфических пород. Слюда присутствует, но явной концентрации продуктов разрушения гранитоидов нет. Имеются в наличии редкие зерна эпидота, а сидеритовых микроконкреций довольно много. В целом, именно для этого участка характерен наиболее пестрый состав песчаной фракции.

С учетом представленной выше характеристики состава песчаной фракции, пространственного взаимоотношения участков опробования и описанной диспозиции места слияния рек Дах и Сахрай относительно размываемых геологических комплексов можно сделать следующие заключения. Во-первых, на участках, тяготеющих к р. Сахрай (третий, четвертый и пятый), состав песчаной фракции отличается большим разнообразием, что, в целом, соответствует размыву р. Сахрай разнообразных геологических комплексов, включая гранитоиды. Во-вторых, на этих же участках (за исключением третьего) увеличивается концентрация микроконкреций сидерита, связанных с глинистыми толщами. Объяснить это довольно сложно, т.к. р. Дах выше места слияния дренирует толщи, содержащие эти микроконкреции в таком же объеме. Вероятно, речь может идти о некоторых локальных закономерностях аккумуляции зерен определенного состава. В-третьих, на участках ниже места слияния сравнительно много зерен/обломков, которые можно связать с областью размыва р. Сахрай, что говорит, по всей видимости, о довольно значительном вкладе последней в формировании осадка непосредственно ниже слияния. Однако стоит сделать оговорку о том, что это влияние затушевывается очень большим

количеством зерен, связанных с размывом ниже-среднеюрских глинистых толщ и верхнеюрских известняков, в т.ч. и непосредственно в месте слияния и выше него. Зерна, которые предположительно связаны с областью размыва р. Сахрай, транспортируются на более длительное расстояние, а потому общее их количество не может быть большим.

Полевые исследования летом 2021 г. позволили дополнить сделанные выше выводы. В их ходе было проведено визуальное обследование и опробование аллювиальных отложений (песчаная фракция) р. Дах несколько выше ее слияния с р. Сахрай на нескольких небольших участках. Три из них, где преобладает смесь крупных обломков и песка, характеризуют русловую фацию р. Дах (один – в нескольких десятках метров выше слияния, два других – в нескольких метрах выше слияния), а еще один участок, где преобладает песок, соответствует небольшой террасе, которая в виде своего рода "клина" разделяет реки Дах и Сахрай выше места их слияния.

Микроскопическое изучение песчаной фракции из отобранных проб выявляет как сходства, так и различия. На наиболее удаленном вверх по течению р. Дах участке темноцветные зерна, представленные обломками глинистых сланцев и песчаников разного цвета (в т.ч. с углистым веществом), составляют порядка 60%. Для них характерно уплощение, окатанность, но также оскольчатость, а некоторые имеют форму брусков. Светлоокрашенные зерна (кальцит, кварц, обломки верхнеюрских известняков) окатаны хуже, хотя встречаются и те, что демонстрируют очень хорошую окатанность (особенно это свойственно обломкам известняков). Сидеритовые конкреции редки. Чрезвычайно редко встречаются зерна, в которых представлены слюдистые агрегаты и сростки кварца с микроклином. Непосредственно выше места слияния количество светлоокрашенных зерен уменьшается до 20–30%.

Конкреций сидерита совсем мало, некоторые из них выглядят как узкие "трубочки". В одном из обломков известняков установлена фоссилия – по всей видимости, позднеюрский коралл. На участке, соответствующем террасе, напротив, число светлоокрашенных зерен возрастает до 65%. Отмечено единичное присутствие эпидота, микроклина и минералов тяжелой фракции (рутил). При этом отметим, что размер зерен песчаной фракции на этом участке наименьший (преобладает мелкий песок, тогда как на других участках – средний и крупный песок).

Несмотря на различные пропорции светло- и темноокрашенных зерен, на этих участках состав песчаной фракции довольно монотонен. При этом стоит добавить окрашенность многих зерен за счет ожелезнения. Представленные в обломках песчаники явно относятся к двум разным типам – сероватым средне- и крупнозернистым граувакковым песчаникам, и буро-желтым мелкозернистым песчаникам. Происхождение зерен этой фракции связано с размывом пользующихся широким распространением песчано-глинистых пород и связанных с ними жильных комплексов, а также транспортировкой по склонам речной долины обломков верхнеюрских карбонатов. Очень хорошая окатанность отдельных кварцевых зерен свидетельствует также о процессах рециклинга, т.е. перемыве более древних (скорее всего, террасовых) отложений. Обращает на себя внимание отсутствие или, по крайней мере, единичность зерен, образовавшихся за счет разрушения гранитоидов и верхнетриасовых известняков. Это свидетельствует о том, что сразу выше места слияния рек Дах и Сахрай их отложения не перемешивались, а тот минимальный перенос зерен, свойственных аллювию Сахрай, что все-таки имел место, носил случайных характер. Важно, что даже в водораздельной террасе следов смешения почти нет. По всей видимости, можно

предполагать относительную молодость долины р. Сахрай в ее нынешнем виде, т.к. в противном случае с учетом интенсивных процессов динамики и рециклинга аллювиальных отложений на рассматриваемой территории можно было бы ожидать большее содержание обломков гранитоидов и верхнетриасовых известняков в отложениях р. Дах выше места слияния.

В целом, можно сделать вывод о том, что при сопоставимых параметрах сливающихся водотоков отличительные особенности осадочного материала, выносимого одним из них, оказывают влияние на состав аллювия непосредственно ниже слияния, при этом изменения в составе аллювия могут носить довольно резкий характер. Однако действие сугубо локальных факторов (в т.ч. гидродинамических), определяющих концентрацию зерен определенного состава на конкретных участках, а также наличие близкорасположенных объектов размыва может быть заметным.

Внимания требует вопрос о рециклинге осадочного материала в зоне слияния водотоков. Действительно, сезонные и многолетние изменения морфологии и положения русел, гидрологических параметров (и, следовательно, транспортирующей способности), высокий динамизм эрозионных процессов способствуют сдвигам участков аккумуляции и размыва в пределах места слияния, в результате чего происходит систематический перемыв толщ. Как следствие, зерна, которые могли быть принесены только одним водотоком, оказываются на участках, тяготеющих к другому водотоку. Однако скорее это приведет к перемешиванию осадка в месте слияния. Полученные данные говорят о том, что в рассматриваемом случае зона этого перемешивания распространяется ниже по течению, тогда как вверх от места слияния осадки практически сразу начинают проявлять своеобразие.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИЯ Р. БЕЛОЙ В ПОС. КАМЕННОМОСТСКИЙ

При изучении отложений крупных водотоков с быстрым течением и высокой транспортирующей способностью большую важность имеет вопрос о влиянии на их состав сугубо локальных особенностей геологического строения. Гипотетически представляется, что оно минимально за счет большого количества сносимых продуктов разрушения горных пород, эродируемых выше по течению. Однако в действительности ситуация может оказаться иной, о чем свидетельствуют результаты изучения аллювия р. Белой в ее среднем течении.

Точка опробования располагается на левом берегу р. Белой непосредственно в пределах пос. Каменноостский (возле подвесного моста). Микроскопически изучалась песчаная фракция руслового аллювия. Опробование производилось летом 2021 г.

По результатам изучения были установлены следующие особенности состава. Светлоокрашенные зерна составляют порядка 70–80% и представлены обломками верхнеюрских известняков (белых, мутновато-желтоватых, светло-серых и розовых), а также кальцитом (частично связан с этими известняками) и кварцем. В кальците иногда обнаруживается вкрапленность рудных минералов. Также присутствуют обломки желтых песчаников (вероятнее всего, из перекрывающей известняки пестроцветной толщи, также относящейся к верхней юре), единично встречается микроклин. Темноокрашенные зерна составляют 20–30% и представлены обломками кристаллических сланцев, редкими зернами слюды и эпидота. Все зерна песчаной размерности угловатые, редко со слабой окатанностью (в т.ч. скругленностью углов), многие уплощены

(особенно хорошо это видно для темноокрашенных зерен). Имеют место покрытие зерен песчаной размерности тонкодисперсными частицами, а также ожелезнение. Однако и то, и другое выражено не слишком сильно.

Такие особенности состава отличаются от тех, чем фиксируются выше по течению р. Белой (Антонова, Рубан, 2014; Кузьменко, Рубан, 2014; см. также другие главы настоящей работы). Основные отличия связаны с наличием большого числа обломков известняков, сравнительно небольшой долей и небольшим разнообразием темноокрашенных зерен, практически полным отсутствием продуктов разрушения гранитоидов и глинистых сланцев. Это удивительно, т.к. выше по течению на протяжении десятков километров река и ее многочисленные притоки размывают указанные и другие породы, тогда как известняки размываются на сравнительно небольшом протяжении (участок непосредственно врезания в них реки измеряется сотнями метров, точка опробования располагается несколько ниже его).

Создается впечатление, что при речной эрозии известняки дают столь большое количество материала, что состав песчаной фракции кардинально меняется, продукты разрушения разнообразных пород как бы "растворяются" в массе локально формируемого осадка. Безусловно, вклад может вносить также разрушение рекой немного выше по течению известняков триасового возраста, однако даже с его учетом локально выявляемые особенности состава примечательны. Требуются последующие исследования для установления того, насколько далеко они прослеживаются ниже по течению. Тем не менее очевидно, как резко может измениться состав осадка при изменении состава размываемых геологических комплексов, даже если продукты разрушения иных горных пород на большом протяжении транспортируются рекой в огромном количестве.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. КАМЕННОЙ

Анализ аллювиальных отложений приобретает особое значение на территориях, которые в геологическом отношении остаются относительно слабо изученными. В Горной Адыгее бассейн р. Гош в силу не только периферийности, но также труднодоступности и широкого развития растительного покрова исследован хуже, чем сопредельные участки. Изучение аллювиальных толщ в нижней части долины р. Каменной летом 2021 г. позволило расширить представления о геологии и четвертичной истории данной территории.

Р. Гош является довольно крупным левым притоком р. Сахрай, которая, в свою очередь, впадает в р. Дах – правый приток р. Белой. Р. Гош и ее многочисленные притоки берут начало на северо-восточном склоне хр. Ду-Ду-Гуш, который протягивается субпараллельно долине р. Белой и выступает в качестве одного из наиболее крупных орографических элементов южной половины Горной Адыгеи (Рубан, 2020). Наиболее крупным притоком р. Гош является р. Каменная, которая течет с юго-запада на северо-восток и впадает в р. Гош в самом нижнем течении последней. Место впадения располагается в пределах пос. Новопрохладное.

В геологическом отношении р. Каменная протекает по территории, сложенной ниже-среднеюрскими песчано-глинистыми породами, отличающимися монотонностью состава и большой мощностью (Юра Кавказа, 1992). Они смяты в складки и разбиты многочисленными разрывными нарушениями. Эта монотонность нарушается отдельными горизонтами криноидных известняков. Выходы триасовых осадочных комплексов, включая верхнетриасовые рифогенные известняки, располагаются к востоку от бассейна р. Каменной,

тогда как выходы позднепалеозойских гранитоидов – к северо-западу и к северо-востоку от него (Даховский и Сахрайский массивы соответственно). Ни те, ни другие не дренируются ни самой р. Каменной, ни ее многочисленными притоками. Что касается верхнеюрских известняков, то полоса их выходов приурочена к куэсте Скалистого хребта, протягивающейся в нескольких километрах севернее и отделенной широкой долиной р. Дах.

Опробование аллювия для изучения его песчаной фракции производилось в пяти точках в долине р. Каменной в ее нижнем течении (непосредственно в пределах пос. Новопрохладное). Три точки соответствуют русловой фации, одна – пойменной и еще одна – основанию первой надпойменной террасы. Исходя из особенностей строения речной долины можно предполагать, что участие склонового материала, формирующегося за счет не только (и, вероятно, не столько) разрушения пород, но и переотложения более древнего террасового аллювия, возрастает от реки к террасе, одновременно с чем увеличивается и некий усредненный возраст обломочного материала.

Для русловой фации характерно преобладание (от 50 % до 80%) темноокрашенных зерен, представленных большей частью обломками глинистых сланцев и песчаников, в сравнении со светло-окрашенными зернами (от 20% до 50%), которые слагаются кальцитом (в т.ч. из зеркал скольжения, которые многочисленны в коренных выходах глинистых сланцев в борту реки), кварцем и обломками известняков (как белых, так и розоватых). Окатанность выше у темноокрашенных зерен, хотя среди них встречаются (подчас в довольно большом количестве) оскольчатые обломки. Характерной особенностью является присутствие небольших сидеритовых конкреций, вымытых из глинистых сланцев, и их обломков. Вообще, для большого числа песчаных частиц отмечены признаки

ожелезнения. Обязательно следует указать наличие единичных (встречаемость крайне редкая) зерен граната, эпидота и микроклина, а также темного кальцита.

Песчаная фракция из пойменных и террасовых отложений сходна, но имеет и некоторые отличия. Число светлоокрашенных и темноокрашенных зерен сравнивается в пойменных отложениях, а в основании террасы светлоокрашенные зерна преобладают (до 70%). Вероятно, это связано с постепенным вымыванием обломков глинистых пород. Фиксируются обломки различных известняков, устанавливается присутствие редких зерен микроклина, хотя граната и эпидота не обнаружено. Есть светлоокрашенные зерна, образующие агрегаты с более мелкими зернами рудных минералов.

Сказанное выше однозначно указывает на то, что песчаная фракция аллювиальных отложений р. Каменной формировалась за счет гораздо более разнообразного комплекса пород, чем тот, что составляет нынешний бассейн этого водотока. Безусловно, доминирование в составе обломков глинистых сланцев и кальцита вполне соответствует широкому распространению глинистых сланцев с жильными комплексами. Зерна песчаников происходят, вероятнее всего, как из песчаных прослоев в толще глинистых сланцев, так и из пачек нижнеюрских песчаников, размываемых в верхнем течении реки и ее притоков (предполагается широкое распространение песчаников на склонах хр. Ду-Ду-Гуш). Однако присутствие обломков известняков и гранитоидов, которые не размываются р. Каменной и не могли быть транспортированы склоновыми процессами в условиях современных топографических особенностей местности, требует отдельного объяснения. Для последнего могут быть предложены три сценария.

Первый сценарий предполагает наличие локальных выходов триасовых известняков и позднепалеозойских

гранитоидов в бассейне р. Каменной. Вероятность этого низка в силу особенностей геологического строения, однако не может быть исключена полностью (особенно в отношении выходов известняков, обломков которых сравнительно много, особенно в более крупных фракциях), что требует тщательного геологического изучения территории. Второй сценарий предполагает рециклинг в бассейне реки осадочного материала, сформировавшегося в то время, когда уровень эрозии располагался гораздо выше. Вполне очевидно, что территория была полностью перекрыта верхнеюрскими известняками, граница распространения которых смещалась к северу по мере усиления размыва и отступления куэсты. Объем сформировавшегося при этом обломочного материала должен был быть достаточно большим, и, несмотря на последующий вынос водотоками, некоторая его часть (в т.ч. сохранившаяся на склонах и в отложениях террас) вполне может регулярно поступать в современные долины рек и ручьев. Однако такой сценарий менее вероятен для гранитоидов и триасовых известняков, которые не участвовали в формировании покровных толщ. Тем не менее их выходы могли присутствовать на отдельных участках, соответствующим висячим крыльям надвигов, где они были полностью эродированы, но при этом сформировали обломочный материал для рециклинга.

Наконец, третий сценарий связан с гипотетическим существенным изменением гидрографической сети в течение четвертичного периода. Это вполне вероятно, с учетом легкости заложения и развития, но при этом и видоизменения долин небольших водотоков в сравнительно мягких, поддающихся глубокому размыву песчано-глинистых комплексах. Например, р. Каменная в геологическом прошлом вполне могла перехватывать водотоки, впадающие в настоящее время в р. Гош и размывающие склоны хр. Бурелом, где известны выходы

гранитоидов. То же относится и к некоторым водотокам, которые дренируют участки выходов триасовых известняков и впадают в р. Сахрай, тогда как в прошлом могли принадлежать бассейну р. Каменной. Нельзя исключать и более кардинальных отличий прежней гидрографической сети, предполагающей иную локализацию русел рек Сахрай и Гош. Анализ крутизны склонов указывает на наличие довольно широкого "канала", простирающегося из внутренней части Горной Адыгеи к ее северной периферии (The Republic of Adygeya Environment, 2020). Несомненно, его формирование связано с эродирующей деятельностью водотоков бассейна р. Сахрай, которые при этом вполне могли перемещаться в пространстве будущего "канала", начало чего стоит относить, скорее всего, еще к первой половине четвертичного периода. Ранее сформированный обломочный материал частично сохранился на данном участке, а после изменения конфигурации и появления современного бассейна р. Каменной стал транспортироваться по водотокам, утратившим пространственную связь с ранее существовавшими областями размыва. Более того, данный сценарий вполне мог сочетаться с одним или двумя сценариями, предложенными выше. Весьма важный вопрос связан с тем, размыв какого массива гранитоидов (Даховского или Сахрайского) привел к появлению зерен микроклина в изученном аллювии. Первый вариант (Даховский массив) выглядит предпочтительнее в силу расположения выше по течению, однако изменения гидрографической сети вполне могли быть таковыми, что источником являлись породы Сахрайского массива.

В целом, изучение песчаной фракции аллювия р. Каменной позволяет обнаружить показательный пример большего разнообразия состава обломков в сравнении с монотонностью размываемых в речном бассейне горных пород. По всей видимости, эта монотонность присуща именно

современной геологической среде, тогда как она была гораздо менее выраженной в предшествующие эпохи. При этом очевидно, что полученные результаты ставят вопрос о необходимости детальных геологических и геоморфологических исследований в бассейнах рек Сахрай, Гош и Каменная – как минимум, для реконструкции их развития, а, как максимум, для возможного обнаружения новых геологических объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные выше характеристики минералогических особенностей песчаной фракции аллювиальных отложений крупных, средних и малых рек Горной Адыгеи позволяют сделать несколько общих выводов.

Во-первых, склоновые процессы играют не меньшую, а, вероятнее всего, большую роль при формировании аллювиальных толщ в горных областях в сравнении с собственно геологической деятельностью водных потоков. При этом формирование речных долин в значительной степени стимулирует склоновую активность. По сути отложения водотоков являются по своему происхождению коллювиально-аллювиальными и даже аллювиально-коллювиальными. Термин "аллювий" в таком случае теряет генетический характер, детерминируя лишь обстановку нахождения рассматриваемых отложений.

Во-вторых, рециклинг обломочного материала из более древних источников, которые могут быть как связаны с современными речными долинами (рециклинг из отложений террас), так и нет (рециклинг из древних консолидированных толщ), накладывает значительный отпечаток на современный аллювий. Он стимулируется как геологической деятельностью водотоков, так и склоновыми процессами и формирует сложные связи между современными и древними (в т.ч. очень древними) осадочными системами.

В-третьих, особенности локального геологического строения оказывают значительное влияние на отложения водотоков, однако действие данного фактора может затухать сложностью осадочного процесса на коротком расстоянии от участков размыва, а подчас даже непосредственно в их пределах.

В-четвертых, формирование аллювия в речных долинах

горных областей носит довольно хаотический характер, который связан именно со сложностью протекания осадочного процесса и сильно меняющимся в пространстве и времени, но при этом перманентным взаимодействием нескольких факторов. Тем не менее тщательное изучение аллювия позволяет давать весьма точные генетические интерпретации его особенностей.

В-пятых, антропогенное воздействие на формирование современного аллювия может быть довольно значительным, проявляясь на большом расстоянии. В этой связи отложения нередко оказываются антропогенно-коллювиально-аллювиальными или антропогенно-аллювиально-коллювиальными. Однако природные процессы все-таки способны с течением времени минимизировать антропогенное воздействие при его однократности; с исследовательской точки зрения это проблема: при отсутствии информации о таком воздействии интерпретация ряда особенностей аллювия будет представлять значительный интерес.

Эти выводы представляются важными для корректного понимания всей сложности осадочного процесса в горных областях, которое постепенно вырабатывается у геологов (Allen, Heller, 2012; Brambilla et al., 2018; Nyberg et al., 2018). Как минимум, эти области не могут пониматься упрощенно лишь как участки активного размыва и, следовательно, источники обломочного материала. Напротив, речные долины формируют значимые седиментационные системы, которые вполне могут рассматриваться наравне с морскими осадочными бассейнами. При этом склоновые процессы высокой интенсивности следует рассматривать в качестве важного, если не основного фактора деструкции коренных пород и мобилизации осадочного материала (на это уже обращали внимание геоморфологи – Костенко и др., 1970; Saunders, Young, 1983), тогда как речные долины служат временной аккумуляции последнего.

ЛИТЕРАТУРА

Антонова Д.О., Рубан Д.А. Происхождение зерен эпидота в современных аллювиальных отложениях Северо-Западного Кавказа // Актуальные проблемы докембрия, геофизики и геоэкологии. СПб.: Любавич, 2014. С. 13-16.

Афанасьев Г.Д. Материалы к проблеме происхождения гранитов в свете данных по гранитоидам некоторых областей СССР // Труды Института геологических наук. 1953. Вып. 148. С. 7-49.

Байков А.А. Первая находка панцирных глиняных шаров на Северном Кавказе // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2004. № 1. С. 85-88.

Варзарева В.Г. К вопросу о состоянии памятников природы Адыгеи // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2009. № 3. С. 156-158.

Волкодав И.Г. Геология Адыгеи. Майкоп: АГУ, 2007. 251 с.

Геология СССР. Т. 9. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1968. 760 с.

Грановский А.Г. Белореченский учебный полигон геологической практики Южного федерального университета: строение, история развития, минерагения // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2013. № 5. С. 19-25.

Грановский А.Г., Рышков М.М., Пушкарский Е.М. Геодинамические аспекты формирования ранне-среднеюрских отложений Северо-Западного Кавказа // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2001. № 2. С. 71-74.

Грушевенко А.А. Гранатсодержащие минеральные ассоциации Даховского кристаллического массива (Большой Кавказ) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 4-6. С. 1119-1122.

Елисеев В.И. Пролувий предгорий аридной зоны //

Генезис и литология континентальных антропогенных отложений. М.: Наука, 1965. С. 34-49.

Ефремов Ю.В., Шуляков Д.Ю. Современные экзогенные процессы на Лагонакском нагорье (Западный Кавказ) // Геориск. 2016. № 3. С. 18-27.

Заяц П.П., Рубан Д.А. Эпидот в аллювиальных отложениях Горной Адыгеи (Западный Кавказ) как свидетельство рециклинга осадочного материала // Современная наука и практика. 2017. № 1. С. 39-44.

Константинов Ю.А., Хатамов Ю.Б., Шаова Ж.А. Эколого-геоморфологическая оценка экзогенных геологических процессов в среднем течении реки Курджипс // Новая наука и интеграционные процессы в современной системе знаний Казань, 2018. С. 259-282.

Копченова Е.В. Минералогический анализ шлихов. М.: Госгеолиздат, 1951. 208 с.

Костенко Н.П., Лыкошин А.Г., Попов И.В. Рельефообразующие процессы и значение их изучения в прикладных целях // Современные экзогенные процессы рельефообразования. М.: Наука, 1970. С. 29-36.

Кузьменко А.С., Рубан Д.А. Факторы окатываемости зерен микроклина в современных отложениях малых рек Северо-Западного Кавказа // Актуальные проблемы докембрия, геофизики и геоэкологии. СПб.: Любавич, 2014. С. 132-135.

Ложкин В.В. Диагностика минералов россыпей (практическое руководство). М.: Госгеолтехиздат, 1962. 243 с.

Лозовой С.П. Лагонакское нагорье. Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1984. 160 с.

Македонов А.В. Современные конкреции в осадках и почвах и закономерности их географического распространения. М.: Наука, 1966. 284 с.

Назаренко О.В., Михайленко А.В., Смагина Т.А., Кутилин В.С. Природные условия Горной Адыгеи. Ростов-на-Дону: ЮФУ,

2020. 132 с.

Ненахов В.М., Жабин А.В., Никитин А.В., Бондаренко С.В. Внутреннее строение тектонической зоны северного обрамления Даховского кристаллического массива (Западный Кавказ) // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2019. № 1. С. 5-14.

Ненахов В.М., Жабин А.В., Жаворонкин В.И., Ильин В.В., Чеботарева Л.С. Вещественные особенности, петрофизические свойства и геодинамические условия формирования гранитоидов Даховского кристаллического массива (Западный Кавказ) // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2021. № 2. С. 4-21.

Петтиджон Ф., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. М.: Мир, 1976. 535 с.

Попов Ю.В. Положение магматических комплексов Даховской горст-антиклинали в эволюции магматизма зоны Передового хребта Большого Кавказа // Актуальные проблемы региональной геологии, литологии и минерагении. Ростов-на-Дону: ЦВВР, 2005. С. 131-141.

Попов Ю.В., Пустовит О.В. Минеральный состав и закономерности локализации кварц-молибденитового жильного оруденения Даховского рудного узла (Северо-Западный Кавказ) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2011. № 5. С. 70-73.

Рубан Д.А. Геодинамическая обстановка формирования палеозойских серпентинитов Даховского кристаллического массива (Северо-Западный Кавказ) // Иркутск: ИрГТУ, 2007. С. 67-71.

Рубан Д.А. Геодинамические обстановки формирования гранитоидов Даховского кристаллического массива (Северо-Западный Кавказ) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Вып. 11. Пермь: Пермский университет, 2008. С. 176-181.

Рубан Д.А. Стратиграфия палеозойских магматических образований северной части Горной Адыгеи (Западный Кавказ)

// Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Вып. 12. Пермь: Пермский университет, 2009. С. 156-162.

Рубан Д.А. Некоторые вопросы определения и интерпретации окатанности минеральных зерен в свете новых данных из Горной Адыгеи // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 17. Пермь: ПГНИУ, 2014. С. 163-168.

Рубан Д.А. Ревизия литодемной стратиграфии магматических пород Даховского кристаллического массива (Западный Кавказ) // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы. Майкоп, 2016. С. 39-40.

Рубан Д.А. Некоторые минералогические особенности современных отложений ручья Липовый (бассейн р. Белая, Западный Кавказ) // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 1. С. 826-828.

Рубан Д.А. Ключевые интервалы тектонической истории Юга России в свете результатов новых исследований. Ростов-на-Дону, ДГТУ-Принт, 2019. 62 с.

Рубан Д.А. Горные хребты и вершины северо-восточной периферии Лагонакского нагорья. Ростов-на-Дону, ДГТУ-Принт, 2020. 95 с.

Рубан Д.А., Заяц П.П. Особенности денудации хребта Скаженный (Северо-Западный Кавказ) по данным изучения аллювиальных отложений // Современная наука и практика. 2017. № 2. С. 25-28.

Рубан Д.А., Пугачев В.И. Хаджохский каньон и Гранитное ущелье (Адыгея, Россия) как геологические памятники природы // География и природные ресурсы. 2008. № 1. С. 62-66.

Сафронов И.Н. Геоморфология Северного Кавказа и Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1987. 102 с.

Снежко В.А., Снежко В.В. Возраст цирконов из гранодиоритов Соколовского массива (Западное Предкавказье)

по данным U-Pb (SHRIMP II) датирования // Региональная геология и металлогения. 2017. № 70. С. 41-47.

Теодорович Г.И., Похвиснева Е.А. Литология и диагенез юрских отложений Северо-Западного Кавказа. М.: Наука, 1964. 105 с.

Черников Б.А. Тектоника бассейна р. Белой (Северный Кавказ). Ростов-на-Дону: РГУ, 1999. 23 с.

Щербакова Т.А. Шевелев А.И. Кайнозойские тальк-магнетитоносные отложения в бассейне р. Ларги (Забайкалье) // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. 2013. Т. 155, кн. 4. С. 122-129.

Щиров В.Т. Очерки геологии Горной Адыгеи. Ростов-на-Дону: Фонд науки и образования, 2014. 230 с.

Юра Кавказа. СПб.: Наука, 1992. 192 с.

Allen P.A., Heller P.L. Dispersal and Preservation of Tectonically Generated Alluvial Gravels in Sedimentary Basins // Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. P. 111-130.

Blott S.J., Pye K. Particle shape: a review and new methods of characterization of and classification // Sedimentology. 2008. Vol. 55. P. 31-63.

Brambilla D., Papini M., Longoni L. Temporal and Spatial Variability of Sediment Transport in a Mountain River: A Preliminary Investigation of the Caldane River, Italy // Geosciences. 2018. Vol. 8. P. 163.

Domeier M., Font E., Youbi N., Davies J., Nemkin S., Van der Voo R., Perrot M., Benabbou M., Boumehdi M.A., Torsvik T.H. On the Early Permian shape of Pangea from paleomagnetism at its core // Gondwana Research. 2021. Vol. 90. P. 171-198.

Goudie A.S. The Human Impact on the Natural Environment. Past, Present and Future. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. 410 p.

Hooke R.LeB. On the history of humans as geomorphic agents // Geology. 2000. Vol. 28. P. 843-846.

Hounslow M.W. The crystallographic fabric and texture of siderite in concretions: Implications for siderite nucleation and growth processes // *Sedimentology*. 2001. Vol. 48. P. 533-557.

James L.A., Phillips J.D., Lecce S.A. Preface to anthropogenic fluvial sedimentation: Centennial celebration of G.K. Gilbert's Hydraulic-Mining Debris in the Sierra Nevada // *Geomorphology*. 2017. Vol. 294. P. 1-3.

Kent D.V., Olsen P.E., Muttoni G., Et-Touhami M. A Late Permian paleopole from the Ikakern Formation (Argana basin, Morocco) and the configuration of Pangea // *Gondwana Research*. 2021. Vol. 92. P. 266-278.

Liu H.-X., Wang Z.-Y., Yu G.-A., Zhang K. Experimental study on evolution of bed structures of natural mountain rivers // *Water Science and Engineering*. 2011. Vol. 4. P. 192-203.

Loope D.B., Kettler R.M., Weber K.A., Hinrichs N.L., Burgess D.T. Rinded iron-oxide concretions: Hallmarks of altered siderite masses of both early and late diagenetic origin // *Sedimentology*. 2012. Vol. 59. P. 1769-1781.

Mather A.E., Stokes M., Whitfield E. River terraces and alluvial fans: The case for an integrated Quaternary fluvial archive // *Quaternary Science Reviews*. 2017. Vol. 166. P. 74-90.

Nyberg B., Gawthorpe R.L., Helland-Hansen W. The distribution of rivers to terrestrial sinks: Implications for sediment routing systems // *Geomorphology*. 2018. Vol. 316. P. 1-23.

Ruban D.A. The Greater Caucasus – A Galatian or Hanseatic terrane? Comment on "The formation of Pangea" by G.M. Stampfli, C. Hochard, C. Verard, C. Wilhem and J. von Raumer [Tectonophysics 593 (2013) 1-19] // *Tectonophysics*. 2013. Vol. 608. P. 1442-1444.

Ruban D.A., Zeffass H., Yang W. A new hypothesis on the position of the Greater Caucasus Terrane in the Late Palaeozoic-Early Mesozoic based on palaeontologic and lithologic data // *Trabajos de Geologia*. 2007. Vol. 27. P. 19-27.

Saunders I., Young A. Rates of surface processes on slopes, slope retreat and denudation // *Earth Surface Processes and Landforms*. 1983. Vol. 8. P. 473-501.

Stamps D.S., Flesch L.M., Calais E., Ghosh A. Current kinematics and dynamics of Africa and the East African Rift System // *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 2014. Vol. 119. doi:10.1002/2013JB010717.

Stamps D.S., Iaffaldano G., Calais E. Role of mantle flow in Nubia-Somalia plate divergence // *Geophysical Research Letters*. 2015. Vol. 42. P. 290-296.

Stamps D.S., Kreemer C., Fernandes R., Rajaonarison T.A., Rambolamanana G. Redefining East African Rift System kinematics // *Geology*. 2021. Vol. 49. P. 150-155.

The Republic of Agygeya Environment. Cham, Springer, 2020. 714 pp.

Verstraeten G., Broothaerts N., Van Loo M., Notebaert B., D'Haen K., Duser B., De Brue H. Variability in fluvial geomorphic response to anthropogenic disturbance // *Geomorphology*. 2017. Vol. 294. P. 20-39.

Wilkinson B.H. Humans as geologic agents: A deep-time perspective // *Geology*. 2005. Vol. 33. P. 161-164.

Yu G.-A., Wang Z.-Y., Zhang K., Huang H.-Q. Field experimental study on bed load particle movement in a mountain stream // *Journal of Hydraulic Engineering*. 2012. Vol. 43. P. 631-638.

АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ РАБОТ АВТОРА ПО ТЕМЕ

Рубан Д.А. Некоторые вопросы определения и интерпретации окатанности минеральных зерен в свете новых данных из Горной Адыгеи // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Вып. 17. Пермь: ПГНИУ, 2014. С. 163-168.

Окатанность является фундаментальной характеристикой обломочных частиц, но ее определение и интерпретация сложны. В алевролитах из пермской молассы Горной Адыгеи выявлена небольшая окатанность зерен кварца, проявляющаяся в скругленности углов и правильности зерен, что согласуется с континентальным генезисом этих пород. При этом рециклинг кварцевых зерен и участие эоловых процессов в их накоплении были минимальными. В современном конусе выноса небольшой р. Сибирка в том же регионе установлено некоторое увеличение общей окатанности зерен в более мелких фракциях. Это объясняется выносом мелких обломочных частиц этой рекой в р. Белую без их накопления в конусе при аккумуляции обломочного материала, переносимого последней, в этом конусе.

Антонова Д.О., Рубан Д.А. Происхождение зерен эпидота в современных аллювиальных отложениях Северо-Западного Кавказа // Актуальные проблемы докембрия, геофизики и геоэкологии. СПб.: Любавич, 2014. С. 13-16.

В ходе полевых работ в бассейне р. Белой отобраны пробы современных аллювиальных отложений в конусе выноса р. Сибирки (левый приток р. Белой), а также на берегу р. Белой вблизи впадения р. Молчепа (~ 20 км выше по течению от конуса выноса) и вблизи впадения р. Сюк (~ 6 км ниже по течению от конуса выноса). Зерна эпидота песчаной

размерности из конуса выноса р. Сибирка демонстрируют большую окатанность, чем из пробы, взятой выше по течению р. Белой, и меньшую, чем из пробы, взятой ниже по течению р. Белой. Подобное соотношение обнаруживается также и при изучении отдельных псаммитовых фракций. Установленная закономерность позволяет считать, что зерна эпидота окатываются по мере их транспортировки вниз по течению р. Белой. В таком случае они могут происходить только из метаморфических комплексов, распространенных в пределах осевой части Большого Кавказа, где располагаются верховья этой реки. Размыв магматических и контактово-метаморфических образований в долине р. Сибирки не выступает в качестве существенного источника зерен эпидота в конусе выноса этой реки.

Кузьменко А.С., Рубан Д.А. Факторы окатываемости зерен микроклина в современных отложениях малых рек Северо-Западного Кавказа // Актуальные проблемы докембрия, геофизики и геоэкологии. СПб.: Любавич, 2014. С. 132-135.

Пробы современных отложений были отобраны в устье р. Сибирки, а также в устьевых частях двух водотоков (Белый Догуако и Грязный Догуако), слияние которых образует р. Догуако. Полученные результаты выявляют достаточно слабую окатанность зерен микроклина. При этом однозначной тенденции изменения ее степени в зависимости от размера зерен не прослеживается. Возможно, это связано с разными источниками зерен микроклина. Следует обратить внимание на тот факт, что зерна примерно одинаково окатаны во всех фракциях в отложениях р. Сибирки, тогда как в отложениях водотоков системы р. Догуако наблюдаются заметные колебания степени окатанности. Учитывая распределение параметров, можно заключить, что окатанность зерен в левом

водотоке несколько ниже, чем в р. Сибирке, а в правом – еще ниже. Предположительно, зерна микроклина в отложениях террасы р. Белой, прорезаемых р. Догуако, были изначально принесены не р. Белой со стороны Гранитного ущелья, а небольшими водотоками, стекавшими со склонов хр. Бурелом, слагаемого гранитоидами Даховского кристаллического массива и обрамляющего современную террасу с юго-запада. Возможно также, что транспортировка осуществлялась за счет склоновых, гравитационных процессов, а не по водотокам.

Заяц П.П., Рубан Д.А. Эпидот в аллювиальных отложениях Горной Адыгеи (Западный Кавказ) как свидетельство рециклинга осадочного материала // Современная наука и практика. 2017. № 1. С. 39-44.

Проведено изучение зерен эпидота в аллювиальных отложениях Горной Адыгеи (долины р. Белая и ее притоков). Результаты выявляют значительное разнообразие их формы и окраски, что указывает на наличие нескольких источников данного минерала. Установлено, что до 30% зерен связано с размываемыми горными породами непосредственно в пределах изученной территории. Рассмотрение всех возможных источников и направлений транспортировки эпидота позволяет выявить сложный механизм рециклинга осадочного материала. Одним из индикаторов соответствующих процессов является значительная окатанность некоторых зерен.

Рубан Д.А. Некоторые минералогические особенности современных отложений ручья Липовый (бассейн р. Белая, Западный Кавказ) // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 1. С. 826-828.

Минералогический состав песчаной фракции современных отложений небольшого (длина ~2 км) ручья Липовый (среднегорье Западного Кавказа), протекающего вдоль

северного контакта Даховского кристаллического массива, отражает разнообразие размываемых горных пород. Окатанность некоторых зерен кварца указывает на рециклинг осадочного вещества (роль промежуточных коллекторов играют нижнеюрские песчаники или отложения четвертичных террас). Концентрация зерен граната и неидентифицированного зеленого минерала в отложениях ручья – следствие дифференциации обломочного материала.

Рубан Д.А., Заяц П.П. Особенности денудации хребта Скаженный (Северо-Западный Кавказ) по данным изучения аллювиальных отложений // Современная наука и практика. 2017. № 2. С. 25-28.

Проведено опробование и микроскопическое изучение аллювиальных отложений ручья, стекающего со склона хребта Скаженный на Северо-Западном Кавказе. Их состав вполне соответствует локальному геологическому строению. При денудации хребта происходит мобилизация лишь первичного материала, т.е. без рециклинга отдельных зерен. При транспортировке материала в пределах склона хребта полной дезинтеграции части обломков не происходит в силу мягкости пород. В сносе материала принимает участие небольшое количество продуктов разрушения пород, слагающих хребет Каменное море. В целом, седиментационные процессы, связанные с денудацией хребта Скаженный, описываются более простой моделью, чем на соседних участках Северо-Западного Кавказа.

О Г Л А В Л Е Н И Е

<i>ПРЕДИСЛОВИЕ</i>	3
<i>ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ГОРНОЙ АДЫГЕИ</i>	5
<i>СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ МИКРОТЕРРАС В УСТЬЕ Р. ЛИПОВОЙ</i>	9
<i>СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ЖЕЛОБНОЙ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ</i>	15
<i>АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТАВ ОБЛОМОЧНОГО МАТЕРИАЛА В ВОДОТОКАХ БАСЕЙНА Р. БЕЛОЙ</i>	19
<i>ФАКТОРЫ ПРОРЕЗАНИЯ КОНУСОВ ВЫНОСА МАЛЫМИ ВОДОТОКАМИ В БАСЕЙНЕ Р. БЕЛОЙ</i>	22
<i>ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДНОЖЬЯ Г. ЧЕРНЫЙ ШАХАН</i>	24
<i>ПРОДУКТЫ РАЗРУШЕНИЯ ГРАНИТОИДОВ ДАХОВСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА В ОТЛОЖЕНИЯХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ</i>	27
<i>ОКАТАННОСТЬ ЗЕРЕН МИКРОКЛИНА В ОТЛОЖЕНИЯХ ПЕРВОЙ НАДПОЙМЕННОЙ ТЕРРАСЫ Р. БЕЛОЙ</i>	30
<i>ОКАТАННОСТЬ ЗЕРЕН ЭПИДОТА ПЕСЧАНОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ МИКРОТЕРРАС В УСТЬЕ Р. ЛИПОВОЙ</i>	33
<i>ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ОКАТАННОСТИ ЗЕРЕН ПЕСЧАНОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ГОРНОЙ АДЫГЕИ</i>	36

<i>СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. РУФАБГО</i>	40
<i>ПАРАМЕТРЫ ОКАТАННОСТИ ЗЕРЕН МУСКОВИТА В ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Р. БЕЛОЙ</i>	48
<i>НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. ЛИПОВОЙ</i>	52
<i>ГЕТЕРОГЕННОСТЬ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ ПРИУСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ДАХ</i>	56
<i>ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУЧЬЕВ НА ПЕРИФЕРИИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ</i>	59
<i>СОСТАВ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ РУСЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. КУРДЖИПС В ПОС. ГУАМКА</i>	62
<i>МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОКОНКРЕЦИЙ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ РУЧЬЕВ ПЕРИФЕРИИ ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ</i>	65
<i>ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН АЛЛЮВИЯ В МЕСТЕ СЛИЯНИЯ РЕК ДАХ И САХРАЙ</i>	69
<i>ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИЯ Р. БЕЛОЙ В ПОС. КАМЕННОМОСТСКИЙ</i>	76
<i>СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. КАМЕННОЙ</i>	78
<i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</i>	84
<i>ЛИТЕРАТУРА</i>	86
<i>АННОТИРОВАННЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ РАБОТ АВТОРА ПО ТЕМЕ</i>	93

В печать 29.04.2022г.
Объем 6,2 усл п.л. Офсет. Формат 60x84/16
Бумага тип №3. Заказ № 19\04. Тираж 150 экз.

ООО «ДГТУ-Принт»
Адрес полиграфического предприятия:
344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.