

Научный отчет о выполнении исследования по гранту

Наименование Получателя	<u>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук</u>
Наименование федерального органа исполнительной власти — главного распорядителя средств федерального бюджета	<u>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации</u>
Внутренний номер	<u>МК-5948.2021.1.5</u>
Ученый:	<u>Зеленин Егор Александрович</u>
Тема	<u>Активная разломная тектоника Срединного хребта Камчатки</u>

Полученные за отчетный период научные (научно-технические) результаты: 1. В результате структурно-геоморфологического дешифрирования была получена схема распространения активных разломов (рис. 1, приложение), установлены характеристики их кинематики и величин смещений. Активные разломы выявлены на возвышенных плато Анаунского и Алнейского дола, а также на лавовых плато восточного склона Срединного хребта от г. Алней до г. Красная. Наиболее морфологически сохранные разрывы приурочены к голоценовым (Певзнер, 2006) лавовым потокам вулкана Терпук и возможно частично погребены ими (рис. 2, приложение).

В целом, зона разломов простирается на ЮЗ-СВ, косо пересекая Срединный хребет по азимуту около 40°, отдельные разрывы в целом параллельны простираению зоны и образуют полосу деформаций шириной 40 км и длиной 250 км. Деформации внутри зоны распределены однородно, в отличие от разломов Восточного вулканического пояса, формирующих телескопированный грабен (Флоренский, Трифионов, 1985). Фотограмметрические измерения углов падения дают значения 41°–67°, поверхность висячего крыла опущена (рис. 3, приложение), что соответствует сбросовой кинематике подвижек, сдвиговая компонента не различима на дистанционных данных, то есть незначительна. В дополнение к активным разломам были картографированы линейные цепочки центров извержений, простираение которых было интерпретировано как простираение питающих даек.

Статистическая обработка картографированных разрывов показывает (рис. 4, приложение), что все они образуют единую группу с простиранием 40-70° (среднее значение 55°). Аналогичные средние характеристики имеет распределение простирания питающих даек. Структуры ориентированы косо по отношению к Курило-Камчатскому глубоководному желобу, чем отличаются от обособленных, но в то же время параллельных оси островодужной системы разрывов южной Камчатки (Зеленин, 2017) и протяженных систем разрывов восточной Камчатки. Морфология разломных уступов на вулканических плато в отдельных случаях позволяет выделить изолированные разрывы и связать их с разовой подвижкой. Серия из 12 измерений разрывов Анаунского дола позволяет оценить характерную моментную магнитуду $M_w=5.8\pm0.2$, что сопоставимо с коровой сейсмичностью восточной Камчатки и существенно превышает зарегистрированную магнитуду коровых землетрясений Срединного хребта – $M_s = 4.9$ (13.12.1993, данные National Earthquake Information Center (NEIC), U.S. Geological Survey, <https://earthquake.usgs.gov>).

2. В рамках полевых работ летом 2021 г. было выполнено обследование Анаунского дола, включающее структурно-геоморфологическое описание, стереосъемку разломных уступов с БПЛА и отбор образцов для датирования деформаций. Было установлено, что несмотря на хорошую выраженность на дистанционных данных, разломные уступы на местности выглядят сглаженными (рис. 5, приложение), а почвенно-пирокластические чехлы не содержат признаков деформаций. Для оценки скорости деформирования плато были отобраны образцы деформированных платозэффузивов, слагающих пьедестал Анаунского дола на К-Аг датирование. Также был опробован лавовый поток в верховье р. Сред. Копкан (рис. 6, приложение) – единственное вулканическое образование, перекрывающее разломный уступ. Была выполнена аэрофотосъемка системы разломов Анаунского дола с квадрокоптера, позволившая создать цифровую модель местности (рис. 7, приложение) достаточного качества для измерения геометрии разломных уступов и суммарной накопленной деформации. Эти данные совместно с ожидаемыми датировками позволят оценить среднюю скорость деформаций и сопоставить ее с системами разломов Восточной и Южной Камчатки.

Ожидаемые направления дальнейшего использования полученных за отчетный период результатов: Главными прикладными результатами исследования в отчетном периоде стали оценка возможных магнитуд землетрясений, связанных с подвижками по разломам зоны и их пространственная приуроченность к вулканическим образованиям. Соответственно, основным направлением дальнейшего использования результатов могут стать работы по оценке сейсмической опасности, в первую очередь в рамках уточнения исходной сейсмичности. Однако, для полноценного использования материалов проекта в работах такого рода требуются оценки повторяемости сейсмических событий, основанные на датировках деформаций. Этой тематике будут посвящены работы следующего отчетного года.

Публикации ученого за отчетный период по заявленной тематике:

№ п/п	Название публикации	Авторы публикации	Наименование издания	Тип публикации	ISSN издания/ ISBN издательства	Год издания	Примечание	Ссылка на публикацию
1	Представление активных разломов в геологических материалах и их сегментация для задач сейсмического районирования	Зеленин Е.А., Стром А.Л., Гарипова С.Т.	Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы Шестнадцатой Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций.	Тезисы доклада	ISBN 978-5-6040982-3	2021	https://doi.org/10.25296/978-5-6040982-3-3-2021-12-1-738	http://www.geomark.ru/wp-content/uploads/2020/09/xvi-konf-perspektivy-2021.pdf

Участие ученого в научных конференциях и семинарах за отчетный период по заявленной тематике:

№ п/п	Название мероприятия	Место и время проведения	Название доклада	Ссылка на конференцию
1	XVI Общероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации».	г. Москва, 01.12.2021 - 03.12.2021	Представление активных разломов в геологических материалах и их сегментация для задач сейсмического районирования	https://www.geomark.ru/ecwd_event/xviconf2021/

Общественное признание ученого за отчетный период

№ п/п	Название премии/награды	Кем выдана	Год получения	Достижение, за которое вручена премия/награда
1	Благодарственное письмо	Отделение наук о Земле РАН	2021	"За успехи в проведении научных исследований в области неотектоники и геодинамики"

Выполнение заданных индикаторов в отчетном периоде:

№ п/п	Наименование индикатора	Ед. изм.	2021 г. план	2021 г. факт
1	Количество научных публикаций, подготовленных руководителем гранта (монографии, учебники, учебные пособия, статьи, тезисы докладов, другие публикации)	ед.	2	1
1.1	Количество публикаций, индексируемых в международной информационно - аналитической системе научного цитирования Web of Science	ед.	0	0
1.2	Количество публикаций, индексируемых в международной информационно - аналитической системе научного цитирования Scopus	ед.	0	0
1.3	Количество публикаций в российских отраслевых научных изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий РИНЦ	ед.	1	1
2	Количество докладов и сообщений на конференциях, в том числе международных, подготовленных руководителем гранта	ед.	1	1
3	Количество учебных курсов (лекции, семинары, практические занятия, лабораторные занятия), которые ведет руководитель гранта	ед.	0	0
4	Количество подготовленных диссертаций на соискание ученой степени под руководством руководителя гранта	ед.	0	0
5	Количество результатов интеллектуальной деятельности (изобретения, базы данных, полезные модели, промышленные образцы, программы для электронных вычислительных машин, ноу-хау) руководителя гранта	ед.	0	0

Комментарий к выполнению заданных индикаторов в отчетном периоде: Рукопись статьи, подготовленная для публикации в журнале "Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле" (Scopus, РИНЦ) на момент сдачи отчета находится на рецензии.

Ученый



Зеленин Е.А.

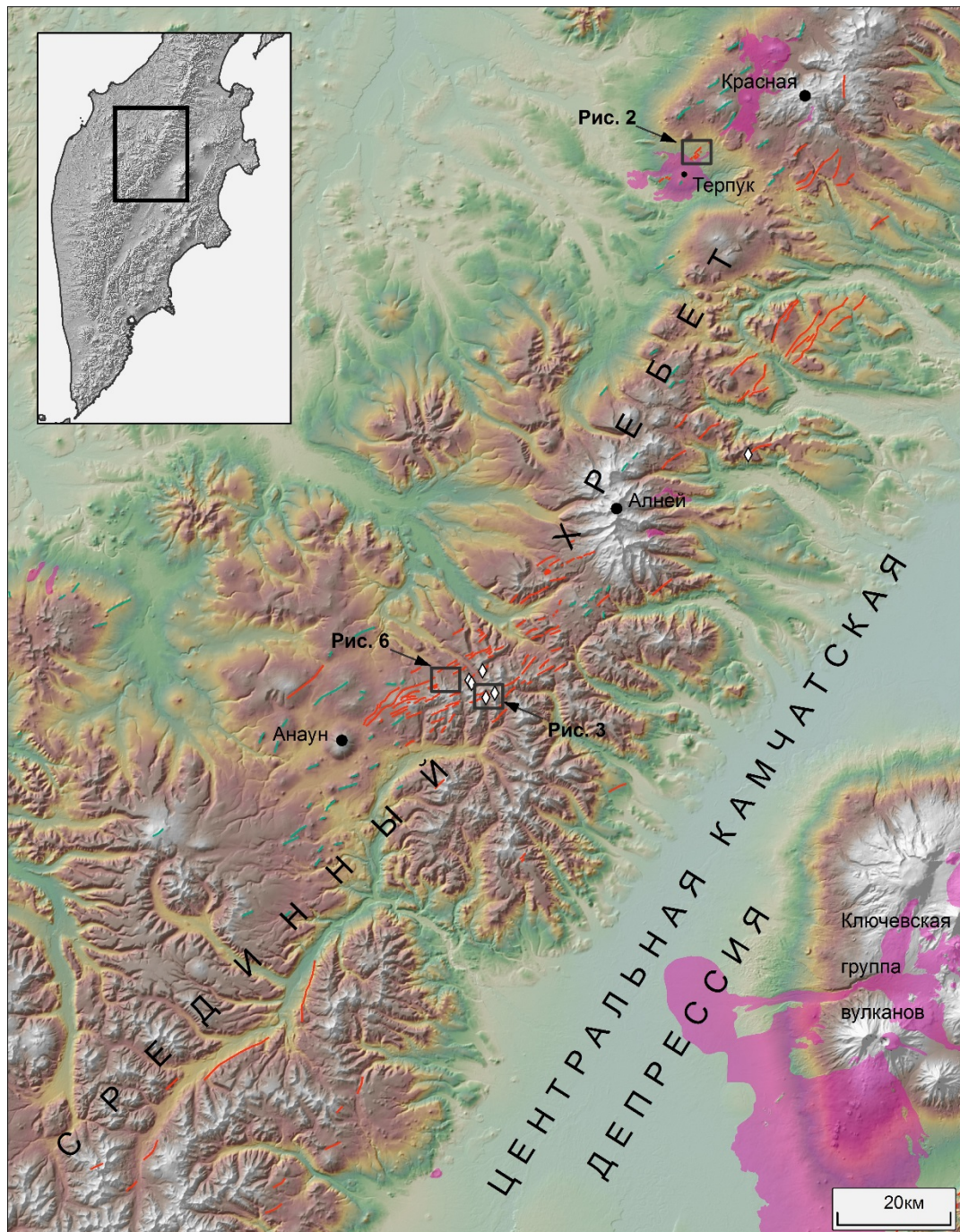


Рис. 1 Активные разломы и магмопроводящие трещины Срединного хребта (красные и зеленые линии, соответственно).

Ромбами показано положение фотограмметрических измерений азимутов и углов падения плоскости разломов. Розовая заливка – голоценовые вулканические отложения (База данных голоценового вулканизма Камчатки, <http://geoportal.kscnet.ru/volcanoes/geoservices/hvolc.php>)

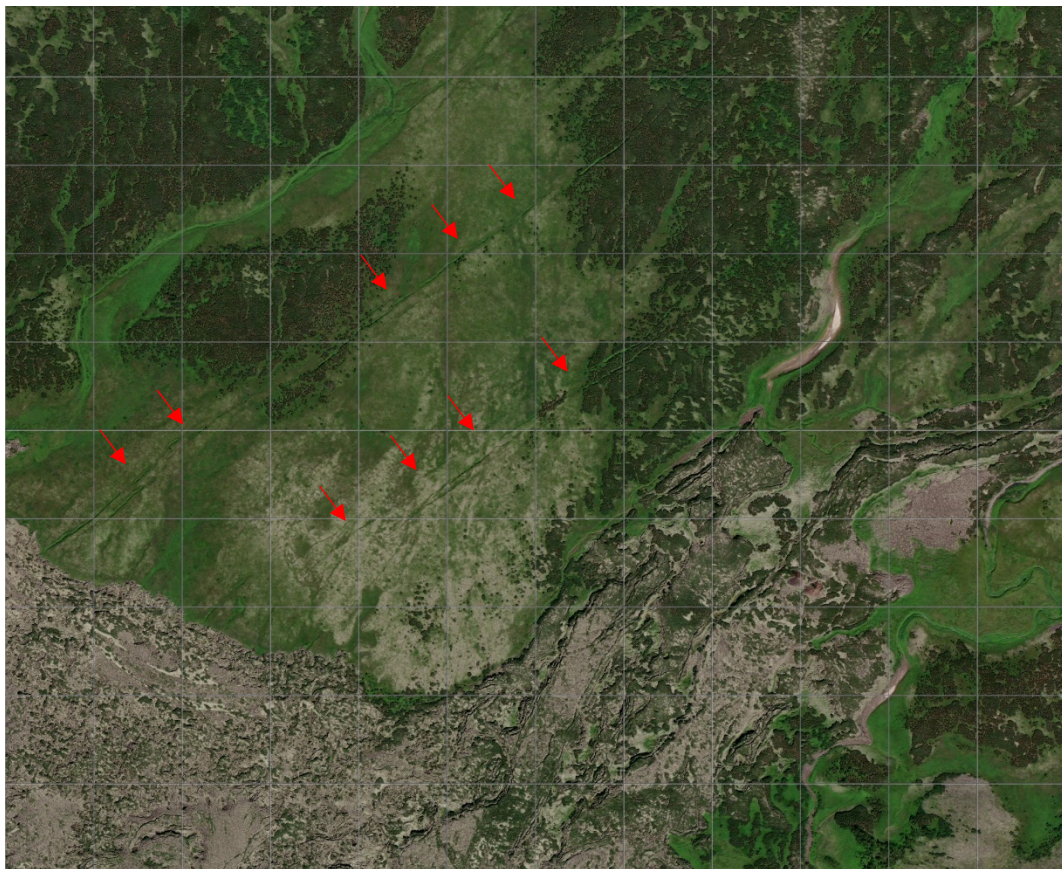


Рис. 2. Активные разломы вблизи вулкана Терпук (положение показано на рис. 5). Спутниковое изображение с сервиса ArcGIS World Imagery (<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>), координатная сетка проведена через 200 м.

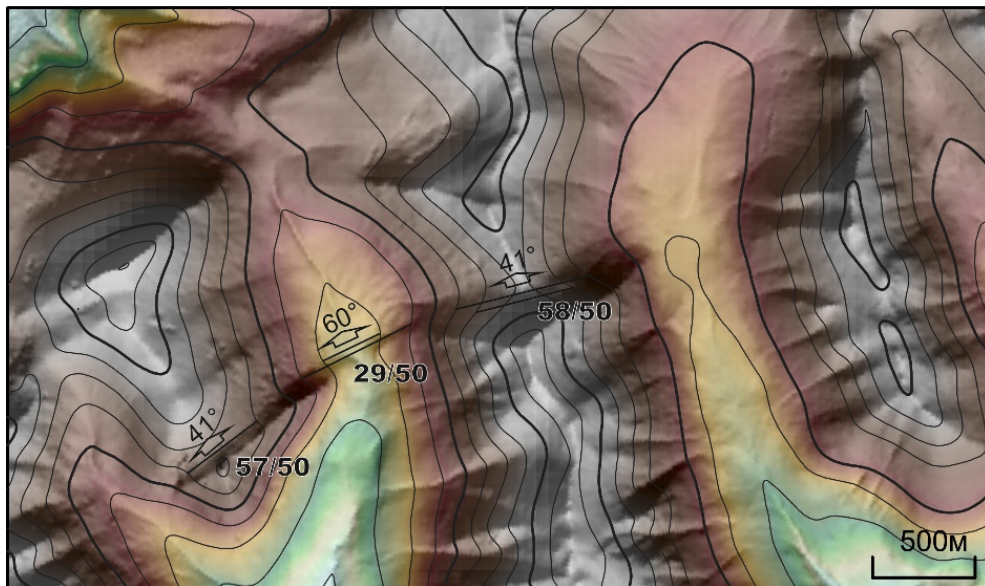


Рис. 3. Пример восстановления геометрии плоскости активного разлома по деформациям рельефа. Числитель – расстояние между линиями простирания в плане, знаменатель – заложение горизонталей. Утолщенные горизонталы 1200 и 1400 м над у. м.

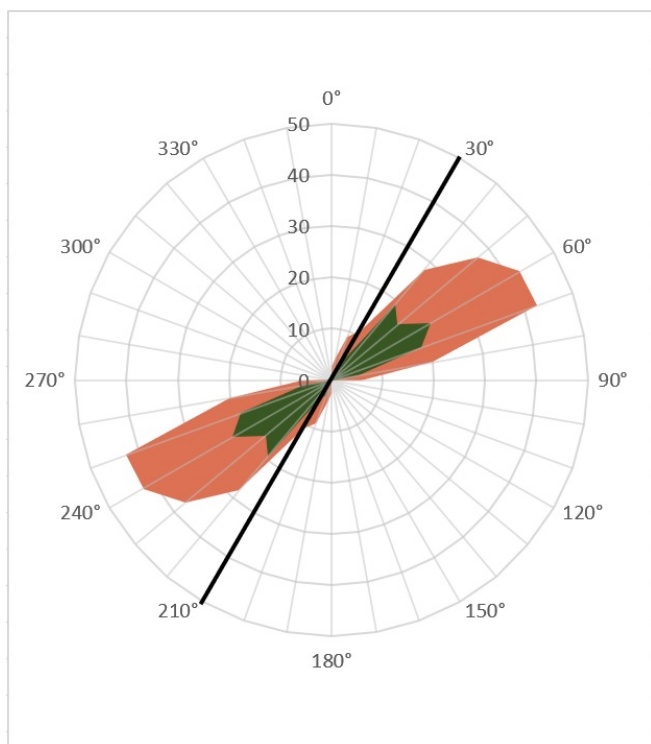


Рис. 4. Розы-диаграммы простирания разломов (красный фон) и шлаковых конусов (зеленый фон). Линией показано среднее простирание островодужной системы.

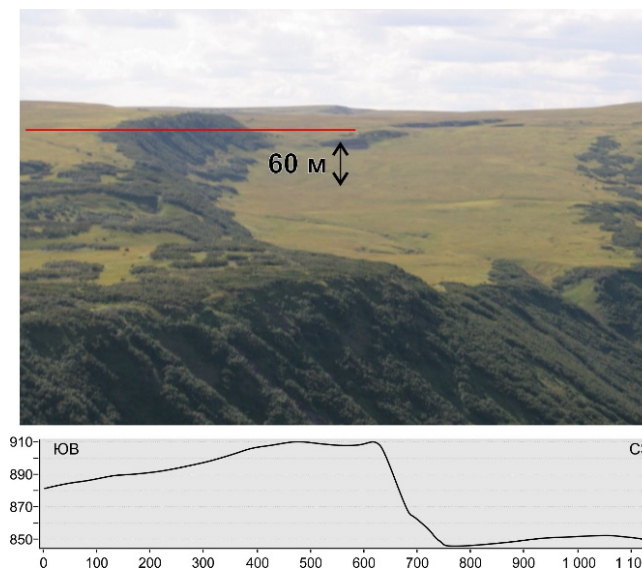
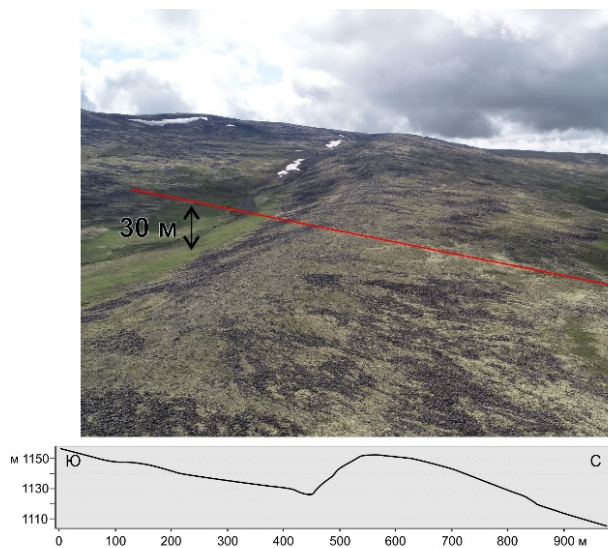


Рис. 5. Морфология
характерных разломных уступов
Анаунского дола (слева) в сравнении
с уступами Хапиченского дола
(базальтовое плато возрастом 274
тыс. л. (Calkins, 2004)), Восточно-
Камчатская зоны разломов (справа).
Фото автора.



Рис. 6. Соотношение разломных уступов и
вулканических образований в верховьях р. Сред. Копкан,
север Анаунского дола.

