



<http://dx.doi.org/10.5800/GT-2014-5-1-0130>

## THE 9<sup>TH</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP "PHYSICS AND FORECASTING OF ROCK DESTRUCTION"

V. V. Ruzhich<sup>1</sup>, A. D. Zavyalov<sup>2</sup>, A. A. Dobrynina<sup>1</sup>, S. A. Borneyakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia*

<sup>2</sup>*Schmidt Institute of the Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia*

**Abstract:** The 9<sup>th</sup> International Workshop "Physics and Forecasting of Rock Destruction" was held in the Institute of the Earth's Crust, SB RAS, in Irkutsk on 02–06 September 2013. The article reviews the main events of this scientific forum and briefly describes its discussion results concerning prediction / forecasting of dynamic destruction of rocks due to loading in various regimes and scales. Also reviewed are options for improvement of forecast methods and their application to practice.

**Key words:** physics and mechanics of fracture, earthquake prediction / forecasting, rock bump, earthquake precursors, modeling / simulation, physical experiments.

**Recommended by** K.Zh. Seminsky

**Citation:** Ruzhich V.V., Zavyalov A.D., Dobrynina A.A., Borneyakov S.A. 2014. The 9<sup>th</sup> International workshop "Physics and forecasting of rock destruction". *Geodynamics & Tectonophysics* 5 (1), 321–326. doi:10.5800/GT-2014-5-1-0130.

## IX МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА-СЕМИНАР «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД»

V. V. Ружич<sup>1</sup>, А. Д. Завьялов<sup>2</sup>, А. А. Добрынина<sup>1</sup>, С. А. Борняков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия*

**Аннотация:** В кратком сообщении представлена хроника проведения IX международной школы-семинара «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород», состоявшейся в Иркутске, в Институте земной коры СО РАН, 2–6 сентября 2013 г. Освещаются основные события этого представительного форума ученых России и некоторых стран зарубежья. Сформулированы главные итоги 5-дневного обсуждения разнообразных насущных вопросов, связанных с прогнозированием явлений динамического разрушения в массивах горных пород при различных режимах и на разных масштабных уровнях. Рассмотрены пути совершенствования методов прогноза и практического применения результатов.

**Ключевые слова:** физика и механика разрушения, прогноз землетрясений, горные удары, предвестники землетрясений, моделирование, физические эксперименты.

Первая школа-семинар «Физические основы прогнозирования разрушения горных пород» состоялась в 1982 г. в г. Боржоми (Грузинская ССР). Со временем менялся ее статус: сначала это было всесоюзное мероприятие, затем всероссийское, а с 2001 г. – международное. Традиционно работой всех школ-семинаров руководил Оргкомитет, возглавляемый сопредседателями Геннадием Александровичем Соболевым (член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., зав. отделением ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН) и Виктором Степановичем Куксенко (д.ф.-м.н., зав. лабораторией ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН). Важную организационную работу всегда выполняли ученые секретари школ: до 2003 г. – Елизавета Николаевна Седова (к.ф.-м.н., научный сотрудник Межведомственного совета по сейсмологии и сейсмостойкому строительству, а затем Сейсмологического центра Института геоэкологии РАН), а с 2003 г. – Алексей Дмитриевич Завьялов (д.ф.-м.н., зав. лабораторией ИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН). Одним из достоинств проведения подобных школ-семинаров, особенно для молодого поколения ученых, следует

считать возможность неформального общения участников, в том числе и с ведущими специалистами в области физики и прогнозирования разрушения горных пород.

Для проведения в 2013 г. IX международной школы-семинара в Иркутске (где, кстати, в 1988 г. уже проходило такое мероприятие) сопредседателями Оргкомитета также были избраны Г.А. Соболев и В.С. Куксенко. От принимающей стороны (ИЗК СО РАН) в состав Оргкомитета вошли: зам. председателя Оргкомитета, председатель локального оргкомитета В.В. Ружич (г.н.с., д.г.-м.н.); ученый секретарь – С.А. Борняков (с.н.с., к.г.-м.н.), а также секретарь программного оргкомитета А.А. Добрынина (м.н.с., к.г.-м.н.).

В работе школы-семинара приняли очное и заочное участие 175 ученых, представляющих 50 научных, производственных и образовательных учреждений России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья – Украины, Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Монголии, Вьетнама, Индии и США. На заседаниях



**Фото 1.** Интервью Геннадия Александровича Соболева по итогам проведения школы-семинара во время ознакомления со строением зоны Ангарского разлома на берегу Байкала.

**Photo 1.** Interview with Gennady A. Sobolev about results of the workshop. The photo is taken on the shore of Lake Baikal where the participants observed the Angarsky fault zone.



**Фото 2.** Посещение геодинамического полигона в п. Листвянка, где на плоскости зоны Ангарского разлома проводятся натурные эксперименты по изучению механизмов возникновения источников сейсмических колебаний.

**Photo 2.** Visit to the Listvyanka geodynamic monitoring ground wherein experiments are conducted in nature at the plane of the Angarsky fault zone in order to study mechanisms that can generate seismic vibration sources.

школы было заслушано **12** пленарных и **44** секционных доклада, из которых **10** были сделаны молодыми учеными. Стендовая секция была представлена **9** докладами. К началу работы совещания был издан **115**-страничный сборник, в который вошли тезисы **102** заявленных докладов.

Первый день заседаний был посвящен пленарным докладам, тематика которых наиболее соответствовала направлению школы-семинара. Они проводились в формате лекций ведущих специалистов. Совещание открылось вступительным сообщением Г.А. Соболева о современном состоянии проблемы прогнозирования разрушения в геологической среде. Оно было продолжено его же докладом о триггерном механизме влияния больших тайфунов и землетрясений на инициацию других сильных землетрясений. Далее были представлены пленарные доклады-лекции ряда ведущих специалистов Российской академии наук: А.Д. Завьялова, С.И. Шермана, В.И. Веттегрена, В.В. Ружича, Г.Г. Кочаряна, Ю.П. Стефанова, С.Ц. Акопяна, Л.М. Богомолова, А.К. Юркова, В.И. Уткина, Е.Е. Дамаскинской.

В последующем работа школы-семинара проходила в рамках четырех секций, организованных в соответ-

ствии с проблематикой заявленных докладов и общей тематической направленностью мероприятия. По завершении программы заседаний каждой секции проводилось обсуждение представленных докладов и дискуссия по вопросам, связанным с их тематикой. Работа всех секций последовательно проходила в конференц-зале института, что обеспечивало возможность присутствия участников совещания на всех заявленных докладах. Тематика секций приводится ниже.

**Секция I.** Модели, предвестники и результаты прогнозирования землетрясений. *Конвинеры:* Ю.Л. Ребецкий (ИФЗ РАН), Ю.П. Стефанов (ИФПМ СО РАН).

**Секция II.** Математическое и физическое моделирование разномасштабных деформаций геосреды. *Конвинеры:* В.А. Саньков (ИЗК СО РАН), В.А. Салтыков (КФ ГС РАН).

**Секция III.** Сейсмичность, напряженное состояние и разрывные структуры литосферы. *Конвинеры:* В.С. Имаев (ИЗК СО РАН), А.В. Коновалов (ИМГиГ ДВО РАН).

**Секция IV.** Мониторинг деформаций и связанных с ними процессов. *Конвинеры:* С.И. Шерман (ИЗК СО РАН), О.А. Хачай (ИГ УрО РАН).



Фото 3. Участники школы-семинара в день завершения заседаний в Институте земной коры.

Photo 3. Participants of the workshop on the final discussion day at the Institute of the Earth's Crust.

Пятого сентября под председательством Г.А. Соболева, А.Д. Завьялова и В.В. Ружича состоялось заседание Круглого стола, посвященное следующим трем важным темам:

- 1) проблемы и перспективы совершенствования прогноза землетрясений и горных ударов;
- 2) точность и значимость прогноза в снижении инженерно-сейсмического риска;
- 3) возможности совместного использования данных среднесрочного прогноза землетрясений в сочетании с применением техногенных управляющих воздействий на высоконапряженные геологические объекты для их безопасной разгрузки.

Помимо научных сотрудников в работе Круглого стола принимали участие также представители Главного управления МЧС Республики Бурятия, Иркутской области и корреспонденты краевых и федеральных средств массовой информации. В процессе активного обсуждения выступающие много внимания уделяли различным методам прогноза землетрясений, проблемам развития и совершенствования наблюдательных сетей, улучшения доступа к более детальным сведениям

геофизического и сейсмического мониторинга в районах возникновения сильных землетрясений, а также более совершенной организации в Иркутске работы экспертного совета в рамках регионального центра прогноза землетрясений по Байкальскому региону – с его включением в межрегиональную сеть. Состоялось весьма оживленное обсуждение вопросов ответственности и объективности специалистов в области сейсмических прогнозов. В выступлении Г.А. Соболева подчеркивалось, что методы среднесрочного прогноза землетрясений, представленные учеными для практического использования, должны быть протестированы на степень их надежности и эффективности в соответствующих координационных прогностических центрах (см. *“Operational earthquake forecasting. State of knowledge and guidelines for utilization // Annals of geophysics, 54, 4, 2011; doi:10.4401/ag-5350*). В части, касающейся лиц, принимающих решения на уровне административных органов, указывалось и на их ответственность за принятие мер по обеспечению безопасности населения. Для успешного внедрения и практического использования данных вероятностного

среднесрочного прогноза подчеркивалась необходимость разработки соответствующих протоколов взаимодействия между учеными и администрацией сейсмоактивных регионов с указанием перечней превентивных и спасательных мер, принимаемых до и после землетрясения.

Отметим наиболее важные выводы, вытекающие из работы школы-семинара.

В первую очередь, они касаются недостаточности достоверной информации о параметрах физико-механических процессов в зонах разломов на глубинах зарождения очагов будущих землетрясений. Для восполнения этого недостатка необходимо привлечение к исследованиям геофизиков и геологов, имеющих более полное представление о строении разломов, их формировании в условиях повышенных температур, давлений и флюидного насыщения. Все эти основополагающие параметры пока остаются за пределами внимания физиков, механиков и специалистов в области трибологии как быстро развивающейся науки о трении.

Становится очевидным, что методы численного моделирования без знания важнейших параметров разрушения породных массивов на глубине, а также применение методов физического моделирования только в лабораторных условиях на небольших образцах уже не могут способствовать эффективной ликвидации дефицита информации, необходимой для дальнейшего совершенствования методов сейсмического прогнозирования. Остаются неустановленными природа и параметры деформационно-волновых энергетических источников, действующих в твердой оболочке нашей планеты, под влиянием которых происходят изменения режимов неустойчивости в зонах разломов.

В итоге становится понятным, что для более точного прогноза землетрясений требуется, прежде всего, значительное расширение сети наблюдательных полигонов и создание новой аппаратурной базы, а также проведение крупномасштабных натурных испытаний и необходимых инструментальных измерений в тех сегментах разломов, где формируются современные опасные очаги землетрясений. Все это, соответственно, потребует значительного увеличения затрат на научные исследования.

В ходе обсуждения было отмечено, что любые достижения в прогнозе, который так и останется вероят-

ностным, не позволят избежать огромного ущерба при будущих сейсмических катастрофах. Следовательно, не случайно все чаще и настойчивее поднимается вопрос о необходимости разработки методов техногенного управления деформациями в разломах, чтобы в существенной мере смягчить проявление губительных сейсмических воздействий в будущем. Этот путь не является фантастическим и уже может реализовываться в решении проблемы обеспечения безопасности горных ударов в глубоких выработках. Но совершенствование способа защиты от динамического разрушения в массивах горных пород путем упреждающих техногенных воздействий требует огромных усилий научных коллективов и, несомненно, должного финансирования. Кроме того, без скоординированного взаимодействия межгосударственных сообществ ученых и правительственной поддержки научных работ в этом направлении решить проблему эффективного противодействия природным и техногенным сейсмическим катастрофам не получится. Следует также согласиться с тем, что в ближайшей перспективе эта возможность остается неопределенной.

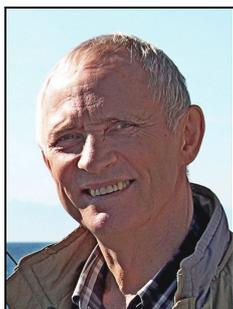
Шестого сентября, после завершения научных заседаний, в соответствии с программой совещания состоялся выезд большой группы ученых на геодинамический полигон, расположенный на байкальском побережье в районе истока р. Ангары, вблизи п. Листвянка. В ходе рабочей поездки участники были ознакомлены с геологическим строением зоны Ангарского сейсмоактивного разлома. Во время посещения самого полигона специалисты ИЗК СО РАН (В.В. Ружич, С.А. Борняков и Е.Н. Черных) ознакомили присутствующих с детальным устройством фрагмента Ангарского разлома, на котором проводятся натурные эксперименты по возбуждению микроземлетрясений при движении блока породы по шероховатой плоскости скольжения разлома.

В заключение Оргкомитет IX международной школы-семинара выражает благодарность всем ее участникам за активную работу, а также Отделению наук о Земле РАН и Российскому фонду фундаментальных исследований – за оказанную финансовую поддержку (проект № 13-05-06054). Сборник тезисов докладов IX международной школы-семинара можно загрузить с web-сайта Института земной коры СО РАН (<http://crust.irk.ru/images/upload/newsfond153/396.pdf>).



**Ружич Валерий Васильевич**, докт. геол.-мин. наук, г.н.с.  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия  
Тел. (3952)422776; ✉ e-mail: [ruzhich@crust.irk.ru](mailto:ruzhich@crust.irk.ru)

**Ruzhich, Valery V.**, Doctor of Geology and Mineralogy, Chief Researcher  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia  
Tel. +7(3952)422776; ✉ e-mail: [ruzhich@crust.irk.ru](mailto:ruzhich@crust.irk.ru)



**Завьялов Алексей Дмитриевич**, докт. физ.-мат. наук  
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН  
123995, ГСП-5, Москва Д-242, ул. Большая Грузинская, 10, Россия  
e-mail: [zavyalov@ifz.ru](mailto:zavyalov@ifz.ru)

**Zavyalov, Aleksei D.**, Doctor of Physics and Mathematics  
Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS  
10 Bol'shaya Gruzinskaya street, Moscow D-242 123995, GSP-5, Russia  
e-mail: [zavyalov@ifz.ru](mailto:zavyalov@ifz.ru)



**Добрынина Анна Александровна**, канд. физ.-мат. наук  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия  
e-mail: [dobrynina@crust.irk.ru](mailto:dobrynina@crust.irk.ru)

**Dobrynina, Anna A.**, Candidate of Physics and Mathematics  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia  
e-mail: [dobrynina@crust.irk.ru](mailto:dobrynina@crust.irk.ru)



**Борняков Сергей Александрович**, канд. геол.-мин. наук, с.н.с.  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, Россия  
e-mail: [bornyak@crust.irk.ru](mailto:bornyak@crust.irk.ru)

**Bornyakov, Sergei A.**, Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Researcher  
Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of RAS  
128 Lermontov street, Irkutsk 664033, Russia  
e-mail: [bornyak@crust.irk.ru](mailto:bornyak@crust.irk.ru)