



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ЕГС РАН,
д.т.н.
Виноградов Юрий Анатольевич

« 26 » июня 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Единая геофизическая служба Российской академии наук»
(ФИЦ ЕГС РАН)

Диссертация «**Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей**» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9. – «Геофизика» выполнена в Алтае-Саянском филиале ФГБУН Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН».

Еманов Алексей Александрович, 1976 года рождения, гражданин России, окончил Иркутский государственный университет и получил квалификацию «Математик. Преподаватель математики» в 1998 г.

В 2006 г. в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука СО РАН защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых на тему «Сейсмические активизации блочной структуры в условиях сжатия (на примере Алтае-Саянской горной области)».

В период подготовки диссертации соискатель Еманов Алексей Александрович работал в Алтае-Саянском филиале Учреждения Российской академии наук Геофизической службы Сибирского отделения РАН с 1998 года, а с 2008 года по н.в. в должности заведующего лабораторией региональной сейсмологии, с 2016 года в должности заместителя директора по науке, а в 2023 году назначен на должность директора Алтае-Саянского филиала ФГБУН Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» по настоящее время.

Материалы диссертации представлены соискателем на заседаниях Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» 14 мая 2025г. (протокол № 10), 26 июня 2025 г. (протокол № 12).

14 мая 2025 г. присутствовали:

Члены Ученого совета ФИЦ ЕГС РАН:

Председатель Ученого совета – член-корр. РАН А.А. Маловичко, зам. председателя – д.т.н. Ю.А. Виноградов, ученый секретарь – к.ф.-м.н. И.А. Сдельникова; члены совета: д.ф.-м.н. С.В. Баранов, к.ф.-м.н. И.П. Габсатарова, к.ф.-м.н. Р.А. Дягилев, д.т.н. А.Ф. Еманов, к.г.-м.н. А.А. Еманов, д.ф.-м.н. А.Д. Завьялов, к.ф.-м.н. Е.А. Кобелева, д.г.-м.н. Г.Н. Копылова, к.г.-м.н. А.В. Лисейкин, к.ф.-м.н. Н.В. Петрова, к.г.-м.н. Я.Б. Радзиминович, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.ф.-м.н. И.Н. Соколова, член-корр. РАН А.А. Соловьев, к.ф.-м.н. Д.А. Сторчак, к.ф.-м.н. С.А. Тихонов, к.г.-м.н. Ц.А. Тубанов, к.ф.-м.н. А.В. Федоров, к.ф.-м.н. Д.В. Чебров, чл.-корр. РАН П.Н. Шебалин (всего членов Ученого совета – 23 чел. из 29 по списочному составу).

Кроме членов Ученого совета присутствовали:

д.г.-м.н. И.С. Новиков (ИГМ СО РАН); д.т.н. Ю.И. Колесников (ИНГТ СО РАН); к.г.-м.н. В.В. Чечельницкий (Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН); к.г.-м.н. П.О. Полянский (Алтае-Саянский филиал ФИЦ ЕГС РАН).

Вопросы задали: д.ф.-м.н. чл.-корр. РАН А.А. Соловьев; д.ф.-м.н. А.Д. Завьялов, к.ф.-м.н. Н.В. Петрова, д.ф.-м.н. чл.-корр. РАН П.Н. Шебалин, д.т.н. Ю.А. Виноградов, к.ф.-м.н. И.П. Габсатарова, д.ф.-м.н. И.Н. Соколова, к.г.-м.н. Ц.А. Тубанов, к.ф.-м.н. Д.А. Сторчак.

Выступили: д.т.н. Ю.А. Виноградов, д.ф.-м.н. А.Д. Завьялов, д.ф.-м.н. чл.-корр. РАН П.Н. Шебалин, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.г.-м.н. И.С. Новиков, д.т.н. А.Ф. Еманов, к.г.-м.н. Ц.А. Тубанов, к.г.-м.н. В.В. Чечельницкий.

С диссертацией ознакомились следующие специалисты: д.т.н. Ю.А. Виноградов, к.ф.-м.н. Е.А. Кобелева, д.т.н. А.Ф. Еманов, д.г.-м.н. И.С. Новиков, которые дали **положительную оценку** диссертационной работе А.А. Еманова.

В результате рассмотрения диссертационного исследования «Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей» Ученый совет ФИЦ ЕГС РАН пришел к следующему.

Емановым А.А. решена **научная проблема** – создана система получения и обработки сейсмических данных, отвечающая современному уровню технического развития, позволяющая для разномасштабных экспериментальных работ обеспечивать новый уровень точности и детальности изучения региональной природной и техногенной сейсмичности, сейсмически активизированных очаговых зон землетрясений, районов размещения особо ответственных и опасных объектов и реализовано ее применение в Алтае-Саянской горной области. В результате детально изучены очаговые зоны природной и техногенной сейсмичности, выявлены закономерности и взаимосвязи в развитии сейсмических активизаций во времени и пространстве, важные для детального сейсмического районирования и уточнения исходной сейсмичности районов строительства особо ответственных зданий и сооружений.

Объектом исследования является процессы формирования **природной и наведенной сейсмичности** в структуре земной коры Алтае-Саянской горной области и прилегающих территорий.

Актуальность обусловлена необходимостью перехода от традиционного мониторинга сейсмичности к комплексному анализу её природных и техногенных факторов. Это связано с возрастающими требованиями к точности прогнозирования и оценке рисков в условиях роста антропогенного воздействия на геологическую среду.

Изучение коровой сейсмичности Алтае-Саянской складчатой области активно развивалось во второй половине XX века благодаря развертыванию региональной сети сейсмических станций с аналоговой регистрацией данных (на фотобумаге) и ручной обработкой. На рубеже XX–XXI веков переход на цифровые станции открыл новые возможности, но потребовал разработки более совершенных систем сбора данных и создания современных центров обработки информации.

Для повышения точности исследований сейсмичности потребовались эксперименты, обеспечивающие репрезентативность данных и высокую точность определения параметров очагов. В связи с этим актуальными стали:

- развертывание плотных временных сейсмических сетей в очаговых зонах крупных землетрясений;
- мониторинг областей тектонической активизации и зон интенсивного техногенного воздействия;
- исследования в районах строительства критически важных инженерных объектов.

Особое значение приобрело изучение динамики сейсмичности в наиболее активных очаговых зонах, включая:

- реконструкцию структуры активизированных разломов;
- анализ пространственно-временных изменений сейсмической активности;
- повышение точности определения глубин очагов землетрясений.

Кроме того, актуально сопоставление современной сейсмичности с линеаментными зонами для уточнения исходной сейсмичности и детального сейсмического районирования.

Значительный импульс исследованиям дали крупные землетрясения, произошедшие в Алтае-Саянском регионе: Чуйское (2003 г.), Саянское (2011 г.), Тувинские (2011–2012 гг.), Бачатское (2013 г.), Айгулакское (2019 г.), Хубсугульское (2021 г.). А также сохраняющие активность очаговые зоны исторических событий (Урэг-Нурское 1970 г., Бусингольское 1991 г. и др.).

Активизированные разломные системы в этих областях позволили по-новому интерпретировать связь тектонических процессов с сейсмичностью.

Традиционно эпицентральные исследования проводятся в течение года после сильных землетрясений. Однако в представленной работе акцент сделан на многолетнем мониторинге изменений сейсмичности не только в очаговых зонах, но и в прилегающих тектонических структурах.

В XXI веке рост масштабов добычи полезных ископаемых привел к возникновению наведенной (техногенной) сейсмичности в ранее асейсмичных районах. Особую важность приобрели исследования техногенного влияния с высокой детальностью и точностью. Так, Бачатское землетрясение 2013 г. ($M_1=6.1$) продемонстрировало разрушительный потенциал таких процессов.

Отдельную проблему представляет платформенная сейсмичность юга Западной Сибири, слабо изученная ранее, но представляющая угрозу из-за высокой плотности населения и развивающейся инфраструктуры.

Кроме того, в Алтае-Саянском регионе ведется строительство крупных инженерных сооружений, что требует уточнения исходной сейсмичности и более детальных сейсмологических данных для оценки рисков.

Новизна работы

1. Созданная система сбора и обработки данных является аппаратом выполнения исследований с использованием современных методов и программ для сейсмологии и геофизики, дополненных работой автора и объединенных в единую надежную систему. В едином комплексе программ объединены возможности обрабатывать данные многоуровневых по детальности и задачам экспериментов.

2. Проведенные экспериментальные работы, дополненные временными сетями станций в районах сейсмических активизаций, обеспечили исследования на новом уровне представительности и точности изучения землетрясений.

3. На основе исследования координат гипоцентров событий с точностью 300-500 м по горизонтали и с точностью 2 км по глубине построена объемная модель сейсмически активизированных разломов в очаге Чуйского землетрясения 2003 года.

4. Определены закономерности эволюции сейсмичности Алтая после Чуйского землетрясения 2003 года. Установлены факты сейсмической активизации смежных структур и активизированные структуры в зоне дальнего влияния крупного землетрясения на развитие сейсмичности.

5. Построена объемная модель афтершокового процесса двух Тувинских землетрясений 2011 и 2012 годов.

6. Пространственно-временная структура развития афтершокового процесса Хубсугульского землетрясения. Изучен Дархадский рой землетрясений, возникший после этого землетрясения.

7. Исследованы сейсмические активизации Тувино-Монгольского блока до и после Хубсугульского землетрясения, и показан отличающийся от Чуйского землетрясения механизм воздействия этого крупного землетрясения на сейсмичность региона.

8. С использованием программ искусственного интеллекта обработаны данные международного эксперимента с 26 регистрирующими станциями в Прихубсугулье. Показано, что Хубсугульское землетрясение 2014 года произошло

вне очаговой области одноименного землетрясения 2021 года. Получены координаты гипоцентров более 5.5 тысяч землетрясений в этом районе.

9. По механизмам очагов землетрясений восстановлено напряженное состояние очаговых областей Чуйского землетрясения 2003 года и техногенного Бачатского землетрясений. Подтверждена иерархическая модель напряженного состояния для блоковых структур, теоретически обоснованная Д.Н. Осокиной.

Личный вклад

Автором внесён основной вклад в формирование центра сбора и обработки сейсмологических данных Алтае-Саянского региона. Сформированы базы данных охватывающие первичные данные и результаты различных этапов обработки, а также материалов других региональных геофизических исследований, используемых как априорная информация в процессе обработки данных сейсмологии и необходимых интерпретаций. Соискатель является автором программ, организующих обработку данных и контроль качества работы аппаратуры в экспериментах, а также непрерывный контроль шумов на сети станций.

Еманов А.А. в более чем 20-летний период активный участник и руководитель экспериментальных работ с временными сетями станций на Алтайском сейсмологическом полигоне, при изучении очаговой зоны Чуйского землетрясения 2003 года, Айгулакской очаговой зоны. Руководитель и участник экспериментальных работ в очаговых зонах Урэг-Нурского землетрясения 1970 г., Тувинских землетрясений 2011-2012 гг., при исследовании техногенной сейсмичности Кузбасса и Горловского угольного бассейна в Новосибирской области и др.

Соискатель внёс крупный вклад в формирование программных пакетов для обработки данных сетей станций разной плотности. Внедрил в практику использование самых современных подходов определения гипоцентров землетрясений и автоматизацию вплоть до искусственного интеллекта.

Является соавтором получения картины иерархической структуры напряжённого состояния природных и техногенных очаговых зон, теоретически обоснованных в работах Д.Н. Осокиной, а также обнаружил и изучил влияние крупных землетрясений на дальнейшее развитие сейсмичности в разных областях Алтае-Саянской области.

Высокая степень достоверности полученных результатов обеспечивается:

Использованием физико-математически обоснованных методов обработки данных с расчётом дисперсии ошибки, признанных в мировой науке высокоточными.

Большим объёмом обработанных данных (десятки тысяч землетрясений) с проверкой сходимости результатов во времени и пространстве.

Сходимостью результатов при повторных исследованиях одной и той же очаговой зоны с разными выборками по размещению станций.

Высоким качеством экспериментальных данных, подтвержденных непрерывным контролем из центра сбора и обработки.

Использованием, избыточных для решения задачи, систем наблюдения и априорной информации о скоростном строении земной коры, полученной другими авторами и другими методами.

Теоретическая и практическая значимость. Созданная система сбора и обработки сейсмологической информации обеспечивает оперативность и достоверность в предоставлении информации структурам власти, сотрудникам МЧС, предприятиям для решения вопросов безопасности. Созданные базы данных являют основой работы по уточнению исходной сейсмичности и построения карт детального сейсмического районирования. Данные о физике очагов крупных землетрясений Алтае-Саянской области важны для разработки методов прогноза землетрясений. Пространственно-временные связи в сейсмичности и данные об эволюции сейсмичности составляют основу планирования экспериментов по уточнению мест зарождения сейсмических активизаций. Данные о сейсмически активизированных в очаговых областях разломах вносят вклад в геотектонику. Способствуют развитию представлений о разломной структуре земной коры.

Результаты изучения характеристик техногенной сейсмичности в местах добычи твердых полезных ископаемых дают возможность оценить реальную их опасность.

Ценность научных работ соискателя заключается в значимости полученной информации о закономерностях развития сейсмического процесса в очаговых зонах крупных землетрясений Алтае-Саянской горной области, характеристик глубин и структуры активизаций, в закономерных отличиях влияния крупных землетрясений на дальнейшее развитие сейсмичности Алтая, Западного Саяна и стыка Алтае-Саянской области с впадинами Байкальской рифтовой зоны. Результаты важны для обоснования и верификации новых геодинамических моделей и главная практическая значимость в детальном сейсмическом районировании территории. Работы по изучению наведённой сейсмичности важны для создания карт техногенной сейсмической опасности, являющихся дополнением к природной опасности, а также для прогноза развития техногенной сейсмичности в районах с сильным техногенным воздействием на недра.

Апробация результатов работы

Основные научные результаты и положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение специалистов на **21 международных** (Боровое, Казахстан, 2008; Херсонес, Греция, 2008; Цукуба, Япония, 2008; Вена, Австрия, 2008, 2009, 2010; Улан-Батор, Монголия, 2007, Ханой, Вьетнам, 2010; Стамбул, Турция, 2011, 2014; Москва, 2012; Санкт-Петербург – Москва, 2013; Канкун, Мексика, 2013; Новокузнецк, 2018; Новосибирск, 2014, 2015, 2017; Бишкек, Киргизия, 2014; Макати, Филиппины, 2014; Курчатов, Казахстан, 2014), **19 региональных и всероссийских** (Иркутск, 2009, 2012, 2014, 2023, 2024; Москва, 2010, 2013, 2015, 2016, 2023; пос. Черный Ануй, Алтайский край, 2010, 2012; Новокузнецк, 2018; Новосибирск, 2013, 2013а, 2013б, 2014, 2021,

2023, 2024; Апатиты, 2013; Кызыл, 2015; Саяногорск, 2016, 2023, 2024; Барнаул 2023; Новокузнецк, 2023) семинарах, конференциях и симпозиумах.

Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 26.01.2023) и не содержит заимствованного материала без ссылки на авторов.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.9 – «Геофизика» по физико-математическим наукам, поскольку получены научные результаты, которые соответствуют направлению исследований: п. 6 и п. 10.

Материалы диссертации изложены **в трех монографиях, в 78 статьях в журналах из Перечня ВАК**, из них 57 статей по теме диссертации и по специальности 1.6.9 – «Геофизика». Статей в Белом списке: уровень 1-11 статей, уровень 2 – 44 статьи. Получено два свидетельства о государственной регистрации базы данных и одно на программу для ЭВМ.

Основные публикации по теме диссертации

Монографии

1. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И. Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействия на объекты недропользования / Отв. Ред. М.Д. Новопашин. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2008. – Разд. II Геодинамические и техногенные процессы в сейсмичности Алтае-Саянской горной области. – С. 176-265.

2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Фатеев А.В. Деструкция земной коры и процессы самоорганизации в областях сильного техногенного землетрясения / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2012. – Разд. V. – Гл. 2. Экспериментальное исследование наведенной сейсмичности в Кузбассе. – С. 426-457.

3. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Новиков И.С., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горно-технических и природных системах / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2018. – Т. 1. – Гл. 7.2. Оценка сейсмической опасности территории Кузбасса. – С. 400-417.

4. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Ситников В.В., Лескова Е.В., Корабельщиков Д.Г., Дураченко А.А. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горно-технических и природных системах / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2018. – Т. 1. – Гл. 7.3. Мониторинг наведенной сейсмичности в Кузбассе. – С. 418-439.

Основные статьи в журналах из перечня ВАК

5. Гольдин С.В., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Новиков И.С., Высоцкий Е.М., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В., Ярыгина М.А. Чуйское землетрясение и его афтершоки // Доклады Академии наук. – 2004. – Т. 395, № 4. – С. 534-536.

6. **Еманов А.А.**, Лескова Е.В. Структурные особенности афтершокового процесса Чуйского (*Горный Алтай*) землетрясения // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46, № 10. – С. 1065-1072.
7. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Филина А.Г., Лескова Е.В. Пространственно-временные особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Физическая мезомеханика. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 49-64.
8. **Еманов А.А.**, Лескова Е.В. Строение эпицентральной зоны Чуйского (Горный Алтай) землетрясения по данным метода сейсмической томографии с двойными разностями // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 45-50.
9. Лескова Е.В., **Еманов А.А.** Характер деформаций в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения (27 сентября 2003 г., $k = 17$, горный Алтай) по данным анализа фокальных механизмов афтершоков // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 51-56.
10. Лунина О.В., Гладков А.С., Новиков И.С., Агатова А.Р., Высоцкий Е.М., **Еманов А.А.** Сейсмогенные деформации и поля напряжений в разломной зоне Чуйского землетрясения 2003 г., $M_s=7.5$ (Горный Алтай) // Геотектоника. – 2006. – № 3. – С. 52-69.
11. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д. Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 33-44.
12. Новиков И.С., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Баталев В.Ю., Рыбин А.К., Баталева Е.А. Система новейших разрывных нарушений Юго-Восточного Алтая: данные об их морфологии и кинематике // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 11. – С. 1139-1149.
13. Lunina O.V., Gladkov A.S., Novikov I.S., Agatova A.R., Vysotskii E.M., **Еманов А.А.** Geometry of the fault zone of the 2003 $M_s = 7.5$ Chuya earthquake and associated stress fields, Gorny Altai // Tectonophysics. 2008. Т. 453. № 1-4. С. 276-294. Повтор п.10
14. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Фатеев А.В., Семин А.Ю. Сейсмические активизации при разработке угля в Кузбассе // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 37-43.
15. **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Еманов А.Ф., Фатеев А.В. Элементы структуры и фазы развития афтершокового процесса Чуйского землетрясения // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 29-36.
16. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В. Сейсмические активизации в Белино-Бусингольской зоне // Физическая мезомеханика. – 2010. – Т. 13, № S1. – С. 72-77.
17. Эпов М.И., Миронов В.Л., Чимитдоржиев Т.Н., Захаров А.И., Захарова Л.Н., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Фатеев А.В. Наблюдение просядок поверхности Земли в районе подземных угольных выработок Кузбасса по данным радиолокационной интерферометрии alos palsar // Исследование Земли из космоса. – 2012. – № 4. – С. 26.

18. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Янкайтис В.В., Филина А.Г. Урэг-Нурское землетрясение 15.05.1970, $M_s=7.0$ (Монгольский Алтай), афтершоковый процесс и особенности современной сейсмичности эпицентральной области // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53, № 10. – С. 1417-1429.

19. Лескова Е.В., Еманов А.А. Иерархические свойства поля тектонических напряжений в очаговой области Чуйского землетрясения 2003 года // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 1. – С. 113-123.

20. Деев Е.В., Зольников И.Д., Гольцова С.В., Русанов Г.Г., Еманов А.А., Гуськов С.А. Следы древних землетрясений в аллювии р. Катунь (Уймонская впадина, Горный Алтай) // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 449, № 5. – С. 558-563.

21. Деев Е.В., Зольников И.Д., Гольцова С.В., Русанов Г.Г., Еманов А.А. Следы древних землетрясений в четвертичных отложениях межгорных впадин центральной части Горного Алтая // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 3. – С. 410-423.

22. Лескова Е.В., Еманов А.А. Некоторые свойства иерархической модели напряженного состояния эпицентральной области Чуйского землетрясения 2003 г. // Физика Земли. – 2014. – № 3. – С. 92-102.

23. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Селезнёв В.С., Фатеев А.В. Тувинские землетрясения 27.12.2011, $M_L=6.7$ и 26.02.2012, $M_L=6.8$ и их афтершоки // Доклады Академии наук. – 2014. – Т. 456, № 2. – С. 223 - 226.

24. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Техногенная сейсмичность разрезов Кузбасса (Бачатское землетрясение 18 июня 2013 г.) // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – № 2. – С. 41-46.

25. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 ($M_L=6.1$) в Кузбассе - сильнейшее в мире при добыче твердых полезных ископаемых // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34-60.

26. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Одновременное воздействие открытых и подземных горных работ на недра и наведенная сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34-60.

27. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Ворона У.Ю., Серёжников Н.А. Сейсмический эффект промышленных взрывов в Западной Сибири и наведенная сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2018. – Т. 45, № 4. – С. 5-14.

28. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Павленко О.В., Фатеев А.В., Куприш О.В., Подкорытова В.Г. Колыванское землетрясение 09.01.2019 с $M_L=4.3$ и особенности наведенной сейсмичности в условиях Горловского угольного бассейна // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2019. – Т. 46, № 4. – С. 29-45.

29. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В. Мониторинг сейсмической активизации в районе Калтанского разреза и шахты Алардинская (Кузбасс) // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2019. – Т. 46, № 3. – С. 5-15.

30. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Куприш О.В. Наведенная сейсмичность в угольных и железорудных районах Кузбасса // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 88-96.
31. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Соловьев В.М., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А., Антонов И.А., Корабельщиков Д.Г., Подкорытова В.Г., Янкайтис В.В., Елагин С.А., Сержников Н.А., Дураченко А.В., Артемова А.И. Сейсмологические исследования на территории Алтае-Саянской горной области // Российский сейсмологический журнал. – 2021. – Т. 3, № 2. – С. 20-51.
32. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Сеймотектоника активизированной объемной структуры разломов: результаты исследования строения верхнекоровой очаговой области Чуйского землетрясения $M_s=7.3$, произошедшего 27 сентября 2003 г. в Горном Алтае (Россия) // Геотектоника. – 2021. – № 2. – С. 94-104.
33. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Rebetsky Y.L., Kuprish O.V., Fateev A.V., Shevkunova E.V. Induced Seismicity of the Bachat Coal Mine and the Stress State of the Earth's Crust // Journal of Volcanology and Seismology. – 2021. – Vol. 15, №. 6. – P. 435–444.
34. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Левичев Е.Б., Соловьев В.М., Чуркин И.Н., Корабельщиков Д.Г., Синяткин С.В., Янкайтис В.В., Пиминов П.А., Бах А.А., Баранов Г.Н., Фатеев А.В., Карюкина К.Ю., Полянский П.О., Дураченко А.В., Сержников Н.А., Гладышев Е.А., Арапов В.В., Шевкунова Е.В., Антонов И.А., Ершов Р.А. Изучение сейсмических воздействий на площадку строительства ЦКП "СКИФ" // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2022. – Т. 49, № 3. – С. 5-38.
35. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Радзининович Я.Б., Фатеев А.В., Кобелева Е.А., Гладышев Е.А., Арапов В.В., Артёмова А.И., Подкорытова В.Г. Хубсугульское землетрясение 11.01.2021 с $M_w=6.7$, $M_L=6.9$ и афтершоки начального периода // Физика Земли. – 2022. – № 1. – С. 67-82.
36. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Устойчивые структуры афтершоков Чуйского землетрясения 2003 года // Геология и геофизика. – 2022. – № 1. – С. 87-101.
37. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Кобелева Е.А., Арапов В.В., Фролов М.В., Хубсугульское землетрясение 12.01.2021, $M_L=6.9$ в структуре сейсмичности Тувино-Монгольского блока // Физика Земли. – 2023. – № 5. – С. 79-95.
38. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А. Эволюция сейсмичности Алтая после Чуйского землетрясения 2003 г. // Вулканология и сейсмология. – 2023. – № 6. – С. 26-40.
39. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Ребецкий Ю.Л. Объемная структура афтершоковой области Бачатского землетрясения (Кузбасс) и напряженное состояние недр под разрезом // Геология и геофизика. – 2023. – Т. 64, № 12. – С. 1742 – 1750.

40. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Виноградов Ю.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Полянский П.О., Кобелева Е.А., Бах А.А., Серёжников Н.А. Оценка уровня и спектральных характеристик сейсмических воздействий на районы гидроэнергетики в Сибири // Геофизические процессы и биосфера. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 5-38.

41. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Новиков И.С., Гладышев Е.А., Фатеев А.В., Полянский П.О., Шевкунова Е.В., Ершов Р.А., Арапов В.В., Кривов А.А. Айгулакская очаговая область как результат воздействия Чуйского землетрясения 2003 г. на Горный Алтай // Геология и геофизика. – 2024. – Т. 65, № 11. – С. 1630 – 1646.

42. Еманов А. Ф., Еманов А. А., Чечельницкий В. В., Шевкунова Е. В., Фатеев А. В., Кобелева Е. А., Полянский П. О., Фролов М. В., Ешкунова И. Ф. О влиянии Хубсугульского землетрясения 2021 года на сейсмичность стыка Алтае-Саянской горной области с Байкальской рифтовой зоной // Вулканология и сейсмология. – 2024. – № 6. – С. 28-39.

43. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А. Цаган-Шибэтинское землетрясение 29.07.2022 с $M_L=6.2$ и положение очаговой области в западном горном обрамлении Тувинской котловины // Геология и геофизика. – 2025. – Т. 66. – С. 803-810.

Текст диссертации был проверен в системе «Антиплагиат. Эксперт»: оригинальность с учетом самоцитирования – 92.36 %.

Диссертация соответствует всем требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»:

- Соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;
- Сведения, представленные соискателем, об опубликованных им работах, в которых полностью изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;
- В тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты получены им лично, а какие - в соавторстве.

Диссертационная работа Еманова Алексея Александровича «Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

Заключение принято на заседании Ученого совета ФИЦ ЕГС РАН. Присутствовало на заседании 23 члена Ученого совета ФИЦ ЕГС РАН. Результаты открытого голосования: «за» – 22 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 1 чел. (протокол № 12 от 26.06.2025 г.)

Заключение оформил:
ученый секретарь ФИЦ ЕГС РАН,
к.ф.-м.н.



Ирина Сдельникова
Ирина Сдельникова
ученый секретарь отдела кадров

Ирина Сдельникова
И.А. Сдельникова

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного

бюджетного учреждения науки

Института нефтегазовой геологии и

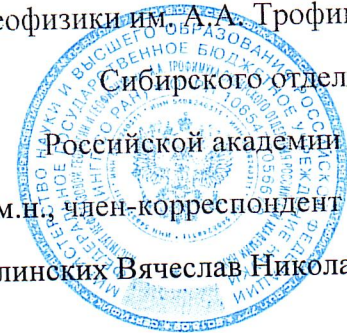
геофизики им. А.А. Трофимука

Сибирского отделения

Российской академии наук

д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН

Глинских Вячеслав Николаевич



17 октября 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация **«Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей»** на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9. – «Геофизика» выполнена в Алтае-Саянском филиале ФГБУН Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН» и Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН.

Еманов Алексей Александрович, 1976 года рождения, гражданин Российской Федерации в 1998 г. окончил Иркутский государственный университет (в настоящее время – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет») и получил квалификацию «Математик. Преподаватель математики».

С 1998 г. по 2001 г. Еманов А.А. - аспирант Объединенного института геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука СО РАН.

В 2006 г. Еманов А.А. в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии им. А.А. Трофимука СО РАН защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков

полезных ископаемых на тему «Сейсмические активизации блочной структуры в условиях сжатия (на примере Алтае-Саянской горной области)».

В период подготовки диссертации на соискание степени доктора наук по специальности 1.6.9 – Геофизика соискатель Еманов Алексей Александрович с 1998 года, работал в Алтае-Саянском филиале Учреждения Российской академии наук Геофизической службы Сибирского отделения РАН, с 2008 года в должности заведующего лабораторией региональной сейсмологии, с 2016 года в должности заместителя директора по науке, а с 2023 г. и по настоящее время в должности директора Алтае-Саянского филиала ФГБУН Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН», а также по совместительству он является старшим научным сотрудником Лаборатории глубинных геофизических исследований и региональной сейсмичности в Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука.

Материалы диссертации представлены соискателем на заседании Учёного совета ИНГГ СО РАН 17 октября 2025 г., протокол № 9.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Члены Учёного совета: академик РАН д.т.н. М.И. Эпов, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. В.Н. Глинских, чл.-корр. РАН Б.Л., д.г.-м.н. Шурыгин, чл.-корр. РАН, д.г.-м.н. Л.М. Бурштейн, д.т.н. И.Ю. Колесников, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев, к.ф.-м.н. А.А. Дучков, д.ф.-м.н. Е.Ю. Антонов, д.г.-м.н. С.Б. Бортникова, д.т.н. Ю.И. Колесников, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.г.-м.н. В.Д. Суворов, к.ф.-м.н. А.А. Дучков, д.т.н. В.М. Грузнов, д.г.-м.н. О.С. Дзюба, д.г.-м.н. Т.М. Парфенова, к.г.-м.н. М.А. Фомин, д.э.н. И.В. Филимонова, д.т.н. А.Г. Плавник, д.г.-м.н. О.Е. Лепокурова, д.ф.-м.н. Ю.П. Стефанов, д.г.-м.н. Н.К. Лебедева, д.г.-м.н. В.В. Лапковский, д.г.-м.н. А.Н. Фомин, к.г.-м.н. Б.М. Попов, к.г.-м.н. А.В. Левичева.

Сотрудники ИНГГ СО РАН: д.г.-м.н. З.Н. Гнибиденко, д.г.-м.н. Е.А. Мельник, д.ф.-м.н. Г.М. Митрофанов, д.г.-м.н. Н.Н. Неведрова, д.г.-м.н. В.В. Оленченко, д.ф.-м.н. В.В. Плоткин, д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда, к.ф.-м.н. А.М. Айзенберг, к.ф.-м.н. А.Ю. Белинская, к.г.-м.н. Н.А. Бушенкова, к.г.-м.н. О.П. Саева, к.г.-м.н. Ю.К. Советов, к.г.-м.н. Е.В. Цибизова, к.ф.-м.н. С.В. Яскевич; д.г.-м.н. В.С. Селезнев, к.г.-м.н. А.В. Лисейкин (СЕФ ФИЦ ЕГС РАН); д.т.н. А.Ф. Еманов, к.г.-м.н. П.О. Полянский, к.ф.-м.н. А.В. Фатеев (АСФ ФИЦ ЕГС РАН).

Вопросы задали: член-корр., д.ф.-м.н. В.Н. Глинских, д.г.-м.н. Е.В. Деев, д.т.н. В.М. Грузнов, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.г.-м.н. Д.В. Суворов, д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда, к.ф.-м.н. А.М. Айзенберг, к.ф.-м.н. А.А. Дучков, д.ф.-м.н. Г.М. Митрофанов, д.г.-м.н. Н.Н. Неведрова, д.г.-м.н. В.В. Оленченко, д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков, к.г.-м.н. Н.А. Бушенкова, к.г.-м.н. Ю.К. Советов.

Выступили: академик РАН д.т.н. М.И. Эпов, д.т.н. Ю.И. Колесников, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.г.-м.н. В.С. Селезнев, д.г.-м.н. В.Д. Суворов, д.ф.-м.н. Б.П. Сибиряков, д.ф.-м.н. В.Ю. Тимофеев, д.ф.-м.н. В.А. Чеверда, к.ф.-м.н. А.А. Дучков.

С диссертацией ознакомилась экспертная комиссия в следующем составе: д.ф.-м.н. В. А. Чеверда, д.ф.-м.н. М.И. Протасов, д.т.н. Ю.И. Колесников., д.г.-м.н. В. С. Селезнёв

Выступившие члены экспертной комиссии дали **положительную оценку** диссертационной работе А.А. Еманова.

По итогам рассмотрения диссертационного исследования **«Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей»** Ученый совет ИНГГ СО РАН принял следующее заключение.

Емановым А.А. решена **научная проблема** – создана система получения и обработки сейсмических данных, отвечающая современному уровню технического развития, позволяющая для разномасштабных экспериментальных работ обеспечивать новый уровень точности и детальности изучения региональной природной и техногенной сейсмичности, сейсмически активизированных очаговых зон землетрясений, районов размещения особо ответственных и опасных объектов и реализовано ее применение в Алтае-Саянской горной области. В результате детально изучены очаговые зоны природной и техногенной сейсмичности, выявлены закономерности и взаимосвязи в развитии сейсмических активизаций во времени и пространстве, важные для детального сейсмического районирования и уточнения исходной сейсмичности районов строительства особо ответственных зданий и сооружений.

Объектом исследования является процессы формирования **природной и наведенной сейсмичности** в структуре земной коры Алтае-Саянской горной области и прилегающих территорий.

Актуальность обусловлена необходимостью перехода от традиционного мониторинга сейсмичности к комплексному анализу ее природных и техногенных факторов. Это связано с возрастающими требованиями к точности прогнозирования и оценке рисков в условиях роста антропогенного воздействия на геологическую среду.

Изучение коровой сейсмичности Алтае-Саянской складчатой области активно развивалось во второй половине XX века благодаря развертыванию региональной сети сейсмических станций с аналоговой регистрацией данных (на фотобумаге) и ручной обработкой. На рубеже XX–XXI веков переход на цифровые станции открыл новые возможности, но потребовал разработки более совершенных систем сбора данных и создания современных центров обработки информации.

Для повышения точности исследований сейсмичности потребовались эксперименты, обеспечивающие репрезентативность данных и высокую точность определения параметров очагов. В связи с этим актуальными стали:

- развертывание плотных временных сейсмических сетей в очаговых зонах крупных землетрясений;
- мониторинг областей тектонической активизации и зон интенсивного техногенного воздействия;
- исследования в районах строительства критически важных инженерных объектов.

Особое значение приобрело изучение динамики сейсмичности в наиболее активных очаговых зонах, включая:

- реконструкцию структуры активизированных разломов;
 - анализ пространственно-временных изменений сейсмической активности;
 - повышение точности определения глубин очагов землетрясений.
- Кроме того, актуально сопоставление современной сейсмичности с линеаментными зонами для уточнения исходной сейсмичности и детального сейсмического районирования.

Значительный импульс исследованиям дали крупные землетрясения в Алтае-Саянском регионе: **Чуйское (2003 г.), Саянское (2011 г.), Тувинские (2011–2012 гг.), Бачатское (2013**

г.), Айгулакское (2019 г.), Хубсугульское (2021 г.). А также сохраняющие активность очаговые зоны исторических событий (Урэг-Нурское 1970 г., Бусингольское 1991 г. и др.).

Активизированные разломные системы в этих областях позволили по-новому интерпретировать связь тектонических процессов с сейсмичностью.

Традиционно эпицентральные исследования проводятся в течение года после сильных землетрясений. Однако в данной работе акцент сделан на многолетнем мониторинге изменений сейсмичности не только в очаговых зонах, но и в прилегающих тектонических структурах.

В XXI веке рост масштабов добычи полезных ископаемых привел к возникновению **наведенной (техногенной) сейсмичности** в ранее асейсмичных районах. Особую важность приобрели исследования техногенного влияния с высокой детальностью и точностью. Так, **Бачатское землетрясение 2013 г. (M_I=6.1)** продемонстрировало разрушительный потенциал таких процессов.

Отдельную проблему представляет **платформенная сейсмичность юга Западной Сибири**, слабо изученная ранее, но представляющая угрозу из-за высокой плотности населения и развивающейся инфраструктуры.

Кроме того, в Алтае-Саянском регионе ведется строительство крупных инженерных сооружений, что требует **уточнения исходной сейсмичности** и более детальных сейсмологических данных для оценки рисков.

Новизна работы.

1. Созданная система сбора и обработки данных является аппаратом выполнения исследований с использованием современных методов и программ для сейсмологии и геофизики, дополненных работой автора и объединенных в единую надежную систему. В едином комплексе программ объединены возможности обрабатывать данные многоуровневых по детальности и задачам экспериментов.

2. На основе исследования координат гипоцентров событий с точностью 300-500 м по горизонтали и с точностью 2 км по глубине построена объемная модель сейсмически активизированных разломов в очаге Чуйского землетрясения 2003 года.

3. Определены закономерности эволюции сейсмичности Алтая после Чуйского землетрясения 2003 года. Установлены факты сейсмической активизации смежных структур и активизированные структуры в зоне дальнего влияния крупного землетрясения на развитие сейсмичности.

4. Построена объемная модель афтершокового процесса двух Тувинских землетрясений 2011 и 2012 годов создана геомеханическая модель единой очаговой области для этих землетрясений.

5. Пространственно-временная структура развития афтершокового процесса Хубсугульского землетрясения. Изучен Дархадский рой землетрясений, возникший после этого землетрясения.

6. Исследованы сейсмические активизации Тувино-Монгольского блока до и после Хубсугульского землетрясения, и показан отличающийся от Чуйского землетрясения механизм воздействия этого крупного землетрясения на сейсмичность региона.

7. С использованием программ искусственного интеллекта обработаны данные международного эксперимента с 26 регистрирующими станциями в Прихубсугулье. Показано, что Хубсугульское землетрясение 2014 года произошло вне очаговой области одноименного землетрясения 2021 года. Получены координаты гипоцентров более 5.5 тысяч землетрясений в этом районе.

8. По механизмам очагов землетрясений восстановлено напряженное состояние очаговых областей Чуйского землетрясения 2003 года и техногенного Бачатского землетрясений. Подтверждена иерархическая модель напряженного состояния для блоковых структур, теоретически обоснованная Д.Н. Осокиной.

9. Построена объёмная структура афтершоков крупного техногенного Бачатского землетрясения и структура напряжённого состояния недр под разрезом, позволяющая контролировать дальнейшее изменение состояния среды при продолжающейся добыче угля в разрезе.

10. Изучена природа возникновения, характеристики наведённой сейсмичности и изменения во времени и пространстве их в районе подземной добычи угля. Установлен эффект триггерного влияния вибрации от работающих комбайнов на наведённую сейсмичность.

Личный вклад

Автором внесён основной вклад в формирование центра сбора и обработки сейсмологических данных Алтае-Саянского региона. Сформированы базы данных охватывающие первичные данные и результаты различных этапов обработки, а также материалов других региональных геофизических исследований, используемых как априорная информация в процессе обработки данных сейсмологии и необходимых интерпретаций. Соискатель является автором программ, организующих обработку данных и контроль качества работы аппаратуры в экспериментах, а также непрерывный контроль шумов на сети станций.

Еманов А.А. в более чем 20-летний период активный участник и руководитель экспериментальных работ с временными сетями станций на Алтайском сейсмологическом полигоне, при изучении очаговой зоны Чуйского землетрясения 2003 года, Айгулакской очаговой зоны. Руководитель и участник экспериментальных работ в очаговых зонах Урэг-Нурского землетрясения 1970 г., Тувинских землетрясений 2011-2012 гг., при исследовании техногенной сейсмичности Кузбасса и Горловского угольного бассейна в Новосибирской области и др.

Соискатель внёс крупный вклад в формирование программных пакетов для обработки данных сетей станций разной плотности. Внедрил в практику использование самых современных подходов определения гипоцентров землетрясений и автоматизацию вплоть до искусственного интеллекта.

Является соавтором получения картины иерархической структуры напряжённого состояния природных и техногенных очаговых зон, теоретически обоснованных в работах Д.Н. Осокиной, а также обнаружил и изучил влияние крупных землетрясений на дальнейшее развитие сейсмичности в разных областях Алтае-Саянской области.

Высокая степень достоверности полученных результатов обеспечивается:

Использованием физико-математически обоснованных методов обработки данных с расчётом дисперсии ошибки, признанных в мировой науке высокоточными.

Большим объёмом обработанных данных (десятки тысяч землетрясений) с проверкой сходимости результатов во времени и пространстве.

Сходимостью результатов при повторных исследованиях одной и той же очаговой зоны с разными выборками по размещению станций.

Высоким качеством экспериментальных данных, подтвержденных непрерывным контролем из центра сбора и обработки.

Использованием, избыточных для решения задачи, систем наблюдения и априорной информации о скоростном строении земной коры, полученной другими авторами и другими методами.

Теоретическая и практическая значимость. Созданная система сбора и обработки сейсмологической информации обеспечивает оперативность и достоверность в предоставлении информации структурам власти, сотрудникам МЧС, предприятиям для решения вопросов безопасности. Созданные базы данных являют основой работы по уточнению исходной сейсмичности и построения карт детального сейсмического районирования. Данные о физике очагов крупных землетрясений Алтае-Саянской области важны для разработки методов прогноза землетрясений. Пространственно-временные связи в сейсмичности и данные об эволюции сейсмичности составляют основу планирования экспериментов по уточнению мест зарождения сейсмических активизаций. Данные о сейсмически активизированных в очаговых областях разломах вносят вклад в геотектонику. Способствуют развитию представлений о разломной структуре земной коры.

Результаты изучения характеристик техногенной сейсмичности в местах добычи твердых полезных ископаемых дают возможность оценить реальную их опасность.

Ценность научных работ соискателя заключается в значимости полученной информации о закономерностях развития сейсмического процесса в очаговых зонах крупных землетрясений Алтае-Саянской горной области, характеристик глубин и структуры активизаций, в закономерных отличиях влияния крупных землетрясений на дальнейшее развитие сейсмичности Алтая, Западного Саяна и стыка Алтае-Саянской области с впадинами Байкальской рифтовой зоны. Результаты важны для обоснования и верификации новых геодинамических моделей и главная практическая значимость в детальном сейсмическом районировании территории. Работы по изучению наведённой сейсмичности важны для создания карт техногенной сейсмической опасности, являющихся дополнением к природной опасности, а также для прогноза развития техногенной сейсмичности в районах с сильным техногенным воздействием на недра. Для техногенного Бачатского землетрясения 2013г по афтершокам построена объёмная модель очаговой области, охватывающая среду от ложа разреза до глубины бкм, получена по механизмам афтершоков модель напряжённого состояния очаговой области и определены особенности режима области в условиях непрерывного техногенного воздействия на недра.

Апробация результатов работы

Основные научные результаты и положения диссертационной работы докладывались и получили одобрение специалистов на **21 международных** (Боровое, Казахстан, 2008; Херсонес, Греция, 2008; Цукуба, Япония, 2008; Вена, Австрия, 2008, 2009, 2010; Улан-Батор, Монголия, 2007, Ханой, Вьетнам, 2010; Стамбул, Турция, 2011, 2014; Москва, 2012; Санкт-Петербург – Москва, 2013; Канкун, Мексика, 2013; Новокузнецк, 2018; Новосибирск, 2014, 2015, 2017; Бишкек, Киргизия, 2014; Макати, Филиппины, 2014; Курчатов, Казахстан, 2014), **19 региональных и всероссийских** (Иркутск, 2009, 2012, 2014, 2023, 2024; Москва, 2010, 2013, 2015, 2016, 2023; пос. Черный Ануй, Алтайский край, 2010, 2012; Новокузнецк, 2018, 2023;

Новосибирск, 2013, 2013а, 2013б, 2014, 2021, 2023, 2024; Апатиты, 2013; Кызыл, 2015; Саяногорск, 2016, 2023, 2024; Барнаул 2023) семинарах, конференциях и симпозиумах.

Диссертация соответствует требованиям п. п. 9-14 раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 26.01.2023) и не содержит заимствованного материала без ссылки на авторов.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.9 – «Геофизика» по физико-математическим наукам, поскольку получены научные результаты, которые соответствуют направлению исследований: п. 6 и п. 10. Материалы диссертации изложены в трех монографиях, в 78 статьях в журналах из Перечня ВАК, из них 57 статей по теме диссертации и по специальности 1.6.9 – «Геофизика». Статей в Белом списке: уровень 1 - 11 статей, уровень 2 – 44 статьи. Получено два свидетельства о государственной регистрации базы данных и одно на программу для ЭВМ.

Основные публикации по теме диссертации

Монографии

1. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Колесников Ю.И. Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействия на объекты недропользования / Отв. Ред. М.Д. Новопашин. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2008. – Разд. II Геодинамические и техногенные процессы в сейсмичности Алтае-Саянской горной области. – С. 176-265.

2. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Фатеев А.В. Деструкция земной коры и процессы самоорганизации в областях сильного техногенного землетрясения / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2012. – Разд. V. – Гл. 2. Экспериментальное исследование наведенной сейсмичности в Кузбассе. – С. 426-457.

3. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Новиков И.С., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горно-технических и природных системах / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2018. – Т. 1. – Гл. 7.2. Оценка сейсмической опасности территории Кузбасса. – С. 400-417.

4. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Ситников В.В., Лескова Е.В., Корабельщиков Д.Г., Дураченко А.А. Геомеханические поля и процессы: экспериментально-аналитические исследования формирования и развития очаговых зон катастрофических событий в горно-технических и природных системах / Отв. Ред. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2018. – Т. 1. – Гл. 7.3. Мониторинг наведенной сейсмичности в Кузбассе. – С. 418-439.

Основные статьи в журналах из перечня ВАК

1. Гольдин С.В., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., Филина А.Г., Еманов А.А., Новиков И.С., Высоцкий Е.М., Фатеев А.В., Колесников Ю.И., Подкорытова В.Г., Лескова Е.В., Ярыгина М.А. Чуйское землетрясение и его афтершоки // Доклады Академии наук. – 2004. – Т. 395, № 4. – С. 534-536. (К1)

2. Еманов А.А., Лескова Е.В. Структурные особенности афтершокового процесса Чуйского (Горный Алтай) землетрясения // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46, № 10. – С. 1065-1072. (К1)

3. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Филина А.Г., Лескова Е.В. Пространственно-временные особенности сейсмичности Алтае-Саянской складчатой зоны // Физическая мезомеханика. – 2005. – Т. 8, № 1. – С. 49-64. (К2)

4. **Еманов А.А.**, Лескова Е.В. Строение эпицентральной зоны Чуйского (Горный Алтай) землетрясения по данным метода сейсмической томографии с двойными разностями // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 45-50. (К2)
5. Лескова Е.В., **Еманов А.А.** Характер деформаций в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения (27 сентября 2003 г., $k = 17$, горный Алтай) по данным анализа фокальных механизмов афтершоков // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 51-56. (К2)
6. Лунина О.В., Гладков А.С., Новиков И.С., Агатова А.Р., Высоцкий Е.М., **Еманова А.А.** Сейсмогенные деформации и поля напряжений в разломной зоне Чуйского землетрясения 2003 г., $M_s=7.5$ (Горный Алтай) // Геотектоника. – 2006. – № 3. – С. 52-69. (К1)
7. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Филина А.Г., Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Рудаков А.Д. Общее и индивидуальное в развитии афтершоковых процессов крупнейших землетрясений Алтае-Саянской горной области // Физическая мезомеханика. – 2006. – Т. 9, № 1. – С. 33-44. (К2)
8. Новиков И.С., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Баталев В.Ю., Рыбин А.К., Баталева Е.А. Система новейших разрывных нарушений Юго-Восточного Алтая: данные об их морфологии и кинематике // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 11. – С. 1139-1149. (К1)
9. Lunina O.V., Gladkov A.S., Novikov I.S., Agatova A.R., Vysotskii E.M., **Emanov A.A.** Geometry of the fault zone of the 2003 $M_s = 7.5$ Chuya earthquake and associated stress fields, Gornyy Altai // Tectonophysics. 2008. Т. 453. № 1-4. С. 276-294. Повтор п.10
10. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Фатеев А.В., Семин А.Ю. Сейсмические активизации при разработке угля в Кузбассе // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 37-43. (К2)
11. **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Еманов А.Ф., Фатеев А.В. Элементы структуры и фазы развития афтершокового процесса Чуйского землетрясения // Физическая мезомеханика. – 2009. – Т. 12, № 1. – С. 29-36. (К2)
12. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В. Сейсмические активизации в Белино-Бусингольской зоне // Физическая мезомеханика. – 2010. – Т. 13, № S1. – С. 72-77. (К2)
13. Эпов М.И., Миронов В.Л., Чимитдоржиев Т.Н., Захаров А.И., Захарова Л.Н., Селезнев В.С., Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Фатеев А.В. Наблюдение просадок поверхности Земли в районе подземных угольных выработок Кузбасса по данным радиолокационной интерферометрии alos palsar // Исследование Земли из космоса. – 2012. – № 4. – С. 26. (К1)
14. Еманов А.Ф., **Еманов А.А.**, Лескова Е.В., Колесников Ю.И., Янкайтис В.В., Филина А.Г. Урэг-Нурское землетрясение 15.05.1970, $M_s=7.0$ (Монгольский Алтай), афтершоковый процесс и особенности современной сейсмичности эпицентральной области // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53, № 10. – С. 1417-1429. (К1)
15. Лескова Е.В., **Еманов А.А.** Иерархические свойства поля тектонических напряжений в очаговой области Чуйского землетрясения 2003 года // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 1. – С. 113-123. (К1)
16. Деев Е.В., Зольников И.Д., Гольцова С.В., Русанов Г.Г., **Еманов А.А.**, Гуськов С.А. Следы древних землетрясений в аллювии р. Катунь (Уймонская впадина, Горный Алтай) // Доклады Академии наук. – 2013. – Т. 449, № 5. – С. 558-563. (К1)
17. Деев Е.В., Зольников И.Д., Гольцова С.В., Русанов Г.Г., **Еманов А.А.** Следы древних землетрясений в четвертичных отложениях межгорных впадин центральной части Горного Алтая // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 3. – С. 410-423. (К1)
18. Лескова Е.В., **Еманов А.А.** Некоторые свойства иерархической модели напряженного состояния эпицентральной области Чуйского землетрясения 2003 г. // Физика Земли. – 2014. – № 3. – С. 92-102. (К1)

19. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Селезнёв В.С., Фатеев А.В. Тувинские землетрясения 27.12.2011, $M_L=6.7$ и 26.02.2012, $M_L=6.8$ и их афтершоки // Доклады Академии наук. – 2014. – Т. 456, № 2. – С. 223 - 226. (К1)
20. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г. Техногенная сейсмичность разрезом Кузбасса (Бачатское землетрясение 18 июня 2013 г.) // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2014. – № 2. – С. 41-46. (К1)
21. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Техногенное Бачатское землетрясение 18.06.2013 ($M_L=6.1$) в Кузбассе - сильнейшее в мире при добыче твердых полезных ископаемых // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34-60. (К2)
22. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Одновременное воздействие открытых и подземных горных работ на недра и наведенная сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 34-60. (К2)
23. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Ворона У.Ю., Серёжников Н.А. Сейсмический эффект промышленных взрывов в Западной Сибири и наведенная сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2018. – Т. 45, № 4. – С. 5-14. (К2)
24. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Павленко О.В., Фатеев А.В., Куприш О.В., Подкорытова В.Г. Кольванское землетрясение 09.01.2019 с $M_L=4.3$ и особенности наведенной сейсмичности в условиях Горловского угольного бассейна // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2019. – Т. 46, № 4. – С. 29-45. (К2)
25. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В. Мониторинг сейсмической активизации в районе Калтанского разреза и шахты Алардинская (Кузбасс) // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2019. – Т. 46, № 3. – С. 5-15. (К2)
26. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Подкорытова В.Г., Куприш О.В. Наведенная сейсмичность в угольных и железорудных районах Кузбасса // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 3. – С. 88-96. (К3)
27. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Соловьев В.М., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А., Антонов И.А., Корабельщиков Д.Г., Подкорытова В.Г., Янкайтис В.В., Елагин С.А., Сержников Н.А., Дураченко А.В., Артемова А.И. Сейсмологические исследования на территории Алтае-Саянской горной области // Российский сейсмологический журнал. – 2021. – Т. 3, № 2. – С. 20-51. (К3)
28. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Сейсмотектоника активизированной объемной структуры разломов: результаты исследования строения верхнекоревой очаговой области Чуйского землетрясения $M_s=7.3$, произошедшего 27 сентября 2003 г. в Горном Алтае (Россия) // Геотектоника. – 2021. – № 2. – С. 94-104. (К1)
29. Еманов А.А., Emanov A.F., Rebetsky Y.L., Kuprish O.V., Fateev A.V., Shevkunova E.V. Induced Seismicity of the Bachat Coal Mine and the Stress State of the Earth's Crust // Journal of Volcanology and Seismology. – 2021. – Vol. 15, № 6. – P. 435–444. (К1)
30. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Левичев Е.Б., Соловьев В.М., Чуркин И.Н., Корабельщиков Д.Г., Синяткин С.В., Янкайтис В.В., Пиминов П.А., Бах А.А., Баранов Г.Н., Фатеев А.В., Карюкина К.Ю., Полянский П.О., Дураченко А.В., Сержников Н.А., Гладышев Е.А., Арапов В.В., Шевкунова Е.В., Антонов И.А., Ершов Р.А. Изучение сейсмических воздействий на площадку строительства ЦКП "СКИФ" // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2022. – Т. 49, № 3. – С. 5-38.
31. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Радзиминович Я.Б., Фатеев А.В., Кобелева Е.А., Гладышев Е.А., Арапов В.В., Артёмова А.И., Подкорытова В.Г.

Хубсугульское землетрясение 11.01.2021 с $M_w=6.7$, $M_L=6.9$ и афтершоки начального периода // Физика Земли. – 2022. – № 1. – С. 67-82.

32. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Устойчивые структуры афтершоков Чуйского землетрясения 2003 года // Геология и геофизика. – 2022. – № 1. – С. 87-101.

33. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Кобелева Е.А., Арапов В.В., Фролов М.В., Хубсугульское землетрясение 12.01.2021, $M_L=6.9$ в структуре сейсмичности Тувинно-Монгольского блока // Физика Земли. – 2023. – № 5. – С. 79-95. (К1)

34. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А. Эволюция сейсмичности Алтая после Чуйского землетрясения 2003 г. // Вулканология и сейсмология. – 2023. – № 6. – С. 26-40. (К1)

35. Еманов А.А., Еманов А.Ф., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Ребецкий Ю.Л. Объемная структура афтершоковой области Бачатского землетрясения (Кузбасс) и напряженное состояние недр под разрезом // Геология и геофизика. – 2023. – Т. 64, № 12. – С. 1742 – 1750. (К1)

36. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Виноградов Ю.А., Чечельницкий В.В., Шевкунова Е.В., Фатеев А.В., Полянский П.О., Кобелева Е.А., Бах А.А., Серёжников Н.А. Оценка уровня и спектральных характеристик сейсмических воздействий на районы гидроэнергетики в Сибири // Геофизические процессы и биосфера. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 5-38. (К2)

37. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Новиков И.С., Гладышев Е.А., Фатеев А.В., Полянский П.О., Шевкунова Е.В., Ершов Р.А., Арапов В.В., Кривов А.А. Айгулакская очаговая область как результат воздействия Чуйского землетрясения 2003 г. на Горный Алтай // Геология и геофизика. – 2024. – Т. 65, № 11. – С. 1630 – 1646. (К1)

38. Еманов А. Ф., Еманов А. А., Чечельницкий В. В., Шевкунова Е. В., Фатеев А. В., Кобелева Е. А., Полянский П. О., Фролов М. В., Ешкунова И. Ф. О влиянии Хубсугульского землетрясения 2021 года на сейсмичность стыка Алтае- Саянской горной области с Байкальской рифтовой зоной // Вулканология и сейсмология. – 2024. – № 6. – С. 28-39. (К1)

39. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Шевкунова Е.В., Гладышев Е.А. Цаган-Шибэтинское землетрясение 29.07.2022 с $M_L=6.2$ и положение очаговой области в западном горном обрамлении Тувинской котловины // Геология и геофизика. – 2025. – Т. 66, №6. – С. 803-810. (К1)

40. Еманов А. А., Ешкунова И. Ф. Автоматизация обработки больших объемов сейсмологических данных при изучении сейсмичности Прихубсугулья за 2014-2016 гг. // Физика Земли. 2025. №6.

Количество публикаций из списка ВАК категории К1- 20, К2-12.

Текст диссертации был проверен в системе «Антиплагиат. Эксперт»: оригинальность с учетом самоцитирования – 92.36 %.

Диссертация соответствует всем требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней»:

Соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;

Сведения, представленные соискателем, об опубликованных им работах, в которых полностью изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;

В тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты получены им лично, а какие - в соавторстве.

Диссертационная работа Еманова Алексея Александровича «Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – «Геофизика».

Заключение принято на заседании Учёного совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 27 чел. Результаты голосования: «за» – 27 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 9 от 17 октября 2025 г.

Заключение оформила:

Ученый секретарь ИНГГ СО РАН,
к.г.-м.н.



А.В. Левичева