

DOI:10.25743/ICT.2025.30.4.003

Научное наследие академика Ю.И. Шокина и его роль в развитии информационных технологий в области природно-техногенной безопасности Сибири

В. В. Москвичев

Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, 660049, Красноярск, Россия

Контактный автор: Москвичев Владимир Викторович, e-mail: krasn@ict.nsc.ru

Поступила 13 мая 2025 г., доработана 05 июня 2025 г., принята в печать 11 июня 2025 г.

Представлены направления исследований и результаты совместных с академиком Ю.И. Шокиным работ в области природно-техногенной безопасности. Особо отмечена его научно-организационная деятельность в развитии исследований проблем машиноведения (прочностное и ресурсное проектирование, безопасность технических систем) и природно-техногенной безопасности регионов Сибири (мониторинг, риски, безопасность территорий). Отмечены научные проекты, выполнение которых осуществлялось по предложениям и с участием Ю.И. Шокина. Показана его роль в развитии информационных и вычислительных технологий в приложении к задачам моделирования природных и антропогенных катастроф, мониторинга природной среды и объектов техносферы, оценки и управления рисками развития социально-природно-техногенных систем Сибирского федерального округа.

Ключевые слова: информационные и вычислительные технологии, проблемы машиноведения, природно-техногенная безопасность, научные и издательские проекты, оценка и управление территориальными рисками, социально-природно-техногенные системы, мониторинг природной среды и объектов техносферы.

Цитирование: Москвичев В.В. Научное наследие академика Ю.И. Шокина и его роль в развитии информационных технологий в области природно-техногенной безопасности Сибири. 2025; 30(4):16–25. DOI:10.25743/ICT.2025.30.4.003.

Введение в формате воспоминаний

Почти сорок лет совместной и плодотворной работы с академиком Юрием Ивановичем Шокиным позволяют высказать свое отношение и точку зрения на ту роль, которую он сыграл в становлении и развитии одного из научных направлений его деятельности — исследования в области машиноведения (конструкционная прочность, ресурсное проектирование, безопасность технических систем) и природно-техногенной безопасности регионов Сибири (мониторинг, риски и безопасность территорий). Основная его заслуга заключается в способности обозначить, интуитивно четко сформулировать перспективы новых научных направлений, возможные тенденции их развития, поставить задачи научно-организационного характера и целевые установки. Представляется, что данный подход являлся основополагающим принципом его собственной научной судьбы, которым он руководствовался и во взаимодействии со своими учениками. Особенно наглядно это проявилось в нашей ситуации, когда Ю.И. Шокин выполнял функции постановщика научных и научно-организационных задач и активного участника их реализации.

Совместно с Ю.И. Шокиным выполнен ряд научных проектов, проведены научно-организационные решения и мероприятия, получен ряд новых результатов.

- Создан отдел машиноведения в структуре Вычислительного центра СО АН СССР в г. Красноярске с целью развития расчетно-экспериментальных методов механики деформирования и разрушения, широкого внедрения компьютерных технологий и развития вычислительных методов как основы автоматизированного проектирования и моделирования при создании технических систем различного назначения.
- Реализован ряд междисциплинарных и интеграционных проектов СО РАН и программ совместных исследований с НАН Беларуси в области природно-техногенной безопасности регионов Сибири и Республики Беларусь.
- Выполнены технологические и информационно-аналитические работы в рамках научно-технических программ СО РАН “ГИС и Интернет”, “Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН”.
- Разработаны информационные системы и приложения цифровых технологий для решения задач мониторинга состояния техносферы и природной среды, организации системы управления антропогенными, экологическими и территориальными рисками социально-экономического развития.
- Представлены совместные доклады на международных конференциях в очном формате (США, Япония, Китай, Германия, Болгария, Сербия, Тайвань). Организованы и проведены 18 всероссийских конференций по проблемам природно-техногенной безопасности, моделированию антропогенных катастроф и безопасности технических систем.
- Реализован издательский проект **“Прочность. Механика разрушения. Ресурс. Безопасность технических систем”** под редакцией Н.А. Махутова, В.В. Москвичева, Ю.И. Шокина с изданием 11 томов в период 2001–2023 гг., посвященных расчетно-экспериментальному обоснованию проблем проектирования, производства, эксплуатации, экспертизы и безопасности технических систем.
- Осуществлены совместная подготовка (академик И.В. Бычков, профессор В.В. Москвичев, академик Ю.И. Шокин) и издание в 2024 г. двух томов многотомного издания **“Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты”** в рамках тематического блока “Региональные проблемы безопасности”, посвященных безопасности Сибирского федерального округа (СФО).
 - Раздел I. **Мониторинг, риски и безопасность Сибирского федерального округа** / Науч. руков. чл.-корр. РАН Н.А. Махутов, под ред. В.В. Москвичева — М.: МГОФ “Знание”, 2024. 644 с.
 - Раздел II. **Территориальные риски регионов Сибири. Кузбасс. Енисейская Сибирь. Байкал** / Науч. руков. чл.-корр. РАН Н.А. Махутов, под ред. В.В. Москвичева — М.: МГОФ “Знание”, 2024. 624 с.
- По результатам совместных исследований с Ю.И. Шокиным опубликовано 29 статей и 11 монографий.

По каждому из перечисленных направлений могут быть подготовлены подробные представления полученных результатов, однако в данном случае остановимся только на отдельных позициях этого далеко не полного перечня, учитывая, что часть аспектов нашей совместной работы с Ю.И. Шокиным отражена в публикациях [1–3].

1. Создание отдела проблем машиностроения и результаты исследований

В 1983 г. по поручению Президиума Сибирского отделения АН СССР Ю.И. Шокин возглавил Вычислительный центр СО АН СССР в г. Красноярске (ныне Институт вычислительного моделирования СО РАН). В марте 1986 г. было принято решение о создании в структуре данного института отдела проблем машиностроения. Исходными условиями возникновения научных коллективов являются наличие кадрового потенциала, целесообразность (необходимость) развития нового научного направления, востребованность результатов и осознанная поддержка этого направления со стороны руководства. Данные факторы были определяющими и реализовались на фоне мероприятий и процессов, происходящих в стране в середине 1980-х гг. по ускорению научно-технического прогресса с акцентом на развитие машиностроительного комплекса. Данная постановка для развития регионов Сибири всегда была стратегической задачей, решение которой обеспечивало, с одной стороны, создание образцов новой техники и технологий оборонного, специального и общего назначения, а с другой — требовало организации и проведения фундаментальных и прикладных исследований в области машиноведения, материаловедения, конструкционной прочности, ресурса и безопасности технических систем. Создание и развитие отдела стало возможным благодаря активной позиции директора института, тогда члена-корреспондента АН СССР Ю.И. Шокина (1984 г.). Существенная научно-организационная поддержка была обеспечена профильными институтами — ИМАШ АН СССР (академик К.В. Фролов, чл.-корр. РАН Н.А. Махутов), ИФТПС СО АН СССР (академик В.П. Ларионов, чл.-корр. РАН Ю.С. Уржумцев), Красноярским научным центром СО АН СССР (академик А.С. Исаев) и Красноярским краевым комитетом КПСС.

На фоне исследований проблем прочности, ресурса и надежности крупногабаритных машин и конструкций, разработки расчетно-экспериментальных и технологических методов обеспечения конструкционной прочности Ю.И. Шокин связывал перспективы исследований в области машиноведения с широким внедрением компьютерных технологий и развитием вычислительных методов как основы автоматизированного проектирования и моделирования при решении задач создания перспективных машин и конструкций. Данная постановка, безусловно, вытекала из результатов, полученных ранее Ю.И. Шокиным в области разработки численных методов решения механики сплошной среды, имевших важное значение при создании специализированных программных комплексов прикладного назначения.

Из интервью члена-корреспондента АН СССР Ю.И. Шокина в газете “Красноярский рабочий” 17 ноября 1987 г., статья “Машины для Севера”: “... Отдел проблем машиностроения создан в марте 1986 г. в составе двух лабораторий: прочности крупногабаритных конструкций и технологической механики. При организации отдела было принято во внимание, что одной из основных проблем повышения эффективности машиностроительного производства является создание машин и конструкций с заданной гарантированной надежностью на всех этапах их функционирования. В единое целое связываются материаловедческие, технологические и конструкторские аспекты проектирования, производства и эксплуатации машин и конструкций. Это обусловливается общими требованиями обеспечения прочности и ресурса по схеме: материал – технология – конструкция – эксплуатация. Такой комплексный подход дает возможность принимать оптимальные конструктивно-технологические решения и осуществлять мероприятия по

снижению металлоемкости изделий”. В этот период Юрий Иванович старался глубоко вникнуть в суть производственной деятельности крупнейших машиностроительных предприятий региона, неоднократно посещая АО “Сибтяжмаш”, ПО “Крастяжмаш”, ГП “Красмаш” и другие заводы. Особое внимание обращал на научно-технические проблемы и перспективы их решения научным коллективом отдела. На первом этапе он сам руководил отделом, при этом оказывал поддержку в решении кадровых вопросов и расширении научных направлений с формированием четырех лабораторий: прочности крупногабаритных конструкций, технологической механики, экспериментальной механики и автоматизации проектирования.

В конце 1980-х гг. Юрий Иванович активно и настойчиво прорабатывал вопрос создания в г. Красноярске Института физико-технических проблем машиностроения с обсуждением его с председателем Сибирского отделения, академиком В.А. Коптюгом и вице-президентом АН СССР, академиком К.В. Фроловым. События начала 1990-х гг. не позволили завершить этот процесс, однако в рамках сложившегося под руководством Ю.И. Шокина научного коллектива сформировался ряд научных направлений исследований, которые получили успешное развитие в последующие годы.

В настоящее время сотрудники данного коллектива составляют основу Красноярского филиала ФИЦ ИВТ, получив первичную научную подготовку на кафедрах КГТУ “Динамика и прочность машин” и “Диагностика и безопасность технических систем”, открытие которых активно поддерживал Ю.И. Шокин. Основные результаты и достижения коллектива связаны с решением ряда важнейших прикладных задач [4]:

- расчеты показателей прочности и ресурса крупногабаритных машин и конструкций (экскавационная, подъемно- и горнотранспортная техника, сварные конструкции, специальные стенды и оборудование, уникальные сосуды давления и т. д.);
- расчетно-экспериментальная экспертиза уникальных объектов и причин крупных аварий: ферменные конструкции стартового комплекса “Байконур” (2005–2007 гг.), аварии на Саяно-Шушенской ГЭС (2009 г.) и Норильской нефтебазе (2022 г.), оценка несущей способности и безопасности металлокомпозитных баков космических аппаратов (2014–2020 гг.), диагностика и оценка остаточного ресурса гидроагрегатов Красноярской ГЭС (2014–2020 гг.) и др.;
- исследования характеристик прочностного и ресурсного проектирования, безопасности элементов авиационной и ракетно-космической техники, объектов энергетики, железнодорожного транспорта, металлургического комплекса.

Решение задач прочностного, ресурсного, риск-ориентированного проектирования и безопасности технических систем (ТС) базируется на последовательном анализе единого расчетного комплекса “прочность – ресурс – надежность – диагностика – живучесть – безопасность”. Основу анализа комплекса составляют методы и технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. Вопросы математического моделирования ТС в первую очередь связаны с анализом напряженно-деформированных и предельных состояний объектов. Основной инструментарий — численные методы: метод конечных элементов, модификации конечно-разностных методов, метод граничных уравнений с использованием универсальных (NASTRAN, ANSYS и др.) и объектно-ориентированных пакетов прикладных программ (создание компьютерного объекта, формирование расчетных схем, сценарное описание процессов деформирования и разрушения, представление и анализ результатов). Многообразие ТС по назначению, конструктивным решениям, структуре, свойствам конструкционных материалов, условиям нагружения и эксплуатации предполагает необходимость многовариантных и многомо-

дельных расчетов. Данный подход в математическом моделировании ТС использован при решении указанных выше задач.

Значительная часть полученных результатов опубликована в 11-томной серии монографий издательского проекта “Прочность. Механика разрушения. Ресурс. Безопасность технических систем” [2]. Наиболее полно полученные результаты представлены в коллективной монографии [4], опубликованной при активной поддержке Ю.И. Шокина.

2. Исследования природно-техногенной безопасности Сибири

Важнейшим направлением исследований с начала 1990-х гг. стала разработка проблем природно-техногенной безопасности сибирских регионов, проводимых по инициативе академика Ю.И. Шокина, включающих широкий спектр актуальных вопросов:

- развитие математических методов для приложений в задачах моделирования природных и антропогенных катастроф;
- компьютерное моделирование чрезвычайных ситуаций (ЧС) и системы поддержки принятия решений;
- математические методы, методология и технологии прогнозирования рисков ЧС природного и техногенного происхождения;
- математическое моделирование прочности, ресурса, безопасности и аварийных ситуаций технических систем;
- технологии и средства мониторинга и прогнозирования ЧС, системы телекоммуникации, связи и контроля промышленной безопасности на объектовом, муниципальном и субъектовом уровнях;
- оценка уровня техногенного и экологического риска территорий и территориальные автоматизированные информационно-управляющие системы в области прогнозирования и ликвидации ЧС.

В период 2000–2015 гг. был выполнен ряд комплексных и интеграционных проектов по программам СО РАН.

1. Создание геоинформационной системы (ГИС) “Безопасность региона: вероятностные модели и экспертные системы для районирования территорий по уровню риска возникновения чрезвычайных ситуаций”.
2. Математическое моделирование катастрофических процессов в природной среде и аварийных ситуаций в техносфере.
3. Моделирование антропогенных воздействий и разработка методов оценки риска территорий Сибири и Крайнего Севера.
4. Антропогенные риски угледобывающих и нефтедобывающих территорий Сибири (2009–2011 гг.).
5. Природные и техногенные риски критически важных гидротехнических объектов, водохранилищ и водных систем Сибири (2012–2014 гг.).
6. Концепция устойчивого развития и природно-техногенной безопасности территорий Беларуси и Сибири на основе учета рисков с применением геоинформационных технологий (2012–2015 гг.).

Первые три проекта выполнялись в рамках региональных научно-технических программ Красноярского края, четвертый и пятый проекты выполнялись по интеграционным программам СО РАН, шестой — по программе совместных фундаментальных исследований НАН Беларуси и СО РАН. Последнему проекту Ю.И. Шокин придавал

особое значение, по его результатам был опубликован ряд монографий, посвященных памяти академика В.А. Коптюга [5–7].

Накопленный опыт и полученные результаты в области природно-техногенной безопасности позволили перейти на новый уровень применения информационных и вычислительных технологий, что обеспечило решение ряда новых прикладных задач.

1. Создание информационной системы территориального управления рисками и безопасностью (ИСТУ РБ) для решения задач мониторинга состояния техносферы и экосферы, организации технологии управления рисками.
2. Разработка концепции и структуры цифрового паспорта безопасности территорий, интегрирующего данные мониторинга за состоянием природной среды, контроля объектов техносферы и характеристик социосферы.
3. Формулировка методологии и реализация вычислительной технологии оценки техногенного территориального риска, включая показатели защищенности, на основе кластерного анализа и риск-ориентированного подхода для субъектов и муниципальных образований СФО.
4. Разработка методики оценки уровня комплексного территориального техногенного риска муниципальных образований Сибирского федерального округа.

Разработанные методические основы управления территориальными рисками, концепция, модели, технологии картографирования рисков обеспечили возможность оценки техногенного, природного и комплексного рисков для территорий субъектов и муниципальных образований Красноярского края (нефтегазодобывающие территории, Арктическая зона), Кемеровской (угледобывающие территории) и Иркутской (Байкальская природная территория) областей, Республики Саха (Якутия). Территориальные образования рассмотрены в формате социально-природно-техногенной (СПТ-) системы, включающей элементы техносферы, экосферы и социосферы и характеризующейся стратегическими рисками развития с учетом территориального фактора, масштабов, состава и уровня показателей развития. Задачи — мониторинг состояния техносферы и экосферы, организация системы управления антропогенными, экологическими, природными, геодинамическими и территориальными рисками.

Для решения обозначенных целей и задач реализована концепция ИСТУ РБ [8]. Основные задачи системы: мониторинг состояния всех элементов СПТ-системы; оценка индивидуальных и социальных рисков; комплексная характеристика состояния СПТ-систем, ранжирование территорий по степени риска с использованием ГИС-технологий; разработка региональных экологических нормативов; установление региональных уровней приемлемого риска; формирование программ и мероприятий, нацеленных на снижение уровня риска; разработка рекомендаций по повышению эффективности управления территориальными образованиями.

Основным итогом работ последнего пятилетия стала публикация в 2024 г. двух томов указанного выше многотомного издания “Безопасность России”. Успешное социально-экономическое развитие отдельных территориальных образований и в целом Российской Федерации тесно связано с обеспечением национальной безопасности и ее составляющих на региональном уровне. Представляемые два тома входят в тематический блок “Региональные проблемы безопасности” и посвящены актуальным аспектам природной и техногенной безопасности Сибирского федерального округа Российской Федерации. В рамках данных монографических изданий обобщены результаты научных исследований и прикладных разработок в области обеспечения и повышения комплексной безопасности субъектов СФО.

Первый раздел “Мониторинг, риски и безопасность Сибирского федерального округа” включает общую характеристику и структуру органов управления безопасностью субъектов СФО. Детально рассмотрены общие вопросы и постановки методов и технологий основных видов мониторинга, методы анализа рисков природных и техногенных ЧС с учетом территориальных особенностей СФО. Особое внимание уделено технологиям и результатам космического мониторинга и разработкам информационных систем управления рисками. Дана оценка состояния природно-техногенной, энергетической, радиационной и сейсмической безопасности отдельных субъектов и общей ситуации в СФО. Рассмотрены вопросы безопасности ГЭС, водопользования промышленных агломераций, бореальных лесов Сибири.

Второй раздел “Территориальные риски регионов Сибири. Кузбасс. Енисейская Сибирь. Байкал” также содержит результаты научных исследований и разработок в области обеспечения безопасности и защищенности, анализа территориальных рисков развития трех наиболее представительных по своим социально-экономическим и природно-техногенным характеристикам субъектов СФО: Кемеровской области — Кузбасса, Красноярского края (Енисейская Сибирь), Иркутской области (Байкал). Основные аспекты в рамках обозначенных проблем для данных территорий рассматриваются с позиций концепции рисков развития социально-природно-техногенных систем. Для выделенных территорий определены и проанализированы базовые риски и их нормативные значения с учетом территориальных особенностей промышленного развития (угледобывающие, нефтегазодобывающие, арктические территории). Особое внимание уделено природно-техногенным рискам, проблемам защищенности в условиях антропогенного воздействия и комплексной безопасности Байкальской природной территории.

Данная работа обобщила результаты многолетних исследований и позволила наметить новые направления работ в институтах Сибирского отделения РАН.

Итоговые замечания

Академик Ю.И. Шокин оставил для нас огромное наследие в виде значительного числа своих учеников и последователей, новых научных направлений, многочисленных статей и монографий, что позволяет говорить о его научной школе в области математического моделирования, разработки и развитии информационных и вычислительных технологий. Сотни научных сотрудников и исследователей используют идеи, подходы, методы и технологии, постановки задач и проблем, которые были сформулированы академиком Ю.И. Шокиным. С другой стороны, он сам считал себя учеником и во многом преемником академика Н.Н. Яненко, последовательным сторонником концепции устойчивого социально-экономического развития, научно обоснованной академиком В.А. Коптюгом. В этой естественной научной преемственности передачи знаний от учителя к ученикам и заключается историческая миссия великого ученого, каким был для всех нас Ю.И. Шокин — человек, ученый, учитель. В настоящее время по намеченным им направлениям работают десятки научных сотрудников, судьбу которых определили научное предвидение, мудрые советы, деловые рекомендации и предложения Ю.И. Шокина. Это его наследие, и наша общая задача заключается в его сохранении и развитии, что обеспечит поступательное движение и новые достижения в области научных интересов академика Ю.И. Шокина.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий.

Список литературы

- [1] Москвичев В.В., Анискович Е.В., Буров А.Е., Доронин С.В., Зырянов И.А., Крушенко Г.Г., Лепихин А.М., Черняев А.П., Чернякова Н.А. Проблемы конструкционной прочности и безопасности технических систем. Препринт № 1. Красноярск: ИВМ СО РАН; 2007: 100.
 - [2] Москвичев В.В., Чернякова Н.А., Анискович Е.В., Буров А.Е., Доронин С.В., Лепихин А.М., Москвичев Е.В., Рейзмунт Е.М., Федорова Е.Н., Филиппова Ю.Ф., Черняев А.П. Направления и результаты исследований в рамках реализации издательского проекта “Прочность. Механика разрушения. Ресурс. Безопасность технических систем”. Вычислительные технологии. 2023; 28(4):57–72. DOI:10.25743/ICT.2023.28.4.006.
 - [3] Москвичев В.В. Природно-техногенная безопасность регионов Сибири: ретроспектива исследований и новые задачи. Вычислительные технологии. 2023; 28(3):25–40. DOI:10.25743/ICT.2023.28.3.003.
 - [4] Москвичев В.В., Махутов Н.А., Шокин Ю.И., Лепихин А.М., Анискович Е.В., Буров А.Е., Гаденин М.М., Готовко С.А., Доронин С.В., Кашубский Н.И., Москвичев Е.В., Москвичева Л.Ф., Рейзмунт Е.М., Суходоева Н.В., Федорова Е.Н., Филиппова Ю.Ф., Чабан Е.А., Черняев А.П., Чернякова Н.А. Прикладные задачи конструкционной прочности и механики разрушения технических систем. Новосибирск: Наука; 2021: 796.
 - [5] Левкевич В.Е., Москвичев В.В., Никитенко П.Г., Солодовников С.Ю., Шапарев Н.Я., Шокин Ю.И. Устойчивое развитие и природно-техногенная безопасность территорий (Беларусь и Сибирь). Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П. Астафьева; 2010: 322.
 - [6] Никитенко П.Г., Левкевич В.Е., Москвичев В.В., Шапарев Н.Я., Шокин Ю.И. Ноосферные аспекты устойчивого развития Беларуси и Сибирского региона России. Минск: Право и экономика; 2013: 217.
 - [7] Левкевич В.Е., Лепихин А.М., Москвичев В.В., Никитенко П.Г., Ничепорчук В.В., Шапарев Н.Я., Шокин Ю.И. Безопасность и риски устойчивого развития территорий. Красноярск: Сиб. федер. ун-т; 2014: 224.
 - [8] Москвичев В.В., Бычков И.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью. Вестник Российской академии наук. 2017; 87(8):696–705. DOI:10.7868/S0869587317080035.
-

DOI:10.25743/ICT.2025.30.4.003

The scientific legacy of academician Yu.I. Shokin and his role in the development of computational technologies for natural and technogenic safety of Siberia

V. V. MOSKVICHEV

Federal Research Center for Information and Computational Technologies, 660049, Krasnoyarsk, Russia

Corresponding author: Vladimir V. Moskvichev, e-mail: krasn@ict.nsc.ru

Received May 13, 2025, revised June 05, 2025, accepted June 11, 2025.

Abstract

The article presents the research directions and results of joint worksresearch with Academician Yu.I. Shokin in the field ofon natural and technogenic safety. Particular attention is made on hisHis scientific and organizational activities in the development of research of the problems ofrelated to mechanical engineering problems (strength and resource design, safety of technical systems) and natural and technogenicman-made safety of theSiberian regions of Siberia (monitoring, risks, territorial safety of territories). were particularly emphasized. The article highlights implemented scientific projects based on the proposals of Yu.I. Shokin and with his participation. His role in the development of information and computing technologies applied to the problems of modelling natural and technogenic disasters, monitoring the natural environment and technosphere objects, assessing and managing the risks of developing social, natural and technogenic systems of the Siberian Federal District is shownnoted.

Keywords: information and computing technologies, problems of mechanical engineering, natural and technogenic safety, scientific and publishing projects, assessment and management of territorial risks, social, natural and technogenic systems, monitoring of the natural environment and technosphere objects.

Citation: Moskvichev V.V. The scientific legacy of academician Yu.I. Shokin and his role in the development of computational technologies for natural and technogenic safety of Siberia. Computational Technologies. 2025; 30(4):16–25. DOI:10.25743/ICT.2025.30.4.003. (In Russ.)

Acknowledgements. The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation for Federal Research Center for Information and Computational Technologies.

References

1. Moskvichev V.V., Aniskovich E.V., Burov A.E., Doronin S.V., Zyryanov I.A., Krushenko G.G., Lepikhin A.M., Chernyaev A.P., Chernyakova N.A. Problemy konstruksionnoy prochnosti i bezopasnosti tekhnicheskikh system. Preprint No. 1 [Problems of structural strength and safety of technical systems. Preprint No. 1]. Krasnoyarsk: IVM SO RAN; 2007: 100. (In Russ.)
2. Moskvichev V.V., Chernyakova N.A., Aniskovich E.V., Burov A.E., Doronin S.V., Lepikhin A.M., Moskvichev E.V., Reyzmunt E.M., Fedorova E.N., Filippova Yu.F., Chernyaev A.P. Directions and results of research in the framework of the publishing project “Strength. Destruction mechanics. Resource. Safety of technical systems”. Computational Technologies. 2023; 28(4):57–72. DOI:10.25743/ICT.2023.28.4.006. (In Russ.)
3. Moskvichev V.V. Natural and technogenic safety of Siberian regions: a retrospective of research and new challenges. Computational Technologies. 2023; 28(3):25–40. DOI:10.25743/ICT.2023.28.3.003. (In Russ.)

4. **Moskvichev V.V., Makhutov N.A., Shokin Yu.I., Lepikhin A.M., Aniskovich E.V., Burrov A.E., Gadenin M.M., Gotovko S.A., Doronin S.V., Kashubskiy N.I., Moskvichev E.V., Moskvicheva L.F., Reyzmunt E.M., Sukhodoeva N.V., Fedorova E.N., Filippova Yu.F., Chaban E.A., Chernyaev A.P., Chernyakova N.A.** Prikladnye zadachi konstruktsionnoy prochnosti i mekhaniki razrusheniya tekhnicheskikh system [Applied problems of structural strength and fracture mechanics of technical systems]. Novosibirsk: Nauka; 2021: 796. (In Russ.)
5. **Levkevich V.E., Moskvichev V.V., Nikitenko P.G., Solodovnikov S.Yu., Shaparev N.Ya., Shokin Yu.I.** Ustoychivoe razvitie i prirodno-tekhnogennaya bezopasnost' territoriy (Belarus' i Sibir') [Sustainable development and natural and technogenic security of territories (Belarus and Siberia)]. Krasnoyarsk: Izd-vo KGPU im. V.P. Astaf'eva; 2010: 322. (In Russ.)
6. **Nikitenko P.G., Levkevich V.E., Moskvichev V.V., Shaparev N.Ya., Shokin Yu.I.** Noosfernye aspekty ustoychivogo razvitiya Belarusi i Sibirskogo regiona Rossii [Noospheric aspects of sustainable development of Belarus and the Siberian region of Russia]. Minsk: Pravo i Ekonomika; 2013: 217. (In Russ.)
7. **Levkevich V.E., Lepikhin A.M., Moskvichev V.V., Nikitenko P.G., Nicheporchuk V.V., Shaparev N.Ya., Shokin Yu.I.** Bezopasnost' i riski ustoychivogo razvitiya territoriy [Security and risks of sustainable development of territories]. Krasnoyarsk: Sib. Feder. Un-t; 2014: 224. (In Russ.)
8. **Moskvichev V.V., Bychkov I.V., Potapov V.P., Taseiko O.V., Shokin Yu.I.** Information system for territorial risk and safety management development. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017; 87(8):696–705. DOI:10.7868/S0869587317080035. (In Russ.)