



## ШЕСТНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ» MLSD'2023

С 26 по 28 сентября 2023 г. прошла 16-я Международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD)». Это ежегодное мероприятие, организуемое Институтом проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) при технической поддержке IEEE Russia Section.

Регламент работы MLSD'2023 предусматривает пленарное заседание и 16 секционных заседаний по следующим направлениям.

1. Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, госхолдинги и госкорпорации.

2. Методы и инструментальные средства управления инвестиционными проектами и программами.

3. Управление развитием цифровой экономики, проектные офисы и ситуационные и прогнозано-аналитические центры, институты развития крупномасштабных систем.

4. Имитация и оптимизация в задачах управления развитием крупномасштабных систем.

5. Нелинейные процессы и вычислительные методы в задачах управления крупномасштабными системами.

6. Управление развитием банковских и финансовых систем.

7. Управление топливно-энергетическими, инфраструктурными и другими системами.

8. Управление транспортными системами.

9. Управление развитием авиационно-космических и других крупномасштабных организационно-технических комплексов.

10. Управление развитием региональных, городских и муниципальных систем.

11. Управление объектами атомной энергетики и другими объектами повышенной опасности.

12. Информационное и программное обеспечение систем управления крупномасштабными производствами.

13. Методология, методы и программно-алгоритмическое обеспечение обработки и интеллектуального анализа больших массивов информации.

14. Мониторинг в управлении развитием крупномасштабных систем.

15. Управление развитием крупномасштабных систем здравоохранения, медико-биологических систем и технологий.

16. Управление развитием социальных систем.

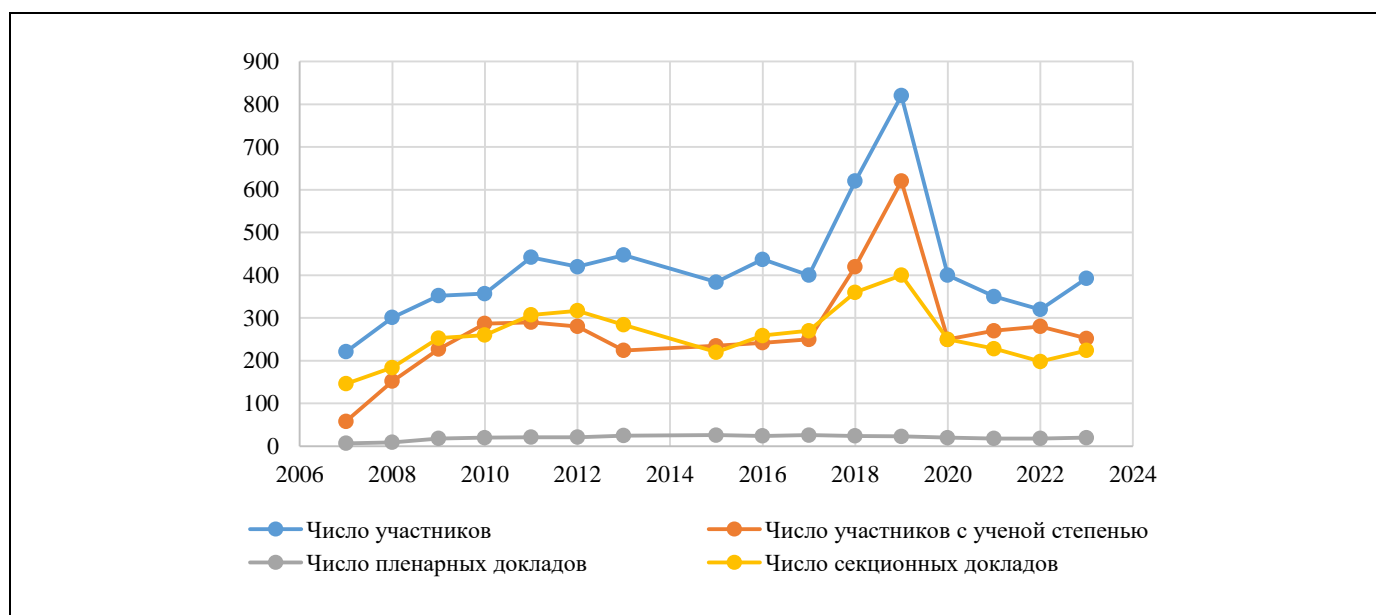
Программа конференции предполагает обсуждение оригинальных исследовательских работ в области теории и практики компьютерного управления развитием крупномасштабных производственных, транспортных, энергетических, финансовых и социальных систем. К участию в конференции приглашаются ведущие ученые академического уровня, научно-исследовательских институтов, вузов, государственных и коммерческих структур. Статистические данные о работе MLSD в исторической ретроспективе представлены на рисунке. В конференции MLSD'2023 приняли участие 393 человека.

К настоящему моменту вышли Труды MLSD'2023, в которых опубликовано 20 пленарных и 224 секционных доклада, индексируемых в РИНЦ. Кроме того, 177 докладов на английском языке уже размещены в электронной библиотеке IEEE Xplore<sup>1</sup> и проиндексированы Scopus.

Главный проблемно-тематический вектор выступлений на MLSD'2023 определили пленарные доклады, посвященные новым формальным постановкам проблем стратегического управления развитием крупномасштабных систем в современных условиях повышенного санкционного давления, а также подходам, принципам и технологиям их решения.

Тон задал пленарный доклад д-ра техн. наук, проф. *А.Д. Цвиркуна* (ИПУ РАН) «Проблемы управления развитием крупномасштабных систем в современных условиях». Докладчиком была поставлена проблема разработки методологических основ формирования единой целостной модели планирования трендов долгосрочного роста

<sup>1</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/10303766/proceeding>



национальной экономики в современной неблагоприятной геополитической ситуации. В основе предлагаемого автором подхода – акцент на планирование макроэкономического развития крупномасштабных систем России, формирующих валовой внутренний продукт, национальный доход, совокупный спрос, совокупное предложение, общий уровень цен, уровень безработицы, уровень процентных ставок, валютный курс, состояние государственного бюджета и уровень равновесия платежного баланса. В докладе предлагаются комплекс моделей для анализа и выбора вариантов развития России и цифровая платформа для управления развитием крупномасштабных производственно-транспортных систем.

Основные выводы и рекомендации докладчика следующие. Государственные программы и крупные бизнес-проекты должны претворяться в жизнь после тщательной проработки в РАН и Институте прикладных экономических исследований РАНХиГС. Необходима разработка проекта (темы), а также создание Ассоциации (Центра компетенций) «Управление развитием крупномасштабных систем», объединяющей специалистов в области управления развитием крупномасштабных систем по важнейшим направлениям, включая инвестиции, информационные технологии, создание цифровой среды инвестиционного планирования. Цель проекта – «Разработка методологии комплексного анализа и инструментальных средств управления развитием крупномасштабных систем для решения стратегических задач и проблем управления промышленно-транспортным развитием крупномасштабных проектов России, в том числе в чрезвычайных условиях». Целесообразно

продолжить связи с международными аналогичными организациями и конференциями, а также организовать проведение отдельных семинаров и школ для специалистов и молодых ученых по актуальным вопросам управления развитием крупномасштабных систем.

Энергетика является базовой отраслью российской экономики. Ее устойчивое развитие и надежное функционирование во многом определяют национальную безопасность страны. Эта проблематика нашла отражение в докладе академика РАН С.П. Филиппова и канд. экон. наук Ф.В. Веселова (ИНЭИ РАН) «Особенности и средства формирования прогнозов научно-технологического развития энергетики в современных условиях». Авторы описали будущий технологический облик энергетики, удовлетворяющий разнородным требованиям, включая доступность и надежность энергоснабжения, технологическую независимость, глобальную конкурентоспособность энергопроизводства. Авторы отметили также большую роль экологических и климатических требований, связанных с декарбонизацией экономики.

В условиях санкций большой интерес представляет управление развитием производственной инфраструктуры России согласно концепции быстрорастущих организаций и отраслей. Доклад д-ра техн. наук О.И. Дранко «Рейтинг быстрорастущих организаций России: рост против надежности» посвящен анализу перспектив практической реализации этой концепции. Автор разрабатывает технологию оценки быстрорастущих сегментов экономики на основе данных статистики и финансовой отчетности организаций. Быстрорастущие отрасли определены по среднегодовым темпам

роста, превышающим таковые для экономики в целом. Быстрорастущие организации определены по среднегодовому темпу роста более 50 % в год в текущих ценах. Выявлено около 2 тыс. быстрорастущих организаций России с выручкой более 1 млрд руб. Суммарная выручка выборки быстрорастущих организаций в 2022 г. составила около 20 трлн руб. Проведенный анализ позволяет показать размер вклада быстрорастущих организаций в рост экономики России при различных сценариях развития. Примененные автором методы обработки больших данных позволяют оперативно провести декомпозицию информации от макроуровня (ВВП страны) до выручки отдельных организаций. Однако расчеты по выборке быстрорастущих организаций выявили рост долговой нагрузки по сравнению полной выборкой организаций и не выявили изменения текущей ликвидности. Из этого следует, что класс быстрорастущих организаций можно отнести к организациям с более высокими, но не критическими финансовыми рисками. Проведенные исследования показывают усредненные фактические значения показателей рисков и позволяют ставить задачу управления рисками при быстром росте.

Интересный аспект последствий санкционной политики отмечен в докладе д-ра экон. наук *О.С. Сухарева* (ИЭ РАН) «Промышленное развитие России: анализ перспективы». Автор определяет санкционное давление как форс-мажорные обстоятельства, порождающие кризисные явления в самой системе крупномасштабного управления, включая его содержание, быстрое действие, оперативность и точность принимаемых решений, нестандартность институциональных ограничений. В таких обстоятельствах прогнозные оценки теряют адекватность. Автор делает вывод о необходимости осуществлять как внутриотраслевой, так и общесистемный анализ развития промышленности, включая оценку влияния макроэкономических инструментов. Он рассматривает промышленность как крупномасштабную, многоотраслевую и разветвленную секторальную систему со значительными связями, составляющую индустриальную базу экономики, требующую специальной методологии макроэкономического анализа и системного управления. Основным выводом, представленным в докладе, – принципиальная возможность ослабления удара на российскую экономику, спровоцированного снижением чистого экспорта из-за сокращения продаж сырьевых компонент, и развертывание новых производств и технологий по принципу замкнутого цикла, который используется в функционировании инноваци-

онных систем для обеспечения технологического суверенитета.

Существенной проблемой новой теории управления развитием крупномасштабных систем в форс-мажорных обстоятельствах является исследование и решение проблем организации целенаправленной деятельности. Данная проблема рассматривается в докладе «Постановка задачи управления целенаправленным процессом проектирования сложных систем» член-корр. РАН *А.Ф. Резчикова* (ИПУ РАН), канд. техн. наук *Е.В. Кушниковой*, *О.В. Кушникова* (СГТУ), д-ра техн. наук *А.С. Богомолова* (ФИЦ СНЦ РАН). Авторы представляют процесс достижения целей проектирования как управляемый и определяют его входные и выходные координаты, инвариантные к характеру деятельности, ее продолжительности и масштабам. При достижении целей проектирования значения входных координат данного процесса неоднократно изменяются лицом, принимающим решения, что может привести к значительным отклонениям от желаемых результатов. В работе предложена постановка задачи определения возмущений управляющих координат, не приводящих к отклонению от запланированных результатов.

Доклад канд. физ.-мат. наук *М.А. Горелова*, д-ра техн. наук *Ф.И. Ерешко* (ФГУ «ФИЦ "Информатика и управление" РАН») «Иерархические игры в глубоком обучении» показывает, что существует формальный инструмент, который позволяет единообразно генерировать и рассматривать разные постановки задач глубокого обучения и стратегического планирования. Так, для задач глубокого обучения актуален поиск решений весовых коэффициентов при условии наличия неопределенных факторов, воздействующих на всю сеть, и игровой подход предоставляет инструментальную возможность записи алгоритмов решения в различных схемах перебора в пространстве состояний или градиентных алгоритмов. В задачах стратегического планирования весовые параметры сверток, как правило, задаются технологическими процессами, и наиболее актуальными становятся проблемы формирования функций активации, в данной интерпретации стратегии игроков, и графа взаимодействия, т. е. архитектуры искусственной нейронной сети.

Основными результатами работы являются модели иерархических систем в многошаговом случае, при разной степени информированности центра и подсистем. Исследуются процедуры управления системой игроков в своеобразной архитектуре связей, характерной для искусственных



нейронных сетей. Сформулирована принципиально новая для иерархических игр задача вычисления наибольшего гарантированного результата центра.

В докладе д-ра экон. наук, чл.-корр. РАН *В.И. Сулова* и его соавторов *Ю.С. Еришова* (Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск), канд. экон. наук *Н.М. Ибрагимова* (Новосибирский государственный университет) «Межрегиональные модели в исследовании пространственной экономики России» описан оригинальный метод исследования экономики России в пространственном разрезе, основанный на принципе последовательной детализации объекта (от «точки» к пространству). Представлен также модельно-программный комплекс, заменивший оптимизационную межрегиональную межотраслевую модель на модифицированные алгоритмы поиска равновесия и ядра системы применительно к пространственной модели «затраты – выпуск». Предложенный подход позволяет использовать при формировании прогнозной информации не только знания о народнохозяйственных, отраслевых и региональных ретроспективных трендах, но и прямые знания о сроках ввода и мощностях отдельных крупных предприятий.

Доклад д-ра экон. наук *В.Г. Варнавского* (ИПУ РАН) «Использование таблиц «затраты – выпуск» для оценки структурных изменений в транспортной отрасли России» посвящен разработке методического подхода к исследованиям, описывающим структурные сдвиги в трансграничных производственных связях и внешней торговле на уровне продуктов и отраслей. Автор рассматривает предложенный им ранее индекс производственного участия страны-экспортера в производстве страны-импортера, а также мировые модели «затраты – выпуск» для оценки мультипликативных эффектов в экономике и вовлеченности стран, отраслей и продуктов в глобальные цепочки создания стоимости. В работе приводится алгоритм анализа ключевых аспектов структурных изменений в транспортном секторе России в 2000–2018 гг. на основе межстрановых таблиц «затраты – выпуск» ОЭСР 2021 г., который позволил сделать вывод о том, что интеграция российского транспортного сектора в глобальные цепочки создания стоимости приближается к оптимальному уровню.

На эту же тему управления развитием транспортной отрасли России выступил д-р техн. наук *В.В. Цыганов* (ИПУ РАН) с пленарным докладом «Комплекс моделей и платформа стратегического управления транспортной инфраструктурой».

В своем докладе автор исходит из того, что социально-экономическое развитие России в условиях санкций невозможно без опережающего развития транспортной инфраструктуры на новых и перспективных направлениях транспортных потоков. Ускорение изменений, масштаб, число и сложность связей транспортной инфраструктуры определяют актуальность разработки и научного обоснования проекта платформы стратегического управления. Докладчик описал цели, задачи, принципы и основные процессы, реализуемые на платформе стратегического управления транспортной инфраструктурой, а также процессы согласования стратегических документов по целям, задачам, срокам реализации мероприятий и объемам требуемых ресурсов. Одним из центральных механизмов рассматриваемой платформы является комплекс моделирования последствий принятия управленческих решений с применением технологий искусственного интеллекта и методов математического анализа. Автор отметил, что рассматриваемый подход апробирован при стратегическом планировании устойчивого функционирования экономического комплекса РФ, в том числе Сибири, Дальнего Востока и Арктической зоны России. Формальный аппарат реализации этого проекта проиллюстрирован на примере математического моделирования и прогнозирования последствий единовременных корректировок транспортной инфраструктуры.

В докладе д-ра техн. наук *В.К. Акинфиева* (ИПУ РАН) «Выбор оптимальных вариантов развития транспортных коридоров в условиях переориентации экспортных потоков российских компаний» рассматривается проблема поиска оптимального варианта развития транспортной инфраструктуры в условиях санкций и закрытия некоторых экспортных рынков для промышленных компаний в Российской Федерации. Развитие транспортных коридоров позволит компаниям переориентировать свои экспортные потоки на другие рынки без потери финансовой стабильности. Проблема формулируется как динамическая производственно-транспортная задача со смешанными переменными, включающая выбор вариантов развития транспортной сети. Предлагаемое решение задачи позволяет выбирать оптимальные варианты развития транспортной инфраструктуры и, одновременно, оптимальные объемы производства и поставок продукции компаний, учитывая динамику изменения емкости экспортных рынков и другие ограничения, используя различные сценарии изменения исходных данных и допущений.

В докладе д-ра экон. наук *В.Н. Ливиница*, канд. экон. наук *И.А. Мироновой*, канд. экон. наук *Т.И.*



Тищенко, канд. экон. наук *М.П. Фроловой* (ФИЦ ИУ РАН) «Теория и практика принятия решений о реализации крупномасштабных транспортных проектов» рассматривается подход к реализации крупномасштабного транспортного проекта, оценка его социально-экономической (далее также общественной) эффективности проводится в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации или субъектов Российской Федерации.

Инвестиционный проект определяется как «обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план)». Плановые и проектные решения делятся на три категории:

- малые, реализация которых не оказывает заметного воздействия на структурные характеристики экономики страны, отдельных отраслей или отдельных регионов в целом, а также не влияет на цены важнейших ресурсов, показатели инфляции, банковские процентные ставки, курсы валют и т. д.;

- крупномасштабные, реализация которых может существенно повлиять на указанные характеристики (например, разработка новых месторождений угля – на цену угля на национальном и мировом рынках);

- глобальные, которые могут кардинально менять структуру национальной экономики и влиять на показатели социально-экономического развития страны (или даже нескольких стран).

Рассматриваются проблемы, связанные с оценкой социально-экономической эффективности крупномасштабного инвестиционного проекта по развитию сетевой транспортной инфраструктуры. Предложен подход, основанный на векторном критерии, учитывающем свойства инвестиционных проектов, и расширяет спектр информации, доступной лицу, принимающему решения.

В настоящее время одним из информационных ресурсов поддержки принятия решений по управлению развитием крупномасштабных систем становятся разнообразные онлайн-платформы, которые используются для общения и обмена мнениями. Примерами служат правительственные веб-сайты для взаимодействия с общественностью, интернет-проекты для информирования общественности и вовлечения граждан в процесс обсуждения нормативно-правовых документов, а также социальные медиа, контент которых создают сами пользователи. Особую роль социальные сети могут сыграть в форс-мажорных обстоятель-

ствах. Этой тематике посвящен пленарный доклад д-ра техн. наук *Д.А. Губанова*, д-ра физ.-мат. наук *А.Г. Чхартишвили* (ИПУ РАН) «О влиянии алгоритмов онлайн-социальной сети на формирование мнений пользователей». В нем рассмотрена модель формирования информационных каскадов, в которой мнения (относительно некоторого вопроса) агентов ненаблюдаемы, а наблюдаемые действия не полностью отражают их мнения. Совершаемые агентами действия (написание комментариев) влияют на мнения действующих впоследствии агентов, тем самым формируя информационный каскад мнений и действий. Как показали вычислительные эксперименты, существенное влияние на такой каскад оказывает алгоритм показа предшествующих действий агенту сети: в обратном хронологическом порядке, по убыванию лайков или сначала комментарии с заданной позицией. Особенно это верно в том случае, когда агенты просматривают небольшое число комментариев (возможно, в силу когнитивных ограничений). Следовательно, относительно простые изменения в алгоритмах онлайн-социальной сети могут оказать косвенное, но решающее воздействие на мнения и предпочтения пользователей в сети и в итоге – на их действия.

В докладе канд. экон. наук *Д.Р. Гончара* (ФИЦ ИУ РАН), д-ра техн. наук *В.А. Ирикова* (ИПУ РАН) «Модернизация решения практических задач и методов программно-целевого планирования и управления прорывным развитием» обсуждаются вопросы осуществления инициативы Президента РФ по переходу России к прорывному развитию. Авторами сформулировано предложение с комплексом инструментов и технологий, апробированных как на пилотах, так и на малой и средней сериях различных объектов управления. Его реализация даже в сложных условиях новых вызовов обеспечивает решение проблем, прежде считавшихся нерешаемыми (в основном благодаря системному подходу, модернизации, выявлению и мобилизации пока неиспользуемых новых возможностей).

В докладе д-ра техн. наук *В.В. Кульбы* (ИПУ РАН), д-ра техн. наук *В.И. Меденникова* (ФИЦ ИУ РАН) «Новая региональная цифровая экосистема на основе предметной идентификации экосистем» предложена классификация экосистем. Результатом работы служит сформированная авторами научная и цифровая экосистема, предоставляющая собой цифровой инструмент сбора, накопления, использования научных знаний, а также измерения состояния важнейших экосистем в природе – в сельском хозяйстве.



В докладе д-ра техн. наук *В.Н. Буркова*, д-ра техн. наук *И.В. Бурковой*, д-ра техн. наук *А.В. Щепкина* (ИПУ РАН) «Мягкие зависимости между проектами в управлении программами» рассматриваются задачи управления программами при наличии мягких зависимостей между проектами. Реализация мягких зависимостей уменьшает время или затраты на выполнение непосредственно следующего проекта. Даются постановка и решение задачи, в которой требуется определить множество выполняемых мягких зависимостей при различных условиях. В работе рассмотрена задача определения минимальной продолжительности программы при наличии мягких зависимостей между проектами. Предложен алгоритм определения критического пути.

Особо следует выделить два тематически связанных пленарных доклада д-ра физ.-мат. наук *А.Г. Кушнера* (ИПУ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова) «Разработка методов управления нелинейными процессами в сплошных средах» и канд. техн. наук *А.В. Ахметзянова*, д-ра техн. наук *А.В. Самохина* (ИПУ РАН) «Модели волнового вытеснения трудноизвлекаемых запасов нефти из резервуаров нефтяных месторождений активными агентами». Они представляют собой образец передовых компьютерных средств моделирования, поддерживающих прорывные технологии инновационного развития отраслевого уровня.

В докладе *А.Г. Кушнера* представлены некоторые результаты по управлению процессами в сплошных средах, полученные за последние годы в лаборатории № 6 ИПУ РАН. Эти результаты относятся ко многим физическим процессам: термодинамике, фильтрации, движению сред с молекулярной структурой. Единый подход основан на геометрической теории нелинейных дифференциальных уравнений, контактной и симплектической геометрии. Результаты нашли практическое применение в управлении процессами разработки нефтяных и газовых месторождений и управлении фазовыми переходами.

В докладе *А.В. Ахметзянова* и *А.В. Самохина* исследуется эффект, возникающий при добыче трудноизвлекаемых запасов нефти с использованием активных реагентов. Высокочастотные нелинейные волновые колебания ускоряют диффузию и приводят к увеличению коэффициента нефтеотдачи залежей. В докладе приведены результаты численных экспериментов с использованием математической модели цилиндрических волн в направлении фильтрационного потока флюидов; также демонстрируется эффективность циклических управляющих волновых воздействий.

Большую значимость для развития национальной безопасности имеют разработки отечественных перспективных образцов программного обеспечения крупномасштабных технологических процессов. Результаты в этой сфере представлены докладами д-ра техн. наук *А.Г. Полетыкина*, *Н.Э. Мегазетдинова*, канд. техн. наук *Е.Ф. Жарко*, канд. физ.-мат. наук *В.Г. Проmysлова*, канд. техн. наук *М.Е. Бывайкова*, канд. техн. наук *В.Н. Степанова*, канд. техн. наук *А.А. Байбулатова*, канд. физ.-мат. наук *К.В. Семенова*, *К.В. Акафьева* (ИПУ РАН) «Интеграционная платформа для АСУ ТП-Система оператор», а также д-ра техн. наук *А.С. Хохлова*, канд. техн. наук *Д.Ю. Мишутина*, канд. техн. наук *Е.С. Баулина* (ООО «Центр цифровых технологий») «Реализация систем класса APS для НПЗ/НХК и их объединений».

Приведенный краткий обзор выступлений на пленарном заседании демонстрирует активный и конструктивный характер концепций, методов и моделей стратегического управления развитием крупномасштабных систем России в современных условиях повышенного санкционного давления.

Итоги работы конференции были подведены на заключительном заседании. Руководители секций в представленных отчетах отметили разнообразие и актуальность проблематики конференции, а также по сложившейся традиции рекомендовали ряд наиболее интересных работ к публикации в расширенном виде в журналах «Автоматика и Телемеханика», «Advances in Systems Science and Applications», «Проблемы управления», «Управление большими системами».

*А.Д. Цвиркун*, председатель Оргкомитета,  
*О.И. Дранко*, зам. председателя Оргкомитета,  
*И.А. Степановская*, секретарь Оргкомитета

**Цвиркун Анатолий Данилович** – д-р техн. наук,  
✉ [tsvirkun@ipu.ru](mailto:tsvirkun@ipu.ru),

**Дранко Олег Иванович** – д-р техн. наук,  
✉ [olegdranko@gmail.com](mailto:olegdranko@gmail.com),  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4664-1335>

**Степановская Ираида Александровна** – канд. техн. наук,  
✉ [irstepan@ipu.ru](mailto:irstepan@ipu.ru),  
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2012-8063>

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,  
г. Москва.

© 2023 г. Цвиркун А.Д., Дранко О.И., Степановская И.А.



Эта статья доступна по [лицензии Creative Commons «Attribution» \(«Атрибуция»\) 4.0 Всемирная](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF LARGE-SCALE SYSTEM DEVELOPMENT (MLSD'2023)

A.D. Tsvirkun, O.I. Dranko, and I.A. Stepanovskaya<sup>#</sup>

Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>#</sup> ✉ [irstepan@ipu.ru](mailto:irstepan@ipu.ru)

**Abstract.** The 16th International Conference on Management of Large-Scale Systems Development (MLSD'2023) was held on September 26–28, 2023. This annual event is organized by the Trapeznikov Institute of Control Sciences, the Russian Academy of Sciences, with the technical support of the IEEE Russia Section. MLSD conferences are intended to discuss research in the theory and applications of computer control and management for developing large-scale manufacturing, transport, energy, financial, and social systems. The MLSD'2023 program included one plenary session and 16 sections with 393 participants. The original proceedings of MLSD'2023 (20 plenary and 224 sectional papers) have been published in Russian and indexed by the RSCI. Of these, 155 papers have been extended and published electronically in English in *IEEE Xplore* (Scopus indexing).

**Keywords:** conference, large-scale systems, strategic management, modeling, control.