



ТРИНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ» MLSD'2020

В период с 28 по 30 сентября 2020 г. с успехом прошла 13-я Международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем». Организатором этого мероприятия выступает Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) при поддержке IEEE Russia Section. В связи с особыми условиями, сложившимися из-за пандемии COVID—2019, заседания конференции проходили в онлайн-формате. Виртуальный формат позволил избежать перерыва в регулярной серии публикаций и представлении новых научных материалов ежегодно проводимой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем».

В работе конференции MLSD'2020 приняли участие 400 человек — работников учреждений Российской академии наук, вузов, управленческих и коммерческих организаций, а также ряда зарубежных научных учреждений (Франции, Норвегии, Бирмы, Вьетнама, Беларуси, Казахстана). По результатам работы 144 доклада были размещены в сборнике трудов конференции¹.

По традиции, в первый день конференции прошло пленарное заседание, посвященное фундаментальным исследованиям теоретико-методологической платформы стратегического управления развитием крупномасштабных систем, с присутствием всех участников конференции. На пленарном заседании MLSD'2020 были представлены следующие доклады ведущих ученых.

- Новиков Д.А. «Исследовательские принципы теории управления организационно-техническими системами». В докладе рассматриваются «гносеологические» принципы теории управления. Автор выделяет принципы рациональности, согласования и декомпозиции, которые отражают специфику организационно-технических систем как объектов управления, имеющих сложную структуру (логическую, причинно-следственную, процес-

сную и др.), требующих согласования жизненных циклов своих элементов и включающих в себя субъекты с активным поведением.

- Цвиркун А.Д. «Управление развитием крупномасштабных систем в новых условиях». Доклад посвящен разработке методологии комплексного анализа и инструментальных средств управления развитием крупномасштабных систем, ориентированных на решение стратегических задач и проблем управления в России, в том числе в чрезвычайных условиях.

- Дранко О.И. «Многоуровневая система моделирования доходов регионального бюджета в условиях коронакризиса». В докладе предлагается экспресс-моделирование доходов регионального бюджета в зависимости от глубины кризиса. Рассматривается комплекс мер поддержки организаций с моделированием их влияния на доходы бюджета.

- Варнавский В.Г. «Новые формы государственно-частного партнерства в сфере научно-технического развития России». Особое внимание сосредоточено на крупномасштабных проектах. Приведен зарубежный опыт реализации концепции государственно-частного партнерства и анализируется нормативно-правовая база, появившаяся в последние годы в России. Сделан вывод о значительном потенциале, который несет с собой государственно-частное партнерство для развития научно-технологической сферы в России.

- Цыганов В.В. «К платформе управления развитием инфраструктуры крупномасштабного региона в экстремальных условиях». В докладе предложена теоретико-методологическая платформа стратегического управления развитием инфраструктуры крупномасштабного региона в экстремальных климато-географических условиях. Разработаны такие элементы платформы, как организационные системы и механизмы управления развитием инфраструктуры, методология «затраты — потенциал» решений о разработке месторождений и пространственного развития территорий, имитационная сценарная модель развития транспортной инфраструктуры в процессе эволюции социально-экономической системы региона.

¹ «PROCEEDINGS OF 2020 THIRTEENTH INTERNATIONAL CONFERENCE MANAGEMENT OF LARGE-SCALE SYSTEM DEVELOPMENT (MLSD)», RUSSIA, MOSCOW, V.A. TRAPEZNIKOV INSTITUTE OF CONTROL SCIENCES, SEPTEMBER 28—30, 2020 Edited by Anatoly Tsvirkun.

• Кульба В.В., Шелков А.Б., Чернов И.В., Богатырева Л.В. «Сценарный анализ проблем обеспечения общественной безопасности в условиях цифровизации». Данная работа посвящена исследованию проблем повышения эффективности процессов управления обеспечением общественной безопасности и трансформацией систем законодательного регулирования и правоприменения в условиях развитого информационного общества. Представлены результаты сценарного анализа целесообразности создания единого следственного органа, полученные на основе исследования разработанной мультиграфовой модели.

• Ядыкин И.Б., Исаков А.Б. «Новые методы оценивания устойчивости и управления в сложных электроэнергетических системах на основе спектрального и структурного анализа». В докладе рассмотрены новые методы мониторинга устойчивости и управления в крупномасштабных электроэнергетических системах, разрабатываемые в рамках проекта Российского научного фонда 19-19-00673. Основной теоретический результат выполнения проекта — разработка новой концепции модального анализа по Ляпунову (Lyapunov modal analysis, LMA), которая объединяет в себе два подхода для оценки устойчивости динамических систем, а именно, селективный модальный анализ и спектральные разложения функций Ляпунова.

• Ириков В.А. «Использование имеющихся инноваций в управлении достаточно для прорывного развития и перелома спада». Изложенные в докладе практические предложения представляют собой ответ на инициативу Президента РФ по переходу к прорывному развитию и достижению представленных целей, поставленных им в Послании от 1 марта 2018 г. Реализация описываемого применения прорывных технологий третьего поколения способна не только примерно в 1,5—2 раза ускорить получение конечных социально-экономических результатов, намеченных в Законе о бюджете на 2018—2020 годы, но и удвоить прирост темпов социального и экономического роста в ближайшие 2—3 года.

• Комков Н.И. «Перспективы согласования технологического развития с национальными проектами». Доклад акцентирован на повышении требований к конкурентоспособности отечественных инновационных решений и технологий, включая диверсификацию технологического потенциала по всему технологическому циклу, снижение потерь и экономического ущерба на всех этапах и технологических переделах, согласованность потенциала, качества и интересов все звеньев технологических цепочек и др.

• Полетыкин А.Г. «Новые функции для проектирования систем супервизорного управления АЭС». В докладе предлагается добавить несколько

функций, основанных на использовании современных видов вычислительной техники для верхнего уровня АСУТП АЭС новых поколений. Предусматривается перечень функций, их размещение на АЭС, задействованный персонал, методы реализации. Обсуждаются вопросы эргономики и кибербезопасности.

• Сухарев О.С. «Структурная динамика и макроэкономическая политика в России». В работе показано, что структурная политика является незаменимым способом создания новой модели роста в России и сводится к институциональным изменениям, уравнивающим доходность транзакционных, сырьевых и производственных секторов российской экономики. Предлагаемая методология исследования — структурный анализ, метод парной корреляции, позволяющий определить вклад макроэкономических инструментов в темпы роста компонентов ВВП России, а также степень их влияния на ВВП на рассматриваемом временном интервале.

Программа секционных заседаний конференции MLSD'2020 охватила 234 доклада, распределенных по следующим секциям.

Секция 1. Проблемы управления развитием крупномасштабных систем, включая ТНК, Госхолдинги и Госкорпорации.

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

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

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

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

Секция 6. Управление развитием банковских и финансовых систем.

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

Секция 8. Управление транспортными системами.

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

Секция 10. Управление развитием региональных, городских и муниципальных систем.

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

Секция 12. Информационное и программное обеспечение систем управления крупномасштабными производствами.



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

Секция 14. Мониторинг в управлении развитием крупномасштабных систем.

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

Секция 16.1 Управление развитием социально-экономических систем сетевой структуры.

Секция 16.2 Механизмы управления развитием социально-экономических систем.

Работа секций проходила во второй и третий дни конференции. Анализ секционных докладов показывает, что наибольший интерес вызывает их группировка по актуальным для управления развитием крупномасштабных систем проблемам. Среди них выделим семь таких направлений.

Промышленное и коммерческое использование ресурсов (энергетических, транспортных, производственных и др.) ставит острые проблемы оптимального **инвестирования** в их развитие. Интересным решением проблем этого круга посвящены следующие доклады.

- Акинфиев В.К., Цвиркун А.Д. «Методы моделирования и оптимизации выбора инвестиционных решений». Авторы рассматривают модели выбора портфеля проектов промышленных компаний со сложной структурой активов, основанные на использовании имитационно-оптимизационного подхода. Описаны результаты отбора портфеля холдинговой компании по критерию максимизации ее рыночной стоимости.

- Лившиц В.Н., Миронова И.А., Тищенко Т.И., Фролова М.П. «Оценка эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов в различных условиях». В работе предложена нетрадиционная модель оценки общественной эффективности крупномасштабного инфраструктурного проекта, направленная на максимизацию роста капитала инвестора в конце расчетного периода с учетом сценариев эффективного использования (реинвестирования) капитала, сформированного из прибыли, полученной от реализации проекта, и упущенной выгоды.

- Попова Е.В. в работе «Роль инвестиционных проектов для крупномасштабных систем в условиях кризиса и минимаксные способы их реализации» показывает возможность и эффективность применения при пересмотре крупных проектов и программ таких инструментов, как минимаксная стратегия, имущественная стратегия, методология реформирования, использование целевых моделей и драйверов стоимости.

- Сизых Д.С. «Сравнительный анализ показателей эффективности инвестиционных портфелей

акций при различных подходах к их формированию». В докладе представлен модифицированный вариант модели оптимизации портфеля Марковица с использованием индикатора стабильного роста курсов акций. Приведены результаты сравнительного анализа эффективности различных подходов к формированию инвестиционного портфеля на примере портфелей, состоящих из акций ведущих ИТ- и телекоммуникационных компаний за период 2015—2020 гг.

- Сыроваткин А.С. «Смешанный инвестиционный портфель с ограниченным выбором активов». В работе отмечено, что современная экономическая реальность все больше отдаляется от классического рыночного регулирования. Все реже и реже можно применять концепцию свободного рынка, а если такая возможность и возникает, то только в отдельных узких рыночных нишах. В других случаях, в той или иной форме существует внешнее влияние, нарушающее естественный баланс. Автор предлагает метод формирования и оптимизации смешанного инвестиционного портфеля в условиях ограничений, выражающихся в обязательстве запуска доли реальных проектов.

Важным инструментом управления развитием крупномасштабных систем представляется **интеллектуальное компьютерное моделирование**, связанное с приобретением знаний. Разным его аспектам посвящены следующие работы.

- Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Флеров Ю.А. «Концепция формирования единого информационного интернет-пространства научно-образовательных ресурсов страны». Авторы предлагают методику оценки эффективности использования научно-академических информационных ресурсов в интернет-пространстве в контексте перехода к цифровой экономике и инновационного развития.

- Яндыбаева Н.В., Резчиков А.Ф., Горшков Е.А., Богомолов А.С., Кушников В.А., Цвиркун А.Д. «Математические модели и алгоритмы прогнозной оценки национальной безопасности в учебных ситуационных центрах». Представлена математическая модель, разработанная на основе модели системной динамики, для проведения экспресс-анализа состояния и прогнозирования национальной безопасности государств. Приведен алгоритм использования разработанного математического обеспечения при оценке состояния национальной безопасности государств. Показана методика подготовки специалистов в области национальной безопасности в учебных ситуационных центрах.

- Фомин Н.А., Мещеряков Р.В. «Особенности управления крупномасштабными кибер-физическими системами водоснабжения городов различных стран». В работе анализируются модели управления водоснабжением в городах различных

стран — Азии (Китай и Сингапур), США, Англии и Европы, а также России. Выявлены недостатки в моделях контроля, обусловленные существующими потенциальными угрозами дефицита воды, деградации водных источников, а также рисками химического и биологического загрязнения.

- Кульба В.В., Меденников В.И. «Оценка уровня цифровой трансформации сельского хозяйства России». В работе представлена математическая модель готовности сельского хозяйства России к цифровой трансформации, а также результаты расчета нескольких сценариев развития сектора цифровизации.

Проблеме **устойчивого развития** посвящены следующие доклады.

- Баранов В.В. «Принятие решений в системах управления развитием». В работе сформулированы фундаментальные основания осуществимости и устойчивости процессов управления развитием в деградирующей материальной и рефлексивной социальной среде. Устойчивость развития увязывается с разрешимостью конфликтов устойчивым компромиссом. С учетом ценностей среды определены структурные конфигурации систем. Сформированы структура, методология и конструктивный аппарат управления развитием циклами планирования стратегического обновления и реального управления.

- Соломатин А.Н. «Энтропийный подход к проблемам устойчивого регионального развития». В докладе предложены различные направления борьбы с ростом энтропии, формально определены необходимые условия устойчивого развития. Подробно анализируются технологические, экономические, экологические и управленческие аспекты противодействия росту энтропии.

- Глазунова В.В. в работе «Устойчивость экономической динамики крупномасштабных систем» вводит понятие устойчивости функционирования экономики и способы ее оценки. Под устойчивостью автор понимает способность системы вернуться к исходному состоянию или сохранить траекторию развития при оказываемых на нее возмущениях. Если система не может вернуться к прежнему состоянию или отклоняется от заданной траектории, то она явно неустойчивая. Для экономических систем наиболее важна способность сохранять траекторию развития при внешних воздействиях — так называемое динамическое равновесие.

Большой интерес представляют оригинальные работы, расширяющие существующий объем знаний об управлении **нелинейными системами**, связанные с отраслевыми и межотраслевыми приложениями. Отметим среди них следующие работы.

- Кушнер А.Г., Лычагин В.В., Рооп М.Д. «Оптимальные термодинамические процессы для иде-

альных газов». Решается задача оптимального управления в равновесной термодинамике идеальных газов. На Лежандровом многообразии идеального газа находится кривая термодинамического процесса, доставляющая максимум функционалу работы. Получены ограничения для управляющих параметров. Показано, что в случае идеального газа соответствующая гамильтонова система является интегрируемой в смысле Луивилля и доказана управляемость такой системы.

- Самохин А.В., Ахметзянов А.В., Крупина Е.И. в докладе «Сингулярный контроль для повышения нефтеотдачи природных нефтяных залежей» исследуют пилообразные волны с периодическими ударными фронтами, создаваемые в стволах скважин. Предлагаемый авторами подход позволяет адекватно прогнозировать динамику фазовых переходов и оптимизировать управление процессом добычи нефти.

- Бурков В.Н., Коргин Н.А., Сергеев В.А. в своей работе «Идентификация интегральных рейтинговых механизмов как задача оптимизации» показали, что представление любого интегрированного механизма ранжирования в однократно закодированном виде позволяет сформулировать такую задачу как оптимизационную задачу, которая может быть решена с помощью широкого спектра методов. Предлагаемый подход иллюстрируется несколькими примерами идентификации или аппроксимации обучающих множеств, порожденных несколькими булевыми функциями.

- Антипов А.С., Краснова С.А., Пивнева С.В. «Стабилизация двухроторной электромеханической системы на основе принципа декомпозиции». В качестве объекта управления рассмотрена двухроторная электромеханическая система при наличии в модели параметрических неопределенностей и перекрестных связей между винтами. Разработана процедура блочного синтеза нелинейных локальных связей и разрывных управлений, обеспечивающих стабилизацию угловых положений с учетом проектных ограничений. Приведены результаты моделирования.

Неизменный интерес вызывают доклады, посвященные **робототехнике** и связанным с ней технологиям компьютерного моделирования. По этому направлению можно выделить следующие работы.

- Семенов С.С., Полтавский А.В., Русяева Е.Ю. «Системы кибернетики: алгоритмизация в задачах первичной оценки объектов в сложном беспилотном летательном аппарате». В докладе рассматривается подход к обоснованию функции полезности для получения исходных оценок показателей качества сложных технических систем в виде формализованной информационной модели с учетом состоятельности экспертных оценок.



• Нгуен Ван Чонг, Буй Чыонг Ан, Пашенко Ф.Ф., Пашенко А.Ф., Кудинов Ю.И. «Некоторые методы классификации и распознавания целей в задачах моделирования целевой обстановки беспилотных летательных аппаратов». В работе рассмотрены вопросы моделирования беспилотных летательных аппаратов в условиях многофакторных неопределенностей. Предложены подходы к выбору целевых задач. Разработаны алгоритм классификации воздушных целей на основе габаритных признаков и алгоритм классификации воздушных целей на основе моментных инвариантов изображений. Данные алгоритмы позволяют решать задачи распознавания изображений объектов и принятия статистических решений по целевым задачам.

• Кокунык Ю.Г., Краснова С.А. «Оценивание производных задающих воздействий в системе управления БПЛА». Разработана процедура синтеза динамической обратной связи, обеспечивающей отслеживание центром масс беспилотного летательного аппарата заданной траектории инвариантно по отношению к внешним возмущениям с заданной точностью в условиях неполной информации о переменных состояния и производных задающих воздействий. Приведены результаты численного моделирования.

• Данилов В.А., Гончаренко В.И. «Разработка и изготовление прототипа шестиногой шагающей машины». В докладе представлена математическая модель шагающего робота-гексапода, которая позволяет получить визуальную информацию об особенностях его перемещения в окружающей среде и помогает разработать алгоритмы управления.

• Трефилов П.М., Мамченко М.В., Кулагин К.А. «Разработка имитатора полета в условиях группового управления БПЛА». Описан обобщенный процесс создания виртуального тренажера с интегрированной геоинформационной системой для моделирования полетных задач беспилотных летательных аппаратов. Возможности симулятора позволяют формировать полетные задания как для одиночных дронов, так и их групп, а также экспортировать данные выполненных миссий для проведения реальных полетов.

• Ткачева О.С., Уткин А.В., Виноградова М.С. «Логическое управление роботом-манипулятором на основе регулярных грамматик при наличии нестационарных препятствий в рабочей зоне». Работа посвящена синтезу логического управления роботом-манипулятором при появлении нестационарных препятствий в рабочей зоне. Для двузвеного манипулятора построена модель управления движением схвата на основе гибридного автомата с конечным множеством состояний. Методами численного моделирования проиллюстрирована

работа полученного алгоритма логического управления.

Многие исследования, посвященные анализу и программному обеспечению кибербезопасности, в совокупности намечают ключевые положения **теории управления рисками**. Среди них отметим следующие.

• Сакрутина Е.А., Калашников А.О. «Анализ кибербезопасности значимого объекта критической информационной инфраструктуры». В работе отмечается, что для эффективного анализа рисков крайне важно определить объекты, угрозы, уязвимости и понимать природу кибератак, а также как можно точнее определить риск, выявляя его причины, масштабы, ограничения и тип потенциальных угроз, которые могут повлиять на достижение целей объекта. В предлагаемом подходе выявление и управление потенциальными рисками рассматривается как непрерывный процесс упорядоченной последовательности событий, действий и решений типа «угрозы — уязвимости — последствия».

• Самошина А.И., Промыслов В.Г., Камешева С.Б., Галин Р.Р. «Применение технологии облачного сервиса в обеспечении кибербезопасности АСУТП». В докладе применяется математическая модель, основанная на теории графов, позволяющая описывать отношения доступа между объектами и субъектами политики безопасности. Проведен сравнительный анализ алгоритмов обхода вершин графа с целью выбора подходящего метода выделения зон безопасности. Реализованный алгоритм расчета зон безопасности был добавлен в облачный сервис omole.ws.

• Будынкova Е.Р., Байбулатов А.А. «Пример верификации исходных данных для проектирования Информационной базы АЭС». Представлен алгоритм полного разбора кода системы Kraftwerk Kennzeichen с изучением всех ее секторов. Также приводится список наиболее распространенных несоответствий.

• Калашников А.О., Аникина Е.В. «Арбитражная модель управления информационными рисками значимых объектов информационной инфраструктуры». В работе рассматривается один из методов эффективного распределения ограниченного ресурса для управления информационными рисками значимых объектов критической информационной инфраструктуры на основе теоретико-игровых моделей (арбитражных схем).

Значительный интерес для теории управления развитием крупномасштабных систем представляют также доклады по методам, моделям и средствам **интеллектуального анализа больших массивов информации**. Среди них выделим следующие.

• Агаев Р.П. «Методы кластеризации орграфов с помощью Лапласовской матрицы и ее собст-

венного проектора». Доклад посвящен актуальной проблеме «осмысленной» кластеризации ориентированных сетей. Отмечается, что игнорирование направленности ребер и рассмотрение графа как неориентированного не позволяет провести адекватную кластеризацию вершин орграфов.

- Салтыков С.А. «Алгоритм построения дерева решений регрессии с использованием дополнительных функций». В докладе рассматривается проблема построения точных, интуитивно правдоподобных аналитических моделей, понятных для аналитика. Представлен алгоритм построения дерева решений регрессии с дополнительными функциями. Описано условие достоверности двухуровневого дерева решений.

- Ильин Д.Ю., Никульчев Е.В. «Методики оценки эффективности интеграции программно-технологических решений в цифровые платформы». Здесь под цифровой платформой понимается технология сбора и обмена информацией между огромным количеством пользователей. Доклад посвящен разработке методик и виртуальных имитационных информационных инфраструктур для оценки эффективности интеграции программно-технологических решений в цифровые платформы (на примере цифровой платформы массовых исследований в системе образования). Применение концепции «инфраструктура как код» сокращает затраты на проведение вычислительных экспериментов на заданном стеке технологий и позволяет адекватно оценить технологическое решение в условиях интеграции в стек технологий, при этом учитывается инфраструктура и заданные условия функционирования разрабатываемой цифровой платформы. Предложенный подход позволяет на этапе выбора технологий оценить их эффективность и снизить затраты на вычислительные экс-

перименты. Результаты внедрения демонстрируют эффективность предложенных методик.

Приветственное и заключительное слово для участников конференции было произнесено заместителем председателя программного комитета А.Д. Цвиркуном. Анатолий Данилович подчеркнул неуклонно возрастающий научный потенциал конференции за 15 лет ее ежегодного проведения и выразил уверенность в актуальности ее дальнейшего проведения. Он отметил, что крупномасштабные системы (корпорации, финансово-промышленные группы) — это тот локомотив, который обеспечивает конкурентоспособность национальной и транснациональной экономики и дает ей возможность существовать в мировом рыночном пространстве. Государству и науке необходимо взять на себя разработку, обновление и взаимную увязку генеральных схем развития и размещения отраслей с учетом направлений мирового и регионального развития. Инвестиционные проекты должны осуществляться в рамках комплексной межотраслевой долгосрочной программы социально-экономического развития страны и территориального размещения производства. Государственные программы и крупные бизнес-проекты должны претворяться в жизнь после тщательной проработки.

*А.Д. Цвиркун, председатель Оргкомитета
И.А. Степановская, секретарь Оргкомитета*

Цвиркун Анатолий Данилович — д-р техн. наук,
✉ tsvirkun@ipu.ru,

Степановская Ираида Александровна — канд. техн. наук,
✉ irstepan@ipu.ru,

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

13th INTERNATIONAL CONFERENCE «MANAGEMENT OF LARGE-SCALE SYSTEM DEVELOPMENT» MLSД'2020

A.D. Tsvirkun, I.A. Stepanovskaya[#]

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#]✉ irstepan@ipu.ru

Abstract. We introduce scientific results of participants of the conference. The event took place online in September of 2020. Four hundred authors presented their theses and papers. The analysis of section papers showed that they can be grouped according to seven management directions of large-scale system development. These directions are optimal investments into resource development, intelligent computer modeling, sustainable development, nonlinear systems control, robotics, risk management theory, intelligent analysis of massive datasets.

Keywords: conference, large-scale systems, investments.