

ДВАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ, КУЛЬТУРЕ И МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ (TECIS'2021)

ВВЕДЕНИЕ

С 14 по 17 сентября 2021 г. в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН) в виртуальном формате прошла XX международная конференция «Технологии, культура и международная стабильность» (*Conference on Technology, Culture and International Stability – 2021, TECIS'2021*). Конференции TECIS традиционно проводятся под эгидой Международной федерации по автоматическому управлению (ИФАК, англ. IFAC). Организатором юбилейной XX конференции выступил ИПУ РАН, совместно с Национальным комитетом по автоматическому управлению и техническим комитетом – technical committee (ТС) ИФАК ТС 9.5 «Технологии, культура и международная стабильность» (*“Technology, Culture and International Stability”*) и при поддержке ТС 5.4 «Крупномасштабные сложные системы» и ТС 9.1 «Экономические, деловые и финансовые системы».

Во вступительном слове директор ИПУ РАН Д.А. Новиков приветствовал участников TECIS'2021. Он напомнил, что ИФАК является научным сообществом в сфере управления с 1957 г. В 1960 г. в Москве, в том числе на базе Института, состоялся первый конгресс ИФАК. Сегодня ИФАК – это всемирная федерация, объединяющая ученых и специалистов в сфере теории и практики управления из полусотни стран со всех континентов¹. Ежегодно ИФАК проводит десятки научных конференций и симпозиумов. Научные организации России возобновили проведение конференций под эгидой ИФАК в 2009 г. В целом в СССР и России было проведено всего пять научных мероприятий ИФАК, при этом Институт являлся организатором четырех из них.

¹ <https://www.ifac-control.org/about/overview-of-ifac>

1. ТРАДИЦИИ И ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ПРИНЦИП КОНФЕРЕНЦИЙ TECIS

Комитет ТС 9.5 – один из важнейших в ИФАК, традиционно имеющий дело с глобальными технологическими вызовами человечеству, последствия которых проявляются в технической, социальной и политической областях. Предтечей ТС9.5 был комитет ИФАК «Вспомогательные способы повышения международной стабильности» (*“Supplementary Ways for Improving International Stability”*, SWIIS), основанный в 1983 г. Г. Чеснатом и П. Копачеком². Его основным направлением стало исследование и разработка возможностей применения инструментария теории управления для повышения международной стабильности в конце XX в. В начале XXI в. это позволило разработать и внедрить международные механизмы управления технологиями двойного назначения³.

В условиях ускоряющихся изменений возникают новые технологические вызовы, оказывающие влияние на техническую, социальную и политическую сферы. Соответственно, меняется и работа специалистов по управлению. Кто будет проводить исследования и разработки в этих областях? Всемирный экономический форум в Давосе в 2019 г. констатировал, что инженеры активно идут в политику. Как было сказано в программной статье в газете «Гардиан» (*“The Guardian”*), «инженеры идут в сердце политики... Это ли не способ приспособиться к быстрым изменениям?»

Традиционно основополагающий принцип работы SWIIS и ТС9.5 – *“engineering outside the*

² <https://tc.ifac-control.org/9/5>

³ Технологии двойного назначения можно использовать как в мирных целях, так и для создания оружия массового поражения.



box” (что в переводе на русский язык означает «незашоренность»). Руководствуясь этим принципом, уже четверть века проводятся конференции TECIS, на которых обсуждаются глобальные аспекты развития технологий, а также их влияние на технические, социальные и политические тенденции.

2. ДОКЛАДЫ, СЕКЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ

Первоначально предполагалось провести заседания конференции в рамках 17 традиционных секций TECIS. Кроме того, группы ученых из разных стран подали заявки на проведение семи приглашенных секций. Международный программный комитет (МПК) и Национальный организационный комитет (НОК) поддержали проведение в рамках TECIS'2021 шести приглашенных секций.

Всего на конференцию было подано 177 докладов. Их распределение иллюстрирует рис. 1. По результатам рецензирования было принято 138 докладов (78 %). В работе конференции приняли участие 262 ученых из 25 стран – России, Австрии, Болгарии, Ирландии, Колумбии, Норвегии, Словении, США и др. Участники представляли все континенты планеты (рис. 2). Доклады конференции TECIS'2021 были опубликованы в 13-м выпуске 54-го тома журнала “IFAC-PapersOnLine”⁴, издаваемого “Elsevier”.

Программа TECIS'2021 включала в себя четыре пленарных заседания, панельную дискуссию, заседания 17-ти традиционных секций, а также заседания шести приглашенных секций, организованных по инициативе самих докладчиков (см. § 4 и 5).

Основные ключевые слова и фразы, к которым сами участники относили свои доклады – «интеллектуальные системы и приложения», «моделирование и имитация», «управление и автоматизация для улучшения стабильности», «искусственный интеллект» и др. (рис. 3).

⁴ <https://www.sciencedirect.com/journal/ifac-papersonline/vol/54/issue/13>

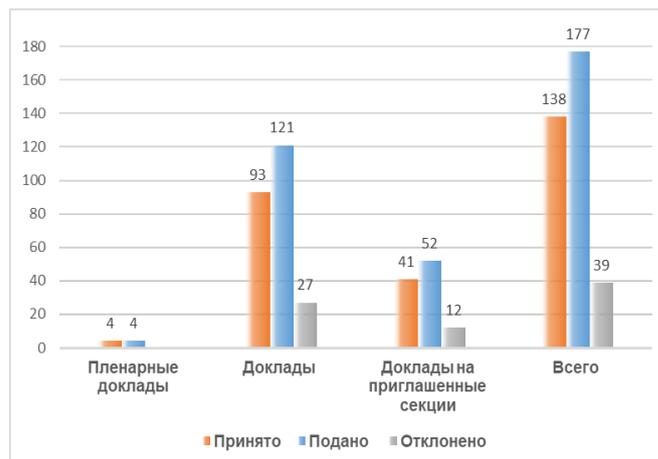


Рис. 1. Распределение представленных и принятых докладов по видам



Рис. 2. Распределение участников TECIS'2021 по континентам

3. ПРОГРАММА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ TECIS'2021

На основе этих количественных данных (см. рис. 3), а также содержательного анализа докладов можно выделить три базовых направления TECIS'2021:

- управление и автоматизация для улучшения стабильности;
- технологии интеллектуализации и их приложения в производстве, робототехнике, мехатронике, промышленных, медицинских и других системах;
- социальные аспекты автоматизации.

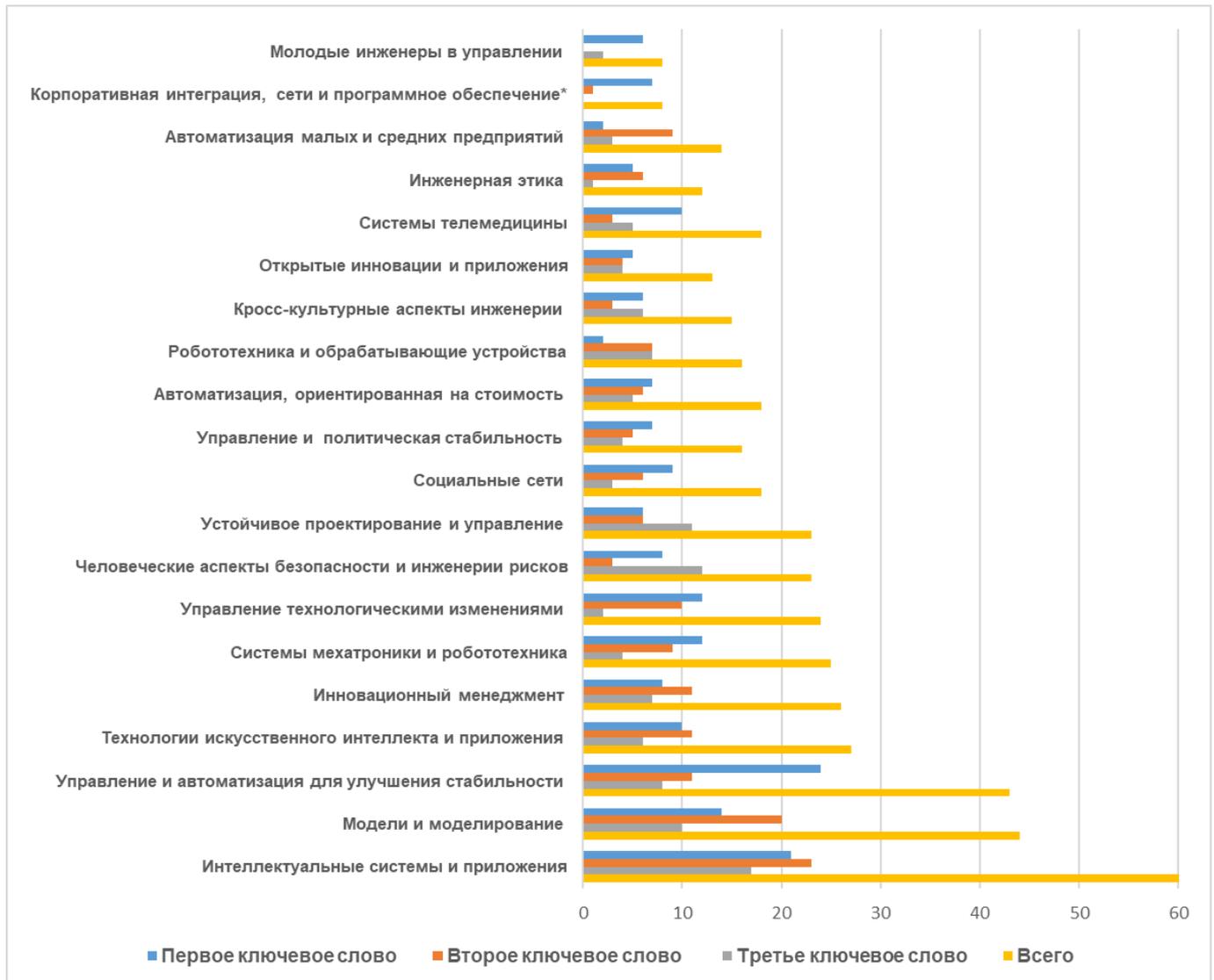


Рис. 3. Число ключевых слов и фраз, использованных в докладах TECIS'2021

4. ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ И ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ

Заседания конференции открывал пленарный доклад *П. Копачека* (Технический университет Вены) и *М. Дойл-Кент* (Технологический институт Уотерфорда, Ирландия) на тему «Избранные тенденции развития TECIS». Авторы доклада отметили, что технологии автоматизации и связанные с ними информационные системы – важные составляющие всех видов объектов, систем и социальных отношений развитых стран. Развивающимся же странам нужен в основном доступ к этим технологиям и системам для повышения уровня жизни их населения. Отвечая этим запросам времени, ИФАК движется в сторону совершенствования управления взаимодействием человека и машины для

укрепления социальной и международной стабильности.

Авторы основываются на социально-техническом подходе к созданию технологий Индустрии 4.0. Суть его в том, что новые технологии должны создавать благоприятные условия для повышения уровня и качества жизни работников. В рамках экономически ориентированной автоматизации авторы выделили тенденции развития экологичных технологий, мехатронные системы и робототехнику, умные фабрики и продукты. Рассмотрены также основные аспекты автоматизации с использованием систем роботов. Способность роботов к обучению позволит учитывать характеристики окружающей среды, а также живых существ, которые ее населяют. Кроме того, роботы должны оценивать свое поведение в процессе



рефлексии и учиться на собственном опыте, воспроизводя естественные процессы эволюции разума живых существ. Решающее значение для создания такого рода технологий имеет разработка законодательства, стандартов и норм, адекватно отвечающих требованиям автоматизации и робототехники. В условиях возросшей технической сложности и давления со стороны конкурентов новое поколение управленцев сталкивается с проблемами управления сложными объектами междисциплинарной природы. Чтобы эффективно управлять в динамичной и часто неструктурированной среде, менеджеры должны понимать технические, организационные и поведенческие аспекты этих проблем.

П. Грумпос (Университет Патраса, Греция) выступил с докладом «Критический исторический и научный обзор промышленных революций». Он показал, что конференции TECIS ориентированы на то, чтобы теории и технологии управления и автоматизации способствовали тому, чтобы мир стал более стабильным местом для всех жителей Земли. Традиционное видение сообщества ученых, объединившихся вокруг конференций TECIS, – это цивилизация, в которой технологии, системы и процессы служат всему человечеству.

Н. Джесси (QuinScare GmbH, Германия) представил доклад «Стратегии данных и доверие к данным – движущие силы развития бизнеса». Недостаточная компетентность в работе с данными – одна из причин, по которым компании терпят поражение в нарастающем процессе созидательного разрушения при изменениях. Автор рассмотрел три необходимые компетенции: архитектура данных, подготовка данных и обмен данными. Обладание ими является предпосылкой успешного принятия решений в компаниях.

Пандемия COVID-19 создала тяжелую ситуацию для всей планеты. Этой теме был посвящен доклад *Ф. Алескерова* (ИПУ РАН) «COVID-19 – распространение заболеваемости, карантинные меры, их эффективность». В последовавшей панельной дискуссии на тему «COVID 19, технологии и этика» приняли участие также *М. Хери* (Университет Глазго), *Д. Брандт* (Университет Аахена, ФРГ), *М. Дойл-Кент* (Технологический институт Уотерфорда, Ирландия), *И. Була* (Университет бизнеса и технологий, Приштина) и другие ученые. Участники дискуссии обсудили вопросы прогнозирования пандемии, а также использование технологий автоматизации и робототехники для борьбы с

распространением заболеваний. Дискуссия показала, что пандемия поставила ряд этических вопросов как перед отдельными гражданами, так и перед обществом в целом. Поскольку пандемия помешала принять в Москве участников TECIS'2021 со всех континентов, для создания среды их виртуального общения широко использовалось веб-приложение IFAC Conference App, предоставленное секретариатом ИФАК.

5. СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

На секционных заседаниях TECIS'2021 рассматривался широчайший круг актуальных научных и прикладных вопросов, частоту упоминания которых иллюстрирует рис. 3. Смело и безрассудно было бы пытаться описать все представленные на TECIS'2021 научные и прикладные результаты. Единственное, что остается, – это охарактеризовать доклады, вызвавшие наибольший интерес участников, судя по оценкам экспертов и активности пользователей в веб-приложении IFAC Conference App. Эти секционные доклады сгруппированы далее в 3-х подразделах, соответствующих базовым направлениям TECIS'2021 (см. § 3). Названия соответствующих секций выделены курсивом.

5.1. Управление и автоматизация для улучшения стабильности

Управление и автоматизация для улучшения стабильности – традиционная секция конференций TECIS, восходящая к комитету SWISS. Представленные на нее доклады *Д. Новикова* и *А. Еналеева* (ИПУ РАН) «Устойчивое управление активными системами: децентрализация и совместимость со стимулами» и «Механизмы стимулирования внедрения автоматизации управления для повышения устойчивости» вносят значительный вклад в теорию управления организационно-техническими системами. В этих работах предложены и исследованы механизмы управления, включающие в себя оптимальные процедуры планирования и стимулирования агентов. Это обеспечивает децентрализацию и неманипулируемость управления в системах с сетевой структурой связей агентов и тем самым – их устойчивое функционирование. Авторы предложили подход к организации и стимулированию повышения эффективности автоматизации в человеко-машинных комплексах при асимметричной неопределенности в контуре «человек – автоматизированная система». Разработаны совместимые со стимулами и

устойчивые к стратегиям агентов механизмы, позволяющие решать задачи «Центр – агент» при побочных платежах. Эти механизмы декомпозируют взаимодействие агентов и позволяют Центру решать задачи стимулирования и планирования независимо, сводя их к общим задачам оптимизации. Предлагаемые механизмы гарантируют, что агенты передают надежные данные и выполняют планы.

В докладах *В. Цыганова* (ИПУ РАН) «Механизм оценки политики гражданами с помощью машинного самообучения» и «Машинное обучение граждан с учителем и политическая стабильность» рассматривалась проблема стабильности социальной системы, зависящей от поставок жизненно важного товара (такого, как вакцина от COVID-19). Предполагается, что политическая стабильность достигается, если общество одобряет действия властей по увеличению предложения этого товара. Однако возможности этого предложения зависят от случайных факторов, неизвестных гражданам. Следовательно, они должны научиться распознавать и адекватно оценивать действия властей в условиях неопределенности. Данная проблема рассматривается на модели общества, состоящего из граждан, которые либо самообучаются, либо обучаются с помощью учителя (СМИ, социальных сетей и др.). Социальная стабильность гарантирована, если каждый гражданин регулярно положительно оценивает работу политика. Разработаны механизмы количественной оценки политика гражданами с помощью таких процедур искусственного интеллекта, как машинное самообучение и обучение с учителем. Найденны достаточные условия для синтеза прогрессивных механизмов, при которых политик заинтересован использовать все имеющиеся в его распоряжении возможности в интересах граждан. Функционирование этих механизмов иллюстрируется на примере машинного обучения и оценки политик вакцинации от COVID-19 в Северной Ирландии и в Великобритании в целом. Разработанные механизмы могут быть использованы любым гражданином для постоянной оценки политиков с помощью процедур машинного обучения. Для этого достаточно установить программу с такими механизмами в виде приложения на смартфоне. Так применение искусственного интеллекта будет способствовать укреплению социальной и политической стабильности.

Практические аспекты управления международной стабильностью рассмотрел *Р. Бертельсен* (Арктический университет Норвегии) в докладе «Космическая наука и технологии в Арктике: перспективы сотрудничества и разви-

тия в условиях новых вызовов безопасности». В Арктике находится ключевая инфраструктура для обеспечения ядерной стратегической стабильности, систем вооружения, раннего предупреждения и противоракетной обороны. Высокие широты Арктики дают значительные преимущества технологиям двойного назначения, которые могут подорвать международную стабильность. Во время холодной войны был создан эффективный процесс принятия решений, опосредованный теорией игр и моделированием. Однако новые технологии, гораздо более сложная многопользовательская, многонациональная среда и новые космические технологии снижают эффективность традиционных подходов. Автор предлагает преодолеть нынешний интеллектуальный вакуум путем формального описания параметров, игроков, технологий и их взаимодействия в Арктике. Задача – разработать теорию стратегического управления Арктикой в долгосрочной перспективе. Эта теория в сочетании с моделированием и эмпирическими методами обеспечит интеллектуальную основу сбалансированного управления Арктикой и обеспечения стратегической стабильности в новую эпоху.

Н. Кереселидзе (Государственный университет Сухуми, Грузия) представил доклад «Модели управления эпидемиологической безопасностью при распространении вируса COVID-19». Автор построил математическую модель распространения этого вируса без вакцинации и с вакцинацией на основе системы дифференциальных уравнений. Применив решения задачи Коши, он верифицировал эту модель на основе протокола эпидемиологического контроля, принятого в Грузии. Автор поставил также задачу управления национальной эпидемиологической безопасностью как задачу максимизации целевой функции, учитывающей финансовые последствия введения карантина в стране и стоимость лечения инфицированных. Вычислительный эксперимент подтвердил работоспособность компьютерной реализации модели для прогноза распространения вируса COVID-19 и показал, что аналитическое решение задачи управления национальной эпидемиологической безопасностью применимо для обоснования соответствующих решений.

В докладе *Ю. Затуливетера* и *Е. Фищенко* (ИПУ РАН) «На пути к стратегическому реинжинирингу глобальной компьютерной среды (ГКС) для управления устойчивым развитием социальных систем» рассмотрены тенденции формирования ГКС как инструмента глобаль-



ной цифровизации и влияния ГКС на социальные системы. Выявлены и проанализированы причины внутрисистемных дисбалансов в развитии ГКС и их деструктивное влияние на устойчивость социальных систем. Предложены способы устранения комбинаторных барьеров сложности интеграции сетевых ресурсов путем устранения фундаментальных причин неоднородности ГКС. Разработаны способы формирования в ГКС универсального алгоритмического пространства распределенных вычислений на базе компьютеров с не микропроцессорной архитектурой.

Л. Стелтон (Институт технологий Уотерфорта, Ирландия) и *Ф. Джанини* (Технический университет Вены) в своем докладе на тему «Цифровые валюты и расширение прав и возможностей сообщества в Австрии: концепция эффективного спроса Gesell как основы для местных цифровых валют» представили цифровую инфраструктуру национальных криптовалют и описали процесс их восприятия австрийским обществом. Оказалось, что местные криптовалюты имеют высокий потенциал и являются более экономически эффективными, чем глобальные криптовалюты. Эксперимент показал, что местные криптовалюты оказывают благоприятный эффект при обострении экономических кризисных ситуаций, вызванных локдаунами в процессе борьбы с пандемией.

З. Авдеева, С. Коврига и Е. Гребенюк (ИПУ РАН) представили доклад «Прогнозирование временных рядов на основе когнитивного моделирования для прогнозирования целевых показателей нестационарных процессов». Разработанный авторами подход позволяет повышать качество прогнозов путем построения и корректировки конкурирующих моделей на основе временных рядов с последующей активацией доминирующих моделей с помощью корректирующих сигналов. Эти сигналы формируются в режиме мониторинга и анализа качественной информации (суждений и мнений экспертов и лиц, принимающих решения). При этом используется нечеткая когнитивная карта ситуации, отражающая причинно-следственные связи и взаимозависимость системообразующих факторов нестационарных процессов.

Устойчивость крупномасштабных систем. *О. Дранко* (ИПУ РАН), *Ю. Рыков* (Институт прикладной математики РАН), *А. Карандеев* (Российский экономический университет) сделали доклад «Структурный анализ крупномасштабной социально-технической системы на основе концепции влияния». Авторы представили такую систему в

виде нечеткой когнитивной карты – орграфа влияния. В докладе *А. Пащенко* (ИПУ РАН) «Интеллектуальное управление для умных городов – синхронизированные решения» предложены система управления и схема интегрированного операционного центра, повышающие эффективность управления и функционирования города.

5.2. Технологии интеллектуализации и их приложения

Базовое направление TECIS'2021 – технологии интеллектуализации и их приложения в робототехнике, мехатронике, производственных, социальных, медицинских и других системах.

Роботика. *Ф. д'Аполито* и *К. Зульцбахнер* (Австрийский технологический институт) представили доклад «Управление полетом мультикоптера с использованием обучения с подкреплением». Машинное обучение (в частности, обучение с подкреплением) является глобальным трендом автоматизации и робототехники. Многие исследователи во всем мире разрабатывают интеллектуальные контроллеры, применяя методы обучения с подкреплением. Авторы представили пилотный контроллер полета с подкреплением для мультикоптера с проверкой правильности концепции. Агент был обучен в среде моделирования Airsim для достижения стабильных условий полета путем управления его креном, тангажем, рысканием и дроссельной заслонкой. После обучения агент был протестирован в той же среде для доказательства его способности поддерживать стабильные условия полета при следовании определенному маршруту.

В докладе «Стимулирующий механизм для краудсенсорных рынков беспилотных летательных аппаратов (БПЛА): переговорный подход» *Л. Хаймса, Дж. Кара* (Политехнический университет Флориды) и *Х. Кальдерона* (Университет Бетуна Кукмана, США) предлагается решение проблемы обнаружения покрытия нижних областей атмосферы, которые группа БПЛА пересекает в рамках повседневной деятельности. Благодаря датчикам БПЛА получают данные при следовании своим обычным траекториям. В этой модели участники используют переговоры, чтобы соревноваться и сотрудничать друг с другом, участвуя в сборе данных. Используя виртуальную робототехническую среду и обширное моделирование, авторы показали эффективность их алгоритма с точки зрения охвата зондирования и удержания участников при ограниченном бюджете.

В докладе *Э. Камачо* (университет Св. Томаса, Колумбия), *Н. Остина* (Национальный универси-

тет, Колумбия) и *Х. Кальдерона* (Университет Бетуна Кукмана, США) «COVID-бот: автономная платформа для обеззараживания» описан метод и реализация роботизированной платформы с открытым исходным кодом для дезинфекции закрытых территорий, таких как офисы, дома, квартиры. Предложенные решения учитывали доступность технологий для воспроизведения робота, который дезинфицирует поверхности с помощью ультрафиолетового излучения. Тестирование показало эффективность и безопасность предложенных решений.

Н. Унанян, А. Белов (ИПУ РАН) в своем докладе «Система управления антропоморфной рукой с дистанционным отслеживанием жестов» теоретически обосновали и разработали алгоритм автоматического управления, который был использован в представленной ими роботизированной руке с пятью захватами. Такую руку можно применять в реабилитационных системах, космонавтике, промышленности и агрессивных труднодоступных средах. Авторы представили конструкцию антропоморфного робота-манипулятора с встроенным решением для отслеживания жестов человека с помощью сенсорной перчатки с радиопередатчиком с экспериментально подтвержденной скоростью обратной связи, обеспечивающейся с помощью методов оптимизации.

А. Степанов и М. Степанов (Саратовский технический университет) представили доклад «Самоорганизующиеся системы управления автономными обучающими роботизированными комплексами». Чтобы адаптировать функционал робота с учетом изменения внешней среды, авторы предложили автоматически синтезировать закон управления, наиболее адекватный текущей ситуации. Для этого используются искусственные нейронные сети планирования (*artificial neural planning networks*, ANPN). Полученные результаты применяются в коррекционно-реабилитационном образовательном центре для школьников с ограниченными возможностями.

Доклад *Б. Пальереса Оливареса, Т. Росо, Е. Камачо, Х. Гуарнисо* (Университет Св. Томаса, Колумбия) «Разработка и изготовление экономичного мобильного робота для оказания помощи по дому» был удостоен диплома за лучшую работу молодых ученых. Авторами рассмотрены конструкция, механика, электроника и программное обеспечение такого робота, а также тесты для обеспечения его правильной работы. Робот сконструирован так, чтобы его можно было использовать во многих домашних приложениях. Такой робот нетрудно оснастить нужными исполнитель-

ными механизмами, чтобы сделать его полезным для решения разных социальных задач, таких как наблюдение за пожилыми людьми, снабжение лекарствами, поддержка зависимых людей и др.

Интеллектуальное управление для интегрированных предприятий. Этот трек был организован *Р. Мещеряковым, Е. Жарко, А. Полетыкиным, А. Исхаковым* (ИПУ РАН) и был посвящен вопросам применения интеллектуальных методов анализа данных в задачах управления, обработки информации, а также применения перспективных методов обеспечения информационной безопасности в объектах различной природы. Компоненты современного мира, включая производства и предприятия, имеют тенденцию к большей взаимозависимости и образуют крупномасштабные сложные системы. Их системы управления опираются на вершину сложной и распределенной архитектуры, реализуя множество функций, и объединяют многочисленные цифровые компоненты. Более глубокая автоматизация крупномасштабных систем с элементами интеллектуальной поддержки и управления создает потенциал для роста производства, снижения затрат и повышения безопасности.

Коллектив авторов под руководством *Ф. Пащенко* (ИПУ РАН) представил серию докладов по результатам решения прикладных задач с применением современных методов анализа, моделирования, управления и принятия решений на основе машинного обучения, обработки больших данных и искусственного интеллекта. Так, доклад *Нгуен Ван Чонга* (Московский физико-технический институт (МФТИ)), *Ф. Пащенко* (ИПУ РАН), *Ле Дык Тина, Ву Чуен Конга* (МФТИ) «Сверточная нейронная сеть для свертки изображений аэрофотосъемки» посвящен использованию искусственного интеллекта и машинного обучения в авиационных и геоинформационных системах. Доклады *Э. Аракеляна, А. Андрюшина, С. Мезина* (МЭИ), *Ф. Пащенко* (ИПУ РАН), *А. Косого, Ю. Ягуновой* (МЭИ) были посвящены проблеме оптимального управления режимами работы ТЭЦ со сложным составом оборудования, включая традиционные тепловые агрегаты и парогазовые установки. Рассмотрена возможность применения математических методов многокритериальной оптимизации с множеством внутренних и внешних ограничений и условий в виде неравенств и балансовых уравнений. Рассмотрена также возможность интеграции алгоритмов оптимизации в прикладные программы программно-технических комплексов для повышения интеллектуальности систем автоматического управления тепловых электростанций.



В докладе *В. Акинфиева* и *А. Цвиркуна* (ИПУ РАН) «Системы поддержки принятия решений для стабильного развития малого и среднего сельскохозяйственного предпринимательства (МСП)» рассмотрены особенности моделирования бизнес-процессов МСП. Для повышения устойчивости и снижения рисков предложена система поддержки принятия финансовых решений МСП. Ее модули основаны на программном комплексе «ТЭО-ИНВЕСТ». Эта система учитывает специфику бизнес-процессов в сельском хозяйстве: продолжительность производственного цикла, учет сложности технологии переработки, использование финансового лизинга для приобретения сельскохозяйственной техники и др.

Э. Вергини и *П. Грумпус* (Университет Патраса, Греция) представили доклад «Нечеткие когнитивные карты расширенного состояния, примененные к модели здания с почти нулевым потреблением энергии». Экспериментальное применение указанных карт подтвердило возможность минимизации энергопотребления умного здания с учетом погодных условий.

Помимо отмеченных докладов в рамках трека возникли содержательные дискуссии в процессе обсуждения рисков кибербезопасности, порождаемых активным внедрением технологий машинного обучения в системы защиты. Был рассмотрен опыт участников в построении защищенных киберфизических систем, проектировании системы управления рисками для транспортной сети умного города, применении технологий идентификации и аутентификации субъектов с помощью fingerprinting-методов. Особый интерес вызвали доклады, связанные с проблематикой применения визуально-когнитивного подхода в системной инженерии.

Социально-информационные аспекты управления сложными системами в условиях неопределенности и риска. Коллектив авторов из ИПУ РАН под руководством *В. Кульбы* представил серию докладов по результатам решения прикладных задач стратегического планирования и управления на базе методологии сценарного анализа и моделирования. Эта методология предполагает исследование процессов развития сложных систем, изучение мультидисциплинарных и многоаспектных проблем, а также синтез и комплексный анализ сценариев рационального (в рамках заданных целей) развития таких систем, обеспечивая тем самым эффективную поддержку процессам подготовки, принятия и реализации управленческих решений различного уровня. Доклад

В. Шульца, В. Кульбы, А. Шелкова, Л. Богатыревой «Сценарный анализ проблем повышения эффективности управления расследованием киберпреступлений» посвящен трансформации правоохранительной системы для противодействия киберпреступлениям и их расследования. Сделан обзор состояния и трендов киберпреступности в мире. По результатам исследования мультиграфовой модели предложено создание национальных следственных органов по киберпреступности. В докладе *И. Чернова* «Сценарный анализ воздействия ракетно-космической деятельности (РКД) на состояние окружающей среды» представлена базовая графовая модель и проведено сценарное исследование влияния РКД на экологию и здоровье граждан. Разработаны альтернативные сценарии развития районов интенсивной эксплуатации РКД при разных стратегиях развития РКД. В докладе *В. Кульбы, А. Шелкова, З. Авдеевой* «Анализ эффективности управления противодействием коррупции на базе сценарного подхода (на примере строительной отрасли)» представлены результаты сценарного исследования соответствующих мультиграфовых моделей и показана возможность антикоррупционного анализа управленческих решений на стадиях их подготовки, принятия и контроля реализации. В докладе *Л. Богатыревой, О. Шенелевой, В. Грузмана* «Методы анализа социально-экономических систем с целью диагностирования проблем трансформации права в условиях цифровизации» предложено использовать сценарно-прогностическую экспертизу законопроектов для опережающей оценки их качества в условиях неопределенности.

Практическое применение предложенной в этих докладах методологии при решении широкого круга задач повышения эффективности организационного управления обеспечивает возможность: построения имитационных моделей, описывающих альтернативные направления развития исследуемых сложных систем и составляющих их элементов; исследования проблем с нечеткими факторами и взаимосвязями с учетом множества текущих и возможных изменений внешней среды; оценки текущей ситуации путем анализа взаимовлияний описывающих ее факторов; выявления как позитивных, так и негативных тенденций развития исследуемых ситуаций; прогнозирования возможных путей развития складывающихся ситуаций и их анализа с точки зрения ключевых целей; динамичной адаптации системы управления к возникающим изменениям и обеспечения возможности ее работы на опережение появляющихся

сложных проблем в рамках жестких временных ограничений на выработку стратегических, тактических и оперативных решений.

Биомедицинские системы. *А. Иванов, Н. Чиваров, К. Хрисафов* (Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской академии наук), *И. Будинска* (Институт информатики Словацкой академии наук) и *С. Чиваров* (Венский технологический университет) представили доклад «Телемедицинская система удаленного мониторинга пациентов с COVID-19 и другими инфекционными заболеваниями». Авторы показали, как с помощью комбинации бесплатных программных продуктов и продуктов с открытым исходным кодом в сочетании с доступным на рынке оборудованием можно создать эффективную платформу телемедицины.

Автоматизация, ориентированная на стоимость. В докладе *В. Бородина, А. Бородина, Д. Францева и М. Юдина* «Адаптивные автоматизированные системы управления выращиванием монокристаллов по методам Чохральского, Степанова и Киропулоса с использованием датчика веса» описаны модели и методы экономного выращивания кристаллов на ФГУП «Экспериментальный завод научного приборостроения» для нужд промышленности и науки.

5.3. Социальные аспекты автоматизации

С точки зрения теории, социальный аспект автоматизации – сложный объект междисциплинарных исследований, требующий согласованной формализации предметных областей на стыке гуманитарных, естественных и технических наук. В сфере такой формализации можно выделить доклады *В. Корепанова* (ИПУ РАН) «Заметки о проблеме управления аттитюдами», *В. Латынова и А. Ванина* (Институт психологии РАН) «Психологические предпосылки и возможности исправления негативных аттитюдов к мерам профилактики COVID-19», *В. Сергеева и Н. Коргина* (ИПУ РАН) «Выявление комплексных рейтинговых механизмов как подход к анализу дискретных данных».

Коллектив авторов из политехнического университета Флориды и университета Бетуна Кукмана (США), а также из Национального университета и университета Св. Томаса (Колумбия) под руководством *Х. Кальдерона* подготовили серию докладов по интеллектуальным системам и их

приложениям в социальной сфере. Например, в докладе «Автоматизированные системы на основе обработки естественного языка для поддержки общедоступных клиник» представлен алгоритм классификации запросов в клинику на естественном языке и выявления проблем для автоматической бесплатной консультации. В результате эффективность выявления этих проблем достигла 95 %.

Технологии интегрированной помощи для оказания медицинских и социальных услуг в «стареющих» регионах. Тематика докладов, представленных на данной секции, связана с развитием и внедрением инновационных технологий в социальной сфере «стареющих» регионов, где наблюдаются быстрые изменения возрастной структуры населения в пользу лиц старших возрастов (в том числе со снижающимися функциональными возможностями). Эти изменения формируют структуру спроса на адаптированную социальную инфраструктуру, а также на услуги здравоохранения и ухода. Требуется расширить номенклатуру и повысить качество услуг для пожилых людей. Для этого разрабатываются и внедряются новые услуги, технологии и системы, такие как «окружающая среда с обслуживанием» (*Ambient Assisted Living*) и «окружающий интеллект» (*Ambient Intelligence*). Модели и методы, применяемые в такого рода системах, ориентированы на пожилых людей и интегрированы в среду их обитания, чтобы обеспечить поддержку их независимой и автономной жизни.

В. Рогелья (Институт исследований систем, подверженных риску, Словения), *Д. Богатай* (Институт исследований систем, подверженных риску, и университет Любляны, Словения) и *С. Тельмьятов* (Норвежский университет науки и технологий) представили доклад «Цифровая трансформация общественного здравоохранения и социальных услуг для пожилых людей». Авторы рассмотрели проблемы и возможности развития и финансирования социальной инфраструктуры применительно к ситуации в Словении. Они показали, как технологические инновации (такие, как домашняя автоматизация и роботизация, Интернет вещей, оптимизация сетей поставок) и организационные инновации (самоуправляемые сообщества) создают новые услуги, а также бизнесы и предприятия для поставки товаров и услуг пожилым людям, предоставляя новые возможности трудоустройства для молодых людей.



Ю. Петерлин, В. Димовски (университет Любляны, Словения) и М. Богатай (Институт исследований систем, подверженных риску, Словения) представили доклад «Социальные инновации, основанные на инженерных технологиях, учитывающие снижение функциональных возможностей пожилых людей». Показано, что развитие цифровых технологий (таких, как киберфизические системы, большие данные, машинное обучение, блокчейн, искусственный интеллект и Интернет вещей) открывает новые возможности для инноваций в социальной сфере. Описаны направления разработки продуктов и услуг для пожилых людей с использованием этих технологий. Рассмотрены социальные инновации, поддерживающие интеллектуальную активность пожилых людей, и примеры передовой практики в этой области с целью их систематизации и формирования перспективных направлений исследований. Особое внимание уделяется кибербезопасности и этическому аспекту технически обоснованных социальных инноваций.

С. Колнар (университет Любляны), В. Димовски, Д. Богатай (университет Любляны, Словения) представили доклад «Обзор телемедицины в умных городах, ориентированных на пожилых людей», в котором рассмотрели цифровую трансформацию социальной инфраструктуры как направление развития умных городов для поддержки автономии пожилого населения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На заключительном заседании были отмечены секции и доклады, вызвавшие наибольший интерес у участников. Их оценки основывались на активности пользователей в веб-приложении IFAC Conference App. В процессе вручения дипломов молодым ученым и в заключительных выступлениях председатель МПК П. Копачек и его заместитель Л. Стелтон отметили высокий научный и практический уровень прошедшей конференции. Член МПК и НОК З. Авдеева поблагодарила за помощь в организации TECIS'2021 членов НОК, П. Копачека и Л. Стелтона, а также сотрудников секретариата ИФАК.

З.К. Авдеева, член МПК и НОК
С.В. Коврига, член НОК
В.В. Цыганов, член МПК и НОК

Авдеева Зинаида Константиновна – канд. техн. наук,
✉ avdeeva@ipu.ru,

Коврига Светлана Вадимовна – науч. сотрудник,
✉ kovriga@ipu.ru,

Цыганов Владимир Викторович – д-р техн. наук,
✉ bbc@ipu.ru,

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

20TH IFAC CONFERENCE ON TECHNOLOGY, CULTURE AND INTERNATIONAL STABILITY (TECIS'2021)

Z.K. Avdeeva¹, S.V. Kovriga², and V.V. Tsyganov³

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

¹✉ avdeeva@ipu.ru ²✉ kovriga@ipu.ru ³✉ bbc@ipu.ru

Abstract. The 20th anniversary IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability (TECIS'2021) was virtually held on September 14–17, 2021, at Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences. The main scientific results described by the conference participants are outlined. At TECIS'2021, 262 researchers from all continents presented 141 papers. They can be grouped into three main directions: control and automation to improve stability; intelligent technologies and their applications to manufacturing, robotics, mechatronics, industrial, medical, and other systems; social aspects of automation.

Keywords: conference, technology, control, stability, automation, intellectualization, industry, social aspects, medicine, robotics, mechatronics.