

Предисловие

Школа-семинар «Модели и методы исследования систем неоднородной структуры» проводилась 23 – 30 сентября 2014 г. в с. Дивноморское Краснодарского края городского округа Геленджика и была посвящена памяти академика РАН В. А. Ильина. Цель мероприятия: проанализировать, сравнить и обсудить методы и подходы к исследованию систем неоднородной структуры, развиваемые в отечественных научных школах с учетом результатов, как прошлых исследований, так и новых, полученных в ходе выполнения ряда проектов, поддержанных РФФИ, и выработать стратегию дальнейших исследований с учетом быстрого прогресса в области компьютерных и информационных технологий, параллельных и распределенных вычислений, усложнения многообразных управляемых систем. Из опыта проведения предыдущих школ следует, что наиболее конструктивно они проходят в тесном взаимодействии ученых старшего поколения, владеющих теоретическими знаниями и опытом их практических приложений в рассматриваемой области, и молодежи, приехавшей на школу для восприятия этих знаний и использования в своих исследованиях. Проблематика исследований систем неоднородной структуры связана с получением конструктивных методов их исследования и математического моделирования, описания множеств достижимости, разработки методов для решения задач оптимизации и устойчивости таких систем, а также алгоритмов, позволяющих проводить параллельные вычисления. Указанная проблематика нашла широкое отражение в пленарных докладах и лекциях представителей различных научных школ России старшего поколения и в сообщениях молодых участников мероприятия. В процессе общения и анализа тематики представленных докладов было решено увеличить количество секций по сравнению с запланированными.

Лекцию «Математика, информатика, приложения», посвященную памяти Владимира Александровича Ильина» прочел д.т.н., профессор, г.н.с. ИПС РАН В. И. Гурман. Она состояла из двух взаимосвязанных частей. Первая – это короткий рассказ о выдающемся ученом – математике и педагоге и уникальной личности, какой был Владимир Александрович Ильин, и о его многолетней деятельности в Переславле, научно-учебном центре ИПС РАН – Университет города Переславля (УГП), где он начал и выполнил новый для него цикл исследований по теории управления гиперболическими системами.

Во второй части в доступной форме на наглядных примерах

из собственного опыта и с цитатами из книги стихов Владимира Александровича освещаются некоторые проблемы и противоречия науки и образования на современном этапе научно-технического прогресса в «треугольнике» математика — информатика — приложения: бурный прогресс в компьютерном мире и одновременно тормоз теории (на примерах управления квантовыми системами и космическим аппаратом); обилие разнообразных алгоритмов и ограниченные возможности практиков их осваивать; «мощь» и «бессилие» математики на одном и том же примере из исследования взлета вертолета; другие противоречия с примерами. Противоречия компьютерной эры особенно сильны в междисциплинарных взаимодействиях: богатство вычислительных ресурсов — благо, но оно же и снижает спрос на теоретическую мысль и мотивацию к математическому образованию. В заключение делаются выводы о том, как и что нам делать в такой противоречивой ситуации, в частности с уважением относиться к теории, с одной стороны, и практическим задачам как питательной среде новой теории — с другой, учиться «включать мозги» для изучения поставленной задачи тем больше, чем сложнее компьютеры и информационные технологии есть в нашем распоряжении для ее решения.

Эта же лекция в несколько ином стиле была также прочитана в Переславле как актовая перед большой аудиторией, состоящей из молодых преподавателей и студентов УГП, аспирантов, школьных учителей. Также в Переславле было организовано специальное заседание секции «Теория управления и системный анализ», посвященное творчеству и научному наследию В. А. Ильина в теории управления, на котором выступили его ученики — кандидаты наук и аспирант А. Кулешов, А. Никитин, И. Смирнов, И. Мокроусов с докладами: В. А. Ильин, А. А. Кулешов «О некоторых свойствах обобщенных решений смешанных задач для уравнений колебания струны», И. С. Мокроусов «Смешанные задачи для уравнения колебания струны с нелокальными граничными условиями первого рода и общего вида», А. А. Никитин «Третье краевое условие в задачах граничного управления», И. Н. Смирнов «О некоторых свойствах обобщенных решений телеграфного уравнения».

В целом доклады вызвали оживленную дискуссию с высказываниями и пожеланиями на будущее со стороны присутствовавших представителей старшего поколения.

О возможности проведения совместных исследований систем

неоднородной структуры на основе принципов сравнения и расширения представителями отечественных школ В. М. Матросова и В. Ф. Кротова говорилось в пленарном совместном докладе академика РАН, директора ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН С. Н. Васильева, профессора, д.т.н., г.н.с. ИПС им. А. К. Айламазяна РАН В. И. Гурмана, д.ф.-м.н., г.н.с. ИПС им. А. К. Айламазяна РАН И. В. Расиной « Модели и оптимизация систем неоднородной структуры». Было показано, что один принцип следует из другого при естественных предположениях, что позволяет трактовать, например, производные системы, получающиеся при решении вырожденных задач по принципу расширения, как системы сравнения по отношению к исходным. Аналогичную трактовку можно дать для оценочных дискретно-непрерывных систем (ДНС) при построении внешних оценок множеств достижимости ДНС. Кроме того показано, что модель ДНС и достаточные условия оптимальности обобщаются на системы сетевой структуры. Приведены результаты исследования ряда прикладных задач.

Обстоятельный обзор тематики, связанной с фильтром Калмана, представил в своей лекции «Фильтр Калмана: история, современное состояние, перспективы развития» зам. директора ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН, д.ф.-м.н., профессор Е. Я. Рубинович. Были рассмотрены истоки вопроса, обзор отечественных и зарубежных публикаций и последние результаты по использованию фильтра Калмана.

Направление по исследованию систем, развиваемое в Уральском научном центре РАН и УрГУ было представлено в лекциях член-корреспондента РАН, заведующего отделом управляемых систем Института математики и механики УрО РАН А. Г. Ченцова «Конструкции расширений абстрактных задач о достижимости с ограничениями асимптотического характера» и зав. кафедрой «Прикладная математика» Уральского федерального университета, д.ф.-м.н., профессора А. Н. Сесекина «Позиционные алгоритмы управления для систем с импульсным управлением». В первой лекции были предложены для построения корректного расширения ультрафильтры широко понимаемых измеримых пространств (пространства с алгебрами и полуалгебрами множеств), что позволяет конструировать множества притяжения (асимптотические аналоги областей достижимости в задачах управления) в терминах решения обобщенных задач о достижимости в классе ультрафильтров пространства обычных решений.

Прикладные аспекты теории оптимального управления глубоко рассматривались в лекциях д.ф.-м.н., профессора А. С. Булдаева (БГУ) «Нелокальные итерационные процессы оптимизации управления», д.т.н., профессора В. Ф. Кротова, д.ф.-м.н. Е. А. Трушковой и к.ф.-м.н. О. В. Моржина (ИПУ РАН) «Разрывные решения задач оптимального управления. Итерационный метод оптимизации», д.т.н., профессора А. Д. Мижидона (ВСТУ) «Задача удержания системы в фазовых ограничениях при постоянно действующих возмущениях», д.т.н. А. Ю. Горнова (ИДСТУ СО РАН) «Современные технологии решения прикладных задач оптимизации динамических систем». А. С. Булдаевым предложены нестандартные схемы представления приращения функционала без остаточных членов, позволяющие свести задачу оптимального управления к решению краевой задачи, и на этой основе построить эффективные алгоритмы оптимизации. В свою очередь В. Ф. Кротовым, Е. А. Трушковой и О. В. Моржиным представлены алгоритмы, ориентированные на разрывные решения задач оптимального управления, распространенных на практике, что и было продемонстрировано на одной из задач управления квантовой системой. Профессор А. Д. Мижидон рассказал о специальном методе учета фазовых ограничений. Представленная схема может рассматриваться как развитие теории АКОР. Широкий взгляд на сочетание разработанных методов, программных комплексов и учета специфики решаемых практических задач продемонстрировал д.т.н. А. Ю. Горнов. Сообщения старшего поколения поддержала молодежь в сообщениях И. С. Гусевой (БГУ) «Приближенная оптимизация управляемых процессов», И. Х. Хишектуевой (БГУ) «Анализ эффективности метода неподвижных точек в задачах параметрической оптимизации систем».

Теоретические проблемы, наряду с уже рассмотренными, прозвучали в лекциях д.ф.-м.н., профессора Л. А. Бекларяна (ЦЭМИ РАН) «Вопросы корректности начально-краевой задачи для функционально-дифференциальных уравнений точечного типа и их приложения. Групповой подход» и д.ф.-м.н., профессора Э. Я. Рапопорта (Самарский технический университет) «Модели и методы полубесконечной оптимизации в задачах оптимального управления в системах с распределенными параметрами с чебышевскими оценками целевых множеств». Совместный доклад представили д.ф.-м. н., профессор С. М. Дзюба (ТГТУ) и И. А. Егерева (ТГТУ) «Простейшая задача терминального управления нечеткими динамическими системами».

Теоретическую направленность носил и ряд молодежных докладов: к.ф.-м.н. С. П. Сорокин, к.ф.-м.н. М. В. Старицин (ИДСТУ СО РАН) «Необходимое условие оптимальности с позиционными управлениями для одной линейной по состоянию задачи с терминальными ограничениями», С. В. Солодуша (ИСЭМ СО РАН), Н. М. Япарова (Ю-УрГУ) «Об одном классе интегральных уравнений Вольтера I рода, возникающих в обратной граничной задаче теплопроводности», В. А. Спирыев (ИДСТУ СО РАН) «Применение преобразования Гильберта-Хуанга в задачах экспериментального изучения теплофизических процессов», к.ф.-м.н. М. В. Старицин (ИДСТУ СО РАН) «Задача оптимального управления нелинейным эллиптическим уравнением типа Лотки-Вольтерра». Обзор методов полиэдральной оптимизации как одного из современных направлений в теории управления был дан в докладе Н. Б. Филимонова и А. Б. Филимонова «Полиэдральная формализация дискретных задач управления динамическими системами» и в докладе представительницы Санкт-Петербургского государственного университета Л. Н. Поляковой «Глобальная оптимизация разности полиэдральных функций».

Молодежные доклады по этой тематике составили отдельную секцию, на которой с интересными сообщениями выступили М. Н. Деменков (ИПУ РАН) «Минимизация полиэдральной функции на негладком многообразии в задаче оценки области притяжения», В. И. Ширяев (Южно-уральский университет) «О полиэдральной и эллипсоидальной аппроксимациях в задаче минимаксной фильтрации», П. А. Акимов «Рекуррентный алгоритм $1_{-1}/1_{-2}$ оптимизации при оценивании состояний динамических систем», Т. А. Ангелов (С-ПГУ) «Преобразование кусочно-аффинных функций». Большой интерес участников с множеством вопросов вызвала лекция руководителя Исследовательского центра медицинской информатики ИПС РАН, к.т.н. Я. И. Гулиева и снс к.т.н. В. Л. Малых «Моделирование лечебных процессов» и последующие доклады сотрудников и аспирантов этого центра на секции «Информационные системы» к.т.н. С. И. Комарова, Д. В. Алимова «Применение механизма многокомпонентности МИС Интерин PROMIS для крупных ЛПУ с филиалами» и С. В. Рудецкого, А. В. Еремина «Проблемы прецедентного подхода к моделированию и управлению лечебно-диагностического процесса».

Секция прикладных задач была представлена докладами уже опытных специалистов: д.ф.-м.н. А. Л. Казаков (ИДСТУ СО РАН), к.ф.-м.н. А. А. Лемперт (ИДСТУ СО РАН) «К вопросу о размещении

нового логистического центра в условиях конкуренции и кооперации», к.ф.-м.н. А. А. Лемперт (ИДСТУ СО РАН), к.ф.-м.н. Д. Н. Сидоров (ИСЭМ СО РАН), А. В. Жуков (ИГУ) «Об одном подходе к оптимизации ремонта автомобильных дорог в условиях ограниченного финансирования», к.т.н. С. А. Амелькин (ИПС РАН) «Математическая модель системы погружного жидкостного охлаждения» и оригинальными сообщениями молодых исследователей: Н. С. Мултугуева, Г. С. Мултугуева (ИДСТУ СО РАН) «Агрегирование экспертных оценок в задаче оценивания сценариев при прогнозировании состояния атмосферного воздуха в городе», И. С. Гусева (БГУ), С. Н. Насатуева (БГУ), к.т.н. О. В. Фесько (ИПС РАН) «Управление квантовой системой», А. Б. Доржиева (ИДСТУ СО РАН) «Численное решение задачи оптимального управления в модели экономики с двумя секторами производства», Д. М. Понизовкин (ИПС РАН) «Математическое и программное обеспечение рекомендательных систем», С. М. Солодуша (ИСЭМ СО РАН), Д. О. Герасимов, К. В. Суслов (ИРГТУ) «Моделирование динамики ветрогенератора с помощью полиномов Вольтерра». Особый интерес вызвало сообщение С. А. Амелькина, представляющее обзор по суперкомпьютерам, их возможностям, проблемах охлаждения блоков при увеличении вычислительных мощностей и отечественных достижениях при решении этой проблемы.

Помимо лекций и докладов проводились круглые столы: «Математика: взаимодействие теории и практики» (ведущий профессор В. И. Гурман), «Математика, информатика, управление» (ведущий профессор Н. Б. Филимонов). На первом круглом столе обсуждалась актуальная проблема разумного сочетания возможностей современной вычислительной техники и проведения предварительного теоретического анализа решаемой задачи. На втором круглом столе велась дискуссия о рациональном использовании разработанных комплексов и пакетов прикладных программ, а также о наиболее актуальных проблемах, стоящих перед современной математической теорией управления.

Кроме того 30.09. 2014 состоялось объединенное заседание молодежной школы и научной конференции СКТ-14, где с актовыми лекциями выступили известные ученые: член-корр. РАН Каляев И. А., д.т.н., проф. Левин И. И. (НИИ МВС ЮФУ, г. Таганрог) «Реконфигурируемые вычислительные системы на основе полей ПЛИС», д.т.н., проф. Левин И. И., к.т.н. Мельников А. К. (НИИ МВС ЮФУ, г. Таган-

рог) «Методы управления гибридными высокопроизводительными вычислительными комплексами», член-корр. РАН Абрамов С. М., к.т.н. Амелькин С. А., к.т.н. Романенко А. Ю., к.т.н. Симонов А. С., Чичковский А. А. (ИПС РАН) «Опыт реализации высокопроизводительных вычислительных систем с погружной жидкостной системой охлаждения», д.т.н. Елизаров Г. С., к.т.н. Горбунов В. С., Малахов И. Н., к.т.н. Титов А. Г. (ФГУП «НИИ «Квант», г. Москва) «Компоненты высокопроизводительных реконфигурируемых суперкомпьютеров на основе ПЛИС Xilinx Ultrascale».

Решение конференции

Участники Школы-семинара «Модели и методы исследования систем неоднородной структуры» отмечают успешное проведение данного мероприятия, его большую пользу по обмену информацией о состоянии исследований систем неоднородной структуры, как в вопросах их описания, устойчивости, так и в решении разнообразных задач оптимального управления. Обсуждались вопросы формирования новых актуальных тем и направлений, установления научных связей между учеными различных поколений.

Участники выражают благодарность Оргкомитету за обеспечение высокого научного и организационного уровня мероприятия и хороших условий для работы, а также Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку, рекомендуют и впредь ежегодно проводить подобные мероприятия с учетом накопленного опыта.

*Председатель оргкомитета,
доктор физ.-мат. наук,
профессор*

В. И. Гурман