



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ИАТ 1939 ИПУ 2014



ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА

СЕМЬДЕСЯТ ПЯТЬ ЛЕТ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ УПРАВЛЕНИЯ: ИНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ — 75 ЛЕТ

В 1939 г. Совнарком СССР принимает решение об организации в составе Отделения технических наук АН СССР Института автоматики и телемеханики, ИАТ (на базе существовавшей с 1934 г. Комиссии по телемеханике и автоматике). Первым директором Института был назначен бывший военный летчик, к тому времени выдающийся ученый в области авиационной энергетики академик Виктор Сергеевич Кулебакин. Перед Институтом стояла задача развернуть фундаментальные исследования в области автоматики и управления, увязав их с решением практических задач. С самого начала деятельность Института была связана с такими известными всему миру именами, как В.С. Кулебакин, Н.Н. Лузин, А.А. Андронов, Б.Н. Петров, М.А. Айзерман, Я.З. Цыпкин, Б.С. Сотсков, М.А. Гаврилов, А.А. Фельдбаум и многие другие.

В стенах Института выросли или получили мировую известность многие выдающиеся ученые — теоретики и прикладники науки об управлении. Наряду с этим к работам Института всегда привлекались крупные ученые, интересовавшиеся новой областью знаний. Они привносили в работу собственный опыт постановки научных проблем и поиска путей их решения, способствовали созданию в Институте особой творческой атмосферы, оказывая важнейшее влияние на формирование этических принципов общения в научном коллективе. Именно выдающимся ученым-иатовцам удалось сыграть решающую роль в установлении профессиональных контактов Института с международным научным сообществом. В результате наша страна стала одним из инициаторов создания Международной федерации по автоматическому управлению — ИФАК и организатором I Всемирного Конгресса ИФАК, который прошел в Москве в 1960 г.

В момент рождения Института в его составе было 22 сотрудника, и в том числе Б.Н. Петров (будущий академик и вице-президент АН СССР, руководивший Институтом с 1947 по 1951 г.), М.А. Гаврилов (будущий член-корреспондент АН СССР), Н.Н. Шумиловский (будущий академик Киргизской академии наук), профессора В.А. Лоссиевский, Г.В. Щипанов и др. Вскоре в штат Института был принят выдающийся математик ака-

демик Н.Н. Лузин, который — как впоследствии и академик А.А. Андронов — стал воспитателем плеяды блестящих ученых-теоретиков в области управления.

Предвоенные годы жизни Института отмечены значительными продвижениями в области описания систем управления с помощью дифференциальных уравнений и дискуссией по «условиям компенсации» Г.В. Щипанова, при выполнении которых, как утверждал их автор, система автоматического регулирования перестает реагировать на приложенные к ней внешние возмущения. Со страниц научных изданий дискуссия была перенесена в центральную партийную прессу. Фактически, условия Щипанова стали предтечей будущей теории инвариантности, развитой В.С. Кулебакиным, Н.Н. Лузиным и Б.Н. Петровым. Г.В. Щипанов ушел из жизни в 1953 г., а его научная «реабилитация» состоялась только в 1960 г., когда комиссия в составе академиков А.А. Дородницына, А.Ю. Ишлинского и Б.Н. Петрова подтвердила научную значимость его открытия (формально «условия компенсации Г.В. Щипанова» были признаны открытием в 1966 г. с приоритетом от апреля 1939 г.).

В годы войны Институт работает на интересы фронта, а многие его будущие лидеры (М.А. Айзерман, П.П. Пархоменко, Я.З. Цыпкин и др.) с оружием в руках защищают Родину. Среди важнейших исследований Института, направленных на повышение боеспособности Советской Армии во время Великой Отечественной войны, нельзя не отметить работы по борьбе с неконтактным минно-торпедным оружием, проводившиеся под руководством будущего члена-корреспондента АН СССР Б.С. Сотскова, и работы по автоматизации контроля качества при производстве патронных гильз крупного калибра, которые велись молодым инженером Б.Н. Петровым под руководством будущего академика В.А. Трапезникова, возглавлявшего Институт в 1951—1987 гг. Группа под руководством М.А. Гаврилова выполняла наладку релейной аппаратуры на военном заводе и разрабатывала способы борьбы с помехами в системах управления подвижными объектами.

В конце войны в Институт приходит академик А.А. Андронов и организует знаменитый Андро-

новский семинар, через который прошло почти все послевоенное поколение будущих корифеев ИАТА: М.А. Айзерман, А.Я. Лернер, М.В. Мееров, В.В. Петров, В.В. Солодовников, Я.З. Цыпкин, А.А. Фельдбаум и многие другие. В 1969 г. Президиум Академии наук СССР учредил премию им. А.А. Андропова, одними из первых лауреатов которой стали А.Г. Бутковский и ученик Андропова М.В. Мееров.

Наиболее выдающимися достижениями Института в 1940—1950-е гг. становятся:

- разработка математического аппарата алгебры логики для описания, анализа и синтеза релейно-контактных схем (М.А. Гаврилов);
- разработка общей теории линейных систем регулирования (В.С. Кулебакин, Б.Н. Петров, В.В. Солодовников, Я.З. Цыпкин, М.А. Айзерман, М.В. Мееров и др.);
- развитие теории нелинейных систем управления, в том числе метода точечных преобразований, теории абсолютной устойчивости и теории релейных систем (В.В. Петров, Г.М. Уланов, А.А. Фельдбаум, М.А. Айзерман, Я.З. Цыпкин);
- теория аналитического конструирования регуляторов (А.М. Летов);
- разработка общих методов исследования дискретных систем автоматического регулирования (Я.З. Цыпкин);
- разработка основ теории оптимального управления (А.А. Фельдбаум, А.Я. Лернер, Л.И. Розоноэр и, впоследствии, А.Г. Бутковский и В.Ф. Кротов);
- разработка теории дуального управления (А.А. Фельдбаум);
- создание первой отечественной серии аналоговых вычислительных машин (Б.Я. Коган, В.А. Трапезников и др.);
- создание принципиально новых чувствительных элементов, датчиков и приборов (Б.С. Сотсков, Д.И. Агейкин, М.А. Розенблат, Е.К. Круг и др.).

В начале 1950-х гг. по просьбе С.П. Королева и В.П. Глушко в Институте была организована разработка систем управления жидкостными ракетными двигателями для первой в мире межконтинентальной ракеты Р-7. Руководил работами Б.Н. Петров. Уже к 1953 г. были получены первые результаты по решению задачи управления расходом топлива, проектированию системы опорожнения баков, системы регулирования кажущейся скорости, рассмотрены возможные типы исполнительных механизмов в системах управления ракетой (Б.Н. Петров, Ю.П. Портнов-Соколов, В.В. Петров, Г.М. Уланов, С.В. Емельянов, В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова и др.). В дальнейшем эти результаты были развиты и предложены принципы построения и теория систем управления жидкостными ракетными двигателями

(Б.Н. Петров, Ю.П. Портнов-Соколов, А.Н. Чацкий, В.Н. Марков и др.).

В связи с разработкой систем регулирования опорожнения баков и синхронизации расходования топлива была создана теория бортовых терминальных систем управления (Б.Н. Петров, Ю.П. Портнов-Соколов, А.Я. Андриенко, В.П. Иванов и др.).

В 1980-е гг. была завершена разработка общей концепции совершенствования энергетических характеристик ракет-носителей средствами управления (Ю.П. Портнов-Соколов, А.Я. Андриенко, В.П. Иванов и др.).

Результаты, полученные в Институте, реализованы. Созданные на их основе системы управления являются в настоящее время составной частью всех крупных жидкостных ракет разработки Главных конструкторов С.П. Королева, М.К. Янгеля, В.Н. Челомея, В.Ф. Уткина.

Начиная с середины 1950-х гг., в Институте занялись развитием теории управления деформируемыми космическими аппаратами (ДКА — спутники с большими панелями солнечных батарей, с выносными радиоантеннами и др.). Были предложены модально-физическая форма математической модели, амплитудный и фазовый принципы демпфирования упругих колебаний конструкций объекта, метод фазовой биплоскости для синтеза алгоритмов управления (В.Ю. Рутковский, В.М. Суханов).

В последние годы решена проблема совместного оценивания координат «жесткого» и упругого движений ДКА (В.А. Суханов, Т.В. Ермилова, А.С. Ермилов и др.). Предложены алгоритмы управления, использующие элементы интеллектуальной диагностики состояния упругого объекта, алгоритмы адаптации с использованием нечеткой логики (В.Ю. Рутковский, В.М. Суханов, И.Н. Крутова, В.М. Глумов и др.).

В конце 1950-х гг. начались работы по теории адаптивных систем с моделью (Б.Н. Петров, В.Ю. Рутковский, И.Н. Крутова, С.Д. Земляков, Б.В. Павлов, И.Б. Ядыкин и др.). Были предложены принципы построения таких систем, линеаризованные модели систем, «ляпуновские» алгоритмы адаптации, введено понятие «обобщенного» объекта и осуществлен синтез его структуры на основе положений теории инвариантности.

Обобщение полученных результатов привело к разработке: теории адаптивного координатно-параметрического управления, теории настраиваемой работоспособности, концепции восстанавливаемой функциональной работоспособности и настраиваемой стратегии управления. Развивается теория оптимальных адаптивных регуляторов. На основе теории адаптивного координатно-параметрического управления впервые в СССР были созданы адаптивные системы управления рядом важнейших типов летательных аппаратов.

В 1980 г. Академия наук СССР учредила Золотую медаль имени Б.Н. Петрова (с 1993 г. — премия имени Б.Н. Петрова). Первую Золотую медаль им. Б.Н. Петрова в 1983 г. получил В.Ю. Рутковский. В 2004 г. премии им. Б.Н. Петрова удостоены Ю.П. Портнов-Соколов, А.Я. Андриенко и В.П. Иванов, в 2007 г. — В.В. Кульба, Б.В. Павлов и академик Е.А. Микрин (РКК «Энергия»).

Будущий академик Я.З. Цыпкин развил общую теорию адаптивных систем, которая стала естественным продолжением теории дуального управления А.А. Фельдбаума. Впоследствии она положила начало теории робастных систем, основы которой были заложены Я.З. Цыпкиным, развиваемой сегодня в лаборатории им. Я.З. Цыпкина под руководством Б.Т. Поляка. В классической теории обычно предполагалось, что модель системы заранее известна или оценивается в процессе идентификации. Между тем, в реальных задачах все характеристики объекта либо вообще неизвестны, либо известны неточно. Робастная теория, вызывающая огромный интерес исследователей во всем мире, предлагает методы работы с подобными неопределенностями. Если поначалу в центре внимания исследователей были проблемы анализа (робастная устойчивость), то теперь изучаются и важнейшие проблемы синтеза (робастное управление). Для решения трудных задач робастного управления оказались полезными понятие сверхустойчивости (достаточное условие устойчивости, формулируемое в терминах линейных условий на элементы системной матрицы), вероятностный подход и численные методы. Очень удобным аппаратом, приспособленным к решению современных задач анализа и синтеза робастных систем, стала классическая теория D -разбиений, развитая на новом уровне в работах сотрудников лаборатории.

Академиком В.С. Пугачевым и его учениками была создана теория управления стохастическими системами. По мере развития теории автоматического управления осознавался тот факт, что классические методы этой теории недостаточны для расчета сложных автоматических систем, работающих в условиях случайных воздействий. Поэтому естественным развитием общей теории систем и процессов управления стало привлечение вероятностных методов, позволяющих учитывать влияние различного рода случайных возмущений и помех на работу автоматических систем и их элементов. В результате в общей теории процессов управления появилось новое важное направление — стохастическая теория процессов управления, широко применяющая методы теории вероятностей и математической статистики. Работы Института в области стохастических проблем управления дали мощный толчок ее интенсивному развитию и существенно обогатили теорию.

Одним из важных направлений стала теория статистически оптимальных систем, в рамках которой были разработаны методы синтеза оптимальных нестационарных и нелинейных систем (В.С. Пугачев, Л.П. Сысоев); новые эффективные методы нелинейной фильтрации и экстраполяции случайных процессов (Р.Ш. Липцер в соавторстве с А.Н. Ширяевым, В.С. Пугачев), методы статистической оптимизации по различным критериям качества (Н.И. Андреев). В Институте были разработаны эффективные приближенные методы расчета и анализа точности многомерных нелинейных систем, подвергающихся случайным воздействиям (М.Л. Дашевский, Р.Ш. Липцер). Была создана статистическая теория обучения и самообучения автоматических систем, функционирующих в условиях неполной информации (В.С. Пугачев), заложены основы общей теории стохастических систем (В.С. Пугачев в соавторстве с И.Н. Синицыным). Для нынешнего периода развития стохастической теории управления характерен большой интерес к синтезу автоматических систем в условиях параметрической и непараметрической неопределенности. Были разработаны основы теории устойчивого непараметрического оценивания функционалов от неизвестных распределений и на ее основе создана теория непараметрического оценивания случайных процессов с неизвестными вероятностными характеристиками (А.В. Добровидов в соавторстве с Г.М. Кошкиным и В.А. Васильевым).

Н.С. Райбман, один из учеников В.С. Пугачева, приложил немалые усилия к тому, чтобы методы построения математических моделей объектов управления по экспериментальным статистическим данным и теория идентификации стали эффективным инструментом разработчиков систем управления различными народно-хозяйственными объектами (С.А. Власов, В.А. Лотоцкий, А.С. Мандель, В.М. Чадеев).

Работы по стохастическому робастному управлению для линейных дискретных стационарных систем были начаты в Институте в 1992 г. как развитие идей H_∞ -теории управления, активно обсуждавшихся в период 1991—1992 гг. на семинаре под руководством А.С. Позняка. В соавторстве с И.Г. Владимировым (ИППИ РАН) и А.В. Семеновым (ГосНИИАС) А.П. Курдюковым была создана теория построения стохастических систем управления, робастных относительно характеристик случайного входного возмущения.

Построенная теория была названа авторами анизотропией теории управления (анизотропия — термин, характеризующий неоднородность свойств по направлениям), так как в основе этой теории лежит понятие анизотропии сигнала. Анизотропией сигнала является характеристика отклонения вероятностного распределения многомер-

ного входного сигнала от многомерного сигнала, распределенного по нормальному закону с нулевым средним и скалярной ковариационной матрицей, в некотором смысле являющимся изотропным. Анизотропийная теория управления занимает промежуточное место между теорией построения линейно-квадратичных гауссовских регуляторов и H_∞ -теорией управления. Более того, обе эти теории являются частными случаями анизотропийной теории и получаются при стремлении анизотропии, соответственно, к нулю и к бесконечности.

Анизотропийная теория сочетает преимущества упомянутых теорий, позволяет строить регуляторы, менее консервативные, чем H_∞ -регуляторы, и более робастные, чем квадратично-квадратично гауссовские регуляторы. Состоятельность этой теории была продемонстрирована в приложении к построению регуляторов для посадки самолетов в условиях неконтролируемых возмущений.

В 1957 г. будущий академик С.В. Емельянов впервые в мире предложил использовать неустойчивые движения и неустойчивые структуры для улучшения качества переходных процессов в системах автоматического управления. В 1960-х гг. С.В. Емельяновым и его школой эта идея была реализована в форме теории систем с переменной структурой. В классе систем с переменной структурой эффективно решались актуальные задачи теории управления, в том числе: стабилизация существенно неопределенных систем; построение системы слежения, обладающей высоким порядком астатизма; фильтрация и дифференцирование при неизвестной интенсивности шума и др.

С начала 1960-х гг. по инициативе А.А. Фельдбаума и М.А. Айзермана в Институте начались интенсивные исследования по теории распознавания образов, автоматической классификации, самообучающимся системам, методам обработки сложноорганизованных данных. Фундаментальные исследования на эту тему проводились рядом лабораторий. Отметим работы Я.З. Цыпкина и Г.К. Кельманса; М.А. Айзермана, Э.М. Бравермана, Л.И. Розоноэра и Б.М. Литвакова; В.Н. Вапника и А.Я. Червоненкиса; А.А. Дорофеева, И.Б. Мучника и Е.В. Баумана.

Институт является пионером и основоположником признанного всем научным миром направления «Оптимальное управление системами с распределенными параметрами (СРП)» (А.Г. Бутковский). Проблемы оптимального управления СРП описываются дифференциальными уравнениями в частных производных и с запаздыванием, интегральными и интегро-дифференциальными уравнениями, функциональными уравнениями и средствами других математических дисциплин, например, теории чисел, фракталов и др. С физической точки зрения эти проблемы связаны с управлением полями и сплошными средами различной, в

том числе неклассической природы. По этому направлению в мире опубликованы многие тысячи работ. В Институте на эту тему написано более десяти монографий. Восемь из них переизданы в США, Великобритании, Голландии, Финляндии.

Специфика исследований, проводимых в Институте под руководством В.Ф. Кротова, сводится к формулировке условий глобальной оптимальности управления динамическими системами и созданию основанного на них аппарата решения соответствующих задач. Уравнения теории оптимального управления крайне сложны, и их решение сопряжено со многими вычислительными сложностями, составляющими предмет прикладной части теории оптимального управления — вычислительных методов синтеза допустимого и оптимального управлений. Были разработаны новые эффективные универсальные методы последовательного улучшения управления, опирающиеся на указанные идеи и подкрепленные вычислительным опытом и соответствующими программными средствами. Эти разработки проводятся в сотрудничестве с рядом научных коллективов РАН и университетов России, стран СНГ и дальнего зарубежья (Германия, США, Израиль и др.). В комплексе выполняемых исследований Институт играет ведущую роль. Результаты этих работ отражены в многочисленных монографиях, учебниках, обзорах и статьях.

Полученные математические результаты применялись для исследования следующих прикладных научно-технических проблем:

- (1) оптимизация траекторий движущихся объектов, анализ и синтез их систем управления;
- (2) моделирование и анализ развития многоотраслевой экономики;
- (3) синтез и оптимизация управления квантовым состоянием вещества.

В рамках пункта (1) выделяются задачи оптимального управления маневрами летательного аппарата в атмосфере Земли при помощи программного изменения тяги двигателя и угла атаки. Расчеты этих маневров постоянно воспроизводятся в инженерной практике применительно к различным классам летательных аппаратов — от космических аппаратов до самолетов. Предлагаемые подходы отличаются от других известных в литературе тем, что решают проблему отыскания абсолютного оптимума, а также совершенством аналитических методов решения, алгоритмической простотой и, в частности, отсутствием краевых задач.

В рамках пункта (2) проведены исследования нелинейных оптимизационных моделей развития многоотраслевой экономики.

Особый интерес представляют исследования по пункту (3). В настоящее время существует обширная и бурно развивающаяся область новых физических технологий по управлению квантовым

состоянием вещества путем воздействия на него электромагнитного поля. Среди них — синтез новых материалов физическими средствами (вместо химических); разделение изотопов; фотохимия и др. Математический алгоритм синтеза подобного управления является важнейшей частью проектирования этих нанотехнологий.

По общему мнению физиков, адекватным аппаратом для осуществления подобного синтеза являются методы теории оптимального управления. Соответствующие задачи описываются системами нелинейных дифференциальных уравнений, имеющими тысячные порядки. Было проведено исследование решения таких задач на базе разработанных под руководством В.Ф. Кротова методов последовательного улучшения. Обнародование этих методов породило в 1990-е гг. волну исследований специалистов-физиков и соответствующих публикаций в ведущих мировых физических и физико-химических журналах. В этих публикациях был сделан вывод о том, что разработанные в Институте методы являются наилучшим инструментальным средством решения соответствующих задач.

В конце 1960-х гг. под руководством М.В. Мерова в Институте стартовали фундаментальные исследования проблем построения оптимальных многосвязных систем управления (будущий академик О.И. Ларичев, В.Н. Кулибанов, Я.М. Бершанский, Р.Т. Янушевский), в частности, с использованием условий А.А. Милютина и А.Я. Дубовицкого, принципа оптимальности Р. Беллмана и принципа максимума Л.С. Понтрягина. Полученные результаты послужили основой для разработки методов и алгоритмов построения систем оптимального динамического управления гидродинамическими процессами фильтрации при разработке нефтяных месторождений.

На рубеже XX и XXI веков начались фундаментальные исследования проблем моделирования и управления нелинейными динамическими многосвязными системами большой размерности (А.В. Ахметзянов и В.Н. Кулибанов). Полученные результаты подтвердили необходимость разработки новых принципов моделирования и оптимального управления процессами, которые учитывали бы структурные и физические особенности пространства состояний, свойства движущихся субстанций, характера допустимых управляющих воздействий.

Огромную роль в выработке у сотрудников Института тяги к решению сложных и комплексных проблем управления важнейшими народно-хозяйственными объектами сыграли работы по Проекту 705 — проекту создания первой в мире комплексно автоматизированной атомной подводной лодки (АПЛ). Работы по новой АПЛ возглавил академик А.П. Александров, а по автоматизации АПЛ — академик В.А. Трапезников. Впоследствии

эти работы нашли продолжение при создании и совершенствовании систем управления атомными ледоколами («Арктика», «Сибирь»), а также новой серии крупнотоннажных танкеров и контейнеровозов и кардинально изменили представления моряков о требованиях к надежности комплектующих элементов. Стало понятным, что важнейшую роль в повышении эффективности решения боевых задач, особенно в экстремальных ситуациях, играет человеческий фактор (в то время до 70 % аварийных ситуаций возникали по вине человека-оператора). Была создана специальная группа во главе с Д.И. Агейкиным, разработки которой (в том числе полунатурных стендов-тренажеров, методик профессионального отбора операторов, выбора технических средств визуализации и характера представления информации) позволили на порядок увеличить эффективность и надежность работы человека-оператора и групп операторов (боевых расчетов) при одновременном резком (втрое) сокращении численности личного состава АПЛ.

Другой пример комплексной работы такого рода — Проект «Запчасть», нацеленный на решение проблемы обеспечения народного хозяйства СССР запасными частями к разнообразной технике и оборудованию, в том числе двойного назначения. Работа выполнялась группой сотрудников Института под руководством А.А. Дорофеюка в 1971—1975 гг. Огромную роль в ее успехе сыграл В.А. Трапезников, который как первый заместитель председателя ГКНТ сумел привлечь внимание к этой работе председателя Совмина А.Н. Косыгина и его первого заместителя Д.С. Полянского, руководителей нескольких союзных республик и крупных регионов РСФСР.

В 1960-е гг. начались и продолжают поныне работы в области создания автоматизированных информационно-управляющих систем (А.Ф. Волков, А.Г. Мамиконов, В.В. Кульба, А.Д. Цвиркун, О.И. Авен, В.Л. Эпштейн и др.). Первыми примерами таких систем стали АСУ «Металл» (автоматизированная система управления поставками металлопродукции в стране), АСУ «Морфлот», АСУ «Обмен» и др.

Уникальную роль в автоматизации процессов массового обслуживания сыграла разработанная для Аэрофлота в конце 1960 — начале 1970-х гг. АСУ «Сирена» бронирования мест в самолетах и продажи авиабилетов (генеральным конструктором «Сирены» решением Совета Министров СССР был назначен В.А. Жожикашвили). Немалая заслуга в успехе внедрения разрабатывавшихся методов автоматизации принадлежит В.А. Кучеруку.

В середине 1980-х гг. было положено начало работам по исследованию вопросов управления безопасностью сложных систем (В.В. Кульба, А.Я. Андриенко, В.Н. Бурков, Б.Г. Волик, В.Г. Ле-

бедев, Ю.С. Легович и др.). Работы эти продолжают и поныне. Из полученных результатов наиболее серьезные связаны с решением проблем информационной безопасности и управлением безопасностью в условиях чрезвычайных ситуаций.

Хорошо известны фундаментальные достижения Института и в области теории надежности (Б.С. Сотсков, Б.Г. Волик, С.М. Доманицкий, И.Е. Декабрун, Б.П. Петрухин) и технической диагностики (П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоян, М.Ф. Каравай и др.).

Широким фронтом велись и продолжают сегодня разработки новых технических средств и систем автоматизации, активным участником которых был академик Академии наук Грузии И.В. Прангишвили, возглавлявший Институт в 1987—2006 гг. В начале 1960-х гг. в микроэлектронике была выдвинута концепция однородных микроэлектронных логических и вычислительных структур. Концепция создавалась под руководством И.В. Прангишвили. На базе этой концепции в Институте были разработаны многопроцессорные вычислительные системы серии ПС (ПС-2000 и ПС-3000). По производительности комплексы ПС были соизмеримы с самыми мощными отечественными вычислительными системами соответствующих классов. Эти комплексы отличались наилучшим значением соотношения производительности/стоимость.

Выдвинутая еще в 1950-е гг. Б.С. Сотсковым идея унификации средств автоматизации технологических процессов на базе блочно-модульного принципа их построения легла в основу агрегатной унифицированной системы приборов. В последующие годы развитием этой идеи стали Государственные системы промышленных приборов и средств автоматизации ГСП-1 (1960—1970-е гг.) и ГСП-2 (1980—1990-е гг.).

Огромные продвижения были достигнуты и в части создания новых принципов построения датчиков и измерительных приборов (Д.И. Агейкин, В.Ю. Кнеллер и др.), магнитных и полупроводниковых элементов (М.А. Розенблат, Н.П. Васильева и др.), средств автоматического анализа (система БАРС) и релейных устройств (М.А. Гаврилов, П.П. Пархоменко и др.), элементов пневмоавтоматики (М.А. Айзерман, А.А. Таль, А.А. Тагаевская, Т. К. Берендс и Т. К. Ефремова). Сегодня многие из этих работ находят свое продолжение в форме создания современных магнитных элементов с применением нанотехнологий (С.И. Касаткин), средств струйной техники (А.М. Касимов), радиоволновых датчиков (Б.В. Лункин).

Под руководством А.М. Касимова разработана агрегатно-интегральная струйная техника (АИСТ), предназначенная для управления параметрами авиационных двигателей на воздухе от воздушной турбины с температурой до 500 °С (в отдельных

случаях до 950 °С) при вибрациях, ударах и широком спектре источников радиации. На основе разработок Института ОАО «Омское МКБ» и Московское ОАО «ЭГА» выпускают струйные регуляторы направляющего аппарата, компрессора и др. (более 20 регуляторов), которые эксплуатируются на самолетах Як-42, Ил-86, Ил-96, «Руслан», Ан-70, Ту-204 и др. За последние 20 лет струйные регуляторы наработали в полете без отказов более 20 млн ч.

В 1970-е гг. были созданы новые поколения средств аналого-цифровой техники — гибридные вычислительные системы ГВС-100 и ГВС «Русалка» (Б.Я. Коган).

Еще одним достижением Института стала система средств программируемой автоматики с параллельной структурой (СПА-ПС), разработанная в связи с делегированием в 1986 г. Институту научного руководства программой работ по созданию АСУТП для АЭС будущего. Авторами концепции СПА-ПС стали ученики М.А. Гаврилова (А.А. Амбарцумян и др.). Еще один проект, осуществленный учениками М.А. Гаврилова (О.П. Кузнецов, А.К. Григорян и др.) и основанный на разработанной ими концепции языков программирования логических устройств, завершился созданием системы автоматизации программирования станков с ЧПУ, серийно выпускавшейся промышленностью в 1980-е гг.

Работы Института по исследованию свойств полупроводниковых структур со специфическими вольтамперными характеристиками (В.Д. Зотов) привели к созданию принципиально новых полупроводниковых многофункциональных сенсоров (Z-сенсоров).

Начиная с 1970-х гг., важным направлением стало исследование роли и характера участия человека в контуре управления и в работе по анализу и совершенствованию административных и социально-экономических систем. Здесь следует отметить пионерские работы Д.И. Агейкина и нынешние: А.Д. Цвиркуна и В.К. Акинфиева, Ф.Ф. Пашенко, В.Б. Гусева и В.В. Павельева, А.С. Манделя, Э.А. Трахтенгерца и В.Г. Лебедева, А.А. Дорофеюка и А.Л. Чернявского, В.Н. Буркова, Д.А. Новикова и А.Г. Чхартишвили.

Сюда же примыкают работы по теории выбора — М.А. Айзермана, А.В. Малишевского и Ф.Т. Алескерова — и методам поддержки принятия управленческих решений — А.С. Манделя; А.А. Дорофеюка и А.Л. Чернявского; В.Н. Буркова, А.В. Щепкина и А.Ю. Заложнева.

Существенные результаты получены в области управления в задачах биологии, медицины и здравоохранения. С 1960-х гг. этими проблемами начали заниматься в лабораториях М.А. Айзермана, Н.В. Позина, А.М. Петровского и А.А. Фельдбай-

ма. Затем фронт работ расширился. В настоящее время задачами, связанными с исследованием различных аспектов управления в биомедицинских системах, активно занимается ряд лабораторий Института. Интересные результаты в разные годы получены: А.А. Десовой; группой сотрудников под руководством Е.А. Андреевой и О.Е. Хуторской; Л.А. Дартау, В.Н. Новосельцевым, А.И. Яшиным и А.И. Михальским; А.А. Дорофеюком, И.Б. Мучником и С.М. Бородкиным.

С середины 1990-х гг. под руководством В.А. Уткина ведутся исследования по декомпозиционному синтезу систем управления в рамках блочного подхода. Данный подход, опирающийся на структурные свойства оператора объекта управления, служит конструктивной методологической основой для анализа и синтеза систем управления линейными и нелинейными многомерными многоканальными объектами автоматического управления, функционирующими в условиях действия внешних неконтролируемых возмущений, параметрической неопределенности и при неполных измерениях. К настоящему времени разработаны декомпозиционные алгоритмы синтеза обратной связи для решения ряда фундаментальных задач теории управления (стабилизации, инвариантности, наблюдения, идентификации в реальном времени, слежении и их комплексе), которые позволяют разделить задачи синтеза большой размерности на независимо решаемые элементарные подзадачи меньшей размерности. Дополнительное применение методов теории систем с разрывными управлениями, функционирующими в скользящем режиме, как в задачах управления, так и в задачах наблюдения, позволяет обеспечить робастные свойства и инвариантность замкнутых систем. Предлагаемые алгоритмы достаточно просты в реализации и позволяют снизить объем априорной информации об объекте управления и среде его функционирования. Разработанные в теории методы и алгоритмы применяются для решения ряда прикладных задач, в которых объекты управления представляют собой роботы-манипуляторы, двигатели внутреннего сгорания, электроприводы различных типов и различные технические процессы.

В конце 2006 г., после кончины Ивери Варламовича Прангишвили, директором Института избран академик Станислав Николаевич Васильев. Институт развивается, активизировав фундаментальные исследования в различных областях теории управления и ее приложений, в том числе по его основным направлениям научной деятельности:

- теория систем и общая теория управления;
- методы управления сложными техническими и человеко-машинными системами;
- теория управления в междисциплинарных моделях организационных, социальных, экономи-

ческих, медико-биологических и экологических систем;

- научные основы технологий управления подвижными объектами и навигации;
- теория и методы разработки программно-аппаратных и технических средств управления и сложных информационно-управляющих систем;
- научные основы интегрированных систем управления и автоматизации технологических процессов управления производством.

Под руководством Б.Т. Поляка продолжает развиваться теория линейных систем автоматического управления. Здесь в центре внимания находятся такие трудные и актуальные задачи, как синтез регуляторов заданной структуры (в частности, регуляторов низкого порядка), синтез статических регуляторов по выходу, проблема одновременной стабилизации, задачи управления при постоянно действующих возмущениях. Удалось разработать несколько эффективных подходов к их решению. Прежде всего, на основе понятия сверхустойчивости можно получать решения упомянутых трудных задач с помощью линейного программирования. Кроме того, предложен вероятностный подход к решению данных детерминированных задач. Рандомизированные алгоритмы оказались очень эффективными для многих задач управления и оптимизации.

Продолжаются работы по восходящей к Я.З. Цыпкину «робастизации» теории управления. Для решения трудных задач робастного управления оказались полезными упомянутые выше методы — и сверхустойчивость, и вероятностный подход. Удобным аппаратом решения современных задач анализа и синтеза робастных систем стала классическая теория D -разбиений, развитая на новом уровне в работах сотрудников лаборатории.

Исследуются системы управления, подверженные воздействию произвольных ограниченных внешних возмущений и системных неопределенностей. На основе эллипсоидального описания и техники линейных матричных неравенств разработаны эффективные методы подавления внешних возмущений. Предложены алгоритмы синтеза регуляторов (с помощью обратной связи по состоянию или выходу); разработана техника фильтрации внешних возмущений.

В лаборатории А.Г. Кушнера, в состав которой вошел коллектив лаборатории ушедшего из жизни в 2011 г. А.Г. Бутковского¹, разрабатываются дифференциально-геометрические методы исследования нелинейных систем с управлением, в частности, методов управления сингулярными режимами в системах с распределенными параметрами. Та-

¹ В 2013 г. лаборатория, которой руководит д-р физ.-мат. наук профессор А.Г. Кушнер, получила имя А.Г. Бутковского.

кие системы описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, как правило, нелинейными. Под сингулярными решениями дифференциальных уравнений понимают либо разрывные решения типа ударных волн, либо непрерывные решения, у которых разрывны частные производные (так называемые слабые разрывы). Теория обобщенных функций, с помощью которой традиционно анализируются разрывные решения, может быть применена лишь к линейным уравнениям. Альтернативой этому аппарату для нелинейных систем служит геометрическая теория многозначных решений, активно развиваемая в лаборатории. Методы, полученные в этом направлении, применяются к задачам управления фронтами вытеснения нефти при разработке нефтяных месторождений (совместно с лабораторией А.В. Ахметзянова), к задачам управления фокусировкой нелинейных звуковых пучков.

Ведутся работы по классификации систем с управляющими параметрами относительно преобразований обратной связи, установлена связь полученных дифференциальных инвариантов с принципом инвариантности Б.Н. Петрова.

В лаборатории были выполнены пионерские работы по проблеме управления квантовыми физическими объектами — сегодня это называют нанотехнологиями, а также разрабатываются принципы оптимального управления системами с распределенными параметрами и системами, описываемыми уравнениями с дробными производными. Результаты исследований применяются в теплотехнике, металлургии, химической технологии, других отраслях. В частности, проводились работы по оптимальному управлению полем радиальных термонапряжений при проектировании комплекса «СТАЛЬ-ПРОКАТ».

В настоящее время в Институте проводятся фундаментальные исследования, связанные с разработкой принципов иерархической многоуровневой декомпозиции и расщепления нелинейных операторов в функциональных пространствах с распараллеливанием вычислений на многопроцессорных вычислительных системах в различных программных средах (А.В. Ахметзянов). Результаты исследований ориентированы на создание универсальных принципов моделирования и оптимального управления нелинейными многосвязными системами большой размерности, в частности, процессами фильтрации флюидов (жидких и газообразных углеводородов) в пористых средах резервуаров месторождений углеводородов с геологическими и геометрическими условиями залегания любой сложности. Вытесняющие реагенты выступают в роли управляющих воздействий.

Анизотропная теория распространена на системы с параметрическими возмущениями (А.П. Курдюков). Процедура синтеза анизотро-

пийных регуляторов требует решения системы уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и алгебраического уравнения специального вида, для чего была разработана процедура решения такого рода уравнений методом гомотопий и создан пакет прикладных программ. В настоящее время ведутся работы по построению теории субоптимального анизотропного управления, анизотропной теории управления для алгебро-разностных систем, проводятся исследования по построению анизотропных регуляторов пониженного порядка, на вход которых поступает случайный гауссовский сигнал с неизвестными характеристиками. Построенная теория существенным образом опирается на вновь введенные понятия средней анизотропии случайного входного сигнала и анизотропной нормы линейной системы. Полученные результаты позволяют повысить степень робастности к возмущениям при синтезе алгоритмов управления движением летательных аппаратов, что актуально для повышения безопасности и живучести летательных аппаратов.

Ведутся фундаментальные исследования решения NP-трудных проблем дискретной и комбинаторной оптимизации (лаборатория А.А. Лазарева). Полученные результаты применяются для решения практических задач теории расписаний и календарного планирования. Для минимаксных задач теории расписаний впервые введена метрика и для их решения применяются методы изменения параметров, динамического программирования и другие современные методы исследования. Ведутся работы по изучению природы сложности классических комбинаторных проблем и разрабатываются алгоритмы решения практических задач большой размерности за приемлемое время с гарантированной погрешностью целевой функции. В лаборатории активно развивается новый метод решения задач комбинаторной и дискретной оптимизации, представляющий собой модификацию классического метода динамического программирования, основанного на принципе оптимальности Беллмана. Предложенный метод, названный «графическим», был успешно применен для решения ряда задач теории расписаний и дискретной оптимизации, с его помощью можно существенно сократить трудоемкость решения для некоторых задач комбинаторной оптимизации. Установлены тесные научные связи с ведущими научными школами из Германии, Франции, Великобритании.

В лаборатории И.Б. Ядыкина исследуются тематические модели инфраструктурных систем управления. Предложены новые принципы построения систем автоматического регулирования частоты и мощности для крупных энергообъединений, базирующиеся на применении новых высокоточных устройств измерения с привязкой к астрономическому времени и новых методов син-

теза регуляторов на основе решения оптимизационных задач с ограничениями. Особо следует отметить работы в области создания интеллектуальных энергетических систем с активно-адаптивными сетями (ИЭС ААС). Лаборатория принимала участие в разработке концепции ИЭС ААС для ОАО «ФСК ЕЭС» в части принципов построения и архитектуры автоматизированной и мультиагентной систем мониторинга статической устойчивости в реальном времени. Кроме того, лаборатория разрабатывала алгоритмы управления модами электромеханических колебаний в ЕЭС, методы и модели систем автоматической настройки сложных регуляторов энергетического оборудования.

Под руководством члена-корреспондента РАН Д.А. Новикова активно развиваются теоретические основы разработки и исследования теоретико-игровых и оптимизационных моделей управления системами междисциплинарной природы (организационно-технической, социально-экономической, эколого-экономической и др.). Предложены оригинальные методы анализа, синтеза и оптимизации управления иерархическими, многокомпонентными, динамическими и распределенными организационными системами, в том числе функционирующими в условиях неопределенности, кооперативного или конкурентного взаимодействия элементов, с учетом коммуникативной поддержки и информационного противодействия (Д.А. Новиков, В.Н. Бурков, М.В. Губко, Н.А. Коргин, С.П. Мишин, А.Г. Чхартишвили). На их основе разработаны комплексы прикладных механизмов управления, эффективность которых подтверждена при разработке и практическом внедрении механизмов управления проектами федерального, регионального и корпоративного уровней (В.А. Ириков, А.В. Щепкин).

В лаборатории Л.Б. Рапопорта исследуются неголономные и другие механические системы. Предложен новый вариационный принцип механики — принцип минимакса, который позволяет сводить задачи оптимального управления механическими системами к стандартным задачам на условный экстремум. Установлен принцип декомпозиции для управляемых механических систем, нашедший применение в управлении манипуляционными роботами (включая многоруких роботов), летательными аппаратами, судами, двигателями внутреннего сгорания, динамическими тренажерами. Разработан метод анализа устойчивости нелинейных систем с неполной информацией, описываемых дифференциальными разностными включениями. Развита вариационная методика анализа таких систем, введены новые классы функций Ляпунова, что позволило получить новые критерии устойчивости. Для нелинейных управляемых систем получены необходимые и достаточные условия стабилизируемости в терминах существова-

ния стабилизирующих пар — управления и функции Ляпунова, обеспечивающей устойчивость замкнутой системы управления.

В последнее время ведутся работы по применению методов спутниковой GLONASS/GPS и инерциальной навигации к задачам управления механическими системами. Активно развиваются методы управления колесными роботами. Предложены методы планирования траекторий колесных роботов, решены задачи синтеза законов управления, оценки областей притяжения и областей достижимости. Полученные результаты находят применение в сельском хозяйстве, строительстве, обеспечении безопасности работы в сложных условиях.

Построены прототипы мобильных роботов и системы управления, реализующие теоретические результаты лаборатории. Подготовлено несколько патентов.

Развита методика нелинейного анализа обратимых механических систем, обладающих свойством пространственно-временной симметрии. Получен ряд фундаментальных результатов, нашедших большой отклик в международном научном сообществе.

В области нелинейных колебаний предложена теория периодических движений, с единых позиций описывающая как колебания, так и вращения. Развита теория систем, близких к резонансным и близких к автономным. Для систем с первым интегралом проанализированы колебания, устойчивость, возможность стабилизации, решена задача управления (В.Н. Тхай).

Под руководством С.К. Даниловой ведутся работы по разработке метода определения экстремальных свойств оптимального управления морскими подвижными объектами (МПО) для построения эффективных алгоритмов реализации принципа максимума. Разработана методика синтеза субоптимального управления движением МПО с использованием оценок экстремальных свойств оптимального управления объектом и заданных оценок текущих и прогнозируемых ситуаций по состоянию технических средств и систем управления объекта, воздействию внешней среды и гипотез о возможных вариантах развития ситуаций в нештатных и аварийных режимах. Предложены алгоритмы синтеза альтернативных безопасных траекторий движения МПО с применением методов субоптимального управления и динамических оценок текущих и прогнозируемых ситуаций, построенных с применением динамических экспертных систем продукционного типа.

Разрабатываются и исследуются методы построения и особенности функционирования сложных программно-технических комплексов для АСУТП. Проводятся теоретические исследования методов построения баз знаний для создания но-

вого поколения систем управления на базе аппарата нечетких множеств, моделирование объектов управления в качественных шкалах и автоматическая генерация баз знаний на основе собранных натурных данных. Разрабатываются программные системы, позволяющие создавать «под ключ» системы автоматического управления с встроенными базами знаний для задач ранней диагностики и др. Практическая значимость результатов состоит в возможности применения данной методологии для создания макета сложной программно-технической системы управления объектами повышенной опасности, отвечающей современным требованиям открытых систем: АСУТП АЭС в РФ, Иране и Индии (Н.Э. Менгазетдинов, А.Г. Полетыкин).

В лаборатории Г.Г. Гребенюка активно развивается новое направление: разработка информационно-аналитических автоматизированных систем для управления крупными организационно-техническими комплексами, такими как топливно-энергетическое хозяйство (ТЭХ) мегаполиса. Эти комплексы характеризуются недостаточной структуризацией объектов, задач, процессов управления, множественностью связей между ними. Принят в промышленную эксплуатацию ряд крупных автоматизированных систем, в том числе направленных на повышение энергоэффективности объектов ТЭХ Москвы. Дальнейшее развитие данного направления связано с разработкой моделей и методов управления инфраструктурными объектами, к примеру, системами энергоснабжения по критериям энергоэффективности и отказобезопасности, методов и средств проектирования больших информационно-управляющих систем с помощью многоаспектного подхода.

В той же лаборатории под руководством М.Х. Дорри разрабатываются теоретические основы создания исследовательских комплексов и стендов для анализа, синтеза и отладки алгоритмического и программного обеспечения интеллектуальных систем управления сложными техническими комплексами с помощью интегрированных систем обработки данных на основе:

- блочно-иерархического структурирования задачи;
- объединения расчета непрерывных и логических процессов;
- образного представления объектов;
- организации многоуровневого взаимодействия блоков между собой и с системой;
- взаимодействия инструментальной системы с базами данных и модулями, имитирующими исследуемые объекты и помогающими легко реконструировать решаемые задачи.

Выполняются инициативные работы по созданию новых, не имеющих аналогов в мире нанодатчиков: туннельных датчиков (на основе магнитных квантовых точек — совместно с ФИ РАН

и ТЦ МИЭТ) и магниторезистивных (МР) датчиков, свойства которых обнаружены сотрудниками ФИАН. Ведутся работы с целью получения и исследования наноземель на основе магнитополупроводниковых МР наноструктур. Разрабатываемые нанодатчики составляют конкуренцию существующим анизотропным и спин-вентильным МР датчикам магнитного поля и тока (С.И. Касаткин).

В лаборатории В.Н. Лебедева разработаны концепция новой Интернет-службы и принципы построения специализированных средств и технологий для поддержки удаленных взаимодействий в гетерогенной информационной и сетевой среде, ориентированных на решение следующих системных задач:

- создание простого, интуитивно понятного средства сетевой поддержки распределенных приложений и многоагентных систем;
- обеспечение защиты от потери данных в условиях некачественных каналов связи (надежность и устойчивость к сетевым сбоям);
- создание средств межсерверной маршрутизации данных, одинаково применимых как для on-line, так и для off-line взаимодействий.

Сотрудникам лаборатории в 2011 г. присуждена премия им. А.Г. Мамиконова за работу «Создание новых информационных технологий и методов обработки и обмена данными в распределенных гетерогенных системах и их внедрение в Национальном центральном бюро Интерпола при МВД России и его региональных филиалах». На основе средств удаленного доступа к международным базам данных разработаны системы организации международного розыска физических лиц и системы контроля похищенных и утраченных паспортов. Созданы сервисы для взаимодействия с органами федеральной власти через систему межведомственного электронного взаимодействия.

В настоящее время осуществляется переход на облачные технологии организации автоматизированных информационных систем, что дает возможность использования рациональной архитектуры при обеспечении эффективного доступа к информации.

В лаборатории Б.В. Лункина ведутся теоретические работы в области синтеза многоканальных датчиков и разработки алгоритмов решения задач измерения в условиях неполной информации о состоянии объектов. Предложен алгоритм измерения параметров трехслойной среды, основанный на возбуждении электромагнитного поля в резонаторе W-образной структуры на пяти собственных частотах. Алгоритм опирается на решение системы уравнений, составленной из соотношений, которые связывают собственные частоты и контролируемые параметры. Он обеспечивает однозначность и высокую точность измерения, что особенно важно для решения задач измерений параметров много-

компонентных нестационарных потоков. За последние годы лаборатория выполнила более десяти проектов на уровне НИОКР. Созданы автоматизированная система предупреждения взрывов в шахтах на базе радиочастотного датчика количества осаждаемой пыли, система измерения запасов топлива в баках Международной космической станции, комплекс средств и алгоритмов для определения покомпонентного объемного содержания нефтеводяного потока в скважинах, датчик расхода неоднородных смесей в безнапорных каналах.

В лаборатории В.М. Вишневого ведется разработка теоретических основ построения и управления перспективными широкополосными сетями обработки мультимедийной информации, включая сверхвысокоскоростные самоорганизующиеся сети миллиметрового диапазона радиоволн (71–76 ГГц, 81–86 ГГц) и гибридные сети на базе радио- и лазерной технологий. Важное направление исследований заключается в разработке нового поколения систем управления интеллектуальными транспортными системами с помощью RFID-технологий и новейших беспроводных средств.

Активно развивается взаимодействие с институтами ОЭММПУ и других отделений РАН. В частности, в сотрудничестве с Институтом динамики систем и теории управления СО РАН ведутся работы по управлению группировками движущихся объектов (формаций), устойчивости и управлению в гетерогенных и некоторых других моделях динамических и интеллектуальных систем. Разрабатываются совместные научные проекты с Национальными академиями наук Украины и Беларуси.

Обновлен и расширен состав редколлегии журнала «Автоматика и телемеханика» — первого в мире журнала по автоматическому управлению, созданного еще в 1936 г. (главный редактор — С.Н. Васильев).

Также обновлен и расширен состав Научного совета РАН по комплексным проблемам управления и автоматизации. В бюро Научного совета, помимо сотрудников Института академика С.Н. Васильева, В.В. Кульбы, члена-корреспондента РАН Д.А. Новикова, Б.Т. Поляка и В.Г. Лебедева, входят академики С.В. Емельянов (ИСА РАН), А.Б. Куржанский (МГУ), Ф.Л. Черноусько (ИПМех РАН) и А.Л. Фрадков (ИПМаш РАН). В Научном совете работают секции:

секция 1 — управления, устойчивости и оптимизации систем (председатель — Б.Т. Поляк);

секция 2 — информационно-управляющих систем (председатель — В.В. Кульба);

секция 3 — управления в междисциплинарных моделях (председатель — чл.-корр. РАН Д.А. Новиков);

секция 4 — Санкт-Петербургская секция управления (председатель — А.Л. Фрадков);

секция 5 — молодых ученых (председатель — З.К. Авдеева).

С 2012 г. Институт участвует в Программе фундаментальных исследований ОЭММПУ РАН «Анализ и оптимизация функционирования систем многоуровневого, интеллектуального и сетевого управления в условиях неопределенности». Координатор программы — академик С.Н. Васильев. Образованы два основных направления Программы:

1. «Анализ и оптимизация функционирования в разных временных шкалах многоуровневых систем управления с неполной информацией», координаторы — Е.Я. Рубинович, С.А. Краснова;

2. «Управление и оптимизация в многоуровневых и сетевых системах организационно-технической природы», координаторы — чл.-корр. Д.А. Новиков, М.В. Губко.

Во втором направлении выделены три поднаправления:

- управление и оптимизация в сетевых системах, координаторы — А.В. Ахметзянов, П.Ю. Чеботарев;
- интеллектуальное управление движущимися объектами, координаторы — В.Г. Лебедев, М.Х. Дорри;
- моделирование и оптимизация многоуровневых информационно-управляющих систем реального времени, координаторы — В.В. Кульба, Б.В. Павлов.

Помимо ИПУ РАН, в Программе выразили готовность участвовать Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Научный геоинформационный центр РАН, Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН (г. Санкт-Петербург), Институт проблем управления сложными системами РАН (г. Самара), Самарская секция Научного совета РАН по проблемам движения и навигации, Институт проблем точной механики и управления РАН (г. Саратов), Институт механики и машиностроения РАН (Казань), Институт механики Уфимского научного центра РАН, Институт динамики систем и теории управления СО РАН (г. Иркутск), Институт проблем морских технологий ДВО РАН и Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток).

Институт участвует также в Программе ОЭММПУ РАН «Научные основы робототехники и мехатроники», координатор — академик Ф.Л. Черноусько, в рамках которой, например, решается задача путевой стабилизации движения колесных роботов.

Институт принимает участие в Программах фундаментальных исследований Президиума РАН:

- «Динамические системы и теория управления», координатор — академик А.Б. Куржанский;
- «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического ми-

нерального сырья, необходимого для модернизации экономики России», координаторы — академики Л.И. Леонтьев, Д.В. Рундквист.

Фундаментальные и прикладные исследования проводятся в Институте также в рамках региональных Программ и по заказам Министерства обороны, Министерства внутренних дел, Национального центрального бюро Интерпола при МВД России, ОАО «РЖД», Федерального научно-производственного центра «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова», Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева, ОАО «Научно-исследовательский электромеханический институт», ВНИИ по эксплуатации атомных электростанций, ФГУП «ЦАГИ» и многих других организаций.

Сотрудники Института участвуют в работах по более чем 50 грантам Российского фонда фундаментальных исследований.

В рамках Федеральной космической программы России на 2006—2015 гг. для создаваемой в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева перспективной трехступенчатой составной ракеты-носителя «Ангара» разработаны (применительно к версии «Ангара-А5») система управления расходом топлива и принципиально новая пневмогидравлическая система подачи топлива (ПГСП) с использованием новых непрерывных датчиков давления и алгоритмических средств диагностики и парирования отказов в каналах измерения и в исполнительных органах. Эти системы предназначены для существенного улучшения энергетических характеристик ракеты, поддержания антикавитационного режима работы жидкостного ракетного двигателя с соблюдением требований прочности топливных баков жидкостной ракеты. При построении системы управления расходом топлива и ПГСП использованы новые принципы, позволившие существенно расширить возможности применения ракетносителей, учитывались требования унификации ракетных блоков, входящих в состав носителей. Разработаны также программные и контрольные средства, используемые в технологической цепи создания и отработки бортового программного обеспечения ракетносителей. Разработаны новые принципы и алгоритмы действия бортовых систем кислородно-водородных разгонных блоков (КВРБ) перспективных ракетносителей тяжелого класса для обеспечения существенного повышения длительности эксплуатации КВРБ в космическом пространстве (А.Я. Андриенко, В.П. Иванов).

В 2007 г. в Институте были созданы первые молодежные научные школы (МНШ), развиваются другие формы интенсификации финансовой поддержки научных исследований молодых ученых.

Сегодня такие МНШ действуют в 20 лабораториях Института. Активен Совет молодых ученых и специалистов, который организует и проводит различные конкурсы работ молодых ученых и молодежные научные конференции. В Институте работают четыре диссертационных совета по восьми специальностям.

Сотрудники ИПУ активно участвуют в ведущих международных научных форумах по управлению. В августе 2011 г. в Милане прошел XVIII Конгресс Международной федерации по автоматическому управлению, на котором с докладами выступили 42 научных сотрудника Института.

В 2013 г. в Санкт-Петербурге при активном участии Института была организована и прошла международная конференция MIM-2013 (Manufacturing Modelling, Management and Control), принявшая 455 участников из 61 страны, причем более 300 человек — из стран дальнего зарубежья. На конференции были представлены 387 докладов. Проведение крупного международного мероприятия, уже второго (после INCOM'09 — тематического симпозиума «Information Control Problems in Manufacturing» ИФАК 2009 г., проходившего в ИПУ РАН), стало возможным благодаря усилиям Н.Н. Бахтадзе.

Ежегодно в стенах Института проводится ряд международных и всероссийских научных и научно-практических конференций и семинаров по различным направлениям теории управления. Среди них: международная конференция им. Е.С. Пятницкого «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (СТАВ), общероссийский семинар «Современные методы навигации и управления движением», Всероссийская молодежная научная конференция по проблемам управления, международная конференция «Идентификация систем и проблемы управления» (SICPRO), международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов», международная конференция «Проблемы управления безопасностью сложных систем», международная конференция «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM», международная конференция «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО) и др. В их работе принимают участие сотни ведущих специалистов российской и мировой науки управления.

Сегодня, как и на протяжении всей своей славной истории, Институт остается крупнейшим научно-исследовательским институтом страны и одним из самых авторитетных научных центров в мире в области науки управления и автоматизации. Редакция, редакция и читатели журнала поздравляют ИПУ РАН и его сотрудников с юбилеем!