

## А.И. Кухтенко и его научная школа<sup>1</sup>

*Рассказано о жизненном пути, научной и педагогической деятельности академика НАН Украины А.И.Кухтенко (1914—1994). Проанализированы его труды и труды членов созданной им научной школы. Приведены воспоминания учеников, коллег и дочери А.И.Кухтенко, воссоздающие его облик как ученого, учителя, человека.*

Выдающийся учёный и организатор науки Александр Иванович Кухтенко (1914—1994) принадлежит к числу ученых, заложивших фундамент тех научных представлений, на которые опирается сегодня процесс информатизации общества. Научные интересы А.И.Кухтенко охватывали широкий круг специальных дисциплин: это динамика неголономных систем, теория инвариантности и ее применения в различных областях техники, абстрактная

теория систем, теория автоматического управления и регулирования, аксиоматическая теория динамических управляемых систем, анализ и построение сложных многомерных систем управления. Вместе с тем Александра Ивановича глубоко интересовали наиболее общие проблемы информатики, информатизации общества и науковедения, междисциплинарных связей в науке, методологии и истории науки [1].

В своей совокупности исследования А.И.Кухтенко во многом способствовали становлению кибернетики, проникновению её идей и методов в различные сферы науки и практики. Концепции, разработанные А.И. Кухтенко, легли в основу формирования как теоретического базиса кибернетики, так и её технических приложений. К первому направлению принадлежат его работы в области абстрактной (общей) теории систем, ко второму — исследования различных автоматически управляемых объектов и систем, инвариантных к возмущениям. Во всём обширном научном наследии А.И.Кухтенко (около 170 печатных работ в отечественных и зарубежных изданиях) фундаментальные исследования органично сочетаются с решением прикладных задач.

Жизненный путь академика АН Украины А.И.Кухтенко может служить примером беззаветного служения науке [2]. Вопреки господствовавшим в официальной науке представлениям А.И.Кухтенко настойчиво добивался признания новых



А.И. Кухтенко

<sup>1</sup> Статья подготовлена на базе материалов, предоставленных коллегами и учениками А.И. Кухтенко.

научных идей, в частности теории инвариантности, которая сегодня является неотъемлемой составной частью теории систем [3].

А.И.Кухтенко — создатель научной школы в области теории инвариантности, теории автоматического управления, физической кибернетики и математической теории систем. Большое внимание он уделял подготовке высококвалифицированных научных и инженерных кадров, многие его ученики стали докторами и кандидатами наук [1, л. 55]. Труды А.И.Кухтенко вплоть до настоящего времени остаются источником новых идей, определяют дальнейший путь развития науки.

А.И.Кухтенко родился 11 марта 1914 г. в г. Городня Черниговской области, окончил семилетнюю школу и профшколу в г. Луганске, в 1932 г. поступил в Индустриальный институт (впоследствии — Донецкий политехнический институт, ныне — Донецкий национальный технический университет). В 1936 г. Александр Иванович с отличием окончил институт, получив диплом горного инженера-электромеханика. Дипломный проект А.И.Кухтенко — разработка новой системы автоматического управления горными машинами — получил высокую оценку таких крупных специалистов, как академик АН Украины В.С.Пак и профессор Московского горного института А.С.Ильичёв. После успешной защиты проекта сам А.И.Кухтенко и все его соавторы (А.Белозерский, С.Нагорный и С.Цвайгбаум) получили предложение остаться в Индустриальном институте в качестве преподавателей.

С 1937 г. А.И.Кухтенко работал ассистентом, а затем преподавателем кафедры “Теоретическая и прикладная механика”, где велись также курсы “Теория механизмов и машин” и “Гидравлика”. Научно-исследовательскую деятельность А.И.Кухтенко начал под руководством профессора В.Г.Гейера на кафедре “Горнозаводская механика”. В

мае 1941 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему “Автоматическое управление рудничных турбомашин”.

При подготовке диссертации А.И.Кухтенко заинтересовался статьей Г.В.Щипанова, который в это время начал разрабатывать свою, ныне всемирно известную, теорию инвариантности [4]. Термин “инвариантность” означает неизменность, стабильность, независимость системы от любых воздействий. Физиологи называют эту проблему ещё проблемой гомеостаза, а Г.В.Щипанов именовал её теорией компенсации внешних возмущений. В настоящее время теория инвариантности представляет собой оформившееся направление общей теории автоматического управления, имеющее свои оригинальные задачи, идеи и методы исследования. Основная задача, решаемая в теории инвариантности, — компенсация внешних относительно системы управления и внутренних возмущающих воздействий, наряду с точным воспроизведением задающих воздействий. В 1940 г. А.И.Кухтенко познакомился с профессором Г.В.Щипановым и стал неизменным сторонником его взглядов, подвергавшихся в те годы резкой критике. В этот же период были установлены научные связи А.И.Кухтенко с группой московских ученых, также разделявших взгляды Г.В.Щипанова. Это прежде всего молодые сотрудники Г.В.Щипанова — Б.Н.Петров и Б.А.Рябов (впоследствии первый из них стал академиком АН СССР, вице-президентом АН СССР, председателем “Интеркосмоса”, а второй — профессором Московского авиационного института), а также профессор П.И.Кузнецов и академик Н.Н.Лузин.

После демобилизации из рядов Советской Армии А.И.Кухтенко вернулся к научным занятиям. С 1946 г. он — старший научный сотрудник Института горного дела АН УССР в Киеве, где организовал лабораторию автоматики и руководил ею в 1949—1954 гг. Научное направление его

работ осталось неизменным — автоматическое управление горными машинами. Под руководством А.И.Кухтенко в этой лаборатории была разработана, изготовлена и успешно прошла заводские и шахтные испытания система автоматического регулирования угледобывающих машин (аналогичные системы в Чехословакии и Англии разрабатывались и испытывались на 5—7 лет позже). На основе теоретических исследований и многократных шахтных испытаний автоматически управляемых машин А.И.Кухтенко в 1954 г. защитил докторскую диссертацию.

В послевоенные годы возобновилась также его педагогическая деятельность. Некоторое время он работал по совместительству в Киевском политехническом институте, затем перешёл на постоянную работу в Киевский институт гражданского воздушного флота (КИГВФ), впоследствии — Киевский институт инженеров гражданской авиации (КИИГА), ныне — Национальный авиационный университет (НАУ). С 1955 г. он — профессор кафедры математики и теоретической механики, где читал курсы “Теоретическая механика”, “Автоматика и телемеханика” и возглавлял эту кафедру в 1956—1957 гг. В 1957 г. А.И.Кухтенко создает здесь кафедру автоматики, позже реорганизованную в кафедру теории автоматического регулирования и авиационной автоматики. Этой кафедрой Александр Иванович руководил около 20 лет, затем работал на ней в должности профессора. Совместно с коллективом кафедры им за короткий срок были созданы и оборудованы три учебные лаборатории, написаны и изданы учебные пособия, лабораторные практикумы, учебники по различным дисциплинам и таким образом успешно организован учебный процесс.

Под руководством А.И.Кухтенко на кафедре велись теоретические и прикладные работы по автоматизации процессов управления воздушным движением (совместно с п/я 4 и 228). Были разработаны новые типы вычислитель-

ных машин для авиационной промышленности: аналоговая машина на вычислительных устройствах типа магнитных усилителей, цифровой дифференциальный анализатор [1, л.33]. В 1964 г. кафедра, организованная А.И.Кухтенко, была признана одной из лучших в Украине по заключению представителей Министерства высшего и среднего образования СССР, обследовавших работу вузов Украины [1, л.34].

В 1958—1961 гг. А.И.Кухтенко был проректором КИГВФ по научно-исследовательской работе, оставаясь одновременно заведующим кафедрой. В это время им были организованы отраслевые научно-исследовательские лаборатории “Авиационные тренажеры” и “Автоматизированные системы управления воздушным движением”, которые он возглавлял более 20 лет. По этой тематике на базе института регулярно проводились межведомственные совещания и конференции, ставшие широко известными. Лаборатории, созданные А.И.Кухтенко, многие годы были базовыми научно-исследовательскими центрами в Министерстве гражданской авиации СССР [5].

За время работы в институте А.И.Кухтенко прочитал множество лекций не только для студентов, но и для инженеров предприятий гражданской авиации, проходивших переподготовку в этом учебном заведении. Особенно ценный цикл лекций он прочитал по современной теории управляемых систем для аспирантов. Лекторская деятельность, а также его личное общение со студентами и аспирантами внесли существенный вклад в формирование научного мышления большой группы инженеров.

В своей педагогической деятельности А.И.Кухтенко стремился использовать наиболее эффективные принципы обучения, “существовавшие в прошлом и полезные для настоящего и будущего”. Он активно проводил линию на повышение качества подготовки научных кадров, обновление форм организации

учебно-научной работы. А.И.Кухтенко полагал, что следует привлекать к научной работе студентов начиная с первых курсов: в этом случае они ощущают необходимость более глубокого изучения тех дисциплин, которые до этого считали не очень нужными.

В 50-е годы и в первой половине 60-х годов педагогическая деятельность А.И.Кухтенко была связана также с Киевским университетом, где он читал на кафедре теоретической механики спецкурсы по динамике неголономных систем и динамике управляемых систем.

Формированию научной школы А.И.Кухтенко во многом способствовала его широкая и разносторонняя деятельность по организации и проведению научных семинаров, совещаний, конференций и других мероприятий, способствующих творческому общению специалистов в области автоматического управления.

В 50-е годы академик А.Ю.Ишлинский, будучи директором Института математики АН Украины, совместно с А.И.Кухтенко и А.Г.Ивахненко организовал общегородской постоянно действующий семинар по теории автоматического управления и регулирования. Семинары проводились один раз в две недели в Киеве при Доме научно-технической пропаганды и быстро приобрели широкую известность. В их работе принимали участие многие украинские учёные и педагоги: О.М.Крыжановский, П.И.Чинаев, Н.М.Чумаков, В.М.Кунцевич, В.В.Павлов, В.И.Иваненко, В.И.Костюк, С.Ф.Козубовский, Б.Ю.Мандровский-Соколов, А.А.Тунник, П.И.Дехтеренко, О.М.Костюк, Г.Ф.Зайцев, Ю.И.Самойленко, В.К.Стеклов, Л.М.Бойчук, Н.А.Озеряный, М.А.Ивашенко, А.Г.Шевелев, Г.Н.Черкашин, Э.А.Кузьмин и другие.

На семинаре обычно выступали один или два докладчика. Для всестороннего критического анализа содержания доклада заблаговременно назначались, как правило, два оппонента. Среди тем, об-

суждаемых на семинарах, большое место занимали темы, связанные с теорией инвариантности. Семинары способствовали решению текущих проблем в теории автоматического управления и представляли собой хорошую школу подготовки молодых специалистов в области автоматике.

В начале 1960-х годов по инициативе академика Б.Н.Петрова был организован Научный совет по проблеме “Управление движением и навигацией” АН СССР. Через некоторое время были созданы секции этого совета в разных городах, в частности киевскую секцию возглавил А.И.Кухтенко (1978). Научная тематика секции — авиационные и космические тренажеры, автоматическое управление подвижными объектами (главным образом управление на основе использования так называемых бесплатформенных, или бескарданных, систем), автоматизация управления воздушным движением и др. Заседания киевской секции проводились несколько раз в год, в них принимали участие ведущие специалисты в области навигации и воздушного транспорта.

Во второй половине 60-х годов А.И.Кухтенко организовал республиканский научный семинар “Сложные системы управления”, в работе которого принимали участие не только ученые Украины, но и специалисты из других республик.

Стремясь расширить круг своих теоретических исследований, А.И.Кухтенко принимает приглашение академика В.М.Глушкова и в 1963 г. переходит на работу в Институт кибернетики АН Украины, продолжая педагогическую и научно-исследовательскую деятельность в Институте инженеров гражданской авиации. В том же году он организывает в Институте кибернетики отдел, который позже (в 1972 г.) получил название отдела системных исследований (отдел № 300). При создании этого отдела А.И.Кухтенко руководствовался стремлением найти общий теоретический

фундамент для исследования любых сложных систем и технических комплексов. Актуальность задачи определялась тем, что обычные методы теории автоматического управления часто оказывались неэффективными, когда возникала необходимость управления сложными, многомерными системами (такими как тренажёры, подвижные объекты, в том числе воздушные и космические), а также быстропротекающими физическими процессами (например в плазме).

В характеристике А.И.Кухтенко, подписанной директором Института кибернетики В.М.Глушковым, отмечалось, что “созданный и возглавляемый им отдел занимается разработкой кибернетических систем управления с распределёнными параметрами, в частности, управлением летательными аппаратами с учётом их упруго-жидких деформаций, и управлением термоядерной реакцией” [1, л.29].

Впоследствии от этого отдела отделились вновь созданные отделы с самостоятельной тематикой, продолжавшей исходную тематику отдела А.И.Кухтенко, их возглавили Ю.И.Самойленко, Ю.П.Ладиков-Роев, В.И.Меркулов, В.В.Павлов, Д.В.Лебедев, В.Л.Волкович. Вместе с отделами, которые аналогичным образом сформировались под руководством А.Г.Ивахненко (отделы В.М.Кунцевича, В.И.Васильева и Г.М.Бакана), было организовано отделение технической кибернетики Института кибернетики АН УССР, руководителем которого А.И.Кухтенко был до 1985 года.

В 1964 г. А.И.Кухтенко был избран членом-корреспондентом АН УССР по специальности “автоматика”, а в 1972 г. — академиком АН УССР по специальности “техническая кибернетика” [1, л.12]. При избрании в академики его кандидатуру выдвинули ИК АН УССР и КИИГА, поддержали Институт механики и Институт проблем прочности АН УССР, академики О.К.Антонов, В.О.Кононенко и др. [1, л.38].

В 1986 г. сотрудникам Института кибернетики — академику А.И.Кухтенко, члену-корреспонденту АН УССР И.В.Сергиенко, доктору технических наук Г.И.Корниенко и другим — была присуждена премия им. В.М.Глушкова, учреждённая АН Украины, за цикл работ “Исследования сложных систем, разработка алгоритмического, программного и технического обеспечения автоматизированных комплексов для решения задач управления и обработки данных” [1, л.49].

В 1988, “учитывая большой опыт научной и научно-организационной работы”, А.И.Кухтенко был назначен советником директора Института кибернетики им. В.М.Глушкова [1, л.51]. В этот период, как и прежде, А.И.Кухтенко много внимания уделял подготовке научных кадров. В руководимых им непосредственно научных подразделениях было подготовлено и успешно защищено 12 докторских и свыше 40 кандидатских диссертаций. Многие годы он был председателем научных советов по защите докторских диссертаций при Институте кибернетики АН Украины.

В 80-е годы под руководством А.И.Кухтенко проводилась подготовка специалистов в области системных исследований. Совместно с коллегами А.И.Кухтенко организовал и провёл четыре республиканских школы-семинара по проблеме “Абстрактная теория систем и ее применения” (Одесса, 1981 г.; Киев, 1984 г.; Черновцы, 1987 и 1990 гг.). Помимо апробации и развития научных взглядов самого Александра Ивановича, на этих семинарах происходило обучение, обмен опытом и информацией по широкому кругу теоретических и прикладных вопросов. Основной тематикой школы стали исследования динамических управляемых систем с помощью методических и формальных средств современной математики, таких как теория дифференциальных уравнений на многообразиях, алгебраическая и дифференциальная

геометрия, теория особенностей и бифуркаций, в частности использовался аппарат групп Ли и алгебр Ли, теория расслоенных пространств, теория джетов, теория категорий и функторов и т. д. По сути эти семинары приобрели значительно более широкий статус, чем республиканский.

Материалы республиканского семинара и школы-семинара систематически публиковались в выпусках трудов, издаваемых Институтом кибернетики АН Украины, и в ежегодных сборниках “Кибернетика и вычислительная техника”, регулярно выходивших под редакцией А.И.Кухтенко. Сборники представляли собой существенный и наиболее известный отечественный источник информации в области теории управления динамическими системами (в связи с чем они систематически переиздавались в США).

А.И.Кухтенко был заместителем главного редактора широко известного и впервые появившегося в мировой литературе двухтомного издания “Энциклопедия кибернетики” (1974). По признанию её главного редактора академика В.М.Глушкова на долю заместителя выпала основная часть трудностей составления и редактирования этого капитального труда.

А.И.Кухтенко многократно принимал участие и выступал с докладами на общесоюзных конференциях и совещаниях, проводимых Национальным комитетом СССР по автоматическому управлению, а также на конгрессах и симпозиумах, организовывавшихся Международной федерацией по автоматическому управлению (IFAC) в Швейцарии, Югославии, Англии, Польше, Японии [1, л.37]. В настоящее время в Украине действует Национальная ассоциация по автоматическому управлению, планы создания которой Александр Иванович постоянно обсуждал со своими учениками. Ежегодно начиная с 1995 г. проходят конференции этой ассоциации, деятельность которой явля-

ется прямым продолжением и развитием научного наследия А.И.Кухтенко.

С 1970 г. А.И.Кухтенко был заместителем председателя Научного совета по проблеме “Кибернетика” АН УССР, с начала 1970-х годов — членом Национального комитета СССР по проблеме “Теоретическая и прикладная механика”, с 1985 г. — членом Национального комитета СССР по автоматическому управлению. В 1974 г. А.И.Кухтенко присвоено почётное звание “заслуженный деятель науки Украины” за заслуги в развитии технической кибернетики и подготовке научных кадров. А.И.Кухтенко — дважды лауреат Государственной премии Украины (1978 и 1991 гг.), ветеран Великой Отечественной войны и труда, награждён орденами и медалями Советского Союза, Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Украины. Особенно он ценил награждение его почетными медалями Ю.А. Гагарина и С.П. Королёва.

Многогранная научная, научно-организационная и преподавательская деятельность А.И.Кухтенко, его личное общение с учениками вылились в создание неформального научного коллектива — научной школы. Её представляют: академик М.З.Згуровский; члены-корреспонденты Ю.Г.Кривонос, А.Д.Федоровский, Ю.И.Самойленко, В.Ф.Губарев; доктора и кандидаты наук В.И.Меркулов, Ю.П.Ладиков-Роев, И.Т.Селезов, П.И.Чинаев, Н.М.Чумаков, Г.Ф.Зайцев, В.Л.Волкович, В.В.Павлов, В.А.Яценко, В.Н.Азарсков, А.Г.Шевелёв, Д.В.Лебедев, В.В.Тимошук, О.М.Крыжановский, В.Н.Семенов, В.В.Удилов, А.В.Руденко, Б.А.Гудыменко, О.М.Костюк, Ю.В.Крементуло, В.Е.Набивач, М.В.Артюшенко, О.В.Никитенко, А.И.Ткаченко, В.П.Гуленко, А.И.Майсурадзе, Л.Ф.Даргейко, Л.А.Шойхет, О.С.Яковлев и др.

Вклад А.И.Кухтенко и его школы в мировую науку определяется развитием основ теории автоматического управления, теории инвариантности, математической (общей) теории систем, физической кибернетики, теоретической меха-

ники, теории колебаний, теории механизмов и машин, а также других направлений кибернетики и информатики. Научный авторитет школы А.И.Кухтенко ныне является общепризнанным. Предложенная им методология исследований в указанных областях науки используется и развивается его многочисленными учениками и последователями не только в Украине, но и за рубежом.

Первые научные исследования А.И.Кухтенко относятся к теоретической механике и динамике неголономных систем, которая была разработана им практически впервые. Ещё в период подготовки кандидатской диссертации (1940 г.) А.И.Кухтенко установил, что ряд систем автоматического управления, в состав которых входят различного рода вариаторы скорости вращения (в частности многие автоматически управляемые горные машины), должен быть отнесен к классу неголономных, ранее изучавшихся в рамках аналитической механики (работы С.А.Чаплыгина, П.В.Воронца, Г.К.Сулова и др.). Однако в курсах теоретической механики неголономные системы рассматривались с чисто методической точки зрения (движение шара по шероховатой поверхности, качение колесика планиметра и т. д.). Известно очень мало примеров, когда изучались бы конкретные технические системы, которые должны быть отнесены к классу динамических систем с неголономными связями (можно указать на задачу о движении самолета с трехколесным шасси, которую рассматривал академик М.В.Келдыш, задачи о движении колесных экипажей). Поэтому класс задач об автоматически управляемом движении неголономных систем, обнаруженный и изучавшийся А.И.Кухтенко, был особо выделен. На его работы неоднократно даются ссылки в монографиях и статьях, посвященных динамике неголономных систем (труды Ю.И.Неймарка, Н.А.Фуфаева, М.Ф.Шульгина, В.С.Новоселова). По мнению профессора Г.В.Щипанова — официального оппонента канди-

датской диссертации А.И.Кухтенко — именно последний впервые выделил и изучил целый класс систем автоматического регулирования (системы с гидроприводом переменной скорости) как неголономных.

Эти исследования легли в основу кандидатской [6], а затем и докторской [7] диссертаций Александра Ивановича, в которых впервые были изучены вопросы, лежащие на стыке горного дела и автоматики. Поэтому защита докторской диссертации проходила в объединенном учёном совете Института горного дела им. А.А.Скочинского и Института автоматики и телемеханики АН СССР в Москве.

В середине 50-х годов, изучая различные вопросы динамики неголономных систем, необходимые для решения конкретных задач, А.И.Кухтенко обратил внимание на критический анализ трудов знаменитого английского ученого Э.Уиттекера, опубликованный голландским ученым О.Боттемой. Оказалось, что в проблеме исследования устойчивости движения неголономных систем имеется ряд нерешённых вопросов, и одну из своих работ А.И.Кухтенко посвятил этой тематике. Он выяснил различия, возникшие вследствие разной постановки этой задачи в работах указанных авторов, а затем путем сопоставления решений задач устойчивости движения (около состояния равновесия — Уиттекер и состояния стационарного движения — Боттема) выявил истинное положение дел [8]. В последующих работах А.И.Кухтенко решил общую задачу об устойчивости движения неголономных систем применительно к проблеме управления движением летательного аппарата при его посадке на взлетно-посадочную полосу [9].

В середине 80-х годов А.И.Кухтенко рассмотрел одну из возможных трактовок общей теории управляемых систем, подчеркнув значение неголономных неидеальных связей, играющих роль законов управления для изучаемой систе-

мы. Он изложил точку зрения, согласно которой требуется углублённое изучение возможности создания единой концепции для аналитической механики в её классическом построении и динамики управляемых систем [10]. Заслуживает упоминания и предложенная А.И.Кухтенко интерпретация идей и методов “динамики живых организмов” Я.И.Грдины, основывающихся также на аппарате неголономной механики [11].

Исследования в области теории инвариантности, проводившиеся во второй половине XX века в рамках научной школы А.И.Кухтенко, имели приоритетное значение для отечественной науки. Только в середине 80-х годов (с опозданием почти на три десятилетия) в зарубежных изданиях начали появляться статьи по теории инвариантности. В ходе этих исследований были получены важные теоретические и практические результаты, позволяющие решить актуальные научно-технические проблемы функционирования систем автоматического управления.

Долгое время теория инвариантности разрабатывалась математиками как чисто теоретическая проблема, независимо от задач теории управления. В конце XIX века была построена так называемая алгебраическая теория инвариантов (Д.Гильберт и др.), в 70-х годах XX века — геометрическая теория инвариантов (Д.Мамфорд, Ж.Дьедонне и др.). Параллельно с этим делались попытки ввести понятие инвариантности в теорию автоматического управления. В 40-е гг. Г.В.Щипанов и Н.Н.Лузин рассмотрели задачу об инвариантности решений системы неоднородных линейных дифференциальных уравнений, описывающих движение объекта. Ставилась задача: найти такую структуру уравнений и выбрать такие значения их коэффициентов, чтобы одна переменная (или несколько) в наименьшей мере зависела (зависели) от возмущений, то есть от изменений правых час-

тей одного или нескольких уравнений. При этом полагалось, что данные возмущения изменяются произвольно в заданном диапазоне величин.

Независимость некоторых переменных от правых частей дифференциальных уравнений Н.Н.Лузин назвал условием инвариантности (в литературе более известен термин “критерий инвариантности”). В 1978 г. А.И.Кухтенко в работе [12] показал, как, используя идеи и формализм алгебраической теории инвариантов, получить “критерий инвариантности” Щипанова — Лузина. Так сомкнулись две ветви теории инвариантности — математическая и управленческая.

Интересоваться подобными вопросами А.И.Кухтенко начал в 40—50-е годы, в период подготовки кандидатской, а затем докторской диссертации [6, 7]. В первой диссертации он изучал систему автоматического управления скоростью вращения рудничной турбомашины с целью обеспечения процесса вентиляции шахты, а во второй — систему автоматического управления нагрузкой угледобывающей машины. В обоих случаях в теоретическом плане рассматривалась одна и та же задача — о возможном более точном поддержании регулируемых параметров машин на заданном уровне вне зависимости от внешних возмущений, действующих на объект управления. Именно такого рода задачи Г.В.Щипанов называл проблемой компенсации внешних возмущений, а Н.Н.Лузин — проблемой инвариантности в теории управления.

В 40-е годы в науке проходила дискуссия, в которой обсуждался вопрос о возможности достичь “абсолютной инвариантности” регулируемой переменной относительно внешних возмущений, т. е. с абсолютной точностью удовлетворить критерий Щипанова — Лузина. Оппоненты Г.В.Щипанова утверждали, что с математической точки зрения этот эффект недостижим, а потому теория инвариантности не имеет прак-



тического значения или даже просто ошибочна. Другие авторы считали, что достичь абсолютной инвариантности нельзя, исходя из чисто физических соображений, так как это требует использования бесконечно больших по мощности источников энергии, необходимых для компенсации действия внешних возмущений. Отсюда делался тот же вывод о непригодности теоретических основ, предложенных Г.В.Щипановым. С обеих этих точек зрения отвергалась концепция конструирования автоматических регуляторов по принципу инвариантности. Однако математическая корректность построений Г.В.Щипанова была показана Н.Н.Лузиным еще в 1940 г. в статье [13], а вопрос о физической реализуемости абсолютно инвариантных систем рассматривался им и другими авторами в последующие годы во многих работах.

Уже в послевоенный период Н.Н.Лузин и П.И.Кузнецов ввели понятие об инвариантности до  $\varepsilon$ , т. е. об удовлетворении критерия Щипанова — Лузина с точностью до некоторой малой величины  $\varepsilon$ . Это предложение вполне логично с инженерной точки зрения, так как параметры любого управляемого объекта и самой системы автоматического управления всегда изменяются в той или иной мере. В математической форме это выражается в изменении коэффициентов системы уравнений, описывающих данный объект. В работе [14] А.И.Кухтенко показал, в каких случаях для такого класса систем критерий инвариантности Щипанова — Лузина остается справедливым и в каких видоизменяется.

В начале 60-х годов А.И.Кухтенко внёс существенный вклад в решение задачи о нахождении критерия физической осуществимости инвариантных систем, или условий, при которых выполняется критерий абсолютной инвариантности Щипанова — Лузина. Ранее в работах Б.Н.Петрова были указаны необходимые условия, которые в дальнейшем

стали называться “принципом двухканальности Петрова”. Для определения достаточных условий А.И.Кухтенко предложил использовать известную теорему Пэли — Винера и в совместной с Б.Н.Петровым работе [15] сформулировал необходимые и достаточные условия физической осуществимости абсолютно инвариантных систем, описываемых обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами.

При этом было отмечено, что на критерий абсолютной инвариантности следует смотреть, как на любую другую полезную идеализацию, применяемую в физике (типа идеальной жидкости, абсолютно упругого тела и т. д.). Таким образом, условие физической осуществимости абсолютно инвариантных систем является формальным средством для отбора наиболее работоспособных реальных систем автоматического управления путем сопоставления их динамических свойств с некоторой идеальной системой. Когда это условие удовлетворено, можно переходить к инженерным разработкам. Мера отклонения от идеала служит фактической характеристикой инвариантности до  $\varepsilon$  систем автоматического управления. Именно такой трактовки придерживался А.И.Кухтенко в статье [16], посвященной исследованию класса систем с переменными параметрами, инвариантных до  $\varepsilon$ .

Естественным продолжением и развитием данной статьи стала его работа [17], где рассматривалась возможность создания самонастраивающейся по принципу инвариантности системы управления (для объектов с существенно изменяющимися параметрами). В ней предложено оригинальное решение задачи автопилотирования и показана возможность достижения инвариантности некоторых координат, характеризующих движение летательного аппарата, относительно внешних возмущений, действующих на него (турбулентные потоки, порывы ветра и т. д.).

Вместе с его монографией “Проблемы инвариантности в автоматике” [18] работа [17] представляет собой существенный вклад в разработку вопросов, связанных с практическими приложениями теории инвариантности.

В целом роль А.И.Кухтенко в становлении и научном признании теории инвариантности очень значительна. В том, что теория инвариантности Г.В.Щипанова, в самом начале её возникновения встреченная “в штыки”, в дальнейшем была официально зарегистрирована как научное открытие, немалая заслуга таких ученых, как академики Н.Н.Лузин, В.С.Кулебакин, Б.Н.Петров, А.Ю.Ишлинский и, безусловно, А.И.Кухтенко.

Уже после первых статей Г.В.Щипанова в журнале “Автоматика и телемеханика” (1939 г.) вокруг нарождающейся теории инвариантности развернулась острая борьба не только на математическом, но также и на философском уровне. Профессору Щипанову запретили дальнейшие исследования в этой области. Однако вопреки официальному мнению А.И.Кухтенко и А.Г.Ивахненко вместе с академиками А.Ю.Ишлинским, Б.Н.Петровым и В.С.Кулебакиным провели в Киеве специальное совещание Академии наук СССР (посвященное, в частности, работам Г.В.Щипанова) и семинар по автоматическому управлению. На базе углублённых математических и прикладных исследований была доказана фундаментальность основных положений теории инвариантности, в результате был выдан патент на открытие важного системного явления [3].

В 50-е годы в Киеве сформировалась большая группа исследователей в области теории инвариантности (академик А.Ю.Ишлинский, доктора наук А.Г.Ивахненко, А.И.Кухтенко, В.М.Кунцевич, П.И.Чинаев, Н.М.Чумаков, Г.Ф.Зайцев, кандидаты наук О.М.Костюк, Ю.В.Крементуло и др.). В этот же период началось тесное сотрудничество киевских и московских учёных (к последним относятся академики В.С.Ку-

лебакин и Б.Н.Петров, профессора Б.А.Рябов, П.И.Кузнецов, Г.М.Уланов, В.Ю.Рутковский и др.). Так в СССР сформировались первые две научные школы по теории инвариантности как отдельной ветви теории автоматического управления — московская и киевская. Совещания по теории инвариантности стали проводиться регулярно, А.И.Кухтенко совместно с Б.Н.Петровым и В.А.Трапезниковым неоднократно был их научным руководителем. Эти совещания продолжаются и в настоящее время, и традиционно “основным ядром” остаются представители двух упомянутых школ.

Признанием достижений украинских учёных, в частности А.И.Кухтенко, является тот факт, что всесоюзные совещания по теории инвариантности дважды (в 1958 и в 1962 гг.) проходили в Киеве. На II Международном конгрессе IFAC, прошедшем в Базеле (Швейцария, 1968 г.), был признан приоритет советских учёных в области теории инвариантности, при этом отмечались заслуги киевской школы [1, л.31]. В представлении Института кибернетики президенту АН УССР Б.Е.Патону о награждении А.И.Кухтенко Почётной грамотой Президиума Верховного Совета УССР (1984 г.) отмечалось, что “благодаря работам А.И.Кухтенко и других украинских учёных Киев стал общепризнанным центром научных исследований по теории инвариантности” [1, л.43].

Выход в свет в 1963 г. монографии А.И.Кухтенко [18], несомненно, сыграл важную роль в становлении нового научного направления. В этой книге А.И.Кухтенко впервые обобщил и систематизировал все имеющиеся знания по проблеме инвариантности в автоматике и предложил решения возникших к тому времени задач в этой области. Как пишет Александр Иванович в предисловии к книге: “... автор и поставил перед собой задачу, используя известные к настоящему времени публи-

кации и новые научные работы, выполненные им и другими лицами, дать в определенной мере систематическое изложение проблемы инвариантности. При написании книги автор стремился по возможности наиболее отчетливо выяснить сущность тех недоразумений, которые так долго сдерживали развитие теории инвариантности, и показать на ряде примеров физическую осуществимость инвариантных систем и их техническую целесообразность”.

Поставленную задачу А.И.Кухтенко успешно разрешил. Его фундаментальный труд стал первым в мире систематическим изложением основ нового научного направления, дал импульс дальнейшему развитию теории инвариантности и во многом способствовал подготовке молодых ученых в данной области. Наряду с теоретическими вопросами в книге рассмотрены приложения теории инвариантности для разработки систем управления, применяющихся на практике (автопилоты, гироскопические устройства и др.). Уже в 70-е годы результаты А.И.Кухтенко нашли широкое применение в химической, металлургической и других отраслях промышленности при создании самых разнообразных систем управления. До сих пор этот труд является настольной книгой специалистов по автоматическому управлению.

В 1991 г. за цикл монографий по теории инвариантности и ее применению в системах автоматического управления группе украинских ученых в составе А.И.Кухтенко, А.Г.Ивахненко, В.М.Кунцевича, В.В.Павлова, Г.Ф.Зайцева, В.К.Стеклова, П.И.Чинаева была присуждена Государственная премия Украины. Эта важнейшая работа была выполнена учёными, тесно сотрудничавшими с А.И.Кухтенко начиная с 1963 г. Весь цикл состоит из 21 монографии и представляет собой научные результаты многолетних исследований в области теории инвариантности и ее применения для решения проблемы повышения точности систем автоматического управления. Эти результаты

были опубликованы авторами в период с 1954 по 1989 гг. и защищены серией авторских свидетельств на изобретения.

Основу данного цикла составляют работы А.И.Кухтенко и А.Г.Ивахненко, посвященные наиболее общим вопросам технической кибернетики и автоматики, в частности проблемам инвариантности в автоматике [18—20]. В результате глубокого теоретического анализа этих проблем были разработаны общие принципы построения инвариантных систем применительно к трём основным способам управления: “по отклонениям”, “по возмущениям” и по способу комбинированного управления, сочетающему первые два. Установлены условия инвариантности и исследована возможность достижения абсолютной инвариантности в автоматических системах с различными способами управления с учетом условий физической реализуемости.

Остальные монографии данного цикла посвящены вопросам инвариантности различных видов систем автоматического управления и их технического применения: АСУ с дифференциальными связями, АСУ на базе микроЭВМ, самонастраивающиеся АСУ, радиотехнические АСУ высокой точности; АСУ постоянно и переменного тока; АСУ с безредукторным приводом и др. [21, 22].

Наряду с вопросами инвариантности непрерывных линейных систем рассмотрены особенности инвариантности дискретных и нелинейных автоматических систем [23]. Идеи и методы решения задач инвариантности были распространены на системы с переменными параметрами. Разработаны методы анализа и синтеза многомерных автоматических систем управления, решены задачи построения многосвязных инвариантных автоматических систем, адаптивных систем управления и систем с переменной структурой. Исследованы вопросы инвариантности систем автоматической стабилизации, возможности построения инвариантных следя-

щих систем, в которых наряду с компенсацией возмущающих воздействий решается задача точного воспроизведения задающих воздействий [24].

Результаты теоретических исследований доведены авторами до практических приложений. Разработаны эффективные способы повышения точности систем автоматического управления на основе идей теории инвариантности, инженерные методы расчета этих систем, предложены корректирующие устройства, способствующие реализации разработанных методов повышения точности АСУ. Можно утверждать, что в настоящее время при проектировании практически всех систем АСУ с высокими показателями качества используются методы повышения точности, разработанные авторами данного цикла работ на основе теории инвариантности [25].

В целом вклад А.И.Кухтенко и его научной школы в развитие теории инвариантности и её технических приложений состоит в следующем [25]:

- ❖ доказательство возможности использования методов операционного исчисления для изучения линейных инвариантных систем автоматического управления (1959 г.);
- ❖ распространение критериев абсолютной инвариантности на объекты с переменными параметрами (1961 г.);
- ❖ создание самонастраивающейся по принципу инвариантности системы автоматического управления (совместно с проф. А.Г.Шевелевым, 1962 и 1964 гг.);
- ❖ анализ инвариантной системы с реальными дифференциаторами (1962 г.);
- ❖ нахождение критериев физической осуществимости инвариантных систем (совместно с академиком Б.Н.Петровым, 1964 г.);
- ❖ решение задачи инвариантности относительно изменения параметров систем автоматического управления (1964 г.);
- ❖ систематизация методов проектирования инвариантных систем автома-

тического управления (совместно с акад. Б.Н.Петровым, 1967 г.);

- ❖ критическое рассмотрение состояния теории инвариантности и её практических применений (совместно с акад. Б.Н.Петровым, 1969 г.);
- ❖ установление связи алгебраической теории инвариантов с теорией инвариантности систем автоматического управления (1978 г.);
- ❖ исторический обзор основных этапов формирования и состояния теории инвариантности к середине 80-х годов XX века (1985 г.).

Основные положения теории инвариантности, разработанные представителями научной школы А.И.Кухтенко, сыграли большую роль в подготовке учёных в области автоматического управления. В настоящее время они прочно вошли в учебники и учебные пособия по дисциплине “Теория автоматического управления” и широко внедрены в учебный процесс высших технических учебных заведений.

Тем, кому посчастливилось работать с Александром Ивановичем Кухтенко в возглавляемом им коллективе, хорошо известно, что он всегда охотно делился со своими коллегами и учениками идеями, оценками и представлениями о научных школах и направлениях. В кругу единомышленников А.И.Кухтенко обсуждались проблемы не только технической кибернетики, отделение которой он возглавлял в Институте кибернетики, но и новой зарождающейся тогда науки — общей теории систем (ОТС).

Необходимо отметить, что ОТС (именуемая также математической, или абстрактной, теорией систем) к тому времени стала центром кристаллизации междисциплинарных знаний. Выбор исследователями именно ОТС для построения единой общенаучной платформы объясняется универсальностью математической модели и фундаментальностью полученных на её основе знаний, возможной широтой охвата и точностью описания с её помощью объектов самой различной

природы. Во всех областях точного естествознания при изучении любых реальных объектов и процессов применяются процедуры идеализации и моделирования, приводящие к той или иной математической трактовке задачи. При этом разрешимость задач, возникающих при изучении систем произвольной природы (технических, экономических, биологических, физиологических, социальных, экологических и др.), определяется прежде всего выбором арсенала математических средств, который может быть достаточно разнообразен: математическая логика (в том числе неклассические логики), теория алгоритмов, теория размытых множеств Заде, функциональный и абстрактный гармонический анализы, геометрические и топологические методы анализа и другие ветви современной математики.

В своих работах 70—90-х годов А.И.Кухтенко неоднократно обращался к данному вопросу, рассматривая симбиоз физики и кибернетики, а также использование в теории управления идей и методов дифференциальной геометрии, топологии, абстрактной алгебры и др. [26]. Всестороннее освещение данной проблемы можно найти в сборниках “Кибернетика и вычислительная техника”, вышедших под редакцией А.И.Кухтенко начиная с 1971 г. (вып. 8) и до 1990 г. (вып. 84) (номера с подзаголовками “Сложные системы управления”). В работах, осуществлявшихся А.И.Кухтенко с коллегами в отделе системных исследований Института кибернетики АН Украины, ставилась и успешно решалась проблема поиска наиболее подходящих способов объединения абстрактных разделов математики с вычислительными методами, обеспечивающими решение конкретных прикладных задач. Всё это способствовало созданию и упрочению единой платформы знаний и методов системного описания объектов на основе математической (общей) теории систем. По свидетельству Ю.И.Самойленко, А.И.Кухтенко факти-

чески создал киевскую школу математической теории систем [27].

Значительные результаты в направлении разработки алгебро-топологических методов исследования моделей сложных систем были получены А.И.Кухтенко в отделе системных исследований Института кибернетики совместно с учениками (В.В.Удилов, В.Н.Семенов, Б.А.Гудыменко, В.Е.Набивач и др.). Среди прикладных проблем этих исследований, продолжавшихся в течение трёх десятилетий, следует выделить: исследование инвариантности и моделей сложных систем с использованием групп преобразований; решение задач упрощения моделей сложных систем и декомпозиции; изучение управляемости, наблюдаемости и особенностей сложных систем и систем управления; исследование упругих колебаний сложных технических систем большой размерности, а также исследования в области абстрактной теории систем [28—30].

Значительным вкладом в развитие классической теории управляемых динамических систем явилось введение в математический аппарат исследователей систем управления непрерывных групп преобразований пространства линейных моделей динамических систем с варьируемыми параметрами, что открыло путь к решению классификационных задач. Для решения различных прикладных задач теории управления (в том числе исследования моделей сложных систем и систем управления большой размерности) были построены версальные, универсальные, миниверсальные исследовательские модели изучаемых классов систем. При этом использовались результаты и модели теории особенностей дифференцируемых отображений, теории катастроф, была установлена связь теории катастроф и известной диаграммы Вышнеградского, что дало возможность распространить эти результаты на модели систем более высокого порядка (четвертого и пятого). Развитые методы и алгоритмы решения

задач инвариантности, декомпозиции и упрощения исследовательских моделей сложных систем были успешно применены к конкретным практическим задачам (например задаче стабилизации упругих космических объектов [31]) и доведены до законченных численных и численно-аналитических результатов, которые опровергли представления о том, что результаты абстрактной и математической теории систем, как правило, не конструктивны и не могут быть “доведены до числа” [32].

В заключении экспертной комиссии о кандидатуре А.И.Кухтенко по выборам в академики АН УССР (1972 г.) и в других документах [1, л. 36–40] отмечалось, что его работы в области абстрактной теории динамических автоматически управляемых систем имеют большое общетеоретическое значение (для построения ряда разделов ОТС) и не меньшее прикладное значение (для создания специальных роботов-манипуляторов, необходимых при решении задачи комплексной автоматизации производственных процессов в ряде отраслей промышленности). Неоценим также вклад А.И.Кухтенко в создание современного математического аппарата ОТС, основанного на понятиях абстрагирования и абстрактного описания свойств системы.

Глубоко изучив современное состояние и тенденции развития абстрактной теории систем [30], А.И.Кухтенко пришёл к выводу, что во всех существующих концепциях в большей или меньшей мере использованы известные разделы математики, в то же время предложений, связанных с созданием принципиально нового математического аппарата, адекватного поставленной цели (унификации знаний), до сих пор не поступало. Просмотр математических средств, используемых различными школами ОТС, показал, что они в основном могут быть классифицированы в рамках основополагающих структур Бурбаки или структур, иерархичес-

ки из них возникающих. Известно, что группа французских математиков, писавших под псевдонимом Н.Бурбаки, использовала только несколько основных “строительных материалов”, именуемых математическими структурами, при возведении ими “математического здания”. Глава “Архитектура математики” из книги Н.Бурбаки “История математики” навела А.И.Кухтенко на мысль о том, что целесообразно строить абстрактную теорию систем, опираясь на тот же методический и формальный аппарат, то есть на основополагающие структуры Бурбаки и их имманентные объединения, и при этом возводить здание ОТС индуктивным, а не дедуктивным путем [33].

Чтобы расширить круг математических методов, используемых в “Элементах математики” Бурбаки, и в то же время избавиться от нежелательной конгломеративности при построении общего междисциплинарного базиса, он ввёл понятие об уровнях абстрактного описания систем [34]. В работах [35, 36] он обозначил такие уровни, обеспечивающие всестороннее и полное описание любых систем: символический (лингвистический); логико-математический; теоретико-множественный; абстрактно-алгебраический; динамический (детерминированные и вероятностные модели); теоретико-информационный; эвристический. В работе [37] он привел примеры, характеризующие каждый уровень, в частности такой “гибридный” уровень описания, как логико-динамический (например поведение динамической системы, управляемой ЭВМ). В более поздних статьях [38, 39] А.И.Кухтенко дополнительно охарактеризовал ещё два уровня: дифференциально-геометрический и топологический.

Важный вывод, сделанный им, заключается в том, что каждый из используемых уровней абстрактного описания дает возможность просмотреть только какую-либо отдельную сторону анализируемого процесса. И это не слу-

чайность, а общее положение. Следует осознать, что с помощью каждого из отдельно взятых математических средств удастся осуществить только то или иное одностороннее изучение многогранных свойств реальных объектов. Максимум, которого можно потребовать от абстрактной теории систем, — это предоставление возможности описать систему произвольной природы, используя тот или иной уровень абстрагирования. Поэтому необходимо стремиться скорее не к созданию общей теории систем, из которой как частные случаи вытекали бы известные теории (как этого требовал М.Месарович), а к формированию многих её ветвей в соответствии с перечисленной выше или какой-либо иной классификацией уровней абстрактного описания.

А.И.Кухтенко считал, что с философской точки зрения сложные системы неисчерпаемы в своих свойствах и для познания реальной действительности нужно использовать самые различные пути абстрактной трактовки задач. Вместо дедуктивного пути построения общей теории систем, по мысли А.И.Кухтенко, целесообразно вначале создавать её ветви, соответствующие различным, необходимым в каждом случае уровням абстрактного описания (этап индуктивного построения), и только потом, в процессе сопоставления результатов и повторного процесса обобщений, можно попытаться, если возникнет необходимость, построить некую метатеорию. Главной задачей последней могло бы быть установление общих законов теории систем, которые по значимости и универсальности приближались бы, например, к законам физики. Таков был принципиальный подход А.И.Кухтенко к выбору наиболее приемлемого пути построения общей теории систем, или междисциплинарного общенаучного фундамента знаний.

Несомненно, работы А.И.Кухтенко в области общей теории систем оказали стимулирующее влияние на развитие этого научного направления, ориенти-

рованного на изучение теоретических и прикладных проблем анализа и синтеза сложных систем произвольной природы. В качестве основы для их единства ныне принята аналогичность (изоморфизм) процессов, протекающих в системах различного типа (технических, биологических, социальных и др.). Строго доказанный А.И.Кухтенко изоморфизм систем различной природы даёт возможность переносить знания из одной области в другую и распространять понятие системности на все процессы и явления, протекающие в природе и обществе. На этом принципе основано междисциплинарное направление его научной школы, которое плодотворно развивается вплоть до настоящего времени.

В рамках развития ОТС А.И. Кухтенко постоянно стимулировал, поддерживал и направлял исследования, имеющие явно выраженные междисциплинарные приложения. Со своими учениками он настойчиво занимался поиском и разработкой достаточно универсальных принципов и основ, необходимых для формирования общеметодологической, концептуальной и математической платформ унификации и интеграции знаний. В сферу этой деятельности попадали диакоптика Крона—Кондо, общая теория систем Бергаланфи, дедуктивный путь построения ОТС М.Месаровича, кибернетика Винера—Неймана, очерки по математической теории систем Р.Калмана, П.Фалба и М.Арбиба, гиперциклические модели М.Эйгена и другие достаточно общие модели междисциплинарного характера. Данное направление исследований научной школы А.И.Кухтенко связано с изучением глобальных проблем преобразования социосферы в ноосферу, процессов самоорганизации и развития, эволюции и коэволюции, бифуркационных процессов в социально-экономических системах, явлений возникновения катастроф и хаотического поведения.

Из неопубликованных работ А.И.Кухтенко видны его замысел объединения понятия системности в трактовках Н.Бурбаки, М.Месаровича и В.М. Глушкова, попытки применения строгой математической теории систем к проблемам ноосферы в трактовке В.И.Вернадского с целью разработки методологии системного анализа указанных проблем. Будучи последователем идей В.И.Вернадского и занимаясь фундаментальными проблемами кибернетики, А.И.Кухтенко пришел к выводу о системной связи природных и общественных явлений, о системном взаимодействии техногенных, экологических, экономических и социальных процессов и, как результат, к выводу, что системность есть объективное свойство мира. Свою позицию по отношению к глобальным проблемам (строительству Новой Европы, формированию открытого мирового сообщества, глобализации экономики и др.) он высказал в письме к Джорджу Соросу и в предложениях к теме доклада Украинской ассоциации Римского клуба (эти неопубликованные документы находятся в Институте архивоведения Национальной библиотеки им. В.И. Вернадского).

“Локальное и глобальное всегда взаимосвязаны” — подчеркнуто в предложениях А.И.Кухтенко. Основной предпосылкой эффективного решения любых частных проблем является признание концепции междисциплинарных исследований и факта, что эти проблемы, независимо от их характера (природный, социальный, техногенный и др.), требуют системного подхода. Организация и проведение таких исследований требуют концентрации усилий многих специалистов разных направлений — “экономистов, политологов, экологов, психологов, военных, юристов, не говоря уже о математиках, специалистах по теории систем, компьютерным наукам и т.д.” Необходимо “имманентное объединение знаний этих специалистов в единое целое”,

чтобы каждой возникающей проблеме поставить в соответствие проект её решения.

Множество глобальных проблем в связи с их сложностью и междисциплинарным характером требуют соответствующего научного и кадрового обеспечения. Особенность специалистов, ориентированных на решение глобальных проблем, заключается в том, что идеология их подготовки должна быть направлена не на узкую специализацию, а на работу в междисциплинарной сфере исследований, на работу в коллективе разноплановых специалистов с целью решения проблем, по которым постановка задачи зачастую не полностью определена и должна быть сформулирована в процессе разработки проекта. Эти специалисты должны быть способны формировать “коллективный интеллект” и коллективные усилия для преодоления трудностей при практической реализации проекта решения проблемы.

Как отмечается в письме к Дж.Соросу (1994 г.), во многих странах мира уже формируются подобные научные коллективы и ведутся исследования общепланетарного характера. Помимо известного “Римского клуба”, различные аспекты данной проблемы разрабатываются в Международном институте менеджмента (Женева, Швейцария) под руководством Б.Гаврилишина, в Международном институте прикладного системного анализа (Австрия), Институте системных исследований РАН (Д.М.Гвишиани, С.В.Емельянов), Вычислительном центре РАН (М.М.Моисеев), Институте жизни, созданном во Франции профессором М.Моруа, Институте человека (И.Т.Фролов, Москва), во Всемирной лаборатории (Италия).

По мнению А.И.Кухтенко, украинские учёные имеют все основания присоединиться к этим исследованиям и принять в них посильное участие. Развитию междисциплинарной концепции способствует деятельность украинских научных коллективов, развивающих идеи



В.И.Вернадского, в области геохимии, биологии, физиологии, а также деятельность украинских кибернетиков и специалистов в области системного анализа (школы В.М.Глушкова, В.С.Михалевича и др.), т.е. в Украине есть всё необходимое для практической реализации данной концепции.

15 декабря 1990 г. по инициативе А.И.Кухтенко и при его непосредственном участии в Киевском политехническом институте на базе научно-исследовательского сектора кафедры математических методов системного анализа был создан Научно-исследовательский институт междисциплинарных исследований (НИИМИ).

Главное направление деятельности НИИМИ — проведение широкомасштабных поисковых и фундаментальных исследований междисциплинарного характера в следующих научных направлениях:

- ❖ математические, физико-химические и инженерные методы охраны окружающей среды;
- ❖ проблемы комплексной автоматизации новейших технологий, научных исследований, научного приборостроения;
- ❖ физико-химия водных растворов электролитов и дисперсий;
- ❖ генная инженерия, биоинженерные и гибридные системы;
- ❖ биокомпьютеры и ЭВМ на молекулярной основе;
- ❖ системы искусственного интеллекта;
- ❖ проблемы инвариантности (гомеостаз) в биологии, технике и социальных проблемах;
- ❖ разработка научных основ (с ориентацией на компьютерные методы) синтеза новых материалов и веществ в земных и космических условиях;
- ❖ управляемые солитоны в природе и технике;
- ❖ теория фракталов и ее применение в физике, химии, материаловедении;
- ❖ теория катастроф и бифуркаций, синергетика и хаос.

А.И.Кухтенко плодотворно работал в НИИМИ в качестве научного консультанта по многим научным направлениям, принимал активное участие в организации новой инженерной специальности “системный анализ и управление”, разработал первую учебную программу для студентов по дисциплине “Основы системного анализа”. Особое внимание он уделял вопросам подготовки контингента специалистов, способных практически решать проблемы глобального характера. Он считал, что для подготовки специалистов в сфере междисциплинарных исследований важна не только методология подготовки, но и междисциплинарная среда обитания студентов в процессе обучения, междисциплинарная ориентация высшего учебного заведения и междисциплинарная интеграция знаний в идеологии вуза.

Заложенные А.И.Кухтенко идеологические основы междисциплинарных исследований и подготовки кадров для них, прогрессивные научные направления НИИМИ и сочетание научных разработок с учебным процессом послужили базой для создания в 1997 г. учебно-научного комплекса “Институт прикладного системного анализа” (ИПСА) в системе НАН Украины и Министерства образования и науки Украины, который представляет собой новую форму интеграции науки и учебного процесса в Украине [40].

Ректор Киевского политехнического института М.З.Згуровский, который познакомился с А.И.Кухтенко уже после защиты докторской диссертации, в 80-х годах, тем не менее, считает себя его учеником, так как именно Александр Иванович открыл для него широкое поле научной деятельности, которое вылилось в создание НИИМИ, а затем ИПСА. Ряд дисциплин, связанных с изучением и разработкой в ИПСА новых технических и интеллектуальных систем управления, является прямым продолжением и развитием тематики научной школы А.И.Кухтенко.

С междисциплинарным направлением исследований и созданием НИИМИ непосредственно были связаны замыслы А.И.Кухтенко относительно создания всемирного научного центра, координирующего подобные исследования в разных странах. К сожалению, этим планам не суждено было осуществиться, и узнать о них можно сейчас лишь на основании отдельных архивных документов. Так, в упоминавшемся ранее письме к Дж.Соросу А.И.Кухтенко выдвигает идею создания международного фонда (возможно, под названием “Будущее человечества”), который мог бы сформировать соответствующую исследовательскую программу и затем контролировать её выполнение. “Кто-то должен обобщить и сфокусировать исследования в области глобальной (общепланетарной) тематики”, — писал А.И.Кухтенко. — Настало время, когда возникла необходимость сementировать усилия отдельных лиц и организаций”. Результатом деятельности такой всемирной организации или фонда могло бы стать объединение не только различных наук, но и разных стран, сопровождающееся переходом от “закрытого общества” к открытому во всех странах, созданием “Новой Европы”. “В нём (т.е. в объединённом научном центре или фонде) будут видеть опору для справедливого научно обоснованного решения проблем, которые столетиями беспокоили всё человечество, в нём заинтересованы все слои общества на Западе и на Востоке, на Севере и на Юге земного шара”.

В контексте междисциплинарных исследований необходимо упомянуть также работы А.И.Кухтенко в области истории науки. Он стремился реализовать её функцию — восстанавливать и поддерживать непрерывную связь между прошлыми и будущими знаниями — в своих историко-научных трудах, что подтверждает выбранные им слова Н.Рериха в качестве эпиграфа к статье [41]: “Камни истории служат ступенями, ведущими в будущее”. А.И.Кухтенко был членом

Украинского отделения Советского национального объединения историков науки и техники и внёс значительный вклад в развитие данного научного направления. Вместе с тем он поддерживал формирование науковедения в Украине, что неоднократно подчёркивал со словами благодарности основатель этого направления член-корреспондент АН Украины Г.М.Добров.

Интерес к истории науки возник у Александра Ивановича ещё в начальный период научной деятельности, когда он начал разрабатывать вопросы автоматического регулирования и одновременно истории этого научного направления [42]. Этот интерес сохранился у него в течение всей его научной деятельности. Существенный вклад А.И.Кухтенко в историю науки составляют три статьи с одинаковым названием, в которых детально освещаются все основные моменты, связанные с процессом возникновения, критического обсуждения и становления теории инвариантности как ветви теории автоматического управления [43]. В период работы в Институте кибернетики А.И.Кухтенко пристально изучал историю данного научного направления. Ему принадлежат работы [44–46], где он рассмотрел основные этапы становления кибернетики, процессы дифференциации и интеграции кибернетических знаний, выразил своё отношение к дискуссии о взаимосвязи кибернетики и информатики, определил статус этих двух ветвей единого научного направления.

Особо следует сказать о статье [41], опубликованной дважды — в 1987 и в 2003 годах. В ней рассмотрены различные, в том числе философские, аспекты формирования кибернетики и показано, что она возникла с целью объединить и скрепить единство наук, изучающих процессы регулирования и управления — не только физических, математических и технических, но также социальных и биологических. Статья А.И.Кухтенко [41] явилась существенным дополнением к книге Н.Винера [47], с ко-

торой началась кибернетика как наука, и с полным правом может быть названа основополагающей для становления данной научной дисциплины.

Вывод автора, приведенный в конце статьи, подтверждает универсальный статус кибернетики как всеобщей науки об управлении: “кибернетика возникла не внезапно и не на пустом месте, а её возрождение в XX веке является вполне закономерным продолжением общего процесса развития естественных, технических и других наук. Этим поясняется и её синтетический характер... Зародившись в Древней Греции как “наука об управлении вообще”, она таковой остаётся и до настоящего времени. Её методические основы общие, а области применения — различны. Кибернетика впитала в себя все знания, связанные с процессами управления, где бы они не изучались: в технике, экономике, физиологии, в социальных системах и т.д. Обобщение соответствующих сведений и придало ей достаточно универсальный характер...”

Как видно из приведенного фрагмента, здесь опять прослеживается стремление А.И.Кухтенко к объединению различных областей науки. На этот раз общенаучной платформой знаний становится не ОТС, а кибернетика — наука об управлении, которое понимается достаточно широко. Перспективы построения междисциплинарного базиса исследований А.И.Кухтенко видел также в упрочении связей между кибернетикой и фундаментальными науками (в частности с физикой) [26, 48] и в дальнейшей разработке общеметодологических основ достижения единства всех научных знаний [49].

К междисциплинарным исследованиям имеет отношение ещё одно новое научное направление, одним из основателей которого был А.И.Кухтенко, направленное на синтез идей кибернетики и фундаментальных естественных наук — физики плазмы, физики космоса, биофизики и др. (60-е годы). Одним

из первых он выдвинул идею о возможности управления высокотемпературной плазмой в магнитных ловушках.

Работу по её реализации он осуществлял в Институте кибернетики, где привлёк для совместной деятельности молодых, но уже квалифицированных учёных, казалось бы, разнородных специальностей. Это радиотехник (ныне чл.-кор. НАН Украины) Ю.И.Самойленко, гидродинамики В.И.Меркулов и Ю.П.Ладиков-Роев (сейчас доктора физ.-мат. наук), механик И.Т.Селезов (д-р физ.-мат. наук) и молодые специалисты, только что окончившие вузы — В.Ф.Губарев (ныне чл.-кор. НАН Украины), В.В.Павлов, В.Л.Волкович, В.Н.Семенов, В.В.Удилов, Б.А.Гудыменко и другие, ставшие впоследствии докторами и кандидатами наук.

Вот что рассказывал Юрий Иванович Самойленко об этом периоде совместной работы по новой программе: “Мы быстро нашли общий язык. Я многое получил от своих товарищей, но главным образом, конечно, от Александра Ивановича Кухтенко — прежде всего идейный заряд и веру в возможность реализовать эту программу. Уже примерно через год-полтора мы выдвинули принципиально новую концепцию, как подойти к стабилизации такого многомерного распределённого объекта, как плазма. Для этого было предложено создавать распределённые системы управления — системы, которые могут быть столь же богаты и разнообразны по своим функциональным возможностям, какие предлагает сам объект управления. То есть здесь имеет место принцип соответствия объекта и системы управления. Ссылаясь на Эшби, Александр Иванович, в общем-то, скромничал, на самом деле это как раз по сути его принцип. Существенно развив идеи Эшби, он стал родоначальником нового направления — того, что впоследствии мы нашли возможным назвать “физическая кибернетика”.

Первые опыты были проведены в Харькове. Мы в очень небольшом составе посещали Харьковский физико-технический институт и там благодаря убедительной научной аргументации Александра Ивановича Кухтенко нашли поддержку у Кирилла Дмитриевича Синельникова, который возглавлял этот институт. В 1967—1968 годах совместно с отделом физики плазмы ХФТИ по рекомендации академика К.Д. Синельникова был проведен успешный эксперимент по автоматическому управлению плазмой в стеллараторе “Ураган-1”. Затем опыты перешли в Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, где в 1968—1969 гг. проводился эксперимент по автоматической поддержке тороидального равновесия плазмы в токамаке в отделе профессора И.Н. Головина. Этот результат был отмечен в журнале “Science News” за 1971 г. как первый в мире успешный эксперимент по стабилизации плазмы в токамаке. Результаты этого эксперимента были доложены группой учёных на VI Международной конференции по управляемому термоядерному синтезу (УТС) и физике плазмы (Медиссон, США, 1971 г.). На советско-американской конференции по УТС и физике плазмы в г. Сухуми (1975 г.) был подтверждён и закреплён приоритет советских кибернетиков и физиков в создании высокоэффективных систем автоматизации экспериментальных термоядерных установок различных классов”.

Здесь же уместно привести отрывок из воспоминаний В.Ф. Губарева, бывшего аспиранта А.И. Кухтенко, знавшего его с 1962 г. По словам Вячеслава Фёдоровича, при проведении серии экспериментов по автоматическому управлению плазмой Александр Иванович имел огромные замыслы, идеи, планы. “У него даже шире были замыслы, чем просто стабилизировать плазму. У него был замысел, которым он делился со мной, когда создавал новое подразделение в Институте кибернетики, в котором он мыслил так: давайте

объединим авиацию, космонавтику, ракетостроение и новые термоядерные двигатели. Он не просто хотел заставить термоядерную плазму, он сразу же мыслил дальше, чтобы использовать её в качестве двигателей в космических аппаратах”.

Основные принципы автоматического управления плазменными объектами были изложены А.И. Кухтенко и Ю.И. Самойленко в ряде публикаций начала 70-х гг., впервые продемонстрировавших возможности теории систем в области управляемого термоядерного синтеза [50—52]. Результаты цикла исследований, инициированных А.И. Кухтенко и проведенных Ю.И. Самойленко с коллегами, нашли отражение в монографии [53].

Данное направление школы А.И. Кухтенко наиболее интенсивно развивалось Ю.И. Самойленко — ведущим специалистом в области теории управления и математического моделирования физических процессов. В 1963—1996 гг. Ю.И. Самойленко работал в Институте кибернетики вместе с А.И. Кухтенко, защитил докторскую диссертацию под его руководством и в 1972 г. возглавил отдел. С 1988 года Юрий Иванович — член-корреспондент НАН Украины. В 1996 году он перешёл в Институт космических исследований, а в 1997 г. — в Институт математики НАН Украины, где работает поныне. Ю.И. Самойленко — один из основателей и разработчик нового научного направления — физической кибернетики, он заложил основы теории пространственно распределённых систем управления быстротекущими физическими процессами. Помимо математического моделирования таких процессов, научные труды Ю.И. Самойленко (более 150) посвящены физике плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Под его руководством в Киеве разработан, построен и доведен до физического пуска первый токамак с управляемыми полями (1977 г., совместно с отделом физики плазмы ИЯИ АН УССР, зав. отделом Л.А. Пасечник).

Ю.И.Самойленко принял участие в разработке ещё одного направления, берущего начало в работах научной школы А.И.Кухтенко и имеющего важные практические приложения. Это создание теории управления квантово-механическими процессами и системами [54], начатое в 60-х годах и продолженное в 90-е годы в содружестве с московскими учеными, среди которых следует отметить А.И.Бутковского и его сотрудников (ИПУ РАН). В настоящее время эти работы получили мировое признание: их актуальность определяется прежде всего практической направленностью на оптимизацию управления процессами, которые подчиняются квантово-механическим законам (сейчас эта проблема приобретает всё большую остроту в связи с созданием квантовых компьютеров).

Следует отметить, что ветвь школы А.И.Кухтенко, именуемая физической кибернетикой, хорошо известна не только в странах СНГ, но и за рубежом. Ведущие ученые этой школы издали 15 монографий, в том числе в Нидерландах и США, имеют более 200 публикаций в известных журналах мира, представили более ста докладов на конференциях международного уровня (США, Япония, Франция и т.д.).

Данное научное направление является достаточно широким и включает в себя фундаментальные исследования в области проблем преобразования информации динамическими системами управления, функционирования и самовоссоздания автоматов, построения квантовых и молекулярных автоматов, а также создания новых устройств с позиций современной физики, математической теории нелинейных систем, принципов самоорганизации, нелинейной и волновой динамики, компьютерного моделирования [27].

Примером исследований, реализующих идеи А.И.Кухтенко и имеющих ряд практических применений, могут служить работы Научного фонда ученых и

специалистов по молекулярной кибернетике и информатике, созданного для проведения междисциплинарных исследований в области динамических систем преобразования информации. Членами этого фонда получен целый ряд фундаментальных и прикладных результатов в рамках международных проектов, а также несколько патентов США. В частности, изучена актуальная проблема моделирования сенсоров и обработки информации в сенсорах с управляемым чувствительным элементом, установлено, что во многих случаях достаточно использовать системные свойства управляемых физических процессов, которые описываются билинейными моделями (БМ), в связи с чем были решены новые задачи оценивания и фильтрации сигналов по билинейным наблюдениям.

Александр Иванович неоднократно подчёркивал, что одной из главных задач учёного является устранение разрыва между теоретическими достижениями и практикой. Его беспокоил тот факт, что в научной литературе почти нет публикаций, в которых специально рассматривались бы методами ОТС те или иные конкретные задачи, имеющие существенное прикладное значение. Работы научной школы А.И.Кухтенко в области физической кибернетики во многом восполняют этот разрыв и свидетельствуют о том, что идеи его успешно используются при решении важных прикладных проблем.

В плане практической реализации научных результатов следует особо отметить исследования по авиационной и космической технике, проводившиеся под научным руководством А.И.Кухтенко в Киевском институте инженеров гражданской авиации [5]. После первого полета Юрия Гагарина вокруг Земли (1961 г.) в СССР полным ходом стала выполняться государственная программа создания космического аппарата для пилотируемого полета на Луну и посадки на ее поверхность человека с последующим возвращением его на Землю. Это

требовало привлечения к космическим исследованиям новых коллективов ученых, конструкторов, инженеров. По рекомендации первого председателя Интеркосмоса, вице-президента АН СССР Б.Н.Петрова постановлением Совета Министров СССР учёным КИИГА была поручена разработка уникальной тренажерной техники для подготовки космонавтов к полетам на Луну и другие планеты. Творческий коллектив, костяк которого составили талантливые ученые вуза и молодые исследователи В.С.Бабенко, С.Г.Унгурян, Р.А.Шевченко, Н.А.Кирсенко, А.А.Пеньков, Н.А.Полетаев, В.Н.Азарсков, М.М.Цветков, М.И.Валуев, И.Ф.Шешин, А.И.Кравец, В.М.Большух, А.Т.Иванченко, Ю.И.Миронченко и др., возглавил А.И.Кухтенко — один из пионеров авиационного тренажеростроения в СССР [55].

С целью создания комплексного тренажера для космонавтов при КИИГА под руководством А.И.Кухтенко был создан Научно-исследовательский моделирующий центр, в состав которого вошло более 450 работников. Начальником моделирующего центра был назначен ученик А.И.Кухтенко В.М. Лещенко. Коллективу центра в кратчайшие сроки предстояло решить сложнейшие научные и организационные задачи. Одна из организационных особенностей этой работы состояла в том, что КИИГА был определен ответственным за весь объем работ по созданию тренажеров — от разработки научно-технических проблем, математических моделей технической документации до контроля за изготовлением конкретной техники на заводах и ОКБ Киева, Москвы, Ленинграда, Львова и Кишинева, которые были подчинены разным министерствам и ведомствам. При этом нужно было создать действующий моделирующий комплекс, который позволил бы полностью воссоздать динамику полёта и посадки на лунную поверхность с возвращением лунного

модуля в автоматическом и пилотируемых режимах. Эта задача включала в себя создание крупномасштабного макета участка лунной поверхности, телевизионной системы визуального отображения, высокоточных следящих систем и системы имитации динамики полета, в состав которой входили шестистепенной динамический стенд и пульт управления этим сложным комплексом.

Несмотря на все сложности, правительственное задание было успешно выполнено. Важнейшая составная часть тренажёрного комплекса — прецизионный динамический стенд — был реализован в ЦКБ завода “Арсенал” при активном участии А.И.Кухтенко и его учеников. Одним из них был А.Д.Федоровский, ныне член-корреспондент НАН Украины, зав. отделом Центра аэрокосмических исследований Института геологических наук НАНУ. В то время А.Д.Федоровский был молодым инженером, пришедшим работать на завод “Арсенал” в 1957 г. по окончании Ленинградского института точной механики и оптики. Вот что рассказывал он о влиянии А.И.Кухтенко и его идей на инженерный состав конструкторского бюро завода: “В начале 60-х годов на заводе „Арсенал” было начато новое направление — разработка космических тренажёров. А.И.Кухтенко возглавил это направление. Мы, молодые инженеры, не могли упустить такую возможность, чтобы не поучиться у Александра Ивановича. На „Арсенале” он организовал лекции-семинары, в которых знакомил слушателей с системным подходом, системным анализом, с новыми методами проектирования, методами многокритериальной оптимизации, которые в дальнейшем вошли в технологии разработки новой аппаратуры на заводе „Арсенал”. Те слушатели, участники семинаров, они потом вошли в серьёзную науку, защитили диссертации, возглавили подраз-

деления<sup>2</sup>. И когда мы собираемся, с теплотой и благодарностью вспоминаем Александра Ивановича и ту помощь, которую он нам оказал”.

Созданный под руководством А.И.Кухтенко тренажёр космического аппарата под названием “Сириус” состоял из вычислительного комплекса, который моделировал динамику полёта, посадочного модуля с приборами и механизмами управления, соответствующими реальному лунному модулю, а также систем визуализации, позволявших воссоздать иллюзию зрительного восприятия полёта и посадки на Луну, старта с лунной поверхности и стыковки модуля с космическим кораблем для возвращения его на Землю. Два комплекта тренажера “Сириус” были приняты государственной комиссией. Один из них был установлен в НПО “Энергия”, а другой — в Центре подготовки космонавтов (ЦПК) им. Ю.А.Гагарина. Со временем предполётную подготовку на нем прошли десятки лётчиков-космонавтов, среди них В.Ф.Быковский, А.А.Леонов, А.С.Елисеев, Т.С.Титов, В.М.Жолобов, Г.С.Шонин, Б.В.Волынов, А.Ф.Филиппченко, В.М.Кубасов. Многие из них были желанными гостями КИИГА, о чём свидетельствуют многочисленные экспонаты музея института.

В свою очередь А.И.Кухтенко часто посещал “Звёздный городок”, поддерживал тесные деловые, творческие и дружеские связи с космонавтами и сотрудниками ЦПК, руководил проведением научных исследований и опытно-конструкторских работ. Он неоднократно участвовал в подготовке диссертаций космонавтов и сотрудников Центра, выступал оппонентом на их защите (в частности на защите кандидатской диссертации В.Ф.Быковского). В поздравительном письме, полученном из “Звёздного городка” в день 80-летия А.И.Кухтенко, отмечают

глубокие теоретические знания, богатый опыт практической работы, энергия, целеустремлённость, творческий энтузиазм, незаурядные организаторские способности Александра Ивановича, которые позволили ему “с честью выполнить многие работы для ЦПК им. Ю.А.Гагарина”.

Как известно, после смерти С.П. Королева программа пилотируемых полётов на Луну была переориентирована на её исследование автоматическими станциями, однако тренажерный комплекс “Сириус” ещё много лет использовался для подготовки космонавтов. После некоторой модернизации с помощью сотрудников КИИГА он был использован для тренировок советских и американских космонавтов при их подготовке по программе “Союз — Аполлон”, на нём отрабатывались элементы стыковки космических кораблей [55].

В дальнейшем в Национальном авиационном университете успешно проводились фундаментальные и практические исследования в области авиации и космонавтики. Учениками и последователями А.И.Кухтенко В.Н.Азарсковым, Л.Н.Блохиным, А.А.Туником, С.В.Держаком, А.П.Кривоносенко и др. совместно с Центром подготовки космонавтов во главе с заместителем начальника ЦПК по науке лётчиком-космонавтом Ю.Н.Глазковым и начальником управления подготовки космонавтов И.Н.Почкаевым в девяностых годах был проведен цикл исследований по созданию комплексного тренажера для моделирования динамических факторов аэрокосмического полета при подготовке экипажей по программе космического корабля многоэтажного использования “Буран”, на базе уникальной четырехступенной центрифуги ЦФ-18, которая вначале была предназначена только для медико-биологических исследований. Этот имитатор аэро-

<sup>2</sup> Сам Александр Дмитриевич Федоровский в 1975 г. стал главным конструктором завода “Арсенал”, в 1981—1987 гг. занимал пост директора Института гидромеханики НАН Украины.

космического полета позволяет воспроизводить разнонаправленные почти 30-кратные перегрузки, которые действуют на космонавтов от взлета до посадки, при соответствующих изменениях температуры, влажности, высоты и газового состава. При этом точно фиксируется весь набор параметров, которые характеризуют деятельность и функционирование организма космонавта. В последующие годы учёные НАУ совместно с НКАУ и АНТК им. О.К.Антонова принимали участие в разработке Национальной космической программы Украины и в проведении исследований по разработке систем управления для реализации воздушного старта.

Сегодняшние сотрудники и студенты Национального авиационного университета помнят о том, что А.И.Кухтенко стоял у истоков создания научно-исследовательского сектора их института, был одним из тех учёных, кто заложил фундамент основных учебных курсов и научных работ, ведущихся в этом учебном заведении.

Последние годы ознаменовались двумя памятными событиями в НАУ: открытием мемориальной аудитории 11 марта 2002 г. и открытием мемориальной доски 26 сентября 2006 г. в честь А.И.Кухтенко<sup>3</sup>. Первое из этих событий было приурочено к дню рождения А.И.Кухтенко и 50-летию КИИГА. В аудитории (№ 205) представлены многочисленные материалы, характеризующие жизненный и творческий путь А.И.Кухтенко, его научные достижения и различные аспекты его педагогической, организационной, научной деятельности.

Далее приводятся фрагменты личных воспоминаний одного из авторов статьи — дочери А.И.Кухтенко, дополненные выдержками из выступлений участников двух упомянутых памятных событий.

Александр Иванович Кухтенко принадлежал к тем учёным, для которых наука — высшая ценность, как божество или религия. Слова А.П. Чехова: “Наука — самое важное, самое прекрасное и нужное в жизни человека. Она всегда была и будет высшим проявлением любви, и только ею одною человек победит природу и себя” были выписаны Александром Ивановичем собственноручно и долгое время лежали на его рабочем столе. Он был очень неординарным учёным и человеком, который всего достиг сам: сам выучил математику и приобрёл знания, необходимые для теоретических исследований в области теории инвариантности и общей теории систем.

“Будучи по образованию инженером, он достиг высочайшего уровня в области математической теории управления, и его последние годы связаны именно с этой теорией, хотя постоянно в поле его внимания находились и прикладные задачи”, — пишет о А.И. Кухтенко В.Ф. Губарев.

А.И.Кухтенко — очень многогранный учёный. У него был широкий, энциклопедический взгляд на любой предмет и непреодолимая тяга ко всему новому, непознанному и одновременно у него возникали свои новые, оригинальные идеи.

“Александр Иванович был постоянным генератором новых идей, — продолжает В.Ф. Губарев. — Он никогда не оставлял без внимания самые новые достижения науки. Его деятельность проходила в самых различных направлениях. Он постоянно занимался тем, что изучал всё новое; мысли у него бежали далеко вперёд. Он видел, может быть, больше, чем нам хотелось: нам хотелось защищать диссертации, решать какие-то небольшие проблемы, а он смотрел на всё это шире. Он являлся для всех нас примером научного работ-

<sup>3</sup> Полные видеозаписи этих двух юбилейных событий находятся в личном архиве Т.А.Кухтенко. Приведенные выше фрагменты воспоминаний Ю.И.Самойленко, В.Ф.Губарева и А.Д.Федоровско-го, поздравительного письма из “Звездного городка” взяты из этого источника информации.



ника — как надо видеть перспективу научной деятельности, как надо строить свою работу.

Александр Иванович был таким учёным, который всегда смотрел в будущее, всегда учился и всегда служил своей мечте. Своих высот, своих знаний он достиг именно благодаря тому, что учился каждый день — дома работал и учился, постоянно познавал что-то новое. Иногда его спрашивали: почему он изменил свою точку зрения на какой-то вопрос? — и слышали в ответ: “Тогда я этого ещё не знал, а сейчас уже знаю”.

Что касается будущего состояния общества, то Александр Иванович считал, что общество будет развиваться на основе знаний. При этом основой развития всех структур общества, по его мнению, являются гуманные, нравственные нормы и законы, не зафиксированные в официальном законодательстве, но крайне необходимые, в том числе для развития науки, научно-технического прогресса.

Об этом Александр Иванович говорил, в частности, в своём интервью начала 90-х годов<sup>4</sup>: “Никакие научные программы не будут реализовываться, если потеряна нравственность человека... Научно-технический прогресс невозможен, пока не будут восстановлены нравственные каноны... При этом восстанавливать нужно прежде всего честность — это главный канон”.

“Личность Кухтенко незаурядная, я думаю, что функция принадлежности этого человека гораздо более широкая, чем просто учёный и учитель, — вспоминает А.В. Палагин. — Глубину человеческого обаяния Александра Ивановича составляли такие черты, которые приближали к нему людей. И он как руководитель очень часто завоёвывал уважение не приказами, а своим отношением к людям, своим отношением и примером в науке. Я с очень большим удовольствием вспоминаю те времена, когда нам приходи-

лось общаться в любом месте — начиная от учёного совета Института кибернетики и кончая просто нечаянным свиданием в коридоре”.

“Кроме научной стороны, особо нужно отметить умение Александра Ивановича работать с людьми и создать, во-первых, коллектив хороших учёных и, во-вторых, атмосферу научную, что очень и очень важно, скажем так, умение заниматься главными делами и не мешать расти людям. Ведь если сейчас посмотреть, порядка 15 человек работают заведующими отделами в разных учреждениях — это его ученики, которые прошли большую, очень большую школу у Александра Ивановича Кухтенко, и за это ему огромное спасибо. Потому что он давал своими идеями первый толчок, импульс для научной работы. Он много читал литературы и умел найти там нужное направление и поставить задачу. А там уже, если умеешь работать, всё зависит от тебя.

Спасибо Александру Ивановичу за то, что он создал плеяду, школу научных работников, и не только научных работников, но и преподавателей, которые параллельно с научной работой передают знания студентам” (Ю.Г. Кривonos).

“Откройте любую книгу Александра Ивановича, и вы увидите за всей многогранностью математических формул поэзию того, что хотел сказать академик Кухтенко” (В.П. Бабак).

Хотелось бы завершить данную краткую характеристику Александра Ивановича Кухтенко — учёного, учителя и человека — поэтическими строчками. По мнению члена-корреспондента НАН Украины А.В.Палагина, одно из стихотворений Б.Пастернака, приведенное ниже, очень близко к личности А.И.Кухтенко и хорошо отражает его человеческую сущность. Александр Васильевич прочитал эти стихи дважды — на праздновании 80-летия А.И.Кухтенко и при

<sup>4</sup> Видеозапись этой беседы сохраняется в личном архиве Т.А.Кухтенко.

открытии мемориальной доски в Национальном авиационном университете.

*“Быть знаменитым некрасиво,  
не это поднимает ввысь.  
Не надо заводить архивы,  
над рукописями трястись.  
Цель творчества — самоотдача,  
а не шумиха, не успех.  
Позорно, ничего не знача,  
быть притчей на устах у всех.*

*Но надо жить без самозванства,  
так жить, чтобы в конце концов  
привлечь к себе любовь пространства,  
услышать будущего зов.*

...

*Другие по живому следу  
пройдут твой путь, за пядью пядь,*

*но поражение от победы  
ты сам не должен отличать”.*

Своё выступление перед молодыми учёными НАУ в сентябре 2006 г. А.В.Палагин завершил следующими словами: “я думаю, что в жизни у Александра Ивановича были не только одни победы; но человек такого величия, мужества и такой удивительной доброжелательности и скромности — он проходил всё это так, что было незаметно для окружающих. Мне кажется, самое главное, что сделано в жизни этим незаурядным человеком, — это то, что по его живому следу идут не только его ученики, непосредственная когорта людей, которые близко знали Александра Ивановича, но и те, кто его не знал и кто сегодня стоит здесь”.

1. Личное дело Кухтенко А.И. — Архив Президиума НАН Украины, оп. № 631, ед. хр. № 28.
2. Александр Иванович Кухтенко / Сост. С.Н.Дяченко. — К.: Наук. думка, 1991. — 48 с. — (Биобиблиография ученых Украины).
3. *Відвага* вченого (Присвячується академіку О.Кухтенку) // *Авіатор*. — 2003. — 11 квітня (№ 5).
4. *Щипанов Г.В.* Теория и методы проектирования автоматических регуляторов // *Автоматика и телемеханика*. — 1939. — № 1.
5. *Азарсков В.Н., Шелелёв А.Г.* Научная, педагогическая и общественная деятельность А.И. Кухтенко в Киевском институте инженеров гражданской авиации // *Проблеми інформатизації та управління*. — 2004. — № 11. — С. 21—28.
6. *Кухтенко А.И.* Автоматическое регулирование рудничных турбомашин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Донецк, 1941. — 19 с.
7. *Кухтенко А.И.* Некоторые основные вопросы кинематики и динамики автоматически регулируемых врубных машин с плавной подачей: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М., 1954. — 30 с.
8. *Кухтенко О.И.* Про теорію малих коливань і стійкість руху систем з неголономними зв'язками // *Прикладна механіка*. — 1955. — Т.1, № 2. — С.205—223.
9. *Кухтенко А.И.* Об устойчивости несвободного автоматически управляемого движения самолёта // *Вопросы авиационной автоматки и вычислительной техники*. — 1962. — Вып.2. — С.3—15.
10. *Кухтенко А.И.* Шестая проблема Д.Гильберта в механике и теории автоматического управления. — Киев, 1985. — 52 с. — (Препр./ АН УССР, Ин-т кибернетики; 85-37).
11. *Кухтенко А.И.* О динамике устройств, имитирующих живые организмы // *Теория дискретных, оптимальных и самонастраивающихся систем: Труды I Междунар. конгресса IFAC*. — М.: Изд. АН СССР, 1961. — С.918—928.
12. *Кухтенко А.И.* Теория алгебраических инвариантов в задачах автоматического управления // *Кибернетика и вычислительная техника: Сложные системы управления*. — 1978. — Вып.39. — С.3—16.
13. *Лузин Н.Н.* К изучению матричной теории дифференциальных уравнений // *Автоматика и телемеханика*. — 1940. — № 5.
14. *Кухтенко О.И.* Поширення критерію абсолютної інваріантності на об'єкти зі змінними параметрами // *Доп. АН УРСР*. — 1961. — № 4. — С.434—437.
15. *Петров Б.Н., Кухтенко А.И.* Структура абсолютно инвариантных систем и условия их физической осуществимости // *Тр. II совещ. по теории инвариантности*. — М.: Наука, 1964. — С.26—48.
16. *Кухтенко А.И.* Задачи инвариантности до  $\epsilon$  систем регулирования по отклонению // *Теория инвариантности и её применение в автоматических устройствах: Тр. совещ. по теории инвариантности*. — Киев, 1958. — С.40—58.
17. *Кухтенко А.И., Шелелёв А.Г.* Самонастраивающаяся по принципу инвариантности система автопилотирования // *Вопросы авиационной автоматки и вычислительной техники*. — 1964. — Вып.3. — С. 153—164.
18. *Кухтенко А.И.* Проблема инвариантности в автоматике. — Киев: Гостехиздат УССР, 1963. — 376 с.

19. *Ивахненко А.Г.* Техническая кибернетика. — Киев: Гостехиздат УССР, изд. 1-е, 1959. — 422 с.; изд. 2-е, 1962.
20. *Кухтенко А.И., Петров Б.Н.* Теория проектирования инвариантных систем управления // Современные методы проектирования систем автоматического управления. — М.: Машиностроение, 1967. — С.13—76.
21. *Кунцевич В.М.* Импульсные самонастраивающиеся и экстремальные системы автоматического управления. — Киев: Техніка, 1966. — 284 с.
22. *Зайцев Г.Ф., Стеклов В.К.* Автоматические системы с дифференциальными связями. — Киев: Техніка, 1984. — 168 с.
23. *Павлов В.В.* Инвариантность и автономность нелинейных систем управления. — Киев: Наук. думка, 1971. — 272 с.
24. *Зайцев Г.Ф., Стеклов В.К.* Комбинированные следящие системы. — Киев: Техніка, 1973. — 264 с.
25. *Зайцев Г.Ф.* Вклад академика АН УССР А.И. Кухтенко и его школы в теорию инвариантности // Проблемы информатизации та управління. — 2004. — № 11. — С.29—32.
26. *Кухтенко А.И.* О физике и кибернетике // Кибернетика. — 1981. — № 4. — С.133—138.
27. *Самойленко Ю.И., Яценко В.А.* Основы научного мировоззрения А.И.Кухтенко // Там же. — С.7—10.
28. *Кухтенко А.И., Семенов В.Н., Удилов В.В.* Геометрические и абстрактно-алгебраические методы в теории автоматического управления // Кибернетика и вычислительная техника: Сложные системы управления. — 1975. — Вып. 27. — С. 3—20.
29. *Кухтенко А.И., Гудыменко Б.А., Удилов В.В.* Некоторые вопросы колебаний и устойчивости движения многомерных упругих и упруго-жидких управляемых объектов // Космические исследования на Украине. — 1973. — Вып.2. — С.46—57.
30. *Кухтенко А.И., Семенов В.Н., Удилов В.В.* Абстрактная теория систем: современное состояние и тенденции развития // Кибернетика и вычислительная техника: Сложные системы управления. — 1972. — Вып.15. — С.4—22.
31. *Кухтенко А.И., Удилов В.В.* Применение теории представлений групп для решения задач стабилизации упругих космических объектов // Там же. — 1971. — Вып.8. — С.4—17.
32. *Набивач В.Е.* Методологический подход А.И.Кухтенко к развитию математической (абстрактной) теории систем // Проблемы информатизации та управління. — 2004. — № 11. — С.19—20.
33. *Кухтенко А.И.* Дедуктивный и индуктивный пути построения общей теории систем // Тр. III Всесоюз. конф. по кибернетике. — Тбилиси, 1967.
34. *Кухтенко А.И.* Иерархические системы управления // Энциклопедия кибернетики. — Киев, 1974. — Т. 2. — С. 335—350.
35. *Кухтенко А.И., Волкович В.Л., Гигиняк В.Ф.* О лингвистическом уровне абстрактного описания сложных систем управления // Сложные системы управления: Труды семинара. — Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1969. — Вып.2. — С.84—100.
36. *Кухтенко А.И.* Об основных абстрактных уровнях описания сложных систем: Методологические проблемы системотехники // Материалы I Всесоюз. симпозиум. — Л.: Судостроение, 1970. — С.34—36.
37. *Кухтенко А.И.* Основные задачи теории управления сложными системами // Сложные системы управления: Труды семинара. — Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1968. — Вып.1. — С.3—40.
38. *Кухтенко А.И.* О построении абстрактной теории управления // Кибернетика и вычислительная техника: Сложные системы управления. — 1980. — Вып. 47. — С.3—10.
39. *Кухтенко А.И.* Абстрактная теория систем и прикладные исследования // Там же. — 1982. — Вып.54. — С.3—9.
40. *Зуровський М.З.* Стан та перспективи розвитку методології системного аналізу в Україні // Кибернетика и системный анализ. — 2000. — № 1. — С.101—109.
41. *Кухтенко А.И.* Фрагменты истории формирования кибернетики // Очерки истории естествознания и техники. — 1987. — № 33. — С.15—30; Наука та наукознавство. — 2003. — № 3. — С.138—154.
42. *Творческое содружество России и Украины в теории автоматического регулирования / А.Г.Ивахненко, А.И.Кухтенко, А.В.Хромой, П.Чинаев // Автоматика и телемеханика. — 1954. — Т.15, № 4. — С. 289—297.*
43. *Кухтенко А.И.* Основные этапы формирования теории инвариантности: Ч.1. Основополагающие работы // Автоматика. — 1984. — № 2. — С.3—13; Ч.2. Расширение тематики исследований // Там же. — 1985. — № 2. — С.3—14; Ч.3. Нелинейные инвариантные системы // Там же. — 1985. — № 6. — С.3—14.
44. *Кухтенко А.И.* От Н.Винера до наших дней // Юбилей науки. — Киев: Наук. думка, 1989. — С.5—16.
45. *Кухтенко А.И.* О дифференциации наук кибернетического направления. — Киев, 1987. — 46 с. (Препр./ АН УССР, Ин-т кибернетики, 87-52).
46. *Кухтенко А.И.* О кибернетике и информатике. — Киев, 1987. — 53 с. (Препр./ АН УССР, Ин-т кибернетики; 87-53).

47. *Винер Н.* Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. — 2-е изд. — М.: Сов.радио, 1968. — 326 с.
48. *Кухтенко А.И.* Кибернетика и фундаментальные науки. — Киев: Наук. думка, 1987. — 142 с.
49. *Кухтенко А.И.* На пути к единству научных знаний // Методологический анализ физического познания. — Киев: Наук. думка, 1985. — С.130—146.
50. *Кухтенко О.И., Самойленко Ю.И.* Автоматичне керування плазмовими об'єктами. — Вісн. АН УССР. — 1971. — № 3.
51. *Комбинированная система управления плазменным шнуром / А.И.Кухтенко, Ю.И.Самойленко, Ю.П.Ладиков-Роев, В.К.Бутенко* // Там же.
52. *Kukhtenko A.I., Samoilenko Yu.I.* Stabilisiertes Plasma für die Kontrollierte Kernfusion // Ideen des exakten Wissens. — 1973. — № 7. — S. 413—422.
53. *Самойленко Ю.И.* Проблемы и методы физической кибернетики // Праці Інституту математики НАНУ. — 2006. — Т. 56. — 644 с.
54. *Бутковский А.Г., Самойленко Ю.И.* Управление квантово-механическими процессами. — М.: Наука, 1968. — 256 с.
55. *Гуленко В.П.* Работы А.И. Кухтенко по авиационным тренажерам // Проблеми інформатизації та управління. — 2004. — № 11. — С.35—37.

*Получено 25.10.2007*

*А.М. Глебова, Т.О. Кухтенко*

### **О.И. Кухтенко та його наукова школа**

*Розповідається про життєвий шлях, наукову та педагогічну діяльність академіка НАН України О.І. Кухтенка (1914—1994). Проаналізовано його праці та праці членів створеної ним наукової школи. Наведено спогади учнів, колег та дочки О.І.Кухтенка, що відтворюють його постать як ученого, вчителя, людини.*

*О.Л. Перевозчикова*

## **Школа теории программирования Е.Л. Ющенко**

*Обзор посвящен истории возникновения и сегодняшнему дню школы теоретического программирования, до начала нового тысячелетия (в течение 40 лет) работавшей под руководством члена-корреспондента НАН Украины Е.Л.Ющенко на базе созданного ею в 1957 году отдела автоматизации программирования Института кибернетики имени В.М.Глушкова НАН Украины. С позиций сегодняшнего дня сделана попытка оценить работы Е.Л.Ющенко и ее ближайших соратников и особенно учеников — бывших аспирантов: докторов физ.-мат. наук, профессоров И.В.Вельбицкого, Е.М.Лаврищевой и А.И. Халилова, доктора техн. наук, профессора Г.Е.Цейтлина, чл.-кор. НАН Украины, доктора физ.-мат. наук, профессора О.Л.Перевозчиковой.*

На Украине теория программирования (ТП) начала развиваться с 1957 года, со дня основания ВЦ АН УССР, реорганизованного впоследствии в Институт кибернетики АН УССР. Основной предмет исследований ТП — это языки программирования, их инструментальные среды и системный интерфейс для разработки программного продукта. Основа математического ап-

парата — компьютерная алгебра и логика, теория автоматов и формальных языков, алгебро-грамматический аппарат спецификации классов алгоритмов и программ, формальные модели представления знаний. На основе математического аппарата разработаны модели и методы представления знаний и инструментарий конструирования компиляторов, интерпретаторов, средств

© О.Л. Перевозчикова, 2007