

А.Н. Глебова

## Теоретический аспект исследования проблемы единства научного знания в трудах А.И. Кухтенко

*Проанализированы различные способы теоретического решения академиком НАН Украины А.И. Кухтенко проблемы интеграции науки, а именно: а) возможность синтеза различных наук, взятых попарно; б) создание интегральной концепции науки на базе одной обобщающей дисциплины; в) классификация всего комплекса наук с целью выявления взаимосвязей между ними.*

Академик НАН Украины Александр Иванович Кухтенко (1914–1994) принадлежит к числу ученых, известных во всем мире как основатели кибернетики (Н. Винер, Дж. Нейман, А. Тьюринг, А. Тарский, Л.В. Канторович, В.М. Глушков, В.С. Михалевич, А.И. Кухтенко и др.). Благодаря исследованиям этой группы ученых во второй половине XX века сформировалась философская, теоретическая и прикладная база новой науки кибернетики и связанной с ней информатики. В свою очередь это явилось необходимой предпосылкой для всемирного развертывания процесса, происходящего сегодня во всех сферах общественной жизни, а именно, для формирования информационного общества [1].

Благодаря своей разносторонней эрудиции А.И. Кухтенко свободно ориентировался во многих областях знаний, никогда не оставлял без внимания новейшие достижения науки. Его деятельность проходила в самых различных научных направлениях и в каждом из них Александр Иванович был признанным специалистом. Ученики и коллеги А.И. Кухтенко отмечают его умение глубоко вникать в сущ-



ность каждой научной проблемы, делать широкие обобщения и основательные выводы, принимать точные и эффективные решения, давать взвешенные рекомендации по всему спектру изучаемых вопросов. Практически в каждой из областей науки, которые он разрабатывал, А.И. Кухтенко сделал ряд открытий, получил результаты

мирового уровня и создал научную школу, представители которой успешно продолжают начатые им исследования [2].

Междисциплинарное направление научной школы А.И. Кухтенко плодотворно развивается начиная с последней четверти XX века вплоть до настоящего времени. Начало исследованиям в данном направлении было положено теоретическими работами А.И. Кухтенко 1980–1990-х годов. В этот период Александр Иванович усиленно занимался изучением проблемы интеграции различных наук и создал ряд работ, наиболее важная из которых – статья [3], опубликованная в 1985 году. В отличие от других в той или иной степени изученных работ А.И. Кухтенко в области математики и физики, информатики и кибернетики эта малоизвестная статья до сих пор не привлекала внимания исследователей. По своему научному содержанию она относится главным образом к сфере истории и философии науки, а также науковедения. В этой работе А.И. Кухтенко сделал важные научные обобщения и предвидения, представляющие собой значительный вклад в решение проблемы единства научного знания.

В самом начале статьи [3] А.И. Кухтенко приводит известное суждение физиолога И.П. Павлова о том, что придет время, и «величественными формулами» человек опишет самого себя. Созвучно с ним предсказание К. Маркса, которое также цитирует А.И. Кухтенко: «Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука» [4]. Предвидение слияния воедино разрозненных наук о природе и человеке – лишь одна из граней, сторон, характерных черт будущего единства всех областей научного знания, к которому неизбежно ведут все наблюдающиеся в настоящее время процессы интеграции науки.

Будучи хорошо знакомым с историей науки, с основными тенденциями ее исторического развития, А.И. Кухтенко осознавал неизбежность объединения отдельных научных дисциплин и направлений в ходе дальнейшей эволюции науки. В поисках путей, ведущих к единой науке, ученый вполне естественно задавался вопросом: в какой мере уже достигнуто единство научного знания? Отвечая на этот вопрос, А.И. Кухтенко пишет: «Даже предварительное рассмотрение взаимодействия различных дисциплин свидетельствует о том, что в настоящее время наука находится только на подступах к тому периоду, когда можно будет говорить о формировании действительно “единой науки”. Научные знания еще далеки от того, чтобы человек мог величественными формулами описать самого себя» [3, с. 133].

Аналогичная ситуация наблюдается и в отдельных естественных науках, разделы которых (такие как механика, оптика, термодинамика, электродинамика, квантовая механика, теория относительности – в физике) изучаются порознь, а не на единой методологической и аксиоматической основе. В связи с этим А.Эйнштейн писал: «На протяжении долгих лет я всеми силами стремился придать ясность основаниям науки и совершенствовать их... Пока мы должны признать, что не имеем для физики общей теоретической основы, которую можно было бы считать ее логическим фундаментом» [5].

После призыва Д. Гильберта аксиоматизировать теоретическую физику (1900 год) были предприняты попытки построения единого научного здания физики (некоторые из них описаны в книге канадского физика и философа М. Бунге [6]). Также и в других фундаментальных науках в XX столетии были сделаны определенные шаги, направленные к интеграции; однако

в целом это не привело к существенному изменению ситуации. Несмотря на усиление интегративных процессов в эпоху НТР, в современной науке по-прежнему преобладает тенденция к дифференциации научного знания. Однако, в отличие от более ранних периодов в истории науки (таких как период XVII—XIX вв. — формирование классической науки и создание научной картины мира), в настоящее время данная тенденция уже не способствует созидательному и гуманному развитию науки и техники [7]. Лишь в системе интегрированной науки возможно эффективно решить проблемы, порожденные НТР, и многие другие, а также устранить внутренние противоречия в самой науке.

Осознание указанных обстоятельств привело к тому, что в научной литературе последней четверти XX века широко освещались вопросы о возможности и целесообразности объединения отдельных научных дисциплин (или всех сразу), о различных формах интеграции науки, о создании общеметодологических основ единства научного знания. Существенный вклад в их решение внесли отечественные авторы: А.Д. Урсул, М.Г. Чепиков, Б.М. Кедров, Э.Н. Елисеев, И.А. Акчурин и др. [8–12].

Свой собственный оригинальный подход к рассмотрению данного круга вопросов предложил наш соотечественник Александр Иванович Кухтенко. Его исследования проблемы единства научного знания позволяют решить наиболее актуальные вопросы, поставленные всем ходом исторического развития науки и связанные с перспективами ее будущего развития. В частности, труды А.И. Кухтенко дают ответ на конкретный вопрос: что делать в сложившейся ситуации ученым, осознавшим сегодняшнее несовершенное состояние научного знания и желающим ускорить процесс интеграции науки?

А.И. Кухтенко предлагает три пути решения проблемы, причем все они достижимы уже сейчас, в ситуации разрозненности и узкой специализации научных дисциплин. Предвидения академика А.И. Кухтенко относительно возможных способов создания единой науки отражают наиболее прогрессивные тенденции в развитии научного знания, которые ускоренными темпами реализуются буквально у нас на глазах.

Первый путь — это возможный процесс синтеза различных наук, взятых попарно. Ряд примеров реализации данного процесса приведен в [3].

Так, в историко-научном плане выяснен и описан процесс формирования математической психологии как внутреннего объединения знаний в области психологии и математики [13]. Этот процесс происходил достаточно быстро: если в 1970-е годы появление на научном горизонте новой дисциплины подвергалось яростным атакам со стороны ортодоксальных психологов, то уже 10–15 лет спустя во многих странах были созданы научные ассоциации математической психологии, издавались монографии, руководства, учебники по ее отдельным ветвям, начал выходить журнал «Mathematical Psychology».

В середине 1970-х годов обсуждались перспективы возможного синтеза физики и биологии в процессе создания теоретической биологии на основе использования интегрирующих свойств математики [8]. Прошло всего лишь десятилетие, и процесс формирования биофизики стал явным для всех, кто интересовался проблемами «на стыке» этих двух наук. «Есть определенные основания полагать, что единство биологических и физических наук существенно возрастает», — так охарактеризовал А.И. Кухтенко в 1980-е годы преобладающую тенденцию к сближению этих двух основных разделов естествознания [3, с.145].

В этот же период обозначилась тенденция «определенного симбиоза» (по словам А.И. Кухтенко) кибернетики и естественных наук, таких как физика, химия, биология. При этом слияние наук происходило не только на техническом уровне (использование ЭВМ и других технических средств для автоматизации экспериментов), но также на идейном уровне (постановка и решение фундаментальных теоретических проблем с использованием идей и методов кибернетики).

В конце XX века наметились также тенденции к объединению химии и биологии (работы лауреата Нобелевской премии Р. Тома в области морфогенеза и теории катастроф), математики и биологии (работы Ю.И. Любича в области математической генетики) и других наук.

«Во взаимосвязанном процессе развития указанных научных дисциплин, собственно говоря, и состоит истинная суть процесса интеграции знаний», — отмечает А.И. Кухтенко. Происходящий в настоящее время процесс интеграции не ограничивается названными областями знаний, на самом деле он значительно шире. Фактически тенденция к объединению наблюдается при попарном рассмотрении любых наук, «достигших такого уровня развития, когда их симбиоз на почве математической интеграции знаний становится возможным». По мнению А.И. Кухтенко, вскоре можно ожидать появления и других математизированных разделов знаний. «Их появление должно ускорить процесс синтеза гуманитарных и естественных наук, что в свою очередь приведет к существенно большей степени интеграции знаний, приблизит к цели — построению «единой науки»» [3, с.145–146].

Другой подход к решению проблемы интеграции научных знаний, согласно А.И. Кухтенко, заключается в выделении среди множества научных дисциплин одной-единственной дисциплины и прида-

ния ей функций общеметодологического фундамента для построения всего здания единой науки о мире и человеке. Традиционно такую функцию синтеза различных научных направлений выполняет философия как «наука о всеобщих законах природы, общества и мышления» [14].

Интегрирующая роль философии как науки усиливается тем, что философия представляет собой особый вид духовной культуры общества, назначение которого — осмысление основ природного и социального мира в их взаимосвязи. Таким образом, философия изначально выполняет в обществе специфические, присущие именно ей интегрирующие функции, важнейшие из которых — мировоззренческая и методологическая.

Философия как мировоззрение «направлена на выработку обобщенной системы взглядов на мир и на место в нем человека» [там же]. Философское знание выражается через систему категорий и понятий, отражающих фундаментальные свойства бытия; при этом «особенностью философских категорий и понятий является их предельная всеобщность, которая придает им характер универсалий» [15]. Как всеобщая методология философия вырабатывает общие методологические подходы и принципы исследования в области частных наук, создает общее для всех наук «культурно-смысловое, интеллектуальное поле и формирует адекватный ему концептуальный стиль мышления» [там же].

Особенно важную методологическую роль играет философия на переломных этапах общественного развития и научного познания, когда философские обобщения остаются чуть ли не единственными ориентирами, позволяющими организовать и направить научный поиск. Одним из таких ключевых моментов истории явилось зарождение науки в античности; другой переходной этап начался в конце

XX века в связи с наметившейся тенденцией интеграции науки.

Как известно [15], античная натурфилософия выступала формой обобщения и систематизации конкретно-научного знания. Произведения философов античности были одновременно естественнонаучными трудами; для них характерна нераздельность, синкретичность знания о мире и человеке [16]. Примером может служить учение Аристотеля [17], послужившее основой научного мышления для многих поколений ученых и философов на протяжении длительного периода истории (около 20 веков). Говоря о научной картине мира, большинство мыслителей той эпохи подразумевали картину мира по Аристотелю. Причину этого, очевидно, следует искать в разработанности, непротиворечивости, внутренней стройности философской концепции Аристотеля, органично включившей в себя все достижения естественных и других наук. Так, А. Койре называл аристотелевскую физику «очень строго продуманной и очень связной системой теоретического знания, имеющей очень глубокие философские основания» [18].

Зародившись в античности, философский подход к обобщению, осмыслению и структуризации всей системы научных знаний сегодня вновь актуализируется с учетом достижений современной науки, существующих тенденций и характерных особенностей развития отдельных дисциплин. Примером может служить философское осмысление фундаментальных физических идей, послужившее основой для построения целостной картины мира, характерной для настоящего времени [19]. Эти физические идеи начала XX века были ассимилированы и существенно развиты новейшей физикой, переосмыслены философией в новом концептуальном контексте в виде категориальных структур, задающих характер научного объяснения и художественного освоения реальности, и

затем экстраполированы на другие предметные области, включая общественные науки и искусство. По мнению автора данной концепции, целостность духовной культуры современного общества может быть реконструирована на основе выявления и изучения таких глубинных, уникально-универсальных категориальных структур или «стереотипов сознания». Процесс познания действительности в современных условиях может быть представлен как категориальный синтез теоретического знания, т.е. «синтез чувственного многообразия на основе категорий мышления, порождающий на завершающем этапе целостное понимание выделенной области явлений» [20].

Стремление к синтезу теоретического знания, к объединению его категориальных структур присуще как современной науке в целом, так и отдельным ее областям; в особенности это касается комплексных дисциплин, таких как философия, науковедение, синергетика. Философские обобщения – отнюдь не единственный (хотя и наиболее распространенный) путь, ведущий к построению единой системы знаний. В трудах А.И. Кухтенко рассматриваются другие возможности создания интегральной концепции науки на базе одной обобщающей дисциплины; при этом явно прослеживаются две основные линии: в первом случае методологической основой междисциплинарных исследований является математика, во втором – кибернетика.

Специалисту в любой области естествознания нетрудно понять, почему именно математика может стать и во многом уже является единой общенаучной платформой, обеспечивающей унификацию знаний и согласованное развитие различных по своей природе научных дисциплин. Во всех областях точного естествознания при изучении любых реальных объектов или процессов применяются процедуры идеализации и моделирова-

ния, приводящие к той или иной математической трактовке задачи. Именно математическая модель представляет собой универсальный механизм для описания всех объектов независимо от их природы. Она характеризуется возможной широтой охвата и точностью описания любых объектов; с ее помощью можно получить наиболее фундаментальные знания об этих объектах. Современная математика благодаря интенсивному развитию таких ее разделов, как математическая логика (в том числе неклассические логики), теория алгоритмов, теория информации, функциональный и абстрактный гармонический анализ и др., предоставляет исследователю неограниченные возможности изучения реальных систем любой сложности и позволяет практически с любой требуемой точностью описывать системы произвольной природы (технические, биологические, физиологические, экономические, социальные, экологические и др.). Все это привело к тому, что «язык математики» приобрел общенаучную значимость и уже давно стал связующим звеном между различными естественными дисциплинами.

Вопрос о математизации научных знаний, об интегрирующей роли математики и ее влиянии на процесс формирования новых гибридных наук многократно обсуждался в научной литературе 1970–1980-х годов [21–23]. А.И. Кухтенко внес существенные дополнения и уточнения в понимание данного вопроса. В статье [3, с.134] он указал на то, что вскрыть истинные причины влияния математики на процесс синтеза новых дисциплин не столь просто, как это кажется с первого взгляда; для этого необходимо осознать суть тех глубинных процессов, которые происходили в последние десятилетия в самой математике.

По мнению Александра Ивановича, математика наиболее успешно (в сравнении с другими науками) преодолела кризис разобщенности и пришла к единству.

Известно, что в конце XIX – начале XX века математика, ранее бывшая единой и монолитной, распалась на большое количество отдельных ветвей. Специализация этих новых разделов зашла настолько далеко, что во многих случаях математики перестали понимать друг друга; в физике положение было аналогичным. Такое положение дел расценивалось как кризисное и признавалось «весьма опасным» для дальнейшего развития науки. Научная революция в физике протекала бурно в первой четверти XX века; в то же время в математике кризисное состояние было преодолено относительно спокойно в течение первой половины XX столетия. Основой, пригодной для преодоления кризиса в математике, оказался аксиоматический дедуктивный метод, предложенный Н. Бурбаки в многотомном (свыше 40 книг) трактате «Элементы математики».

По словам А.И. Кухтенко [3, с.135], трактат группы французских математиков, писавших под псевдонимом Н. Бурбаки, и многочисленные монографии их последователей «явились фактическим воплощением нового пути построения единого научного здания современной математики». На этом пути все многочисленные разделы математики и все многообразие существующих математических структур объединены тем, что их можно логически вывести из сравнительно небольшого количества базовых элементов, именуемых Н. Бурбаки «порождающими математическими структурами». Таких «кирпичиков», лежащих в фундаменте единого математического здания, оказалось не так уж много: это теоретико-множественные структуры (т.е. упорядоченные и частично упорядоченные множества), абстрактно-алгебраические структуры (полугруппы, группы, кольца, решетки и т.д.), топологические структуры (различные топологические пространства), дифференцируемые структу-

ры (дифференцируемые многообразия, внешние дифференциальные формы). Роль «цементирующей компоненты» при построении всего здания современной математики играет логика (как говорят математики, «логика впереди всех»).

А.И. Кухтенко особо подчеркивает [3, с.136], что указанный Н.Бурбаки путь построения единой математики на основе исходных структур (а также иных математических структур, иерархически построенных относительно исходных) — это не только путь преодоления кризисных явлений в математике; это также «смена парадигмы, замена одного способа мышления другим, коренная ломка старых и становление иных воззрений, имеющих принципиально новый методологический аспект». Это путь к объединению всех научных дисциплин, а не только разрозненных разделов математики. Приоритет открытия и исследования данного пути интеграции знаний принадлежит А.И. Кухтенко, который разработал не только методологические основы, но и математический аппарат построения единой науки на основе порождающих структур Бурбаки.

Проанализировав основополагающие структуры Бурбаки и их имманентные объединения (биструктуры, тернарные структуры и полиструктуры), А.И. Кухтенко пришел к выводу, что эти структуры можно использовать для единого описания на языке математики данных всех наук (по воспоминаниям А.И. Кухтенко, на эту мысль навела его глава «Архитектура математики» из книги Н. Бурбаки «История математики»). Опираясь на тот же методический и формальный аппарат, который использовали в своих трудах Н. Бурбаки, но при этом изменив предложенный ими дедуктивный путь построения единой системы знаний на индуктивный, А.И. Кухтенко предложил принципиально новый подход к дости-

жению поставленной цели — унификации знаний. Эта цель оказалась достижимой в рамках одного из разделов математики, а именно, в рамках общей теории систем (ОТС), именуемой также абстрактной, или математической теорией систем.

По мнению А.И. Кухтенко, именно ОТС может стать тем междисциплинарным фундаментом знаний, на котором впоследствии будет построено все грандиозное здание единой науки. В трудах А.И. Кухтенко [24–28] было положено начало созданию современного математического аппарата ОТС, основанного на понятиях абстрагирования и абстрактного описания свойств системы. Он ввел понятие об уровнях абстрактного описания систем и обозначил такие уровни: (1) символический (иначе говоря, лингвистический); (2) логико-математический; (3) теоретико-множественный; (4) абстрактно-алгебраический; (5) динамический; (6) теоретико-информационный; (7) эвристический.

Самый распространенный уровень описания (1) применяется не только в науке, но также в литературе и искусстве; уровни (2), (3), (4) чаще всего используются в физико-математической литературе; уровень (6) — в любой научной литературе, в том числе в общественных науках. Специфическую сферу применения имеет уровень (5) описание, учитывающее вероятность свершения того или иного события, сюда относятся детерминированные и вероятностные модели, — а также (7) — уровень, включающий в себя создание новых теорий, понятий, описание новых закономерностей и т.д.

В целом разработанная А.И. Кухтенко система семи уровней абстрактного описания реальных систем обеспечивает всестороннее и полное описание любых систем, существующих в природе и в обществе; поэтому общая теория систем, построенная на этом базисе, может слу-

жить центром кристаллизации междисциплинарных знаний.

«Для нас главным является то, — пишет А.И. Кухтенко [3, с.137–138], — что современная математика, построенная на основе известных математических структур, обладает истинными интегрирующими свойствами, так как она позволяет в унифицированной форме описывать объекты самой различной природы (физические, биологические, экологические и т.д.)». Достаточно показать, что изучаемый объект относится к определенному типу абстрактной математической структуры, и можно применять к нему все правила действий и использовать все свойства, которые справедливы для данной структуры.

Именно поэтому концептуальная революция, произошедшая в XX веке в области математических знаний, существенно повлияла на развитие других научных дисциплин; в частности, она способствовала коренной перестройке многих разделов физики и формированию теоретической кибернетики. В этих науках порождающие математические структуры Бурбаки использовались прежде всего с целью унификации знаний. Подтверждением этому служит ряд фактов из истории науки, приведенные в статье А.И. Кухтенко [3, с.139–140]; перечислим вкратце некоторые из них.

Была установлена общность аксиоматической основы современной дифференциальной геометрии и аналитической механики; благодаря этому удалось с помощью одного и того же формального аппарата изложить механику Ньютона, Лагранжа, Гамильтона, статистическую и квантовую механику. На той же базе применения порождающих математических структур и аксиоматического пути построения соответствующих теорий были созданы новые трактовки механики сплошной среды; методологической основой данного подхода послужила та-

кая известная алгебраическая структура, как алгебра Буля. В 1970-е годы алгебраические структуры уже широко использовались при изложении многих разделов математической и теоретической физики [29].

Использование внешних дифференциальных форм позволило изложить классическую электродинамику с явными преимуществами по сравнению с обычной ее трактовкой в векторной форме. Эвристическая ценность топологических и дифференцируемых структур была продемонстрирована при усовершенствовании обобщенных трактовок специальной и общей теории относительности, а также при получении ответов на вопросы, поставленные в свое время Эйнштейном в таких сложных областях физики, как электродинамика в искривленном пространстве и общая теория тяготения [30].

Создание общей теории элементарных частиц стало возможным благодаря использованию топологических и абстрактно-алгебраических структур, в частности понятия о расслоенном пространстве. Согласно этому представлению топологическое пространство можно рассматривать локально (последовательно) подобно тому, как риманова геометрия сводится локально к евклидовой, законы которой хорошо известны. Каждый слой расслоенного пространства можно описывать с помощью известных векторных пространств (векторное расслоение), вводить в них групповую структуру и устанавливать связь между слоями. Частный случай использования данного представления — так называемая «твисторная программа» Р. Пенроуза, позволяющая, например, точки пространства-времени Минковского представить некоторыми двумерными линейными подпространствами четырехмерного комплексного векторного пространства (плоское твисторное пространство) [31]. Еще



одно применение данного понятия — представление калибровочных полей, используемых в квантовой теории поля для описания действующих между частицами сил, при помощи абстрактных математических структур, именуемых связностями в расслоенных пространствах [32]. Такого рода представление создает предпосылки для формирования единой теории, охватывающей по меньшей мере три из четырех известных фундаментальных сил природы — сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что «в определенной мере найдена общая методологическая и математическая платформа для построения физики как единого целого, и поэтому можно утверждать, что смена парадигмы в математике приводит к тому же результату и в физике» [3, с.141].

Еще одной обобщающей наукой, способной синтезировать знания различных научных дисциплин, А.И. Кухтенко считал кибернетику, историю которой он пристально изучил и осмыслил. В серии работ [33–36] он рассмотрел основные этапы становления кибернетики и ее связь с фундаментальными науками, процессы дифференциации и интеграции кибернетических знаний, выразил свое отношение к дискуссии о взаимосвязи кибернетики и информатики, определил статус этих двух ветвей единого научного направления.

Александр Иванович неоднократно подчеркивал междисциплинарный характер кибернетики и указывал на то, что развитие кибернетики способствует и во многом обуславливает происходящие в настоящее время процессы интеграции науки. В упомянутых работах 1980-х годов А.И. Кухтенко исследовал возможности построения интегральной концепции всей науки на основе кибернетики.

В статье [36] отмечен тот факт, что математический фундамент кибернети-

ки общенаучен, однако методологические и философские трактовки кибернетики, а также сферы использования ее теоретических основ различны и зависят в том числе от национальных особенностей страны, в которой шло формирование этой науки. Так, в Англии кибернетика развивалась главным образом в области административного управления (управление фирмой) и разработок систем искусственного интеллекта. В то же время в США, Франции, Бельгии и других государствах кибернетикой на начальном этапе ее развития, как правило, именовались только те ее разделы, которые в нашей стране определяются словами «биологическая и медицинская кибернетика».

В наиболее широком плане кибернетика формировалась в СССР; поэтому наличие слова «комплексный» в названии Научного совета Академии наук СССР по проблеме «Кибернетика» отнюдь не является случайностью, а отражает фактический характер этой теоретической и прикладной области знаний [37]. Например, в Институте кибернетики АН УССР, организованном академиком В.М. Глушковым, проводились комплексные исследования как в теоретическом, так и в прикладном аспектах: в области создания сложных технических систем, рассмотрения ряда экономических и социальных задач, изучения живой природы (бионика), разработки проблем психологии, права и др. Размах исследований был таков, что сформировались многие самостоятельные научные дисциплины в частности техническая кибернетика, экономическая кибернетика, нейрокибернетика, биологическая и медицинская кибернетика [33].

По словам А.И. Кухтенко, кибернетика — это наука «достаточно специфичного типа»; «она охватывает многие объекты различной природы (технические, экономические, биологические, социальные,

экологические и т. д.), но рассматривает их с единой точки зрения, интересуясь только процессами передачи информации и использования последней для целей управления. Возникновение кибернетики как общей науки об управлении было обусловлено прежде всего потребностями практики, необходимостью создания первоначально простых, а затем все более и более сложных систем управления. При этом наглядно проявлялся процесс взаимодействия наук. Для формирования своего теоретического базиса кибернетика черпала знания из областей точного естествознания, техники, биологии и физиологии, социально-экономических дисциплин, философии. Теперь она весомо влияет на дальнейшее развитие этих же наук» [36, с. 7].

Особо следует сказать о статье А.И. Кухтенко [38], опубликованной дважды — в 1987 и 2003 годах. В ней рассмотрены различные, в том числе философские аспекты формирования кибернетики и показано, что кибернетика возникла с целью объединить и скрепить единство самых разных наук, изучающих процессы регулирования и управления, не только физических, математических и политехнических, но также социальных и биологических наук. Упомянутая статья А.И. Кухтенко с полным правом может быть названа основополагающей для становления данного научного направления; она явилась существенным дополнением к книге Н. Винера [39], с которой началось признание кибернетики как науки.

Итоговый вывод автора, приведенный в конце статьи [38], подтверждает универсальный статус кибернетики как всеобщей науки об управлении: «кибернетика возникла не внезапно и не на пустом месте, а ее возрождение в XX веке является вполне закономерным продолжением общего процесса развития естественных, технических и других на-

ук. Этим поясняется и ее синтетический характер... Зародившись в Древней Греции как “наука об управлении вообще”, она таковой остается и до настоящего времени. Ее 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...».

В приведенных фрагментах ясно прослеживается стремление А.И. Кухтенко к объединению различных областей науки. На этот раз общенаучной платформой знаний становится кибернетика — всеобщая наука об управлении, которое понимается достаточно широко: как принадлежность любых научных исследований, направленных на улучшение каких-либо объектов, процессов или состояний в природе, обществе, живых организмах или технических устройствах.

Помимо развития самой кибернетики, А.И. Кухтенко видел перспективы построения междисциплинарного базиса научных исследований в упрочении взаимосвязей кибернетики с другими фундаментальными науками, в частности с физикой [33, 40].

«Уже вполне явственно обозначился процесс “экспансии” кибернетики в фундаментальные науки, что весьма существенно влияет и на дальнейшее развитие самой кибернетики», — указывает А.И. Кухтенко в работе [36]. В таких науках, как физика, химия, биология, все чаще возникают теоретические и практические проблемы, решение которых принципиально невозможно без использования идей и методов кибернетики. В качестве примера можно привести, в частности, проблемы автоматического управления установками для термоядер-

ного синтеза (типа токамак), лазерными и электронными пучками, ускорителями частиц различного класса, квантово-механическими системами и объектами, требующими учета релятивистских эффектов [41, 42]. Проблемы синтеза веществ с наперед заданными характеристиками, решение различных вопросов инженерной генетики и биотехнологии также требуют использования теоретических достижений кибернетики и информатики, без чего невозможен прогресс в этих областях знаний.

В такого рода междисциплинарных исследованиях находит применение широкий арсенал математических средств: методы дифференциальной геометрии, топологии, абстрактной алгебры и др. Изучение процессов управления в указанных и других аналогичных случаях приводит к необходимости использования математических средств, адекватных физической сути изучаемых объектов. В свою очередь это требует единства математического аппарата, с помощью которого возможно одновременное описание как самого управляемого объекта или изучаемого процесса, так и системы, управляющей ими. Таким образом, проникновение идей и методов кибернетики в фундаментальные науки способствует развитию существующих и созданию новых математических методов системного описания объектов, упрочению единой общенаучной платформы знаний на базе математической теории систем.

Как уже отмечалось, в физике для описания рассматриваемых явлений используется богатый и разнообразный арсенал абстрактных математических моделей, многие из которых в конечном счете сводятся к порождающим математическим структурам Бурбаки. Также и в кибернетике при изучении реальных объектов или явлений прежде всего находят математическую модель, адекват-

ную сущности изучаемого (это общий для всего точного естествознания путь исследований). Модель одного и того же типа может быть использована для изучения самых различных систем — технических, биологических, экономических и др.

Еще в 1960-е годы А.И. Кухтенко проанализировал все встречающиеся в кибернетике объекты и системы и показал, что для построения соответствующих математических моделей в основном используются те же уровни абстрактного описания, что и в математической теории систем, т.е. соответствующие порождающим структурам Бурбаки или их имманентным объединениям [43].

Так, при изучении динамики процессов управления (в частности проблемы устойчивости движения) применяются главным образом топологические и дифференцируемые структуры. Теоретико-множественные и абстрактно-алгебраические структуры широко используются при исследовании дискретных кибернетических устройств, создании языков программирования, автоматизированном проектировании ЭВМ и в других разделах кибернетики [44]. В частности, абстрактная теория линейных динамических систем была создана на основе такой математической структуры, как модуль над кольцом полиномов [45]. С помощью теоретико-множественных структур изучались системы автоматического управления технологическими процессами, разрабатывалась теория графов, имеющая многочисленные применения в кибернетике [46]. Многократно использовалась такая алгебраическая структура, как полугруппа: была создана полугрупповая теория конечных автоматов (теория Крона — Роудза), разработана теория оптимального управления на языке полугрупп операторов в функциональ-

ных пространствах, предложена теоретико-вероятностная трактовка теории сложных систем на основе понятия полугруппы операторов в банаховом пространстве [47].

Приведенные примеры свидетельствуют об общности теоретических основ кибернетики и математической теории систем, которая дает возможность рассматривать эти две различных дисциплины как единое научное направление [28, 48].

«В настоящее время уже ясно вырисовываются контуры процесса перестройки научного здания математики и физики как единого целого, являющегося, в свою очередь, почвой для создания унифицированных теоретических основ кибернетики и математической теории систем, — пишет А.И. Кухтенко. — Все это и характеризует глубинную суть современного этапа концептуальной научной революции в точном естествознании» [3, с. 144–145].

В контексте данного исследования необходимо упомянуть также о трудах А.И. Кухтенко в области истории науки. По своей сути история науки является синтезирующей дисциплиной, которая обобщает все накопленные людьми знания и опыт, дает им оценку с точки зрения современных понятий [49]. Не случайно А.И. Кухтенко, исследуя возможности объединения всех научных знаний в рамках той или иной научной дисциплины, уделял пристальное внимание истории науки.

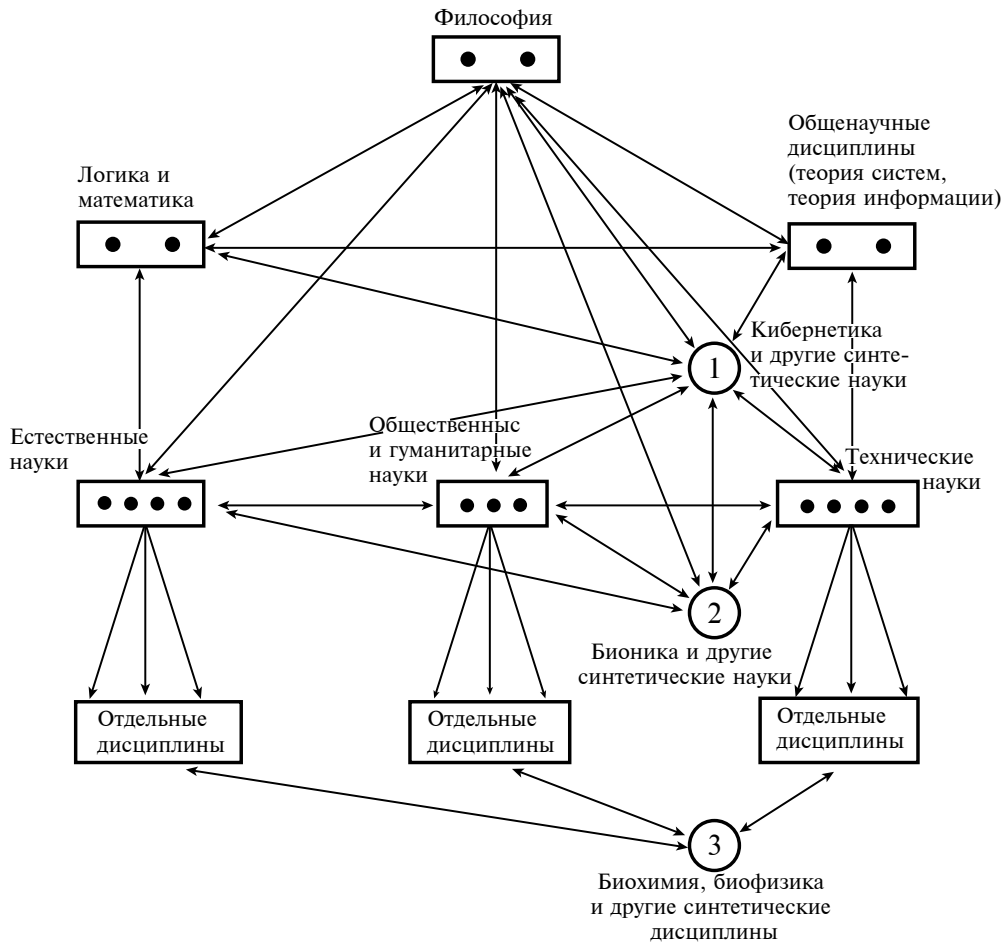
Будучи членом Украинского отделения Советского национального объединения историков науки и техники, А.И. Кухтенко внес значительный вклад в развитие данного научного направления. В списке научных работ А.И. Кухтенко [50] есть фундаментальные труды по истории всех научных дисциплин, которые он разрабатывал, — кибернетики, теории систем, теории инвариантности

[38, 51, 52]. Одна из функций истории науки состоит в том, чтобы восстанавливать и поддерживать непрерывную связь между прошлыми и будущими знаниями человечества. А.И. Кухтенко стремился реализовать эту функцию в своих историко-научных трудах, что подтверждает выбранный им эпиграф к статье [38]: «Камни истории служат ступенями, ведущими в будущее (Н.Рерих)».

И наконец, третий методологический подход к исследованию проблемы единства научного знания, всесторонне изученной А.И. Кухтенко, состоит в оценке и обобщении результатов достигнутого на современном этапе состояния единства на основе классификации всего комплекса наук и установления взаимосвязей между ними.

Как известно, новые результаты часто рождаются на стыке двух наук. Следовательно, установление и упрочение связей между различными научными дисциплинами способствует развитию каждой из них и науки в целом. Именно это и происходит сегодня в науке. Процессы интеграции в науке стали особенно заметны начиная с последней четверти XX века, в связи с чем в 1980-е годы было высказано суждение о том, что усиление взаимосвязи наук — «магистральная тенденция их современного развития» [53, с.3].

Анализ, проведенный А.И. Кухтенко в статье [3, с.131], позволяет наглядно изобразить эту тенденцию в виде схемы (рисунок). На схеме представлена классификация наук, включающая в себя иерархический процесс их взаимодействия в последней четверти XX века. Данная схема, впервые предложенная А.И. Кухтенко, содержит все известные в конце XX столетия дисциплины, направления и области научного знания. Не всегда они присутствуют на схеме явно; но неявно все они входят в ту или иную группу наук, обозначенных на рисунке.



### Взаимосвязь наук на современном этапе их развития (80-е годы XX в.):

1 — синтетические науки («гибридного» типа) верхнего уровня: кибернетика, математическая психология, математическая лингвистика и др.; 2 — то же, среднего уровня: бионика, инженерия, психология и др.; 3 — то же, нижнего уровня (включая междисциплинарные науки одного профиля): биохимия, физхимия, геохимия и т. д.

На схеме отчетливо различимы три уровня абстрагирования или обобщения научного знания. Третий (нижний) уровень соответствует отдельным уже давно сформировавшимся дисциплинам, изучающим конкретные свойства объектов и явлений в природе, обществе и техногенной сфере, созданной человеком (например физика, история, машиностроение). На втором уровне обобщения (среднем) все эти разрозненные дисциплины объ-

единяются в три группы соответственно объекту изучения. И, наконец, первый (высший) уровень абстрагирования включает в себя три группы наук, которые не имеют конкретного предмета изучения; их цель — обобщение и осмысление законов и связей, установленных науками третьего и второго уровня. Философия представлена на схеме как наука, имеющая высшую степень обобщения (она приподнята над первым уровнем) и наи-

большее количество связей с другими науками (эти связи показаны стрелками на схеме).

Между тремя иерархическими уровнями расположены научные дисциплины, процесс формирования которых шел интенсивно в 1980-е годы. Здесь стрелками обозначены взаимосвязи и взаимодействия вновь возникающих наук с уже существующими. При этом связи на схеме присутствуют далеко не все; например кибернетика, помимо наук 1-го и 2-го уровня, непосредственно пересекается с целым рядом конкретных научных дисциплин 3-го уровня: математикой, физикой, электротехникой, логикой, психологией и др.

Анализ работ [3, с.131–132; 36, с.7–8] свидетельствует о том, что разработанная А.И. Кухтенко иерархическая схема взаимосвязей всех существующих наук вполне соответствует предложенным ранее вариантам классификации наук и возможных типов их взаимодействия. Так, в книге под редакцией Б.М.Кедрова [53], опубликованной на год раньше статьи А.И. Кухтенко [3], выделено 5 типов связей между науками и соответственно 5 форм их взаимодействия, приводящего к возникновению новых научных дисциплин.

К первому типу относятся случаи, когда взаимодействуют две различные науки, а в итоге возникает новая научная дисциплина. На схеме (см. рисунок) это третья группа синтетических наук «гибридного» типа (физическая химия, биохимия, геохимия и т. д.)

Второй тип характеризуется тем, что новая дисциплина появляется при одновременном взаимодействии нескольких наук, каждая из которых интенсивно обогащается как в результате взаимодействия наук друг с другом, так и благодаря развитию вновь созданной науки. Примером может служить бионика, которая

использует биологию и физиологию для создания новых технических устройств и сама влияет на развитие этих же наук, привнося в них методы математического моделирования и содействуя их математизации. На схеме (см. рисунок) подобные науки относятся ко второй группе синтетических дисциплин.

Третья форма взаимодействия наук, описанная в книге [53], характеризуется возникновением некоторой «стержневой» науки, которая затем влияет на дальнейшее развитие целой группы дисциплин, на основе которых она возникла. Наиболее характерным примером может служить кибернетика, которая зародилась на базе естественных, технических и общественных наук, а теперь оказывает существенное влияние на их развитие и в то же время сама продолжает обогащаться в процессе такого взаимодействия. Очевидно, это и есть высшая группа синтетических наук, обозначенная цифрой 1 на схеме А.И. Кухтенко. К этой же группе относятся все новые дисциплины, возникающие в результате 4-й и 5-й форм взаимодействия наук (по Б.М.Кедрову), когда происходит симбиоз наук различных уровней их иерархического положения в общей системе знаний (слияние естественных, общественных, технических наук).

Анализируя приведенную схему (см. рисунок), А.И. Кухтенко выделяет две особенности взаимодействия наук на современном этапе.

Существенной особенностью современного процесса развития науки является тенденция возникновения многочисленных синтетических наук именно на высших иерархических уровнях. «В отличие от ранее сформировавшихся научных дисциплин “гибридного” типа внутри одного научного направления (главным образом, это характерно для естественных наук; так возникли биохимия

мия, физхимия и т.д.), синтетические науки теперь зарождаются более сложным образом, так как этим процессом охватываются научные дисциплины, относящиеся к различным научным направлениям (естественным, общественным, техническим) и к различным уровням их иерархической принадлежности», — отмечает А.И. Кухтенко [3, с.132].

Другая характерная черта развития современного научного знания — двусторонние связи, существующие между различными науками внутри одного уровня и между науками, относящимися к различным иерархическим уровням, а также между вновь возникающими науками. То есть процесс интеграции науки и формирования новых научных дисциплин идет через усиление и упрочение именно двусторонних связей, через взаимное влияние и обогащение всех наук, участвующих в этом процессе взаимодействия. Это существенно ускоряет и облегчает достижение цели, к которой, согласно проведенному А.И. Кухтенко анализу, стремится вся современная наука; эта цель — единство научных знаний — вынесена им в заголовок статьи [3].

Предложенная А.И. Кухтенко схема позволяет наглядно увидеть, сколь многогранен процесс взаимодействия наук и создания новых научных дисциплин.

Кроме того, данная схема дает возможность проследить историческое развитие науки с учетом существующей в настоящее время тенденции, направленной к интеграции научного знания.

Очевидно, что прошлым этапам развития науки соответствует упрощенный вариант схемы (см. рисунок) — без промежуточных синтетических дисциплин, обозначенных на схеме цифрами 1, 2, 3. В будущем с учетом указанных А.И. Кухтенко особенностей взаимодействия наук можно ожидать возникновения еще более тесных двусторонних связей между науками, а также появления целого ряда новых синтетических наук, которые постепенно заполнят все поле взаимодействия наук на схеме.

Таким образом, границы и различия между отдельными дисциплинами будут постепенно стираться, взаимопонимание между представителями разных наук будет возрастать (за счет того, что они будут использовать все более сходные понятия) и в конце концов вместо десятков и сотен разобщенных дисциплин возникнет одна единая наука как способ познания единого мира. Это и есть основная тенденция развития научного знания на современном этапе, которую еще в прошлом веке предвидели и выявили многие ученые, в том числе А.И. Кухтенко.

1. Кастьельс М. Информационная эпоха. Экономика, общество и культура / М.Кастьельс [пер. с англ. под ред. проф. О.И. Шкаратана].— М.: ГУ ВШЭ, 2000.— 610 с.

2. Глебова А.Н. Александр Иванович Кухтенко и его научная школа / А.Н. Глебова, Т.А. Кухтенко // Наука та наукознавство. — 2007. — № 4.— С.87–114.

3. Кухтенко А.И. На пути к единству научных знаний / А.И. Кухтенко // Методологический анализ физического познания.— К.: Наук. думка, 1985.— С.130–146.

4. Маркс К. Экономическо-философские рукописи 1844 года К. Маркс. — Соч., 2-е изд. — Т.42. — С.124.

5. Эйнштейн А. Физика и реальность / А.Эйнштейн. — М., 1965.— 359 с.

6. Бунге М. Философия физики / М.Бунге. — М., 1975. — 346 с.

7. Глебова А.Н. Процессы дифференциации и интеграции в историческом развитии науки / А.Н.Глебова // Сучасна наука та технології: від фундаментальних досліджень до комерціалізації результатів НДДКР.— К.: Фенікс, 2010.— С.212–214.

8. Акчурин И.А. Единство естественнонаучного знания / И.А. Акчурин. — М., 1974.— 207 с.

9. Кедров Б.М. Диалектический путь теоретического синтеза современного естественнонаучного знания / Б.М. Кедров // Синтез современного научного знания.— М.: Наука, 1973.— С. 9–59.

10. Чепиков М.Г. Интеграция науки: Философский очерк / М.Г. Чепиков.— 2-е изд.— М., 1981.
11. Урсул А.Д. Философия и интегративно-общенаучные процессы / А.Д. Урсул.— М., 1981.— 367 с.
12. Елисеев Э.Н. Потоки идей и закономерности развития естествознания / Э.Н. Елисеев, Ю.В. Сачков, Н.В. Белов.— М., 1982.— 300 с.
13. Журавлев Г.Е. Системные проблемы развития математической психологии / Г.Е. Журавлев.— М., 1983.— 289 с.
14. Философия // Большая Советская Энциклопедия.— 3-е изд.— Т.27.— С.412–418.
15. Філософія // Філософський енциклопедичний словник / Під ред. В.І. Шинкарука.— К.: Абрис, 2002.— С.670–674.
16. Рожанский И.Д. Развитие естествознания в эпоху античности / И.Д. Рожанский.— М.: Наука, 1979.— 484 с.
17. Аристотель. Метафизика / Аристотель.— М.:Л.: Соцэкгиз, 1934.
18. Koyré A. *Metaphysics and Measurement. Essays in Scientific Revolution* / A.Koyré.— Cambridge, 1968.— P.5.
19. Храмова В.Л. Целостность духовной культуры / В.Л. Храмова.— К.: Феникс, 1995.— 390 с.
20. Храмова В.Л. Категориальный синтез теоретического знания / В.Л. Храмова.— К.: Наук. думка, 1984.— 294 с.
21. Математизация знаний и научно-технический прогресс.— К., 1975.— 255 с.
22. Рузавин Г.И. О природе математических знаний / Г.И. Рузавин.— М., 1968.— 302 с.
23. Беляєв Е.О. Математизація як фактор інтеграції наукового знання / Е.О. Беляєв, В.І. Онопрієнок, С.М. Половинкін // Вісн. АН УРСР.— 1981.— № 1.— С.43–52.
24. Кухтенко А.И. Дедуктивный и индуктивный пути построения общей теории систем / А.И. Кухтенко // Труды III Всесоюзной конференции по кибернетике.— Тбилиси, 1967.
25. Кухтенко А.И. О лингвистическом уровне абстрактного описания сложных систем управления / А.И. Кухтенко, В.Л. Волкович, В.Ф. Пигиняк // Сложные системы управления: Труды семинара.— Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1969.— Вып.2.— С.84–100.
26. Кухтенко А.И. Об основных абстрактных уровнях описания сложных систем: Методологические проблемы системотехники / А.И. Кухтенко // Материалы I Всесоюзного симпозиума.— Л.: Судостроение, 1970.— С.34–36.
27. Кухтенко А.И. Основные задачи теории управления сложными системами / А.И. Кухтенко // Сложные системы управления: Труды семинара.— Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1968.— Вып.1.— С.3–40.
28. Кухтенко А.И. О построении абстрактной теории управления / А.И. Кухтенко // Кибернетика и вычислительная техника: Сложные системы управления.— 1980.— Вып.47.— С.3–10.
29. Эмх Ж. Алгебраические методы в статистической механике и квантовой теории поля / Ж.Эмх.— М., 1976.— 423 с.
30. Мизнер Ч. Гравитация / Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уиллер.— М., 1977.— Т.1–3.
31. Сингер А. Дифференциальная геометрия, расслоенные пространства и физические теории / А.Сингер // Физика за рубежом.— М., 1983.— С.7–20.
32. Твисторы и калибровочные поля.— М., 1983.— 364 с.
33. Кухтенко А.И. Кибернетика и фундаментальные науки / А.И. Кухтенко.— К.: Наук. думка, 1987.— 142 с.
34. Кухтенко А.И. О дифференциации наук кибернетического направления / А.И. Кухтенко.— Киев, 1987.— 46 с.
35. Кухтенко А.И. О кибернетике и информатике / А.И. Кухтенко.— Киев, 1987.— 53 с.
36. Кухтенко А.И. От Н. Винера до наших дней / А.И. Кухтенко // Юбилей науки.— Киев: Наук. думка, 1989.— С.5–16.
37. Берг А. И. Проблемы управления и кибернетика / А.И. Берг // Философские вопросы кибернетики.— М.: Соцэкгиз, 1961.— С. 134–167.
38. Кухтенко А.И. Фрагменты истории формирования кибернетики / А.И. Кухтенко // Очерки истории естествознания и техники.— 1987.— № 33.— С.15–30; Наука та наукознавство.— 2003.— № 3.— С.138–154.
39. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине.— 2-е изд. / Н. Винер.— М.: Сов. радио, 1968.— 326 с.
40. Кухтенко А.И. О физике и кибернетике / А.И. Кухтенко // Кибернетика.— 1981.— № 4.— С.133–138.



41. Проблемы управления релятивистскими и квантовыми динамическими системами / Петров Б.Н., Гольденблот И.И., Уланов Г.М., Ульянов С.В. – М.: Наука, 1982.– 524 с.
42. Бутовский А. Г. Управление квантово-механическими процессами / А.Г.Бутовский, Ю.И. Самойленко.– М.: Наука, 1984. – 256 с.
43. Кухтенко А.И. Основные направления развития теории управления сложными системами / А.И. Кухтенко // Сложные системы управления. – 1968. – Вып.4. – С.6–24.
44. Глушков В.М. Алгебра. Языки. Программирование. – 2-е изд. / В.М.Глушков, Г.Е. Цейтлин, Е.Л. Ющенко. – К., 1978. – 463 с.
45. Калман Р. Очерки по математической теории систем / Р. Калман, П. Фалб, М. Арbib. – М., 1972. – 400 с.
46. Кузьмин В.Б. Построение групповых решений в пространствах четких и нечетких бинарных отношений / В.Б. Кузьмин. – М., 1982. – 168 с.
47. Балакришнан А.В. Введение в теорию оптимизации в гильбертовом пространстве / А.В.Балакришнан. – М., 1974. – 259 с.
48. Кухтенко А.И. Общая теория систем / А.И. Кухтенко // Энциклопедия кибернетики. – К., 1974. – Т.2. – С.335–339.
49. Глебова А.Н. Предмет и место истории науки в системе наук / А.Н. Глебова // Наука та наукознавство. – 2003. – № 4. Додаток. Матеріали ІІІ Добровської конференції з наукознавства та історії науки. – С.98–107.
50. Александр Иванович Кухтенко / Сост. С.Н. Дяченко. – К.: Наук.думка, 1991. – 48 с. – (Биобиблиография ученых Украины).
51. Кухтенко А.И. Обзор основных направлений развития общей теории систем / А.И. Кухтенко // Материалы координационного совещания секции технической кибернетики (апрель 1967 г.). – Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1969. – С.3–62.
52. Кухтенко А.И. Основные этапы формирования теории инвариантности: Ч.1. Основополагающие работы; Ч.2. Расширение тематики исследований; Ч.3. Не-линейные инвариантные системы / А.И. Кухтенко // Автоматика. – 1985. – № 2, 6. – С.3–14.
53. Взаимодействие наук: теоретические и практические аспекты / Под ред. Б.М.Кедрова, П.В.Смирнова. – М.: Наука, 1984. – 320 с.

*Получено 16.10.2011*

*А.М. Глебова*

### **Теоретичний аспект дослідження проблеми єдності наукового знання у працях О.І. Кухтенка**

*Проаналізовано різні способи теоретичного вирішення академіком НАН України О.І.Кухтенком проблеми інтеграції науки, а саме: а) можливість синтезу різних наук, узятих попарно; б) створення інтегральної концепції науки на базі одної узагальнюючої дисципліни; в) класифікація всього комплексу наук з метою виявлення взаємозв'язків між ними.*