Лекция

История информатики и кибернетики

В истории развития науки бывают «романтические» периоды. Один из них – середина 40-х годов XX века. «Романтизм» был обусловлен несколькими факторами.

Первый фактор – интенсивный поток научных и прикладных результатов. Представьте: закончена страшная война (1945); активно развивается промышленность; физика преодолела кризис начала XX века (произошло рождение и активное развитие атомной физики, квантовой механики, общей и специальной теорий относительности, астрофизики; уже взорвана первая атомная бомба (1945) и скоро будет запущена первая атомная электростанция (1954)); электро– и радиотехника вошли в жизнь обывателя; происходит череда открытий в биологии, физиологии и медицине (промышленно производимый (1941) пенициллин (1928) уже спас миллионы жизней, вот-вот будет открыта трехмерная модель спирали ДНК (1953), активно развиваются радиобиология и генетика и т.д.); созданы первая ЭВМ (1945) и биполярный транзистор (1947); скоро (1951) появится теория выбора, только что родились теория игр (1944) и исследование операций (1943), являющееся ярким примером междисциплинарной синтетической науки.

Второй фактор – осознание учеными, являющимися представителями различных отраслей науки в целом, ее междисциплинарности, заключающейся в существовании общих (для разных наук) подходов и закономерностей, а также в возможности адаптированной трансляции результатов из одних областей в другие. Это приводит к пониманию необходимости стремления к обобщениям, причем не только в рамках той или иной конкретной отрасли знания, не только на их стыке, но, в первую очередь, на их «пересечении». Другими словами, речь идет даже не о создании новых парадигм в рамках одной науки, а о принципиально новой возможности получения прорывных результатов совместными усилиями физиков и биологов, математиков, инженеров и физиологов и т.д.

Третий фактор заключается в том, что роль и «польза» науки становятся очевидными и обывателю (пользующемуся ее быстро и массово внедряемыми в «производство» результатами), и политику (который осознает, что наука стала важной общественной и экономической силой общества, и привыкает к тому, что проектный способ управления прикладными исследованиями и разработками позволяет прогнозировать и отчасти гарантировать их сроки и результаты). Но, во-первых, любому романтизму свойственны, помимо полета мысли и бурных чувств, завышенные ожидания. Во-вторых, всплески интенсивного развития любой науки неизбежно сменяются периодами ее нормального развития. Все эти закономерности ощутила на себе в полной мере кибернетика – наука, зародившаяся в упомянутый «романтический период» (ее год рождения – 1948) и пережившая как романтическое детство, так и разочарования юности, и упадки зрелости.

Кибернетика в XX веке

Цель настоящего раздела – рассмотреть кратко историю кибернетики и описать, что на сегодняшний день входит в «классическую» кибернетику (условно ее можно назвать «кибернетикой 1.0») (от др.-греч. κυβερνητική – «искусство кормчего», κυβερνη – административная единица; объект управления, содержащий людей) – «наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в различных системах, будь то машины, живые организмы или общество». Кибернетика включает изучение таких концептов, как управление и коммуникация в живых организмах, машинах и организациях, включая самоорганизацию. Она фокусирует внимание на том, как система (цифровая, механическая или биологическая) обрабатывает информацию, реагирует на неё и изменяется или может быть изменена, для того чтобы лучше выполнять свои функции (в т.ч. по управлению и коммуникации). Кибернетика является междисциплинарной наукой. Она возникла «на стыке» математики, логики, семиотики, физиологии, биологии, социологии. Ей присущ анализ и выявление общих принципов и подходов в процессе научного познания. Наиболее весомыми теориями, условно объединяемыми кибернетикой 1.0, можно считать теорию управления, теорию связи, исследование операций и др. В Древней Греции термин «кибернетика» использовался для обозначения искусства государственного деятеля, управляющего городом (например, в «Законах» Платона). В своей классификации наук А. Ампер (1834) относил кибернетику (как «науку управления вообще») к политическим наукам - в своей книге «Опыт философских наук» кибернетику он определил, как науку о текущей политике и практическом управлении государством (обществом). Термин «кибернетика» в современном, ставшем хрестоматийным, понимании – как «наука об управлении и связи в животном и машине» – впервые был предложен Норбертом Винером в 1948 году. Далее Винер добавил (1950) к объектам, изучаемым кибернетикой, и общество. Таким образом, кибернетику 1.0 (или просто кибернетику) можно определять как «НАУКУ ОБ УПРАВЛЕНИИ И ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ В ЖИВОТНОМ, МАШИНЕ И ОБЩЕСТВЕ». Альтернативой является определение Кибернетики (с большой буквы, чтобы там, где это существенно, отличать ее от кибернетики) как «НАУКУ ОБ ОБЩИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЖИВОТНОМ, МАШИНЕ И ОБЩЕСТВЕ». Различие определений, заключающееся в добавлении во втором случае «общих закономерностей», очень существенно и не раз будет подчеркиваться, и использоваться далее. В первом случае речь идет об «объединении» результатов всех наук, занимающихся исследованием проблем управления и обработки информации в животном, машине и обществе, а во втором случае, условно говоря – о частичном «пересечении» этих результатов, т.е. тех из них, которые являются общими для всех наук-компонент.

1.1 Кибернетика Н .Винера

Немного истории (гносеологический взгляд). Любая наука детерминируется своим «предметом» (предметной областью) и «методом» (единой совокупностью методов). Поэтому науки можно условно разделить на:

– науки предмета, исследующие некоторый предмет различными методами (например: физика, биология, социология);

– науки метода (более узко – т.н. науки модели), развивающие ту или иную совокупность методов, которые применимы к различным предметам; классический пример – прикладная математика: аппарат и методы ее разделов (дифференциальные уравнения, теория игр и т.п.) применимы для описания и исследования систем самой разной природы;

– синтетические науки («метанауки»), основным результатом которых является развитие и/или обобщение методов тех или иных наук в применении к предметам этих и/или других наук (примерами являются исследование операций, системный анализ, кибернетика).

Со временем синтетические науки обретают «собственные» предметы и методы. Во всех типах наук, по мере их развития, предметы и методы дробятся и пересекаются, что неизбежно приводит к дальнейшей дифференциации наук. Условием возникновения и выживания синтетических наук являются:

1) достаточный уровень развития наук-первоисточников;

2) возникновение множества аналогий (а затем – обобщений), между частными результатами наук-первоисточников;

3) возможность достаточно легкого и быстрого получения собственных нетривиальных теоретических и прикладных результатов и их популяризация как среди широкого научного сообщества, так и среди «обывателей». Применительно к кибернетике, к середине 40-х годов XX века первые два условия были выполнены, а длительное сотрудничество Н. Винера с биологами, наряду с широтой и глубиной его профессиональных интересов обеспечили «субъективное» выполнение этих условий. Как говорил впоследствии сам Н. Винер: «Цель состояла в том, чтобы объединить усилия в различных отраслях науки, направить их на единообразное решение сходных проблем». Третий пункт – и быстрое получение результатов, и их популяризация – также был успешно реализован. Интеграция результатов различных наук, обоснование возможности их применения к различным объектам привели к рождению в 1948 году новой науки – винеровской кибернетики.

Винеровская кибернетика

Что сегодня относят к кибернетике (перечисление в порядке убывания условной степени принадлежности, у ряда направлений приведен соответствующий «год рождения»):

– теория управления (1868 – статьи Д. Максвелла и И.Вышнеградского );

– математическая теория связи и информации (1948 – работы К. Шеннона );

– общая теория систем, системотехника и системный анализ (1968 – и, соответственно, 1956);

– оптимизация (в т.ч. линейное и нелинейное программирование; динамическое программирование; оптимальное управление; нечеткая оптимизация; дискретная оптимизация, генетические алгоритмы и т.д.);

– исследование операций (теория графов, теория игр и статистических решений и др.);

– искусственный интеллект (1956 – Дартмутский семинар);

– анализ данных и принятие решений;

– робототехника и др.

«Отраслевая» кибернетика.

Наряду с общей кибернетикой, выделяют и специальные кибернетики. Самым естественным (следующим из расширенного определения Н. Винера) является выделение, помимо теоретической кибернетики (т.е. Кибернетики), трех базовых кибернетик: технической, биологической и социально- экономической. Возможно и более полное перечисление (в порядке убывания полноты исследованности):

– техническая кибернетика (technical cybernetics, engineering cybernetics);

– биологическая и медицинская кибернетика, эволюционная кибернетика, кибернетика в психологии;

– экономическая кибернетика;

– физическая кибернетика (точнее – «кибернетическая физика»);

– социальная кибернетика, педагогическая кибернетика];

– квантовая кибернетика (управление квантовыми системами, квантовые вычисления);

– космическая кибернетика.

Отдельно, наверное, стоит выделить такую ветвь биологической кибернетики, как кибернетические модели мозга, которая сегодня тесно интегрирована с искусственным интеллектом, нейро– и когнитивными науками. Романтическая идея создать кибернетический (компьютерный) мозг, хотя бы отчасти похожий на естественный, стимулировала как отцов-основателей кибернетики, так и их последователей.

1.2 Кибернетика кибернетики и другие «кибернетики»

Помимо классической винеровской кибернетики за последние более чем полвека появились и другие «кибернетики», явно декларирующие как свою связь с первой, так и стремление её развить. Наиболее ярким явлением, несомненно, стала кибернетика второго порядка (кибернетика кибернетики, Second Order Cybernetics, метакибернетика, новая кибернетика; «порядок» условно говоря, соответствует «рангу рефлексии») – кибернетика кибернетических систем, которая связана, в первую очередь, с именами М. Мид, Г. Бейтсона и Г. Ферстера и делает акцент на роли субъекта/наблюдателя, осуществляющего управление. Необходимо отметить, что, в отличие от винеровской кибернетики, кибернетика второго порядка носит концептуально-философский характер (для математика или инженера показательным является то, что соответствующие работы вообще не содержат формальных моделей, алгоритмов и т.п.). В ней имел место не очень обоснованный перенос принципа дополнительности с физики на все науки, все явления и процессы. Более того, в ряде работ постулировалось, что в любой системе должны иметься контуры положительной обратной связи, усиливающие позитивные воздействия. Но любой специалист по теории управления знает, насколько такие контуры опасны для устойчивости! Биологический» этап кибернетики второго порядка связан с именами У. Матураны и Ф. Варелы и введенным ими понятием аутопоезиса (самопорождения и саморазвития систем). Как отмечал Ф. Варела: «Кибернетика первого порядка – это кибернетика наблюдаемых систем. Кибернетика второго порядка – кибернетика наблюдающих систем.» В последней акцент делается на обратной связи между управляемой системой и наблюдателем. Таким образом, для кибернетики второго порядка ключевыми являются термины: рекурсивность, саморегуляция, рефлексия, аутопоезис. Также существуют еще три трактовки кибернетики (первые две мы упоминали выше):

1) узкая – как наука об обратных связях в управлении;

2) широкая: «кибернетика – это всё, и мы живем в Век Кибернетики»;

3) промежуточная (эпистемологическая) – кибернетика второго порядка (акцент на обратной связи между управляемой системой и наблюдателем). Однако историческая реальность оказалась гораздо богаче и разнообразнее, и вторым порядком дело не ограничилось. Онтогенез кибернетики – различные «кибернетики». Встречаются термины «кибернетика третьего порядка» (социальный аутопоезис; кибернетика второго порядка, учитывающая авторефлексию), «кибернетика четвертого порядка» (кибернетика третьего порядка, учитывающая ценности исследователя), но эти термины являются концептуальными и еще не получили устоявшихся. Например, В.Е. Лепский пишет: «Кибернетика третьего порядка могла бы сформироваться на основе тезиса «от наблюдающих систем к саморазвивающимся системам». При этом управление плавно трансформировалось бы в широкий спектр процессов обеспечения саморазвития систем: социального контроля, стимулирования, поддержки, организации, «сборки и разборки» субъектов и др.

1.3 Успехи кибернетики и разочарование в ней

Диапазон оценок кибернетики, как профессионалами в ней, так и рядовым обывателем, всегда (по крайней мере, с середины 60-х годов) был и остается чрезвычайно широк – от «кибернетика себя дискредитировала, не оправдав ожиданий, и сегодня не существует» до «кибернетика – это всё». Истина, как всегда посередине. Сомнения в существовании «сегодня» кибернетики и аргументы в ее защиту начали высказываться, начиная с середины 80-х годов XX века. Приведем ряд цитат:

– «Кибернетика, как научная дисциплина, разумеется, осталась, но исчезли ее претензии на роль некой всеобъемлющей науки управления»;

– «Приходится признать, что как научная дисциплина «кибернетика вообще», так и не сложилась»;

--«Трудно найти специалиста, называющего себя кибернетиком.»;

- «Сегодня термин «кибернетика» произносится на всех перекрестках по делу и без дела».

Подобные мнения отчасти справедливы. Дело в том, что в середине 40- х годов XX века кибернетика зародилась как наука об «управлении и связи в животном и машине», можно даже сказать – как наука об ОБЩИХ законах управления. Триумфальные успехи кибернетики в 50-60-е годы XX века – появление технической, экономической, биологической и других кибернетик, их тесные связи с исследованием операций, математической теорией управления, а также интенсивное внедрение результатов при создании новых и модернизации существующих технических и информационных систем – все это создавало иллюзию универсальности кибернетики и неизбежности дальнейшего столь же быстрого ее прогресса. Но в начале 70-х годов развитие затормозилось, целостный поток разветвился на множество частных и, наконец, «потерялся в деталях»: число научных направлений росло, каждое из них продолжало развиваться, а общих закономерностей почти не выявлялось. Другими словами, кибернетика бурно развивалась за счет своих компонент, а Кибернетика – почти нет. Следует признать, что любые рассуждения о соотношении наук и их разделов очень «эгоцентричны» – любой исследователь поставил бы «в центр» свою, столь близкую его сердцу, науку. Более того, любой ветви науки, любой научной школе свойственно гиперболизировать свои достижения и возможности. Подобный субъективизм вполне естественен, поэтому, делая на него поправку, всегда можно представлять себе истинную картину. Еще один аргумент: со второй половины XX века и до сих пор происходит «экспоненциальный» рост технологических достижений и такой же рост числа научных публикаций, параллельно с дифференциацией наук (Н. Винер писал: «После Лейбница, быть может, уже не было человека, который бы полностью обнимал всю интеллектуальную жизнь своего времени.» Но наблюдается интересный парадокс – начиная, опять же, с середины XX века число ученых растет, число научных статей, журналов и конференций также растет, а научные открытия, «понятные обывателю» почти не появляются. С этой точки зрения можно условно говорить о том, что фундаментальная наука «опередила» технологии, и полученный ею задел сейчас реализуется в новых технологиях. Но отсутствие явного массового «запроса» от технологий к фундаментальной науке не является мотиватором интенсивного развития последней. В эпоху нарастающей дифференциации наук, кибернетика была ярчайшим (и, к сожалению, одним из последних – модные сейчас «конвергентные науки» – НБИКС: нано, био, информационные, когнитивные науки и гуманитарные социальные технологии - пока еще не полностью реализовали себя в этом смысле) примером синергетического эффекта – успешной попытки интеграции различных наук, поиска их представителями единого языка и общих закономерностей. Действительно, распространенная сейчас «междисциплинарность» является, скорее, рекламным зонтичным брендом или реальным «стыком» двух или более наук, а подлинная Междисциплинарность должна оперировать общими (для нескольких наук) результатами и закономерностями. В качестве гносеологического отступления отметим, что диалектическая спираль «от частного – к обобщениям, от обобщений - к новым частным результатам» характерна для теории любого масштаба – от частного, но целостного, направления исследований, до полномасштабных научных направлений . Идеи Н. Винера об общих закономерностях управления и связи в системах различной природы явились результатом обобщений некоторых (естественно, не всех!) достижений современных ему теории автоматического управления, теории связи, физиологии и ряда других наук. Появившаяся в результате кибернетика с ключевыми идеями обратной связи, гомеостаза и др. дала толчок для получения новых результатов в управлении, информатике и других науках.