*Журнал «Journal on Policy and Complex Systems» Том 4 № 2 Осень 2018*

**РАСШИРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ НАУКИ**

**И РАЗВИТИЕ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ:**

**ДВА ПРОЕКТА В КИБЕРНЕТИКЕ\***

**Автор: Стюарт А. Амплеби**

*Президент Исполнительного Комитета*

*Международной Академии системных исследований и кибернетики*

www.iascys.org

**Перевод: Е.А. Спинова, Т.А. Медведева**

**Аннотация**

 Системные науки, кибернетика и исследования сложности тесно связаны между собой. В качестве иллюстрации, статья описывает два проекта в современной кибернетике, которые могут представлять интерес как для исследователей сложных систем, так и для представителей политических наук. Первый проект – это попытка расширить концепцию науки, так чтобы она более успешно охватывала общественные науки. Цель состоит в том, чтобы установить связи между дисциплинами и повысить эффективность управления социальными системами. Второй проект - попытка развить теорию рефлексивности в общую теорию целенаправленных, самоуправляемых систем для лучшего понимания и управления социальными системами в целом. Статья заканчивается некоторыми сравнениями науки о сложности и кибернетики.

**Ключевые слова:**

кибернетика второго порядка, принцип соответствия, конструктивизм, прагматизм, эпистемология, кибернетика третьего порядка, рефлексия, 30-летняя война, исследования сложности.

\***Expanding Science and Advancing Reflexive Government: Two Current Projects in Cybernetics**

Статья подготовлена для выступления на конференции **Complexity and Policy Studies** в университете Джорджа Мейсона (**George Mason University)**, Arlington, штат Вирджиния, апрель 18–20, 2018.

**Доклад на конференции**

**«Исследования сложности и политические науки»**

**Введение**

 Международная академия системных исследований и кибернетики (Academy for Systems and Cybernetic Sciences, www.iascys.org), президентом Исполнительного комитета которого я являюсь в течение несколько лет, создана Международной федерацией системных исследований (International Federation for Systems Research, [www.ifsr.org](http://www.ifsr.org)). С ней сотрудничают Международная организация системных исследований и кибернетики (World Organization for Systems and Cybernetics, wosc.co) и Европейский союз системных исследований (European Union for Systemics, [www.ues-eus.eu/](http://www.ues-eus.eu/) en/). Академия избирает в почетные члены своей организации ученых, которые внесли значительный вклад в развитие системных исследований и кибернетики. Мы считаем, что исследователи сложных систем также могли бы стать членами нашей Академии.

 Несмотря на то, что Академия является, прежде всего, обществом почетных академиков, она доказала свою эффективность в развитии сотрудничества между исследователями и академическими сообществами из разных стран. Кибернетика, системные исследования и исследования сложности, как мне кажется, являются смежными областями науки, несмотря на отдельные отличия в истории и в научных интересах. Нужно также добавить, что наряду с традиционными обществами, журналами и конференциями в этих областях, постоянно возникают новые направления научной деятельности.

 Итак, чем наука о сложности отличается от кибернетики? Я опишу два предмета исследования в кибернетике, которые имеют важное значение. Мне кажется, что они будут интересны участникам этой конференции: как ученым, изучающим проблемы сложности, так и представителям политических наук. Используя эти два примера, я покажу, в чем современная кибернетика схожа, и чем она отличается от исследований сложности.

 Первый пример – это расширение концепции науки на основе Принципа соответствия. Первые шаги в этом направлении были сделаны, в основном, американскими и европейскими учеными. Второй пример – это работа российских ученых по использованию кибернетики в исследовании больших социальных систем путем создания философии и теории саморегулируемых обществ. Сейчас к этим исследованиям проявляют большой интерес ученые из Северной Америки, Европы и Китая.

**Первый проект: Расширение концепции науки**

 Кибернетика зародилась в конце 1940-х годов на конференциях в Нью-Йорке, спонсируемых фондом Josiah Macy Jr. Foundation. Во время Второй мировой войны многие ученые работали над прикладными проектами. После войны возникла настоятельная потребность в обсуждении накопленных знаний. С 1943 по 1953 годы было проведено 10 конференций на тему «Цикличная причинная зависимость и механизм обратной связи в биологических и социальных системах» (“Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems”). Возглавлял эти конференции Warren McCulloch, философ из Массачусетского технологического университета (MIT) (Abraham, 2016). В работе конференций приняли участие Gregory Bateson, Margaret Mead, Norbert Wiener, John von Neumann, Heinz von Foerster, Ross Ashby, Kurt Lewin и другие (Pias, 2003). После того как Wiener в 1948 году опубликовал свою книгу (Wiener, 1948), эти конференции стали известны как Macy Conferences on Cybernetics.

 Будучи философом, исследующим процессы познания, McCulloch решил проверить философские теории познания посредством экспериментов в нейрофизиологии, разобраться в вопросе о том, как работает мозг. Позднее McCulloch (1965), Maturana (1975), von Foerster (2003) и другие исследователи провели биологические эксперименты и пришли к выводу, что наблюдения, независимые от наблюдателя, физически невозможны. Опираясь на эмпирические опыты, von Foerster стремился включить наблюдателя в науку. В 1974 году он ввел термин «кибернетика второго порядка», чтобы переключить внимание в кибернетике с технических приложений на изучение феномена познания. (von Foerster, 2003).

Появляются несколько определений кибернетики первого и второго порядка (табл. 1). Члены Американского общества кибернетики (American Society for Cybernetics), отмечая важность этого направления, продолжали развивать кибернетику второго порядка и рассматривали ее как научную революцию внутри самой кибернетики (Umpleby, 1974). С конца 1970-ых годов эта группа ученых стала создавать учебные материалы по истории развития и фундаментальным понятиям кибернетики, так как в университетах не было отдельных курсов и программ по этой дисциплине. Они также выступали на конференциях в США и Европе. После работы в этом направлении в течение нескольких лет они столкнулись с новыми вопросами: Чем заканчивается научная революция? Как мы можем понять, что она была успешной?

**Таблица 1 – ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИБЕРНЕТИКИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКОВ (Umpleby, 2016)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Автор** | **Кибернетика первого порядка**  | **Кибернетика второго порядка** |
| **Von Foerster**  | наблюдаемые системы  | наблюдающие системы |
| **Pask**  | цель модели  | цель моделирования |
| **Varela**  | системы управления  | автономные системы |
| **Umpleby**  | взаимодействие между системными переменными  | взаимодействие между наблюдателем и наблюдаемой системой |
| **Umpleby**  | теории социальных систем | теории взаимодействия между идеями и обществом |

 Thomas Kuhn выделял периоды нормальной науки и революционной науки (Kuhn, 1962). Он подчеркивал, что переход от нормальной науки к революционному периоду происходит тогда, когда появляются «несопоставимые дефиниции» (incommensurable definitions). Революционный период заканчивается, полагал Kuhn, когда следующее поколение ученых принимает новую точку зрения. Однако можно ли выделить более точный критерий? Возможно, следует применить Принцип соответствия?

 Разрабатывая квантовую теорию, Bohr (1920) предложил Принцип соответствия, который утверждает, что любая новая научная теория должна сводиться к старой теории и включать ее результаты как частный случай. В своей книге о Принципе соответствия Владислав Краевский (Krajewski, 1977) выразил точку зрения, что недостаточно только иметь более общую теорию. Необходимо ввести новое измерение, которому ранее не уделяли должного внимания или его просто игнорировали. Итак, как роль наблюдателя, как нового измерения, могла бы быть сформулирована? (рис. 1)



 **Рис. 1. Как развивается наука**



**Рис. 2. Расширение науки, учитывая Принцип соответствия (Umpleby, 2005)**

Новым измерением будет то, что ранее не рассматривалось (например, скорость света в теории относительности) или считалось незначительным (например, диаметр молекул в газовых законах) (рис. 2). Все данные, которые соответствуют старой теории (маленький круг), будут соответствовать и новой теории (большой овал). Теперь можно проводить больше экспериментов для исследования области, созданной новым измерением (область внутри большого овала).

 По мере того как все большее число представителей социальных наук обращаются в своих исследованиях к кибернетике, сама наука кибернетика стала, в свою очередь, больше занимается социальными системами. Одним из способов описания истории кибернетики – это выделение трех стадий ее развития: инженерная кибернетика, биологическая кибернетика и социальная кибернетика.

**Таблица 2 – ТРИ ВЕРСИИ КИБЕРНЕТИКИ (Umpleby, 2014)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **ИНЖЕНЕРНАЯ кибернетика** | **БИОЛОГИЧЕСКАЯ кибернетика** | **СОЦИАЛЬНАЯ кибернетика** |
| **Взгляд на эпистемологию** | Реалистическийвзгляд на эпистемологию: знания есть картина реальности | биологический взгляд на эпистемологию:как функционирует мозг | прагматический взгляд на эпистемологию:знание создается для достижения целей, поставленных человеком |
| **Основные****различия** | реальность против научных теорий | реализм против конструктивизма | биология познания против наблюдателя как социального актора |
| **Актуальные****проблемы** | создание теорий, объясняющих наблюдаемые явления | включение наблюдателя в область научных исследований | объяснение связей между естественными и социальными науками |
| **Что нужно****объяснить** | как функционирует мир | как индивидуум конструирует “реальность” | как люди с помощью языка и идей создают, сохраняют и изменяют социальные системы |
| **Основное****предположение** | процессы в природе можно объяснить научными теориями | познание уходит корнями в нейрофизиологию | идеи принимают, если они отвечают социальным целям исследователя |
| **Выводы** | научные знания можно использовать для преобразования процессов в природе на благо людей | если люди примут конструктивизм, это повысит их толерантность  | преобразуя концептуальные системы, можно изменить общество (не насилием, только убеждением) |

Три подхода к кибернетике могут быть представлены в виде треугольника на основе использования трех миров Карла Поппера (Popper, 1978). (рис. 3)



**Рис. 3. Три вида эпистемологии**

 На рис. 3 левая сторона треугольника отражает реалистический подход в науке, с помощью которого ученые описывают окружающий мир. Чтобы сохранить объективность, наблюдатель исключен из процесса исследования. Биологическая кибернетика занимается исследованием того, как мозг создает описание этого мира. Мир рассматривается уже не сам по себе, а через восприятие наблюдателя. Социальная кибернетика исследует то, как люди действуют в мире. Теории или описания считаются менее важными, чем

действия людей. Следовательно, каждая сторона треугольника подчеркивает две вершины и исключает третью. Первоначально кибернетика второго порядка была теорией знания (нижняя линия треугольника), а позднее стала также описанием того, как эти знания используются (правая сторона треугольника). Представленный треугольник показывает, что кибернетика второго порядка стала не конкурирующей эпистемологией с реализмом, а теорией эпистемологий (Umpleby, 2016).

 В течение многих десятилетий представители социальных наук пытались подражать в проведении научных исследований ученым-естественникам. Физика считалась образцом того, как необходимо проводить исследования. В последнее время возникла идея о расширении науки, где естественные науки становятся лишь отдельным случаем более широкого подхода к науке. Новый взгляд на науку включает в себя целенаправленные системы. Неодушевленные объекты (например, в физике) представляют собой лишь особый случай (Umpleby, 2017).

**Кибернетика второго порядка**

 В последние годы ученые перешли от разговоров о кибернетике второго порядка к ее описанию (Kauffman, 2016; Müller, 2011; Riegler & Mueller, 2014). Это стало возможно, потому что кибернетика – это общая теория управления и коммуникаций. Это теория информации и регулирования. Физика, напротив, общая теория материи и энергии.

 В то время как естественные науки описывают материальный мир, кибернетика связана с целью, смыслом, регулированием, пониманием и

способами познания, в том числе научного познания. Следовательно, кибернетика стремится обеспечить общую теорию управления, руководства, взаимодействия между идеями и обществом, и вполне вероятно историю и философию науки. Результатом стала попытка расширить концепцию науки, так чтобы более адекватно охватить социальные системы. Социальные системы рефлексивны. Они наблюдают, рефлексируют и действуют. Кроме того, социальные системы состоят из элементов (например, индивидуумов и организаций), которые, в свою очередь, также обладают рефлексией (Soros, 1987; Umpleby, 2017). Попытки описать социальные системы, используя

инструменты, взятые из естественных наук, сталкиваются с рядом ограничений. Альтернатива – это начать с понимания феномена интереса.

 Недавние работы в кибернетике предполагают, что три измерения могут быть добавлены в нашу концепцию науки, а не только в кибернетику.

1. В описание необходимо включить самого наблюдателя. Это нужно не только для того, чтобы объяснить, как проводится эксперимент, но также показать background ученого – его историю, культуру, область исследования, возможно, его религиозные и политические ориентации – любые представления о мире, которые формируют контекст и влияют на формулировку цели эксперимента.

2. В естественных науках, теории не меняют основные законы природы, за исключением отдельных позиций в квантовой механике. Однако в социальных науках диалог между теорией и практикой ведется постоянно. Социальная теория описывает, как работает социальная система и какие действия необходимы для улучшения ее функциональности. Можно привести ряд примеров из истории развития экономической мысли. Теории Адама Смита (Adam Smith), Карла Маркса (Karl Marx), Джона Мейнарда Кейнса (John Maynard Keynes) и Милтона Фридмана (Milton Friedman) не только описывали экономические системы, но и оказывали влияние на поведение людей в обществе (Umpleby, 2014).

3. История науки – это самоорганизующаяся система, сходная с биологической эволюцией. Существуют два процесса – создание новой вариативности (например, создание новой теории) и отбор приемлемых вариантов. Некоторые идеи принимаются и используются, другие – отвергаются. В философии науки акцент, прежде всего, делается на проверке самой идеи. Как и каким образом идея появляется, не столь важно. Принято считать, что новые идеи возникают на основе интуиции, воображения или вдохновения. Однако в последние годы при некоторых университетах стали появляться школы дизайна. Сначала они открывались при школах искусств и архитектуры, но затем стали разрабатываться и технические проекты, программное обеспечение, процедуры управления и руководства. В настоящее время возникли методы обучения дизайну. Следовательно, теперь есть методы

для создания гипотез, а также методы их тестирования.

 Эти три дополнения в науке, а именно: 1) включение наблюдателя или ученого, 2) воздействие, которое теории оказывают на сам феномен, и 3) методы создания новых гипотез, - могут стать значительным вкладом в наше понимание концепции науки. Указанные измерения согласуются с предшествующими научными работами и расширяют возможности науки в будущем. Таким образом, они совместимы и с Принципом соответствия. В новой концепции науки физика становится уже не эталоном, а лишь частным случаем. Новая концепция поможет объединить науку, указывая на сходства и отличия естественных и социальных наук.

 С практической точки зрения, расширение философии науки поможет американским ученым лучше понять и теснее сотрудничать с европейскими учеными, которые в большей мере ориентированы на философский подход в науке. Более широкая концепция науки будет способствовать методам улучшения качества в науке путем развития методов метаисследований. В будущем новая концепция социальных наук в значительной мере сместит фокус внимания с изучения взаимодействия переменных на более фундаментальные понятия, а именно, цели, задачи и идеи в социальных системах.

**Второй проект: Создание рефлексивной философии управления**

В течение 20 лет Владимир Лепский и его коллеги из Института философии РАН раз в два года проводят встречи по теме «Рефлексивные процессы и управление». Свои исследования они относят к «кибернетике третьего порядка». Если кибернетика второго порядка подчеркивает самореференцию или самоотносимость и рефлексию ученого по поводу собственного понимания предмета исследования, то кибернетика третьего порядка – это исследование социальных систем или изучение того, как система, состоящая из рефлексивных систем, сама может быть рефлексивной. Примером может служить взаимоотношение между обществом и его правительством, роль которого заключается в том, чтобы помочь обществу достичь своих целей: как минимум - выжить, в идеале – процветать. Для достижения этих целей необходимо, чтобы, с одной стороны, правительство управляло определенными аспектами жизни общества, а с другой стороны, общество осуществляло контроль за деятельностью правительства, прежде всего, путем ограничения власти, которое правительство имеет над своими гражданами. Ограничения принимают форму законов и институтов, таких как законодательные органы и суды.

 На XI Московском международном научно-практическом междисциплинарном симпозиуме «Рефлексивные процессы и управление», который проводился под руководством Владимира Лепского в Институте философии РАН в октябре 2017 я выступал с докладом о кибернетики второго порядка в США и Европе. Я также поделился своими мыслями о том, как я понимаю предложенное российскими учеными понятие «кибернетика третьего порядка». Идея кибернетики третьего порядка уходит своими корнями в философскую мысль России последних десятилетий (Lefebvre, 1982; Lepsky, 2017).

 Важной концепцией кибернетики третьего порядка в России является идея «метасубъекта», т. е. окружения или контекста субъекта исследования. О концепции «метасубъекта» можно рассуждать на трех уровнях. На микроуровне «метасубъект» будет представлен семьей или рабочей группой. На «мезоуровне» (промежуточном уровне) «метасубъектом» может быть компания или город. На макроуровне «метасубъектом» может выступать страна, регион или мир в целом.

 На микроуровне кибернетика оказывает влияние на психологию, терапию и социологию. Основными исследователями в этих областях являются Бейтсон, Фриш, Ватцлавик и Викленд (Bateson, 1972; Watzlawick, 1983; Watzlawick, Weakland, & Frisch, 1974).

 На уровне компаний и организаций влияние кибернетики и системных наук распространяется на менеджмент и бизнес администрирование, например, Бира (Beer, 1972), Аккофа (Ackoff, 1981), Чекланда (Checkland, 1999) и Шванингера (Schwaninger, 2008).

 Для того чтобы найти яркие примеры влияние кибернетики на макроуровне, нужно обратиться к истории. Уже в семнадцатом веке в Европе были сделаны попытки создать самоуправляемые общества. Задача заключалась в том, чтобы создать рефлексивное общество, такое, в котором люди были бы одновременно и управителями, и управляемыми. Со временем, стремление выйти из-под власти «сильных мира сего» приводит к тому, что абсолютная власть ослабевает. И короли, и Папа Римский все еще существуют, но они уже не обладают той абсолютной властью, как в прежние времена.

 Макроуровень также обладает рефлексией. Существует множество петель обратной связи в больших социальных системах, которые сталкиваются с целым рядом вызовов: как разрешать внутренние конфликты, как защитить общество от вмешательства извне, как создать инновационное общество, как достичь стабильного социального прогресса, выражающегося в высоком уровне жизни и расширении гражданских свобод.

 Рассмотрим некоторые яркие примеры развития институтов управления в Европе. Папа Римский провозгласил Карла Великого императором Священной Римской империи в 800 г. При его правлении христианство распространилось по всей Европе. В 1215 году Великая Хартия Вольности стала первым документом, ограничивающим власть короля. Мартин Лютер (1483-1546) инициировал движение Протестантской Реформации, ограничивая, таким образом, власть Папы Римского. За время 30-летней войны (1618 – 1648) между протестантами и католиками погибла, примерно, 1/3 населения Европы.

 Во время 30-летней войны многие европейцы, чтобы избежать преследования по религиозным убеждениям, эмигрировали в Северную Америку. Вестфальский Мир, который положил конец войне, поддержал идею свободы вероисповедания, и в значительной степени создал концепцию национального государства. Каждая страна теперь могла выбрать свою религию, каждый человек мог молиться своему богу. И индивидуумы, и нации перешли на самоопределение и самоуправление.

 Основной проблемой в Европе оставалась аристократия и классовая система. Опорой аристократии стала политическая и религиозная иерархия. В этой ситуации было две альтернативы. Можно было уехать в Америку и создать там новое общество или, второй вариант, попробовать внести в старое общество новые идеи, такие как индивидуальные права человека, социальный контракт, право закона. Идеи, возникшие в Европе, были апробированы в Северной Америке. Ведущими теоретиками в этом направлении были в Англии - Томас Гоббс (Thomas Hobbes, 1588–1679) и Джон Локк (John Locke, 1632–1704), во Франции - Вольтер (Voltaire, 1694–1778) и Жан-Жак Руссо (Jean-Jacques Rousseau, 1712–1778) и Эдмунд Бёрк (Edmund Burke, 1729–1797) в Ирландии.

 Как считают Acemoglu and Robinson (2012), каждое государство имеет две задачи: 1) организовать достаточно сил и власти, чтобы достичь определенных социальных целей и 2) выстроить ограничения для исполнительной власти, чтобы не нарушались права граждан. Со временем было разработано несколько институциональных механизмов, в том числе: 1) федеральная система с управлением на уровне муниципалитета, штата и государства и 2) законодательная, исполнительная и судебная власть на всех уровнях. Управление осуществлялось самостоятельно и независимо, при этом каждое подразделение имело возможность ограничить полномочия других структур. К социальным институтам можно также отнести университеты, свободную прессу, бизнес сообщества, профсоюзы и неправительственные организации.

 Со временем были принят целый ряд ценностных положений и принципов: правление большинства, права меньшинств, право на частную собственность и личную безопасность, суд присяжных, право на адвоката, свобода вероисповедания, свобода слова. Постепенно религиозная власть уступала место светской власти. Государство, выражая в целом интересы граждан страны через конституционную систему, получило право регулировать как религию, так и экономику.

 Тип управления в обществе определяется его географией (Diamond, 2005). Страны со строго очерченными границами, например, Объединенное Королевство и США, в меньшей степени контролировали свое население. Страны с нечетко определенными границами, например, на территории Центральной Европы, были вынуждены более жестко контролировать население, чтобы отражать вторжение захватчиков.

 «Холодная война» разделила мир на два лагеря, где исповедовались две основные идеологии: капитализм и коммунизм. Эти идеологии определяли смысл и цели общества, вырабатывали его организационные принципы. Более общий подход предложили Поппер (Popper, 1957), выдвинув теорию «постепенного социального конструирования» (“piecemeal social engineering”), и Кэмпбелл (Campbell, 1988), предложив термин «экспериментальное общество» (“experimenting society”). Если кибернетика третьего уровня рассматривается как теория экспериментов и реформ в социальных системах, она, очевидно, сможет соединить наработки в области кибернетики с политическими реформами и развитием общества. Такая интерпретация кибернетики третьего порядка позволяет заниматься сравнением и улучшением социальных систем независимо от идеологической ориентации общества. Она открывает двери диалогу об исторических причинах появления и развития институтов власти как на Западе, так и на Востоке. Такой подход, по всей вероятности, поможет обогатить как саму науку кибернетику, так и политические науки.

**Наука о сложности и кибернетика**

 Наука о сложности и кибернетика схожи между собой в том, что они не относятся к традиционным дисциплинам, а предмет их исследований междисциплинарен.

**Таблица 3 – Сравнение кибернетики и науки о сложности**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Кибернетика** | **Наука о сложности** |
| **Происхождение направления** | Macy Conferences, 1946–1953 | 1980s, Santa-Fe Институт  |
| **Определение направления** | управление и связи в организованных системах: в машинах, живых организмах и в обществе; наука о целеориентированных системах | возникновение новых явлений и образцов поведения при взаимодействии и адаптации множественности агентов друг к другу и их среде |
| **Основные авторы** | W. McCulloch, N. Wiener, H. von Foerster, M. Mead, G. Bateson, H. Maturana | M. Gell-Mann, G. West, R. Axtell, B. Arthur, J. Holland, S. Kauffman, S. Wolfram |
| **Цель** | создать науку о восприятии, регулировании, изучении, адаптации, целенаправленном поведении и истолковании | выявить невидимые механизмы и процессы, которые формируют развивающиеся среды |
| **Методы** | методы любых дисциплин | исключительно логические, математические и компьютерные методы |
| **Основные вопросы** | Как мозг понимает сам себя?Как создать науку рефлексии?Как создать самоорганизующиеся общества? | Как устанавливается порядок и появляются новые явления в мире? |
| **Как наука развивается** | дополнение новых измерений | нахождение общих паттернов |
| **Внутренние механизмы** | рефлексия работает на двух уровнях – на уровнях наблюдения и участия | исследования сложности включают два процесса: создание новых вариантов и выбор релевантного варианта |
| **Область применения** | расширение философии | развитие математики |

 Возникновение кибернетики как науки относится к концу 1940-ых годов, первые исследования сложности начинались в 1980-ых годах. В 1960-х годах кибернетики провели ряд встреч по самоорганизующимся системам (Ashby, 1962; von Foerster, 1960). Эта работа нашла свое продолжение в исследованиях сложных систем, чему способствовало развитие компьютерных технологий. Интерес к кибернетике проявился сначала в технических областях, прежде всего, связанных с процессами автоматизации и управления. Позднее фокус интереса переключился на вопросы взаимодействия человека и машины, на менеджмент и биологию познания. В последнее время кибернетика занимается дизайном, а также философией науки.

 Между тем, исследования сложности значительно расширили предшествующую работу кибернетиков в области самоорганизующихся систем. Агентные модели - это новый тип компьютерной симуляции. В будущем более тесное трансдисципланирное сотрудничество представителей различных направлений науки принесет, без сомнения, новые интересные открытия. В таблице 3 сделано предварительное сравнение кибернетики и науки о сложности.

**Литература**

Abraham, T. (2016). Rebel genius: Warren S. McCulloch’s transdisciplinary life in science. Cambridge, MA: MIT Press.

Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty. New York, NY:Crown.

Ackoff, R. L. (1981). Creating the corporate future: Plan or be planned for. New York, NY: Wiley.

Ashby, W. R. (1962). Principles of theself-organizing system. In H. von Foerster & G. W. Zopf, Jr. (Eds.), Principles of self-organization: Transactions of the University of Illinois symposium (pp. 255–278). London, England: Pergamon Press.

Bateson, G. (1972). Steps to an ecology of mind. San Francisco, CA: Chandler.

Beer, S. (1972). Brain of the firm: A development in management cybernetics. New York, NY: Herder & Herder.

Bohr, N. (1920). Über die serienspektra der elemente. Zeitschrift für Physik, 2(5), 423–478. English translation in: Bohr, N. (1976). Collected works. In L. Rosenfeld & J. Rud Nielsen (Eds.), The correspondence principle (1918–1923) (Vol. 1, pp. 241–282). Amsterdam, Holland: North-Holland Co.

Campbell, D. T. (1988). Methodology and epistemology for social science: Selected papers of Donald T. Campbell (E. Expanding Science and Advancing Reflexive Government: Two Current Projects in Cybernetics

183 Sam Overman, Ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

Checkland, P. (1999). Systems thinking, systems practice. New York, NY: Wiley. Diamond, J. (2005). Guns, germs and steel: The fates of human societies. New York, NY: Norton. Kauffman, L. (2016). Cybernetics, reflexivity and second-order science. Constructivist Foundations, 11(3), 489–504. Retrieved from http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/articles/11/3/489.Kauffman.pdf.

Krajewski, W. (1977). Correspondence principle and growth of science. Boston, MA: Reidel.

Kuhn, T. S. (1962). The structure of scientific revolutions. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Lefebvre, V. (1982). Algebra of conscience: A comparative analysis of western and Soviet ethical systems. Dordrecht, Holland: Reidel.

Lepskiy, V. (2017). The evolution of cybernetics: Philosophical and methodological analysis. Proceedings of the

conference of the World Organization for Systems and Cybernetics, Rome, Italy. Maturana, H. R. (1975). The organization of the living: A theory of the living organization. International Journal of Man-Machine Studies, 7(3), 313–332.

McCulloch, W. (1965). Embodiments of mind. Cambridge, MA: MIT Press.

Müller, K. H. (2011). The new science of cybernetics: The evolution of living research designs. Theory (Vol. II, pp.

277–316). Vienna, Austria: Edition Echoraum Pias, C. (2003). Cybernetics: The Macy conferences 1946–1953. Zurich, Swizterland: Diaphanes.

Popper, K. R. (1957). The poverty of historicism. Boston, MA: Beacon Press.

Popper, K. R. (1978, April 7). Three worlds. The tanner lecture on human values, delivered at the University of Michigan, Ann Arbor, MI.

Riegler, A. & Mueller, K. H. (2014). Second order science: A vast and largely unexplored science frontier. Constructivist Foundations, 10(1), 7-15.

Schwaninger, M. (2008). Intelligent organizations: Powerful models for systemic management. (2nd ed.). Berlin, Germany: Springer.

Soros, G. (1987). The alchemy of finance: Reading the mind of the market. New York, NY: Simon and Schuster.

Umpleby, S. (1974). On making a scientific revolution. In H. von Foerster (Ed.) Cybernetics of cybernetics (pp.

130–131). Urbana-Champaign: Biological Computer Laboratory, University of Illinois.

Umpleby, S. (2005). What I learned from Heinz von Foerster about the construction of science. Kybernetes, 34(1–2), 278–294. Journal on Policy and Complex Systems 184

Umpleby, S. (2014). Second order science: Logic, strategies, methods. Constructivist Foundations, 10(1), 16–23. Retrieved from http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/10/1/016.umpleby.pdf.

Umpleby, S. (2016). Second order cybernetics as a fundamental revolution in science. Constructivist Foundations, 11(3), 455–481. Retrieved from http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/articles/11/3/455.umpleby.pdf.

Umpleby, S. (2017, January). Creating a science of purposeful systems. Prepared for the conference of the World Organization for Systems and Cybernetics, Rome, Italy.

von Foerster, H. (1960). On self-organizing systems and their environments. In M. C. Yovits & S. Cameron (Eds.), Self-organizing systems (pp. 31-50). Oxford, UK: Pergamon Press. Retrieved from http://e1020.pbworks.com/f/fulltext.pdf.

von Foerster, H. (2003). Understanding understanding. New York, NY: Springer.

Watzlawick, P. (1983). How real is real? Confusion, disinformation, communication. London, England: Souvenir Press.

Watzlawick, P., Weakland, J., & Frisch, R. (1974). Change: Principles of problem formation and problem resolution. New York, NY: Norton. Wiener, N. (1948). Cybernetics, or control and communication in the animal

and the machine. Cambridge, MA: MIT Press.