

Кибернетика

Кибернетика

- Неравновесная термодинамика объясняет **ВОЗМОЖНОСТЬ** высокой упорядоченности в сложных системах. Для рассмотрения **механизма поддержания** упорядоченности необходимо привлечь представления **кибернетики**. (от греч. *kybernetike* - искусство управления, *kybernao* - правлю рулём).
- **Кибернетика – наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации.**

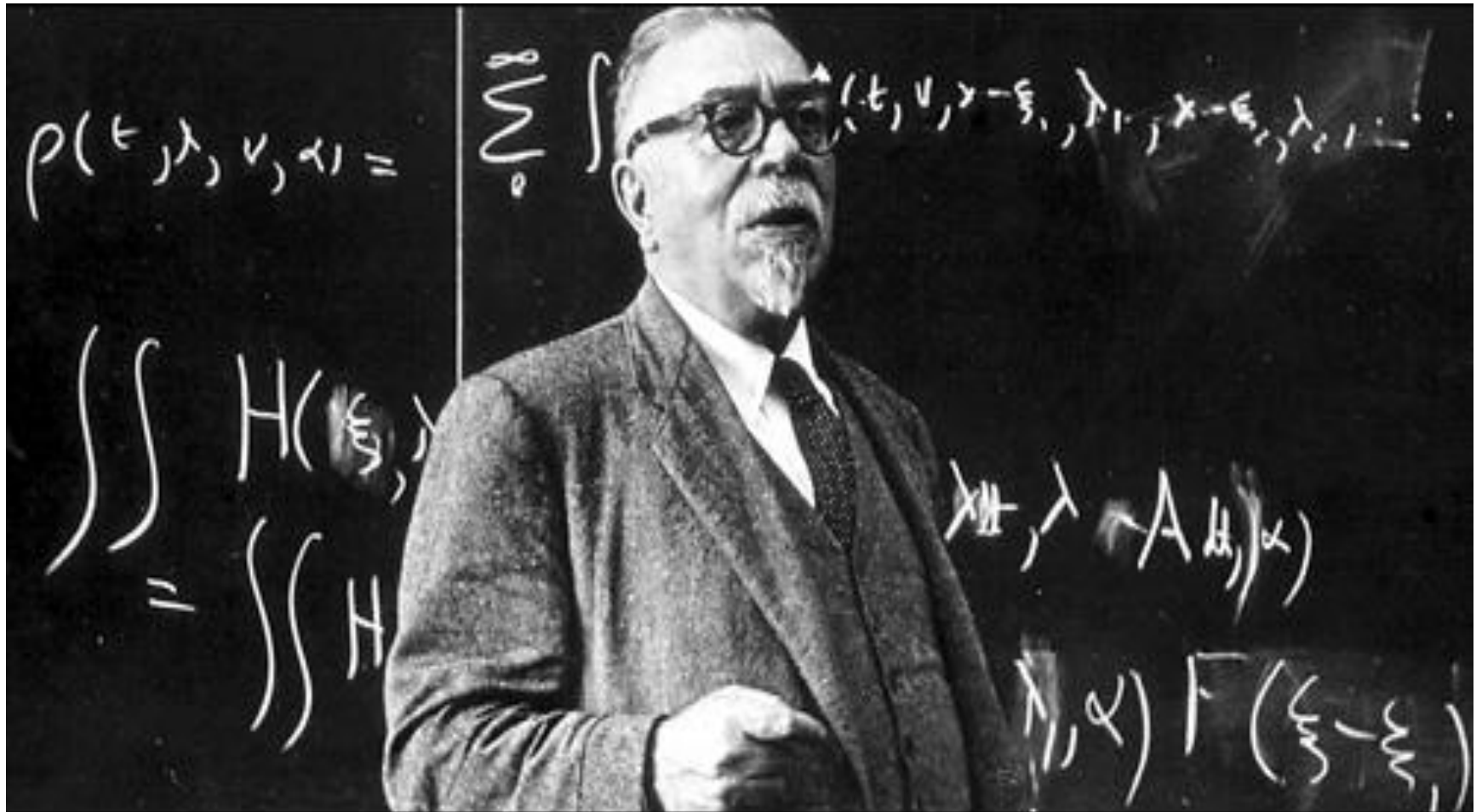
Кибернетика

- **Объектом кибернетики являются все управляемые системы.**
- Системы, не поддающиеся управлению в принципе, не являются объектами изучения кибернетики.
- Кибернетика разрабатывает **общие принципы создания систем управления.**
- **Кибернетические системы** рассматриваются абстрактно, вне зависимости от их материальной природы (автоматические регуляторы в технике, ЭВМ, человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество).

Кибернетика

- **Кибернетические системы** представляют собой множество взаимосвязанных объектов (элементов системы), способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться ею.
- **Кибернетические системы** имеют входные и выходные каналы, по которым они обмениваются сигналами с внешней средой. Поскольку каждая система сигналов, несет в себе ту или иную информацию, то всякая **кибернетическая система, может рассматриваться как преобразователь информации.**
- Рассмотрение различных объектов живой и неживой природы как преобразователей информации, составляет **сущность так называемого кибернетического подхода.**

Норберт Винер



Норберт Винер

- Возникновение кибернетики как самостоятельной науки связывают с работами американского математика Норберта Винера(1894-1964), опубликовавшего в 1948 свою знаменитую книгу "Кибернетика". Винер определил **кибернетику** как "науку об управлении и связи в животном, машине и обществе".
- *«Нужно иметь храбрость поверить в свои убеждения, иначе самое интересное, что могло прийти вам в голову, у вас из-под носа заберут другие, более отважные духом, но главное - это ведь единственное, ради чего стоит по-настоящему работать».*

Кибернетика

- Принципиально новые возможности для решения задач кибернетики возникли после создания ЭВМ. Стремительное развитие вычислительной техники породило бурное развитие кибернетики в 60-70е годы. В 80-90е годы термин «Кибернетика» частично подменялся термином "Информатика", имеющим отношение прежде всего к компьютерам и обработке информации. Однако в последние годы возросло значение собственно кибернетики.

Кибернетика

- **Кибернетика** является междисциплинарной наукой. Она возникла на стыке математики, логики, семиотики, физиологии, биологии, социологии.
- Кибернетике присущ анализ и выявление **общих принципов и подходов** в процессе научного познания.

Наиболее весомыми теориями, объединяемыми кибернетикой, можно считать следующие:

- Теория информации
- Теория управления
- Теория систем
- Теория принятия решений
- Теория алгоритмов
- Теория распознавания образов
- Теория автоматов и др.

Кибернетика

Основными задачами, решаемыми кибернетикой, являются:

- Установление фактов, общих для управляемых систем;
- Нахождение общих законов, которым подчиняются управляемые системы;
- Определение путей практического использования установленных фактов и найденных закономерностей.

Основными понятиями кибернетики являются

- *управление,*
- *целенаправленность,*
- *обратная связь,*
- *информация.*

Управление

- **Целенаправленное изменение** поведения кибернетических систем происходит при наличии **управления**.
- Основной задачей системы с управлением является такое преобразование поступающей в систему информации и формирование таких управляющих воздействий, при которых обеспечивается достижение (по возможности наилучшее) заданных целей управления.
- **Управление** – это воздействие на объект, выбранное на основе имеющейся информации из множества возможных воздействий, улучшающее его функционирование или развитие.

Управление

- Всякая система управления рассматривается как единство **управляющей системы (объект управления)** и **управляемой системы (субъект)**.
- У управляемых систем всегда существует некоторое **множество возможных изменений** (нет выбора - нет и управления). Свойством управляемости обладает не любая система, а только достаточным образом организованная.

Управление может целенаправленно изменять объект, если есть

- Канал сбора информации о состоянии объекта и среды;
- Канал воздействия на объект;
- Цель управления;
- Способ (алгоритм) управления.
- Способ внедрения выбранного алгоритма.
- Оценка эффективности выбранного метода управления (обратная связь).

Управление

- Если в открытой системе между воздействием внешней среды и реакцией системы устанавливается связь, то говорят об **обратной связи**.
- Если вызванное поведение системы (реакция) **усиливает внешнее воздействие**, то имеет место **положительная обратная связь**, если **уменьшает – то отрицательная**.
- Особый случай представляют собой **гомеостатические обратные связи**, направленные на то, чтобы свести к нулю внешнее воздействие на систему.
- Механизм обратной связи повышает степень внутренней организации системы. Наличие обратной связи позволяет сделать вывод о целенаправленности ее поведения - **самоуправления и самоорганизации**.

Управление

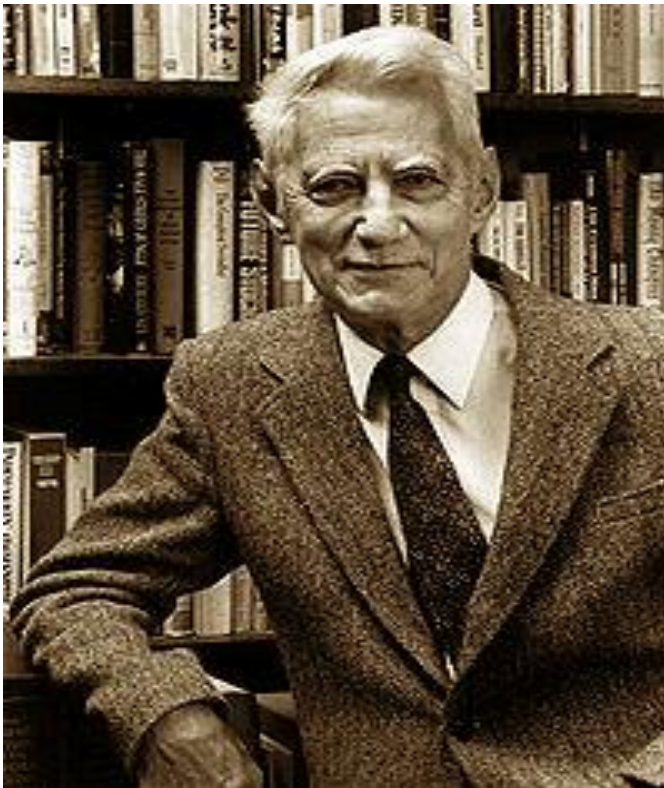
- Самоуправление и цели, которые оно преследует, носит многоуровневый иерархический характер.
- **Цель 1 порядка** – обеспечить существование системы (поддержание неравновесного стационарного состояния);
- **Цель 2 порядка** – поддержание постоянства параметров внутри системы (гомеостаз), являющегося необходимым условием высокого качества функционирования системы;
- **Цель 3 порядка** – достижение оптимальных в данных условиях показателей существования системы, например, максимальной энергетической эффективности и надежности функционирования.
- **Принцип обратных связей является одним из основных принципов самоуправления и самоорганизации сложных систем.**

Информация

- **Самоорганизация и самоуправление** в сложных системах не возможны без **информационных связей** между элементами.
- **Информация** является ключевым понятием кибернетики, т.к. является необходимым ресурсом для осуществления управления.
- Поэтому **кибернетику называют наукой об информации, информационных процессах и системах.**

Теория информации

- Клод Элвуд Шэннон



- Андрей Николаевич Колмогоров



Информация

- Теория Шэннона изначально понималась как строго математическая задача и дала инженерам, работающим в области средств передачи информации, возможность определения ёмкости коммуникационного канала в терминах количества бит.
- «Передающая» часть теории не занимается значением (семантикой) передаваемого сообщения, однако «дополняющая» часть теории информации обращает внимание на содержание (сжатие с потерей субъекта сообщения, критерий точности и т.д.).

Информация

- Для случая дискретных данных Шеннон определил понятие **информационной энтропии**, весьма похожее на понятие термодинамической энтропии. Это величина, обозначающая количество информации, содержащееся в данном сообщении (или последовательности сигналов).

Теория информации широко используется в

- Теории кодирования
- Передаче данных
- Теории сжатия данных
- Теории обнаружения
- Теории оценки

Информация

Н. Винер:

- «То, что мы пока не можем телеграфировать схему человека из одного места в другое, связано, в основном, с техническими трудностями».
- «Уже сейчас технология передачи сообщений позволяет расширить человеческие возможности восприятия и воздействия до масштабов всего земного шара. Различие между перемещением материальных объектов и передачей сообщений, в теоретическом плане, не является принципиальным или непреодолимым. Однако эта тема затрагивает глубокие вопросы человеческой индивидуальности и требует определения того барьера, который отделяет одного человека от другого, что является древнейшим вопросом, стоящим перед человечеством».

Информация

В отечественной и зарубежной литературе предлагается много разных концепций (определений информации):

- Информация как отраженное разнообразие (совокупность сведений);
- Информация как преобразование сообщений;
- Информация как связь между управляющей и управляемой системой;
- Информация как мера упорядоченности, организации системы в ее связях с окружающей средой.

Информация может быть **структурной** (застывшей в минералах, машинах, приборах) или **функциональной** (используемой в управлении).

Информация – измеряемая величина (измеряется в битах).

Информация

Свойства информации:

- Способность управлять физическими, химическими, биологическими и социальными процессами;
- Возможность быть переданной на расстояние;
- Способность быть переработанной;
- Способность сохраняться в течение любых промежутков времени и изменяться во времени;
- Способность переходить из пассивной формы в активную (извлечение из памяти и ее использование для некоторого действия).

Информация

- Информация существенно влияет на развитие науки и техники, а также политику, экономику, социальную сферу, включая обеспечение правопорядка и работу правоохранительных органов, развитие медицины и образования.
- Классическая и неклассическая наука строили представление о мире на двух фундаментальных постулатах – **массе и энергии**. Развитие кибернетики дополнило научную картину мира, связав любые процессы с изменением **массы, энергии и информации**.
- Системы материальных объектов, вещественно-энергетические процессы являются носителями, хранителями и потребителями информации.

Кибернетика

- Кибернетика как наука об информации дала новое представление о мире, основанное на информации, управлении, организованности, обратной связи, целенаправленности, и создала тем самым **информационную картину мира**.
- Кибернетика оказала революционизирующее действие на **методологию и развитие всех наук**, включая естественные, технические и общественные, способствовала синтезу научных знаний.
- Благодаря кибернетике в науке наряду с наблюдением и экспериментом стал использоваться **метод компьютерного моделирования**.

Кибернетика

- Одним из важнейших достижений кибернетики является разработка и широкое использование **нового метода исследования, получившего название вычислительного (машинного) эксперимента, или математического моделирования.**
- Эксперименты производятся не с реальной физической моделью изучаемого объекта, а с его математическим описанием, реализованным в компьютере. Огромное быстроедействие современных компьютеров зачастую позволяет моделировать процессы в более быстром темпе, чем они происходят в действительности.

Теория управления

- **Теория управления** — наука о принципах и методах управления различными системами, процессами и объектами.

Управление можно разделить на два вида:

- **стихийное**: воздействие происходит в результате взаимодействия субъектов (синергетическое управление);
- **сознательное**: планомерное воздействия объекта (иерархическое управление). При иерархическом управлении цель функционирования системы задается её надсистемой.

Теория управления

Исторически самыми главными проявлениями управления являются государство и власть, наука об управлении издревле была объектом повышенного внимания.

Внедрение выбранного метода управления

- При внедрении чего-нибудь нового всегда существует предрасположенность к возникновению неравновесной (революционной) ситуации.
- Должен быть разработан алгоритм переходного процесса, который обеспечил бы бесконфликтный переход систем к новому для них виду функционирования.

Теория управления

Примеры современных методов управления:

- Нелинейное управление
- Теория катастроф
- Адаптивное управление
- Игровые методы в управлении
- Интеллектуальное управление

Универсальность математических методов, полученных в данной теории, перевела ее в область наук, занимающихся изучением абстрактных математических объектов, а не их конкретных реализаций.

Теории принятия решений

- Термин, теперь известный как **«ожидаемая ценность»** (математическое ожидание) был известен с XVII века.
- Блез Паскаль использовал это в его известном пари, которое содержится в его работе *«Pensées»*, изданной в 1670.
- Идея **ожидаемой ценности** заключается в том, что перед лицом множества действий, когда каждое из них может дать несколько возможных результатов с различными вероятностями, рациональная процедура должна идентифицировать все возможные результаты, определить их ценности (положительные или отрицательные) и вероятности, затем перемножить соответствующие ценности и вероятности и сложить, чтобы дать в итоге **«ожидаемую ценность»**.
- **Действие, которое будет выбрано, должно давать наибольшую ожидаемую ценность.**

Теории принятия решений

- В 1738 Даниил Бернулли опубликовал статью, названную «Предложение новой теории измерения риска (Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk)», в которой он показал, что теория ожидаемой ценности должна быть нормативно неправильной.

Пари Паскаля — классический пример выбора при неопределённости.

- Неопределённость, согласно Паскалю, — существует или нет Бог.
- Личная вера или неверие в Бога — выбор, который должен быть сделан каждым.
- Награда за веру в Бога, если Бог фактически существует, бесконечна.
- Поэтому, хотя вероятность существования Бога не так велика, а ожидаемая ценность веры превышает ценность неверия, то лучше все-таки верить в Бога.

Теории принятия решений

Прогнозирование и планирование

- Для того чтобы делать «точные» статистически достоверные прогнозы на будущее, нужно получить выборку из будущих данных.
- Так как это невозможно, то многие специалисты предполагают, что выборки из прошлых и текущих данных, равнозначны выборке из будущего.
- Если процесс является устойчивым, то это оправдано. Если процесс не является стационарным (устойчивым), то вероятностные функции распределения ожиданий все-таки могут быть посчитаны, но эти функции подвержены внезапным (то есть непредсказуемым) изменениям и система, по существу, непредсказуема.

Теории принятия решений

Ошибки первого и второго рода

Последствия от разного рода ошибочных решений принципиально различаются в части того, что **упущенный выигрыш** оказывает меньшее влияние на ситуацию, чем **реализованный проигрыш**.

Пример: для биржевого брокера последствия того, что акции не были куплены, когда их следовало покупать, отличаются от последствий ситуации, когда акции были куплены, но покупать их не следовало. Первая ситуация может означать упущенную выгоду, вторая — прямые потери вплоть до разорения брокера.

Теория игр

- С точки зрения теории игр оптимальные решения аналитиков должны отличаться от оптимальных трейдерских действий.
- Оптимальные стратегии, реализованные в рекомендациях аналитиков, исходят из **принципа минимизации максимальных проигрышей** (минимакса), в то время как для трейдеров минимакс — неприемлемая стратегия (**минимизация максимального проигрыша на рынке — не играть**).