

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ



Министерство высшего образования, науки и инноваций
Республики Узбекистан
Национальный исследовательский университет «Ташкентский
институт инженеров ирригации и механизации сельского
хозяйства»

Ш.Р.Убайдуллаева

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Учебник

Ташкент- 2024

Составитель: Убайдуллаева Ш.Р. Системный анализ: Учебник для магистрантов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производства». - Ташкент: Изд-во НИУ «ТИИИМСХ», 2023. - 120 с.

Данный учебник подготовлен для магистрантов, которые обучаются по специальности 70711401 - «Автоматизация технологических процессов и производства (в водном хозяйстве)». В данном учебнике содержится ценный теоретический материал: история становления системного анализа, свойства и принципы функционирования, методы исследования сложных систем, прикладные области применения системной. Учебник может быть полезен для магистрантов вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производства», аспирантов, инженеров и научных работников для выработки системного мышления и системного подхода к решению различных задач, которые возникают в процессе их деятельности и при исследовании и проектировании сложных систем в различных отраслях экономики.

Рецензенты:

Ж.Т. Усмонов, доктор философии (PhD), доцент Ташкентского университета информационных технологий,

Д.Б. Кадыров, D.Sc., зав.кафедрой «Энергоснабжение и возобновляемые источники энергии» НИУ «ТИИИМСХ»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
ГЛАВА I. Основные понятия и компоненты системного анализа	
1.1. Понятие системы.	13
1.2. Типология систем. Примеры систем	17
1.3. Свойства систем. Открытые и закрытые системы	30
1.4. Междисциплинарная область исследований- общая теория систем. Понятия и определения	41
1.5. Основные компоненты системного анализа	52
ГЛАВА II. Инструменты и области применения системного анализа	
2.1. Системный анализ 1-го и 2-го порядка	61
2.2. Системный анализ и кибернетика	66
2.3. Кибернетика второго порядка	79
2.4. Области применения кибернетики. Искусственный интеллект	90
2.5. Научные и технические приложения искусственного интеллекта	100
2.6. Принципы и методы исследования сложных саморегулирующихся систем	106
2.7. Когнитивные науки- междисциплинарная область исследования сложных систем	135
ГЛАВА III. Моделирование и управление сложными системами	
3.1. Системное моделирование	147

3.2.	Моделирование и управление сложными оросительными системами. Задачи и структура иммитационной модели.	157
3.3.	Разработка графовых моделей элементов сложной оросительной системы	163
3.4.	Моделирование участков каналов и узлов ГТС	168
3.5.	Построение первичных моделей элементов сложной оросительной системы	177
	Литература	188
	Приложение	194

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация имеет потенциал для дальнейшей модернизации общества и интеграции национальной экономики в глобальные процессы. В рамках проводимых реформ, а также Стратегии развития Нового Узбекистана особое внимание уделяется цифровизации основных сфер деятельности и построению в стране подлинного информационного общества.

В Узбекистане уделяется приоритетное внимание развитию информационно-коммуникационных технологий и цифровизации. Реализуются основные направления реформ в сфере цифровой экономики в рамках программы «Цифровой Узбекистан-2030».

В этом контексте подготовка специалистов, обладающих системным мышлением, имеющих навыки системного подхода к решению сложных технических и организационных проблем, является актуальной задачей.

Одним из путей решения этой задачи является изучение основ теории систем и системного анализа.

Несмотря на удивительные возможности, которые предполагает коннекционистский (вычислительный, компьютерный) подход ко всему, что связано с искусственным интеллектом, специалисты еще не знают, как создавать машины, столь же сложные, как человеческий мозг. Тем не менее, характеристики, уникальные для искусственных нейронных сетей, имеют важные последствия для многих других систем. Таким образом, исследователи выдвинули теорию систем, которую иногда называют теорией сложных систем.

Мы говорим о сложности, когда система состоит из стольких аспектов, связанных друг с другом по-разному, что практически невозможно проанализировать их по отдельности и объяснить с помощью традиционных процедур. Вы не можете сказать, как работает сложная система, просто извлекая различные компоненты для их индивидуального анализа. Эта невозможность является основным отличием сложной системы от обычной.

Эффект бабочки. Действительно, именно большое количество и разнообразие взаимосвязей между всеми элементами системы делают эту систему сложной. Однако эти взаимодействия часто меняются непредсказуемым образом. Бывает, что функция выполняется определенным образом, а затем совершенно другим образом в другое время. Фактически, в сложной системе малейшее маленькое непредсказуемое событие может привести к череде более крупных событий, которые делают невозможным понимание того, как работает указанная система. Это явление получило название «эффект бабочки». Теоретически, одного взмаха крыла бабочки в Бразилии достаточно, чтобы изменить направление ветра и атмосферное давление и вызвать торнадо в Техасе!

Виртуальная сложность. Человеческий мозг - это лишь одна из многих сложных систем. Метеорология, экосистемы, живые существа, фондовый рынок, любые языки - все это сложные системы. Эти системы состоят из органических и неорганических элементов. Те, кто занимается теорией систем, приложат все усилия, чтобы попытаться смоделировать сложную систему. Как правило, они пытаются изучать системы с помощью компьютерного

моделирования в надежде извлечь из них информацию о том, как работают эти системы. Однако смоделировать сложную систему непросто, потому что никто не может предсказать, что может произойти с графическим интерфейсом пользователя; «непредсказуемый» фактор присутствует повсюду.

Специалисты по теории систем пытаются работать с алгоритмами (математическими формулами), с помощью которых их моделирование может быть реализовано как можно ближе к реальности. Так появляется программное обеспечение, моделирующее колебания фондового рынка, движение стаи рыб или эволюцию видов в результате естественного отбора.

На самом деле, что замечательно в теории систем, так это то, что ее можно применять практически ко всем областям. Исследователи из разных слоев общества видят в этом потрясающий инструмент. Это, кстати, то, что делает эту теорию очень успешной. Некоторые считают, что она может позволить нам понять взаимосвязи между различными элементами Вселенной, от большого взрыва до возврата инвестиций и бабочек ...

Однако одно можно сказать наверняка: теория систем позволяет установить связи между естественными науками (биология, физика, химия и т. д.) и социальными науками (социология, экономика, психология и т. д.).

Но существует пропасть между реальностью и возможностями моделирования, позволяющими понять эту реальность. Эмпирически, поскольку разные модели приводят к одним и тем же результатам, можно задаться вопросом, действительно ли такое

моделирование, которое, по-видимому, воспроизводит такую точную систему, действительно справедливо, поскольку другое моделирование также может достичь этого. Поэтому сегодня трудно сделать окончательные выводы об отношениях между системами и их моделировании или об отношениях между различными системами.

Организованные системы. Несмотря на возникающие неопределенности и трудности, теория систем открывает огромные возможности. Преимущество сложных систем в том, что они чрезвычайно хорошо организованы. Они формируются и развиваются не на основе внешних элементов или потому, что они были спроектированы таким или иным образом, а потому, что они учитывают различные взаимодействия между элементами, уникальными для системы. В чем нельзя винить сложные системы, так это в их неорганизованности!

Чем менее стабильна система, тем более она организована, пока не перестанет функционировать. И наоборот, чем менее организована система, тем она стабильнее и тем больше вероятность ее блокировки. Таким образом, системам удается найти баланс между застоем (остановкой) и критической нестабильностью. Однако организация системы не зависит от одного элемента. Сложные системы имеют тенденцию сохранять свою динамическую организацию, даже когда определенные элементы меняются или перестают функционировать, или, когда окружающая среда претерпевает значительные изменения. То есть сложные системы приспосабливаются.

Это свойство, называемое «рекурсией», характеризует степень взаимосвязи между различными элементами системы. В качестве взаимосвязей рассматриваются петли обратной связи и бифуркационные каналы, которые значительно увеличивают потенциал системы, которая затем может лучше реагировать при неожиданных изменениях окружающей среды. Сложные системы часто настолько рекурсивны, что некоторые элементы служат резервной копией, когда другие перестают работать. Это то, что позволяет системе продолжать работать...

Рекурсия теперь заменяет объяснения традиционной науки, основанные на причинно-следственных связях. На самом деле специалисты по теории систем не ищут изолированных причин, которые могли бы объяснить происходящее, но они пытаются получить общую картину, помня, что различные элементы могут меняться, улучшаться или ухудшаться с течением времени. Именно эти изменения делают сложные системы важными, поскольку они открывают множество возможностей для решения научных и философских задач, таких как все вопросы, касающиеся мышления, обучения и памяти, но также и вопросы, касающиеся происхождения жизни, адаптация видов и эволюция живых существ.

Основной целью данного учебника является знакомство читателей с историей, принципами и методами системного анализа в различных сферах деятельности человека и способствовать формированию у них системного мышления.

Современные специалисты, работающие в различных отраслях экономики, должны обладать системным мышлением, иметь навыки

аналитического мышления и системного подхода к решению различных задач, которые возникают в процессе их деятельности.

Системное мышление очень эффективно для понимания сложности организаций: отношений с окружающей их средой, взаимодействия между различными подсистемами и различными сущностями, происходящих в них циклов, изменений и адаптаций, которые происходят в них для поддержания равновесия, явлений роста, эволюции и т. д.

Системное мышление позволяет понять, “как мы являемся субъектами нашей реальности”, и научиться обнаруживать системные силы и рычаги, позволяющие изменять события в системе.

Преимущества системного мышления:

- ✓ более эффективное решение проблем,
- ✓ более эффективная взаимосвязь,
- ✓ более эффективное планирование,
- ✓ более эффективное организационное развитие.

Фундаментальные элементы системного подхода:

- самое простое решение систематически приводит к проблеме,
- ситуация может ухудшиться, прежде чем улучшится,
- мы должны думать о взаимозависимости элементов между собой,
- системное мышление требует сотрудничества, это групповая работа.

Системный подход в передовой практике управления проектами.

Проекты чаще всего реализуются в организационной среде и в более широком контексте, который со временем меняется. Редко проект заканчивается тем, что было выполнено именно то, что предполагалось при его запуске. Часто говорят, что изменения неизбежны.

Чтобы быть эффективным, руководитель проекта должен придерживаться системного подхода. То есть он- тот, кто воздействует на все элементы одновременно, чтобы контролировать последствия и изменения.

Системное мышление очень полезно в повседневной жизни. Все вокруг нас состоит из систем; солнечная система, школьная система, нервная система, предпринимательская система и т.д. Если мы не хотим упускать из виду важную информацию, если мы хотим быть эффективными, мы должны мыслить системно. Системное мышление позволяет наблюдать конструкцию, процесс в целом, взаимосвязи, видеть вещи целостно и подробно. Системный подход направлен на преобразование системы путем воздействия на ее способность адаптироваться и обучаться.

Данный учебник подготовлен для магистрантов, которые обучаются по специальности - «Автоматизация технологических процессов и производства». Теоретический материал позволяет выработать системное мышление и системный подход к решению различных задач, которые возникают в процессе деятельности

выпускников и при исследовании и проектировании сложных систем в различных отраслях экономики.

Теоретический материал первой главы учебника содержит материалы, дающие представление об основных понятиях системного анализа, типологии систем, их свойствах и компонентах.

Вторая глава учебника посвящена инструментам, сферам применения системного анализа, направлениям кибернетики, которая является основой современной теории управления, принципам и методам исследования сложных саморегулирующихся систем, вопросам системного моделирования.

ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

1.1 Понятие системы

Слово «система» происходит от латинского "systema", означает – «завершенный элемент», компоненты которого связаны с другим компонентом, как материальным, так и концептуальным. Системы имеют структуру, организацию и предметную область, но только материальные системы имеют механизмы, и только некоторые из них имеют форму или конфигурацию [Берталанфи]. Существует несколько типов систем, в которые входят абстрактные, физические, конкретные, открытые или закрытые, некоторые из них классифицируются в соответствии с их составом или природой.

Система- это комбинация элементов, которые взаимосвязаны и функционируют в целом.

Составляющие ее элементы могут быть разнообразными, например, группа идеально структурированных руководящих принципов или принципов теории, науки или предмета, некоторыми примерами которых могут быть экономические системы и политические системы.

Важно уточнить, что это понятие не совпадает с понятием устройства, поскольку значение системы и ее использование сильно отличаются от значения устройства.

Общая теория систем использует ряд основных понятий и принципов для анализа и понимания систем. Вот некоторые из них:

Элементы системы.

Элементы системы – это отдельные части или компоненты, которые составляют систему. Они могут быть физическими объектами, процессами, людьми или даже идеями. Важно понимать, как эти элементы взаимодействуют друг с другом и как их свойства и характеристики влияют на систему в целом.

Взаимодействие и связи.

Взаимодействие и связи – это способы, которыми элементы системы взаимодействуют друг с другом. Они могут быть физическими, информационными или функциональными. Взаимодействие и связи могут быть прямыми или косвенными, и они определяют, как система функционирует и какие результаты она достигает.

Структура системы.

Структура системы – это организация и отношения между элементами системы. Она определяет, как элементы связаны друг с другом и как они работают вместе для достижения цели системы. Структура может быть иерархической, сетевой или другой, и она влияет на поведение и эффективность системы.

Входы и выходы.

Входы и выходы – это информация, энергия или материалы, которые поступают в систему или выходят из нее. Входы предоставляют системе ресурсы, необходимые для ее функционирования, а выходы представляют результаты или продукты, которые система производит. Анализ входов и выходов помогает понять, как система работает и какие изменения могут повлиять на ее функционирование.

Обратная связь.

Обратная связь – это механизм, который позволяет системе получать информацию о своем состоянии и результате своих действий. Обратная связь позволяет системе корректировать свое поведение и достигать желаемых результатов. Она может быть положительной, когда система усиливает свое поведение, или отрицательной, когда система корректирует свое поведение для достижения цели [Винер, 1983].

Эти основные понятия и принципы общей теории систем помогают ученым и практикам анализировать и понимать сложные системы в различных областях. Они позволяют выявлять взаимосвязи, предсказывать поведение системы и разрабатывать стратегии управления для достижения желаемых результатов.

Как работает система

Системы могут быть разными, как и выполняемые ими функции, они будут зависеть от их структуры, однако в случае механических или биологических систем это утверждение является интуитивным. Примером этого является случай тканей, из которых состоят **мышцы**, поскольку они обладают способностью сокращаться, поскольку структура клеток позволяет им это делать.

Определение системы в науке имеет большое значение, однако в административной сфере оно оказало наибольшее влияние. Другими примерами могут быть физиология человека с нервной, пищеварительной и кровеносной системами, астрономия, со своей стороны, представляет Солнечную систему, также экономика изучает концепцию экономической системы, в то время как

социология изучает социальные системы и так далее. Можно проследить большое количество отраслей, в которых, как утверждается, присутствуют системы.

Характеристики системы

По мнению экспертов, определение системы связано с двумя другими понятиями: «целостность», которое можно перевести как «тотальность», а второе - «цель», оба отражают основные характеристики того, что является методом, поскольку остальные исходят из этих двух.

Другие выдающиеся особенности:

- **Цель:** каждая система должна иметь цель, как цели, так и отношения, существующие внутри нее.

- **Целостность:** она имеют органическое происхождение, поэтому, если есть действие, вызывающее изменения в одном из его элементов, вполне вероятно, что в остальных элементах произойдут изменения из-за взаимосвязи между каждым из них. Совокупность последствий этих изменений будет представлена как корректировка системы, все это имеет большое значение, когда речь идет о понимании смысла системы и ее изучении.

- **Энтропия:** учитывая системный смысл, энтропия определяется как тенденция систем к износу, распаду, снижению стандартов и увеличению случайности. Чем выше энтропия, тем больше простота этих методов. Пример этого можно увидеть во втором законе термодинамики, который гласит, что со временем энтропия систем увеличивается.

• **Гомеостаз:** это общее равновесие, существующее между частями, обычно **системы имеют тенденцию адаптироваться**, чтобы достичь внутреннего равновесия, которое позволяет им справляться с изменениями окружающей среды, в которой они находятся.

1.2. Типология систем. Примеры систем

Типы систем

Они могут быть очень разнообразными, и их типология также обширна, однако есть определенные характеристики, которые позволяют их идентифицировать, например, в соответствии с их конституцией, их можно классифицировать следующим образом:

Абстрактные системы

Это те, которые состоят из планов, концепций, гипотез, идей и т. Д. В этом случае **символы** представляют собой объекты и атрибуты, которые во многих случаях существуют только в сознании людей, это важная информация для понимания значения абстрактной системы.

Физические или конкретные системы

Состоящие из машин, оборудования, предметов или чего-либо материального, они могут быть описаны в **количественном** выражении их производительности.

В зависимости от характера систем их можно разделить на:

Закрытые системы

Характерны тем, что они не взаимодействуют с окружающей средой, поскольку отличаются достаточной закрытостью от любого влияния окружающей среды. Таким образом, не находясь под влиянием внешних агентов, они не могут вызвать никаких изменений за границей.

Открытые системы

Они полностью противоположны закрытым, потому что, как следует из их названия, они обмениваются с окружающей средой через входы и выходы, они обладают способностью регулярно обмениваться энергией и веществом со своим окружением. Они эффективно адаптируются, потому что для того, чтобы жить, они должны адаптироваться к постоянным изменениям окружающей среды.

В повседневной жизни можно найти множество примеров систем.

Кровеносные системы живых организмов

Их можно найти у большинства живых существ, они состоят из **вен, артерий и сердца**, отвечающих за перенос насыщенной кислородом **крови** по всему телу, так что оно может функционировать идеально.

Закрытая тепловая система

Примером этого может быть термос для горячей воды или кофе, поскольку он изготовлен из материала, который служит изоляцией для предотвращения потерь тепла, тем самым экономя тепловую энергию в жидкостной системе.

Языковая система

В эту категорию может попасть язык, на котором говорят в любом регионе, он состоит из **звучков и знаков**, которые в совокупности способны создать сообщение.

Солнечная система

Это один из самых известных примеров системы, в этой системе находится **планета Земля**, которая состоит из планет, звезд и других звезд, вращающихся вокруг Солнца по эллиптической траектории, которые притягиваются благодаря серьезной силе (рис.1.2.1).

Это планетарная система, в которой находятся Земля и другие звезды, вращающиеся по орбите к Солнцу; Примечательно, что последнее - это небесное тело, излучающее свой собственный свет

Солнечная система - это планетная структура, в которой находятся Земля и другие астрономические объекты, которые прямо или косвенно вращаются по орбите вокруг единственной звезды, известной как Солнце. Эта звезда - единственное небесное тело, излучающее собственный свет, благодаря синтезу водорода, а затем его превращению в гелий в ядре Солнца.

Солнечная система состоит из восьми планет, каждая из которых находится на большем или меньшем расстоянии от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

В сети можно найти разнообразную информацию о Солнечной системе. Схемы Солнечной системы очень помогают в визуализации расположения каждого компонента, из которого она состоит.



Рис.1.2.1. Солнечная система

Определение системы образования

Эта концепция указывает на то, что именно **образовательная система** состоит из группы организаций и учреждений, которым поручено предоставлять услуги, финансировать и регулировать осуществление образования. Все эти системы функционируют в соответствии с отношениями, политикой, мерами и структурами, продиктованными государством.

Например, в Латинской Америке система образования начала формироваться после установления независимости каждой страны. На этот процесс структурирования большое влияние оказали течения, которые возникли в Европе в XVIII веке и в эпоху Просвещения. Самой примечательной чертой того времени было то, что государство должно было выполнять функцию образования.

Типы образовательных систем.

Система образования Монтессори. Это одна из наиболее широко используемых образовательных систем в мире, созданная

Марией Монтессори и закладывающая основы **обучения как чего-то увлекательного**, что можно сделать с помощью игр, всегда уважая темп и индивидуальность обучения каждого студента. В таких случаях ребенок является центром обучения, и для проведения уроков обычно используются дидактические методы, их основными идеалами являются: свобода, самостоятельность ребенка, развитие воли, самодисциплина и право выбора.

Конструктивистский метод. Здесь цель состоит не в том, чтобы ученик выучил все наизусть, а, наоборот, в том, чтобы получить знания, необходимые для использования имеющихся в его распоряжении учебных пособий, и, таким образом, использовать знания, необходимые ему для решения повседневных задач. Конструктивистский метод характеризуется своей практичностью.

Вальдорфский метод. Этот метод, созданный Рудольфом Штайнером, философом швейцарского происхождения, имеет некоторые аспекты, аналогичные методу Монтессори, поскольку в этом случае дети рассматриваются как фундаментальный элемент **социального обновления** в будущем. Для этого основное внимание уделяется каждому ребенку, его творчеству и навыкам, а также тому, как они используются для общего блага. Метод направлен на улучшение навыков каждого ребенка, не пренебрегая групповой работой.

Педагогика Пиклера. Он характеризуется тем, что в его основе лежит автономия и независимость ребенка с самого раннего возраста, знания передаются с помощью теории привязанности,

предложенной Монтессори, а также частично теории конструктивизма. Говорят, что для того, чтобы ребенок достиг своих целей, он должен быть самодостаточным, но чтобы он обладал этим качеством, необходимо, чтобы он получал привязанность и большую привязанность к окружающим, воспитывал его и заботился о нем.

Демократические школы. Эта система не является иерархической, то есть дети и учителя находятся на одном уровне. В школах, где применяется этот метод, поощряется любопытство и инициатива детей в обучении, и им разрешается решать, чего они хотят и когда хотят. Его методы работы основаны на демократическом принципе. Квалификаций не существует, однако санкции присутствуют. Когда один ребенок ведет себя плохо, остальные дети собираются вместе, чтобы обсудить возможное решение, в случае, если он ничего не решает, устанавливается соответствующее наказание.

Что такое компьютерная система

Компьютерная система - это система, которая делает возможным хранение и обработку информации. Она также известна как двоичная система и представляет собой группу взаимосвязанных элементов, таких как

- ИТ-персонал,
- аппаратное,
- программное обеспечение.

В случае аппаратного обеспечения оно состоит из электронных устройств, таких как компьютеры, которые, среди прочего, состоят из процессоров, внешних систем хранения.

Со своей стороны, системное программное обеспечение состоит из прошивки, приложений и операционной системы, что имеет большое значение в системах управления базами данных. Наконец, человеческий фактор, состоящий из обученного персонала, который отвечает за обслуживание системы и сопровождение пользователей, которые ее используют.

Двоичная система проходит различные этапы в течение своего срока службы, от обслуживания до учета потребностей. Сегодня в государственном управлении используются различные компьютерные системы, например, компании, которые предоставляют услуги своим клиентам, система полицейских операторов и другие. Также следует отметить, что двоичные системы структурированы на подсистемы, как показано ниже.

- Физическая подсистема: она связана с оборудованием, состоит из памяти, процессоров, устройств ввода и вывода и памяти.

- Логическая подсистема: она связана с системным и архитектурным программным обеспечением, состоящим из базы данных, прошивки, приложений и операционной системы.

Что такое операционная система

Операционная система - это группа компьютерных программ, которые обеспечивают эффективное управление ресурсами, имеющимися в распоряжении компьютера. Все эти программы начинают работать после включения компьютера, поскольку они отвечают за управление

оборудованием с начальных уровней, а также позволяют взаимодействовать с пользователем.

Важно отметить, что системное программное обеспечение присутствует не только в компьютерах, поскольку оно присутствует в большей части электронных устройств, оснащенных микропроцессорами, операционной системой. что заставляет устройство правильно выполнять свои функции, некоторые примеры - DVD-плеер и мобильный телефон.

Функции операционной системы

Некоторые из основных функций операционной системы включают предоставление пользовательского интерфейса, управление файлами и ресурсами, управление задачами, служебную службу и поддержку. Что касается пользовательского интерфейса, система гарантирует, что любой, кто его использует, сможет получить доступ к файлам, загружать программы и выполнять другие задачи с помощью компьютера. Благодаря управлению ресурсами становится возможным управление оборудованием, включая сети и периферийные устройства. Операционная система также позволяет вам контролировать удаление, создание файлов и управление ими, а также управление компьютерными задачами, выполняемыми пользователями.

Значение системы уравнений в математике

В математических науках значение системы уравнений является важным вопросом, определяющим последнюю как группу из нескольких уравнений, имеющих два или более неизвестных, которые образуют математическую задачу. Задача состоит в том, чтобы найти значения каждого неизвестного, присутствующего в указанной задаче.

В системе алгебраических уравнений неизвестные - это определенный набор чисел- констант, но в дифференциальном уравнении неизвестные - это распределения ранее определенного множества. Следовательно, решением задачи может быть функция или определенная совокупность чисел.

Техническая система

Это название, данное **устройствам**, которые состоят из физических объектов и человеческого персонала, и функция которых заключается в преобразовании чего-либо с целью достижения результата, характерного для системы, при условии, что это что-то полезное.

В более широком смысле можно сказать, что именно эта система действий намеренно направлена на изменение определенных объектов с целью достижения положительного результата. Она состоит из следующего: структур, компонентов, целей и результатов. Примером этого может служить экономическая система государства [Антонов, 2004].

Биологическая система

Это группа **органов эмбрионального происхождения и сходной структуры**. Ярким примером этого является нервная система, как и дыхательная и пищеварительная системы.

Биологическая система демонстрирует определенную согласованность в своей морфологии и функционировании как в тканях, из которых она состоит, так и в органах, а также в структурах эмбриологического происхождения.

Нервная система

Она состоит из нервов, спинного мозга и головного мозга. Нервная система (рис.1.2.2) разделена на две части: периферическую нервную систему и центральную нервную систему, последняя включает спинной мозг и головной мозг.

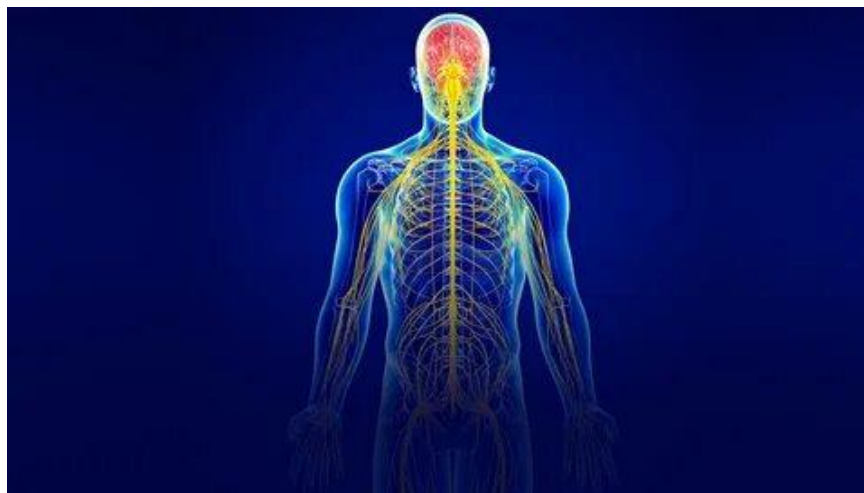


Рис.1.2.2. Нервная система человека

Дыхательная система

Дыхательная система - это группа органов, которые имеются у живых существ. Система предназначена для **газообмена с окружающей средой**, ее функционирование и структура могут сильно различаться в зависимости от типа среды обитания и типа организма.

Функция дыхательной системы

Как упоминалось выше, функция этой системы заключается в газообмене между атмосферой и организмом, поскольку, когда кислород попадает в организм, он отвечает за извлечение необходимых питательных веществ и выброс остальных в окружающую среду.

Эндокринная система

Также известная как железистая секреторная система, это группа тканей и органов в организме, которые выделяют вещества, называемые гормонами. Гормоны выделяются в кровоток и регулируют определенные функции организма.

Иммунная система

Он отвечает за выведение из организма микроорганизмов, таких как вирусы, бактерии и грибки. Точно так же он отвечает за **уничтожение инфекционных микроорганизмов**, попадающих в организм.

Он состоит из ряда клеток и органов, которые защищают организм от инфекций. Органы, которые участвуют в этой системе, называются лимфатическими узлами. Они предназначены развития, роста и выделения лимфоцитов.

Мышечная система

Он состоит из набора мышц, которые контролируются живым опорно-двигательным аппаратом, его основная функция - достижение **подвижности**. Это действие, которое происходит благодаря электрическим импульсам, исходящим из нервной системы, что вызывает сокращение мышечных волокон.

Лимфатическая система

Это группа органов, каналов и лимфатических сосудов, которые **вырабатывают лимфу** и транспортируют ее из тканей в кровеносную систему. Лимфатическая система является важной частью иммунной системы организма.

Покровная система

В анатомии животных покровная система обычно является самой крупной структурой животного, поскольку она полностью покрывает животное как снаружи, так и в различных полостях внутри.

Мочевыделительная система

У людей мочевыделительная система - это группа органов, ответственных за **выработку и выведение мочи**. Азотистые отходы, образующиеся в результате обмена веществ, а также различные токсичные вещества выводятся из организма с мочой.

Периферическая нервная система

Группа нервов, которые функционируют как связующее звено между головным, спинным мозгом и остальной частью тела.

Сердечно-сосудистая система

состоит из сердца и набора вен, артерий и капилляров, которые отвечают за **транспортировку крови по всему телу**. У взрослого человека в среднем 5 или 6 литров крови, тогда как у женщин это 4-5 литров. Кровь переносит кислород и важные питательные вещества к клеткам организма, она также переносит отходы тканей в различные системы, ответственные за их отходы.

Лимбическая система

Он состоит из различных структур мозга, функция которых заключается в регулировании физиологических реакций на определенные раздражители, что означает, что эта система является местом, где находится человеческий инстинкт.

Двигательная система

Это совокупность структур, которые позволяют телу выполнять любое движение. Опорно-двигательный аппарат состоит из скелетной и мышечной систем.

Скелетная система

Человеческий скелет - это группа костей, которая придает телу его структуру. У взрослого человека общее количество костей составляет 206 костей, которые сочленены друг с другом и соединены с помощью сухожилий, мышц и связок. Человеческий скелет состоит из хрящевой ткани и костной ткани.

Вегетативная нервная система

Он является частью периферической нервной системы, в частности, отвечает за контроль произвольных функций внутренних органов, таких как частота сердечных сокращений, частота дыхания, потоотделение, пищеварение, слюноотделение, расширение зрачков, сексуальное возбуждение и мочеиспускание.

1.3. Свойства систем. Открытые и закрытые системы

Мы говорим о сложности, когда система состоит из стольких аспектов, связанных друг с другом по-разному, что практически невозможно проанализировать их по отдельности и объяснить с помощью традиционных процедур. Вы не можете сказать, как работает сложная система, просто извлекая различные компоненты для их индивидуального анализа. Эта невозможность является основным отличием сложной системы от обычной.

Действительно, именно количество и разнообразие взаимосвязей между всеми элементами системы делают эту систему сложной. Однако эти взаимодействия часто меняются непредсказуемым образом. Бывает, что функция выполняется определенным образом, а затем совершенно другим образом в другое время. Фактически, в сложной системе малейшее маленькое непредсказуемое событие может привести к череде более крупных событий, которые делают невозможным понимание того, как работает указанная система. Это явление получило название «эффект бабочки». Теоретически, одного взмаха крыла бабочки в Бразилии достаточно, чтобы изменить направление ветра и атмосферное давление и вызвать торнадо в Техасе!

Виртуальная сложность

Человеческий мозг - это лишь одна из многих сложных систем. Метеорология, экосистемы, живые существа, фондовый рынок, любые языки - все это сложные системы. Эти системы состоят из органических и неорганических элементов. Те, кто занимается теорией систем, приложат все усилия, чтобы попытаться смоделировать сложную систему. Как правило, они пытаются изучать системы с помощью компьютерного моделирования в надежде извлечь из них информацию о том, как работают эти системы. Однако смоделировать сложную систему непросто, потому что никто не может предсказать, что может произойти с графическим интерфейсом пользователя; «непредсказуемый» фактор присутствует повсюду. Специалисты по теории систем пытаются работать с алгоритмами (математическими формулами), с

помощью которых их моделирование может быть реализовано как можно ближе к реальности. Так появляется программное обеспечение, моделирующее колебания фондового рынка, движение стаи рыб или эволюцию видов в результате естественного отбора.

На самом деле, что замечательно в теории систем, так это то, что ее можно применять практически ко всем областям. Исследователи из разных слоев общества видят в этом потрясающий инструмент. Это, кстати, то, что делает эту теорию очень успешной. Некоторые считают, что она может позволить нам понять взаимосвязи между различными элементами Вселенной, от большого взрыва до возврата инвестиций и бабочек. Однако одно можно сказать наверняка: теория систем позволяет установить связи между естественными науками (биология, физика, химия и т. д.) и социальными науками (социология, экономика, психология и т. д.).

Существует пропасть между реальностью и возможностями моделирования, позволяющими понять эту реальность. Эмпирически, поскольку разные модели приводят к одним и тем же результатам, можно задаться вопросом, действительно ли такое моделирование, которое, по-видимому, воспроизводит такую точную систему, действительно справедливо, поскольку другое моделирование также может достичь этого. Поэтому сегодня трудно сделать окончательные выводы об отношениях между системами и их моделировании или об отношениях между различными системами.

Организованные системы

Несмотря на возникающие неопределенности и трудности, теория систем открывает огромные возможности. Преимущество сложных систем в том, что они чрезвычайно хорошо организованы. Они формируются и развиваются не на основе внешних элементов или потому, что они были спроектированы таким или иным образом, а потому, что они учитывают различные взаимодействия между элементами, уникальными для системы. В чем нельзя винить сложные системы, так это в их неорганизованности!

Чем менее стабильна система, тем более она организована, пока не перестанет функционировать. И наоборот, чем менее организована система, тем она стабильнее и тем больше вероятность ее блокировки. Таким образом, системам удается найти баланс между застоем (остановкой) и критической нестабильностью. Однако организация системы не зависит от одного элемента. Сложные системы имеют тенденцию сохранять свою динамическую организацию, даже когда определенные элементы меняются или перестают функционировать или, когда окружающая среда претерпевает значительные изменения. То есть сложные системы приспособляются [Качала, 2016].

Это свойство, называемое «рекурсией», характеризует степень взаимосвязи между различными элементами системы. В качестве взаимосвязей рассматриваются петли обратной связи и бифуркационные каналы, которые значительно увеличивают потенциал системы, которая затем может лучше реагировать при неожиданных изменениях окружающей среды. Сложные системы

часто настолько рекурсивны, что некоторые элементы служат резервной копией, когда другие перестают работать. Это то, что позволяет системе продолжать работать...

Рекурсия теперь заменяет объяснения традиционной науки, основанные на причинно-следственных связях. На самом деле специалисты по теории систем не ищут причин, которые могли бы объяснить происходящее, но они пытаются получить общую картину, помня, что различные элементы могут меняться, улучшаться или ухудшаться с течением времени. Именно эти изменения делают сложные системы важными, поскольку они открывают множество возможностей для решения научных и философских головоломок, таких как все вопросы, касающиеся мышления, обучения и памяти, но также и вопросы, касающиеся происхождения жизни, адаптация видов и эволюция живых существ.

Проектирование сложных технических систем, планирование и управление экономическими комплексами, анализ экологических ситуаций и многие другие направления технической, научной и экономической деятельности потребовали организации исследований, которая выходит за рамки традиций: концентрации усилий ученых различных отраслей, унификации и согласования информации, собранной в результате конкретных исследований.

Эти междисциплинарные исследования, которые иногда называют комплексными или системными исследованиями, во многом обязаны своим успехом возможностям обработки информации, применению математических методов, появившихся с

появлением компьютеров, методов, которые предоставили не только инструмент, но и в высшей степени универсальный язык.

Системный анализ зародился в эпоху компьютеров, и его развитие во многом зависит от развития информационных технологий. По этой причине термин "системный анализ» будет использоваться в данном учебнике в довольно узком смысле:

под системным анализом понимается совокупность методов, основанных на информационных технологиях и имеющих своей целью изучение систем: технических, экономических, экологических и т. д. Результатом этих исследований в принципе будет принятие решения: план развития региона, параметры для размещения и т. д.

Таким образом, системный анализ - это дисциплина для тех, кто интересуется проблемами принятия решений, когда принятие решения включает анализ сложной информации различной физической природы [Калман, 2004].

Следовательно, системный анализ и его методологические разработки включают дисциплины, занимающиеся проблемами принятия решений: теорию исследования операций и общую теорию управления.

Современная концепция системы восходит к 1940-м годам. Рассмотрим свойства систем, которые являются фундаментальными для понимания того, что такое система.

- Взаимодействие (или взаимосвязь) относится к идее нелинейной причинности. Эта концепция важна для понимания эволюции и симбиоза в биологии. Особой формой взаимодействия

является обратная связь, изучение которой находится в центре внимания работ по кибернетике.

- Целостность. Система не является набором элементов, она не сводится к нему. Целое — это нечто большее, чем сумма его частей. Фон Берталанффи показывает, вопреки мнению Рассела, который отвергает концепцию организма, "что нельзя получить поведение целого как сумму действий частей и что нужно учитывать отношения между различными вторичными системами и системами, которые их "покрывают», чтобы понять поведение сторон". Эта идея проясняется феноменом возникновения системы: на глобальном уровне появляются свойства, не идентичные свойствам элементов, что можно объяснить пороговым эффектом.

- Организованность — это центральное понятие в понимании того, что такое система. Организованность — это организация целого в соответствии с распределением его элементов по иерархическим уровням. В зависимости от степени организации система и ее части не будут обладать одинаковыми свойствами. Таким образом, мы приходим к идее, что свойства целого зависят не столько от природы и количества, содержащихся в нем элементов, сколько от отношений, которые устанавливаются между ними. Мы можем привести два примера: изомеры - это химические соединения с одинаковой формулой и массой, но имеющие разное структурное расположение и, следовательно, разные свойства.

Организованность -это также процесс, посредством которого материя, энергия и информация собираются вместе и образуют целостность или структуру. Некоторые совокупности развивают

форму автономии; они организуются изнутри: тогда мы говорим о самоорганизации.

Существует два типа организации систем: организация по модулям, подсистемам (что также относится к сетевой организации) и организация по уровням иерархии. Организация в подсистемы осуществляется путем интеграции уже существующих систем, в то время как организация в иерархические уровни создают новые свойства на каждом дополнительном уровне. Таким образом, понятие организации повторяет понятие возникновения, поскольку именно степень организованности целого приводит к переходу с одного иерархического уровня на другой и вызывает появление новых свойств. Возникновение - это создание более высокого иерархического уровня.

Таким образом, в целом мы видим, что понятие организации охватывает структурный аспект (как устроена совокупность) и функциональный аспект (что структура позволяет ей делать). Можно представлять структуру с помощью организационной схемы, функцию-с помощью программы.

- Сложность. Сложность системы зависит как минимум от трех факторов:
высокая степень организации; неопределенность ее окружения; трудность, если не невозможность идентифицировать все элементы и все взаимосвязи, о которых идет речь. Общая теория системюда следует идея о том, что законы, позволяющие описать этот тип системы, приводят не к ее воспроизводству в идентичном виде, а к

определению глобального поведения, характеризующегося пониженной предсказуемостью.

Описание системы. По своему структурному виду система состоит из четырех компонентов:

- **составные элементы:** их количество и характер можно оценить (хотя бы приблизительно). Эти элементы более или менее однородны (например, автомобильные: трансмиссия, шасси, салон, сцепление с дорогой, кузов). В коммерческом предприятии элементы неоднородны (капитал, здания, персонал и т. д.);
- **граница (или структура системы),** которая отделяет совокупность элементов от окружающей среды: эта граница всегда более или менее проницаема и представляет собой интерфейс с внешней средой. Это, например, мембрана клетки, кожа тела, кузов автомобиля. Граница одной системы может быть более размытой или особенно подвижной, как в случае социальной группы;
- **взаимосвязь элементов.** Чем больше взаимосвязей, тем выше степень организации и тем выше сложность. Отношения могут быть самых разных видов. Двумя основными типами отношений являются: транспортные и коммуникационные. Фактически, эти два типа можно свести к одному, поскольку общение-это передача информации, а транспортировка –это передавать (передавать) материалы, энергию или информацию; запасы (или резервуары), в которых хранятся материалы, энергия или информация, составляющие ресурсы системы, которые должны быть переданы или приняты [Берталанфи, 2018].

Существует два типа систем: открытые системы и закрытые системы. Как следует из названия, открытые системы имеют больший обмен данными со своей средой, закрытые системы обладают большей автономией (самоорганизацией). Очевидно, это различие не является четким: ни одна система не является ни полностью замкнутой в себе, ни полностью проницаемой. Это различие было введено термодинамикой в середине девятнадцатого века: замкнутая система обменивается энергией только со своим окружением, в отличие от открытой системы, которая обменивается энергией, веществом и информацией. Понятие закрытой системы на самом деле является лишь теоретическим понятием, поскольку любая система более или менее открыта.

Системность формируется в процессе моделирования, в котором широко используется графический язык и который варьируется от разработки качественных моделей в виде "карт" до построения динамических и количественных моделей, которые можно использовать на компьютере.

Постоянно сочетая знания и действия, системность представляет собой неразрывный союз знания и практики. Рассмотрение приведенного ниже сводного графика приведет нас к очень логичному представлению системности в виде двух частей :

- системность, знание и концепции;
- системность, метод и обучение.

Системность - это не только знание, но и практика, способ проникнуть в сложность. Подход осуществляется поэтапно:

наблюдение за системой различными наблюдателями и в различных аспектах; анализ взаимодействий и цепочек регулирования; моделирование с учетом уроков, извлеченных из эволюции системы; моделирование и сопоставление с реальностью (экспериментирование) для достижения консенсуса.

Такой подход должен быть одновременно осторожным и амбициозным:

- осторожный в том, что он исходит не из заранее установленных идей, а из фактов, которые он констатирует и которые необходимо учитывать,

- амбициозный в том, что он стремится к наилучшему пониманию ситуаций, не довольствуется ни приближениями, ни кратким обобщением, но стремится понять и обогащать знания.

Системная триангуляция заключается в наблюдении за системой с трех разных, но взаимодополняющих сторон.

- Аспект проекта, в котором указываются цели системы.
- Исторический аспект (или генетический, или динамический) связан с эволюционной природой системы, наделенной памятью и проектом, способной к самоорганизации.
- Аспект взаимодействия направлен на описание структуры системы, расположения ее различных компонентов, взаимодействий.

Системная декомпозиция отличается от аналитической декомпозиции тем, что мы не стремимся опуститься до уровня элементарных компонентов, но определяем подсистемы (модули, органы, подмножества и т. д.), которые играют роль в

функционировании системы. Для этого необходимо четко определить границы этих подсистем (или модулей), чтобы затем выявить взаимосвязи, которые они поддерживают между собой, а также их назначение по отношению к целому.

Чтобы выполнить декомпозицию наиболее подходящим способом, мы можем полагаться на несколько критериев:

- критерий конечности: какова функция модуля по отношению к целому?
- критерий истории: имеют ли компоненты модуля общую историю?
- критерий уровня организации: где находится изучаемый модуль по сравнению с иерархией уровней организации?
- критерий структуры: некоторые структуры носят повторяющийся характер и встречаются на нескольких уровнях организации.

1.4. Междисциплинарная область исследований- общая теория систем. Понятия и определения

Общая теория систем – это научная дисциплина, которая изучает системы и их поведение. Как известно, система – это совокупность взаимосвязанных элементов, которые работают вместе для достижения определенной цели. Общая теория систем исследует, как системы организованы, как они взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой, и как они изменяются со временем.

Общая теория систем представляет собой широкую и междисциплинарную область, которая находит применение во многих науках и областях жизни. Она может быть применена для изучения биологических систем, социальных систем, экономических систем, компьютерных систем и многих других. Основная идея этой теории заключается в том, что системы могут быть рассмотрены как целостные сущности, состоящие из взаимосвязанных частей. Они могут быть анализированы и поняты с помощью общих принципов и методов, которые применимы к различным типам систем [Гайдес, 2001].

Общая теория систем также изучает свойства систем, такие как их структура, функционирование, взаимодействие и эмерджентность. Она помогает понять, как системы могут быть управляемыми, оптимизированными и адаптивными. Она имеет практическое применение в различных областях, таких как управление проектами, управление бизнесом, разработка программного обеспечения и другие. Она помогает улучшить эффективность и эффективность систем, а также предсказать и предотвратить возможные проблемы и сбои.

В общей теории систем рассматриваются основные принципы и понятия, которые помогают нам понять и описать различные системы в нашем окружении. Эта теория развивалась на протяжении многих лет и нашла применение во многих областях, включая биологию, физику, экономику и информатику. Рассмотрим основные определения и свойства систем, а также их классификацию и применение.

Теория систем— это теория, согласно которой все является системой или все может быть концептуализировано в соответствии с системной логикой. Теория систем была формализована в 1968 году Людвигом фон Берталанфи в «Общей теории систем», но основы теории многочисленны, главной из которых, безусловно, является кибернетика.

Эта теория позволила разработать концепцию системности. Для большей ясности мы сначала поговорим о теории систем в целом, а затем вернемся к различным системным теориям, в частности.

Система. Под системой понимается совокупность элементов, функционирующих как единое целое и находящихся в постоянном взаимодействии.

Семь определений, приведенных ниже, обычно даются в соответствии с научной областью использования системы, принимая во внимание собственное мнение фон Берталанфи о том, что все, что работает вместе, является системой:

1. С точки зрения истории науки система — это теоретическая конструкция, которую разум формирует на предмете (например, идея, объясняющая физическое явление и представленная математической моделью).
2. Набор положений, аксиом, принципов и выводов, которые образуют основу доктрины или научное целое (например, в философии- система Аристотеля или в физике- система Ньютона).
3. Набор методов, процессов, организованных для обеспечения функционирования (например, система образования, система производства, система обороны).

4. Набор элементов, которые взаимодействуют для достижения результата (например, нервная система).
5. Набор различных аналогичных элементов.
6. Оборудование, устройство, машина, обеспечивающая определенную функцию (например, система освещения, автомобильная система).
7. С точки зрения анализа, это сеть, более или менее важная и автономная, элементы которой имеют особенность полностью или частично отвечать одной и той же цели [Волкова, 2006].

Различные компоненты теории систем (рис. 1.4.1).



Рис.1.4.1. Компоненты теории систем

Приведем здесь наиболее известные из них.

Логика. Формальная система: Система, состоящая из словаря, набора аксиом и набора правил вывода. Комбинаторная система-формальная система, целью которой является изучение проблем комбинаторного характера.

Математика, алгебра.

- Динамические системы: исследовательский раздел математики.
- Система уравнений: Совокупность нескольких уравнений, которые должны выполняться одновременно:
- Система линейных, алгебраических уравнений, Система дифференциальных уравнений.
- Система отношений: Набор отношений, которые должны удовлетворяться одновременно.
- Векторная система: множество, состоящее из конечного числа векторов, движущихся по своей линии действия.
- Система координат. Система, определяющая координаты в данном пространстве. Переход от одной системы координат к другой, идентичной.
- Система общая теория системчета: Система осей, относительно которой мы определяем движение тела в трехмерном пространстве.
- Система счисления.

Информатика и робототехника

- Сложная система: Набор простых агентов, которые посредством своего взаимодействия вызывают хаотическое изменение общей структуры системы.
- Операционная система: Структурированный иерархический набор программ и процессов, сгруппированных вокруг программы.

- **Реконфигурируемая система:** Компьютерное оборудование или программная система, способная изменять свою внутреннюю структуру, чтобы адаптировать свои реакции к окружающей среде.

Информационные технологии управления промышленным производством различает 3 уровня проблем:

1. бизнес-система, которая представляет собой все виды деятельности и процессы компании и организаций, которые вносят в нее вклад;
2. информационная система, которая представляет собой набор бизнес- объектов, информации и правил управления, используемых или реализуемых бизнесом и процессами компании;
3. компьютерная система, представляющая собой структурированный набор программного обеспечения, аппаратных средств и компонентов данных, позволяющий автоматизировать всю информационную систему или ее часть.

Инженерное дело

- **Мехатронная система:** сложный и структурированный набор механических, электронных и компьютерных компонентов, находящихся в постоянном взаимодействии и обеспечивающих функцию использования (например, автомобиль, самолет, поезд, мобильный телефон, космическая ракета-носитель, атомная электростанция и т. д.);

- Системная инженерия: рациональный подход к проектированию мехатронной системы путем изучения ее на протяжении всего жизненного цикла (эксплуатация, техническое обслуживание, демонтаж).

Автоматизация и автоматика

- Динамическая система [Бесекерский, 2007]: кибернетическая система, обычно замкнутая в цикл и моделируемая дифференциальными уравнениями, характеризующаяся переменными состояниями, изменения которых во времени мы стремимся предсказать.
- Теория систем: исследование общих свойств систем (управляемость, устойчивость, эквивалентность, линейность и т. д.) и разработка методов описания определенных типов систем.

Физика

- Метрическая система: согласованный набор единиц, используемых для измерения различных величин.
- Система MKSA: Система измерения, основными единицами которой являются метр, килограмм, секунда и ампер.
- Международная система единиц (СИ).
- Система абсолютных единиц: система физических единиц, основанная на использовании минимального числа независимых фундаментальных единиц, выбранных таким

образом, чтобы свести к единице числовые коэффициенты, входящие в некоторые очень важные физические формулы, выбранные в качестве фундаментальных.

- **Физическая система.** Совокупность конкретных или идеализированных физических элементов (объект, материальная точка, жидкость, идеальный газ, электромагнитное поле и т. д.), конкретную динамику которых мы стремимся узнать. Просто называется системой в физике.
- **Система сил** Совокупность конечного числа предполагаемых сил, приложенных к одному и тому же твердому телу...

Астрономия

- **Галактическая система:** Галактическая система координат, в которой фундаментальной плоскостью является плоскость, выбранная раз и навсегда, как можно более близкая к плоскости симметрии Галактики.

Минералогия, химия, кристаллография

- **Кристаллическая система:** Набор типичных геометрических форм, характеризующихся фрактальными или нефрактальными свойствами симметрии, которые может принимать кристалл (кубическая система).

Политика, экономика, финансы

- **Экономическая система:** основные способы экономической организации.

- Политическая система, например: коммунистическая система: свод законов и доктрин, практиковавшихся, в частности, в течение 70 лет в бывшем СССР.
- Либеральная система: набор законов и доктрин, которые допускают свободу средств производства и практикуются в рыночной экономике западного и азиатского мира.
- Финансовые системы.

Теория систем. Теория систем объединяет все теоретические принципы, объясняющие систему. Аббат Этьен Бонно из Кондильяка (1715-1780), в частности, написал замечательный труд под названием «Трактат о системах» (1749 г.). Эта работа закладывает целую основу того, что станет системным подходом. Его примеры касаются политологии.

В 1906 году экономист Вильфредо Парето ввел понятие системная теория в одной из своих работ по политической экономии («Руководство по политической экономии»). Однако было бы неправильно считать его основателем этого теоретического направления.

На самом деле системная теория начинается только с кибернетики [Винер, 1983].

Это Норберт Винер, преподаватель Массачусетского технологического института, который в 1948 году в своей работе «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине», впервые предлагает поднять идею «черного ящика» в ранг инструментальной концепции научного моделирования.

Чтобы понять интерес этой эволюции, мы должны помнить, что со времен Рене Декарта научные исследования основывались на постулате причинности: явления мира могут быть объяснены цепью причинностей. Если явление изначально кажется слишком сложным, достаточно разбить его на несколько цепочек причинно-следственных связей. Этот подход мы можем назвать аналитическим подходом.

В системной теории подход совершенно иной. Мы признает телеологию как действующий постулат. Поэтому мы представим то, чего не понимаем, в явлении, которое мы стремимся изучить, с точки зрения «черного ящика». Этот черный ящик рассматривается как активное явление, поведение которого известно, но неизвестно, как оно работает. В той степени, в которой мы можем знать информацию, поступающую в этот «черный ящик», и знать реакцию на нее, мы можем вывести «информационную обратную связь», что постепенно позволит нам описать систему управления «черным ящиком».

Приложения. Эта теория постепенно превратилась в очень мощный подход, который имел различные применения, в частности, в биологии, но также и в социальных науках, в экономике или психологии.

Психология. Группы людей, такие как семья и супружеская пара, затем изучаются как самостоятельные системы, управляемые законами, которые необходимо выявить. Таким образом, психическая патология человека является результатом системной аномалии самой системы. Таким образом, мы смогли поговорить о

патологических семьях на тему шизофрении, психопатологической сущности, наиболее изученной специалистами в области теории систем, особенно через понятие двойной связи.

Таким образом, системная терапия основана на лечении всей системы, семьи или пары, выявлении патологических процессов с целью восстановления ситуации непатологического баланса и общения.

Системика - это научный метод, который применяет системную теорию. Она основана на системной логике. Благодаря целостному видению это позволяет выйти за рамки критического мышления и рационализма и затронуть сложные темы, которые были несовместимы с последним. Она возникла, в частности, из кибернетики. Она появилась недавно и еще должна стабилизировать свою аксиоматику, чтобы утвердиться как наука [Денисов, 2005].

Это новая парадигма, которая объединяет подходы:

- теоретические,
- практические,
- методологические,

Ставит проблемы, касающиеся способов:

- наблюдения,
- представления,
- моделирования,
- симуляции.

Ставит своей целью уточнить понятие системы:

- его границы,
- его внутренние и внешние отношения,

- его структуры,
- его законы или возникающие свойства.

Примечание. Слово «системика» появилось во второй половине двадцатого века и происходит от теории систем (или системной теории), которая является одной из основ системики, но не единственной.

Формальное изучение систем появилось в девятнадцатом веке с зарождением промышленности. Именно в это время были концептуализированы понятия регулирования и контроля, необходимые для безопасной работы паровых двигателей.

С конца этого столетия интеграция в гуманитарную науку системики проявляется вместе с холизмом в социологии, который представляет собой понимание личности через социальную логику, и структурализмом в лингвистике, который анализирует языковой знак по нескольким компонентам.

1.5. Основные компоненты системного анализа

В первой половине двадцатого века Людвиг фон Берталанфи теоретизировал функционирование биологических систем в работе "Теория общих систем". Под руководством Норберта Винера кибернетика была создана как теория коммуникации в 1940-х годах и породила электронику, информатику и даже робототехнику.

Столкнувшись с трудностями, возникающими при применении кибернетики к социальным системам, то есть предприятиям или

организациям в целом, Карл Э. Вейк и П. Чекланд заложили в 1970-х годах основы "системного анализа 3-го поколения", полностью ориентированной на социальные системы.

В этом контексте ученые вынуждены были исследовать различные области применения теории – психологию, социологию или историю – как множество уровней организации.

Системная парадигма неразрывно рассматривает элементы эволюционных процессов (которые собирают элементы нелинейным или случайным образом, в так называемые сложные системы). «Общая теория систем» по сути представляет собой модель, которую можно проиллюстрировать в различных отраслях знания (пример- теория эволюции).

Мы можем выделить три уровня анализа:

- Системная наука, состоящий из изучения частные системы в различных науках и общая теория систем как совокупность принципы, применимые ко всем системам. Основная идея здесь заключается в том, что идентификации и анализа элементов недостаточно, чтобы понять целостность (например, организм или общество); их отношения еще предстоит изучить. Берталанфи пытался выделить соответствия и изоморфизмы системы вообще- это весь предмет общей теории систем.
- Системная технология, касающаяся как свойств оборудования, так и принципов разработки программного обеспечения. Технические проблемы, особенно в организации и управлении

глобальными социальными явлениями (загрязнение окружающей среды, реформы образования, валютное и экономическое регулирование, международные отношения), представляют собой проблемы, включающие большое количество взаимосвязанных переменных. «Глобальные» теории, такие как кибернетическая теория, теория информации, теория игр и принятия решений, теория схем и очередей и т. д., являются иллюстрациями этого. Такие теории не являются «закрытыми», конкретными, а, наоборот, междисциплинарными.

- Системная философия, продвигающая новую системную парадигму наряду с аналитической и механистической парадигмой классической науки. Системность, по словам самого Берталанфи, представляет собой «новую философию природы», противостоящую слепым законам механики, в пользу взгляда на «мир как на одну большую организацию». Такая философия должна, например, тщательно различать реальные системы (Галактика, собака, клетка), которые существуют независимо от наблюдателя, концептуальные системы (логические теории, математика), которые представляют собой символические конструкции, и абстрактные системы (экспериментальные теории), как особый подкласс концептуальных систем, которые соответствуют действительности [Артюхов, 2019].

Следует отметить, что в результате работ по психологии и культурным детерминизмам разница между реальными системами и концептуальными системами далеко не ясна. Таким образом, эта

онтология систем открывается эпистемологией, размышляющей о статусе познающего существа, соотношении наблюдатель/наблюдаемое, ограничениях редукционизма и т. д. Таким образом, конечным горизонтом является понимание культуры как системы ценностей, в которую встроена эволюция человека.

Структурализм. Центральным понятием является структура, изучаемая как в лингвистике, так и в антропологии и психологии. В лингвистике: Фердинанд де Соссюр черпал вдохновение из экономического анализа и ввел понятие концептуальная пары – «означающее/означаемое». Его работы продолжили датчанин Луи Ельмслев и русский Якобсон. Ельмслев представляет язык как двойное следствие двух независимых структур, выражения и содержания. Наконец, Ноам Хомский, исследователь из Массачусетского Технологического института, разрабатывает генеративную грамматику, набор универсальных языковых правил, лежащих в основе любого возможного языка. Он открывает путь для когнитивных наук.

В антропологии: Клод Леви-Стросс ставит приоритет интеллектуальных структур над социальным развитием и придерживается синхронной точки зрения, изучая так называемые примитивные общества в свете выявленных структур, тем самым снижая роль истории. Он ищет инварианты, способные объяснить социальное равновесие.

В психологии: это теория гештальта- теория немецкой школы (работы по психологии формы в области восприятий); затем Жан

Пиаже, который интересуется развитием интеллекта у детей. Интеллект описывается на ряде стадий развития как способность постоянно создавать структуры, которые устанавливаются посредством само регуляции.

Кибернетика

Кибернетика стала в некотором смысле искусством управления людьми [Винер, 2002].

Начиная с работы математика Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине», опубликованной в 1948 году, современная кибернетика стала обозначать общую науку о регулировании и коммуникациях в естественных и искусственных системах.

Задача кибернетики состоит в:

- исследовании строения и внутреннего состояния машины или животного;
- описании отношения, которые машина или животное поддерживает с окружающей средой;
- в прогнозировании его поведения и его эволюцию с течением времени.

Для представления функционирования машины или животного могут оказаться полезными несколько концепций:

- сенсоры, используемые для восприятия изменений в окружающей среде;
- эффекторы, средства воздействия на окружающую среду;

- черный ящик- структурный элемент, внутреннее функционирование которого игнорируется и который рассматривается только с точки зрения его входов и выходов;
- петли обратной связи: мы видим петлю обратной связи, когда выходная величина черного ящика реагирует на входную величину в соответствии с процессом цикла. В последнем случае мы имеем дело уже не с простой причинно-следственной связью, а с более сложной, нелинейной причинностью, где следствие имеет обратное воздействие на причину. Существует два типа обратной связи: положительная (усиливающая) обратная связь и отрицательная (компенсирующая) обратная связь.

Кибернетика позволила заложить научные основы для тщательного анализа концепций организации и управления.

Первые встречи по кибернетике были созданы в рамках конференций Мэйси, объединивших в период с 1942 по 1953 год междисциплинарную группу математиков, логиков, антропологов, психологов и экономистов, поставивших перед собой цель построить общую науку о том, как работает разум. Среди наиболее выдающихся участников — нейрофизиолог Артуро Розенблют, математики Джон фон Нейман и Норберт Винер, инженер Джулиан Бигелоу, нейрофизиолог Уоррен Маккалок, логик Уолтер Питтс, психоаналитик Лоуренс Куби, и антропологи Грегори Бейтсон и Маргарет Мид. Что объединяло различных участников, так это их общий интерес к механизмам с круговой причинностью (в

частности, к концепции обратной связи), которую они изучали в своих соответствующих дисциплинах.

После первой конференции 1942 года в 1943 году были опубликованы две основополагающие статьи кибернетики: «Поведение, цель и телеология», в которой Артуро Розенблют, Норберт Винер и Джулиан Бигелоу изучали организационные модели, лежащие в основе окончательного поведения, и «Логическое исчисление имманентных идей» в нервной деятельности», в которой Уоррен Маккалок и Уолтер Питтс показали организационные модели, лежащие в основе восприятия.

В 1947 году Винер был приглашен на конгресс гармонического анализа в Нанси. На этом конгрессе Винеру предложили написать единую характеристику броуновского движения (стохастический процесс, также известный как «винеровский процесс»). По возвращении он решает ввести термин «кибернетика» в свою научную теорию. Он определяет кибернетику как науку, которая изучает исключительно коммуникации и их регулирование в естественных и искусственных системах.

Начиная с 1950 года слово «кибернетика» было включено в название лекций Мэйси. В том же году Винер популяризировал социальные последствия кибернетики, включая аналогию между автоматическими системами и человеческими институтами в своем бестселлере «Кибернетика».

Новый системный подход разрабатывался в США для решения различных задач: разработка приборов наведения ракет,

моделирование человеческого мозга и поведения, стратегии крупных компаний и т.д.

Теория информации

Теория информации формулирует коммуникацию следующим образом: любая информация-это сообщение, отправляемое передатчиком получателю на основе определенного кода. Шеннон, развивая теорию информации, предпочитает абстрагироваться от значения сообщений. Это точка зрения не только теоретика, но и инженера: содержание сообщения само по себе не влияет на способы его передачи. Учитывается только количество передаваемой информации, которое можно измерить в соответствии с теорией Шеннона (и которое не соответствует тому, что мы подразумеваем в просторечии под "количеством информации"). Целью Шеннона, инженера в телефонной компании (BELL), было максимально эффективно использовать каналы передачи.

Теория информации Клода Шеннона охватывает математические законы передачи сигналов по аппаратным каналам с соотношением сигнал/шум. Эта теория применима к передаче искусственных сигналов, а также к лингвистике или нервной системе. Проблема с его применением к народным языкам заключается в том, что оно происходит за счет значения и культурного контекста.

Это также приводит к парадоксам: например, Медор — собака, содержит меньше битов информации в техническом смысле, чем Медор — четвероногое, и тем не менее передает гораздо более

семантической информации, поскольку все собаки — четвероногие (хотя не все четвероногие — собаки).

ГЛАВА II. ИНСТРУМЕНТЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

2.1. Системный анализ 1-го и 2-го порядка

Обычно различают два системных подхода (фактически два последовательных вклада в системный подход):

Первая системная теория (возникшая на основе структурализма, кибернетики, теории информации и системного анализа Берталанфи) появилась в 1950-х годах; она сосредоточена на концепциях структуры, информации, регулирования, целостности и организации. Несомненно, существенной концепцией здесь является концепция регулирования, определенная через понятие контура обратной связи.

Вторая системная теория возникла в 1970-х и 1980-х годах и включает в себя две другие важные концепции: коммуникацию и самоорганизацию (или автономию). В основе концепции самоорганизации лежит концепция открытой системы, разработанная Берталанфи: открытая система - это система, которая посредством обмена материей, энергией и информацией проявляет способность к самоорганизации.

Свойство самоорганизации уже существует в физическом мире, как показал Пригожин с энергетическими структурами. Хотя самоорганизация хорошо соблюдает второй принцип термодинамики (поскольку он касается только открытых систем, способных создавать петли энтропии, следовательно, в основном живых существ, но также организационных и социальных систем). С другой стороны, он противоречит детерминированным законам,

которые неприменимы к любой системе. полностью только к физическим или химическим системам.

Аналогия: если выйти за рамки простой математической идеи равенства отношений, пропорций, аналогия - это тот тип рассуждений, который позволяет сблизить различные области. Аналогия пользуется популярностью отчасти благодаря системности. Основными формами аналогии являются:

✚ **Метафора.** Это языковая практика, заключающаяся в использовании в контексте В термина, ранее использовавшегося в более старом или другом контексте А.

✚ **Изоморфизм.** Аналогия между двумя объектами, имеющими структурное сходство.

✚ **Модель.** Разработка теоретической основы, которую в целом можно схематизировать, позволяя описать и теоретически представить набор фактов. Модель может быть сформирована из метафоры. Пример: Лавуазье, сравнивая сердце с двигателем, предлагает механическую модель кровообращения.

Аналогия кажется ненадежной на дисциплинарном и аналитическом уровне. С другой стороны, на междисциплинарном уровне это может оказаться плодотворным. Таким образом, это позволяет переносить понятия, относящиеся к одной области, в другие области, где они не менее актуальны:

Пример 1. В кинетической теории газов Больцман черпает вдохновение из статистических законов поведения человеческих популяций.

Пример 2. С 1950-х годов концепция информации используется в вопросах генетики.

Методы поддержки принятия решений (в стратегических вопросах). Они происходят из дисциплины, называемой исследованием операций, состоящей из применения научных методов анализа и вычислительных технологий к организации человеческих операций. Он предоставляет инструменты в трех областях: комбинаторика, случайность и параллелизм.

+ Комбинаторика. Комбинаторика вмешивается, когда в процессе принятия решения необходимо объединить слишком много параметров. В этой области используются два метода: алгоритм, детально прописывающий действия, которые необходимо выполнить для получения достоверного решения поставленной задачи; и линейное программирование, стремящееся определить значения переменных или действий на основе имеющихся ресурсов и с целью достижения оптимального результата.

Случайность: когда мы имеем дело с ситуациями с неопределенным исходом, где определение точных значений невозможно, мы прибегаем к вероятностям и средним значениям.

Конкуренция: во многих случаях ограничения связаны как со сложностью параметров рассматриваемой области, так и с необходимостью учитывать решения партнеров или оппонентов. Этот аспект процесса принятия решений был проанализирован математической теорией игр и экономического поведения, которая возникла в 1944 году в результате работы Джона фон Неймана и

Оскара Моргенштерна- «Теория игр и экономического поведения». Теория игр применима к ситуациям конкуренции, будь то в политических, военных или экономических вопросах.

В таких ситуациях возможны две стратегии: сотрудничество и борьба, и существует три класса игр, относящихся к разным стратегиям:

- ✓ Чисто кооперативные игры, в которых индивидуальные предпочтения суммируются для достижения коллективной полезности.
- ✓ Игры чистой борьбы, парадигмой которых является дуэль, в которых учитываются только антагонистические индивидуальные предпочтения: коллективная полезность невозможна, одно индивидуальное предпочтение должно преобладать над другими.

В этом контексте мы стремимся предвидеть поведение противников:

во-первых, отказавшись от своих намерений, субъективных и по определению недоступных;

во-вторых, предполагая их рациональное поведение (поиск максимальных выгод при минимальных потерях).

- ✓ Смешанные игры, где необходимо учитывать не только рациональность различных игроков, но и коллективную полезность: затем используются процедуры переговоров, переговоров или арбитража.

Графические представления: в системном анализе часто используется графика (рис.2.2.1) для передачи наборов данных, которые было бы утомительно и нелогично представлять в линейной, дискурсивной форме [Кадыров, 2005]. Три вида графических изображений:

- ✚ **Диаграмма:** графическое изображение связей между несколькими множествами. Пример: либо гистограмма, представляющая процент детей, не успевающих в школе, в соответствии с различными социально-профессиональными категориями. По оси абсцисс — разные социально- профессиональные категории, по ординате — процент детей, не успевающих в школе, причем каждый прямоугольник представляет собой соотношение между двумя параметрами (категорией и процентом) из двух рассматриваемых наборов;
- ✚ **Карта (планы):** это двухмерное изображение трехмерного объекта (места, геологического образования подвала, машины, здания и т. д.). Самым известным примером, очевидно, является географическая карта, два измерения которой представляют собой плоскую поверхность участка в соответствии с заданным масштабом, причем высота восстанавливается с помощью контурных кривых;
- ✚ **Сеть:** это график связей между элементами одного и того же множества (генеалогическое древо, организационная структура компании, компьютерная программа, дорожная сеть и т. д.).

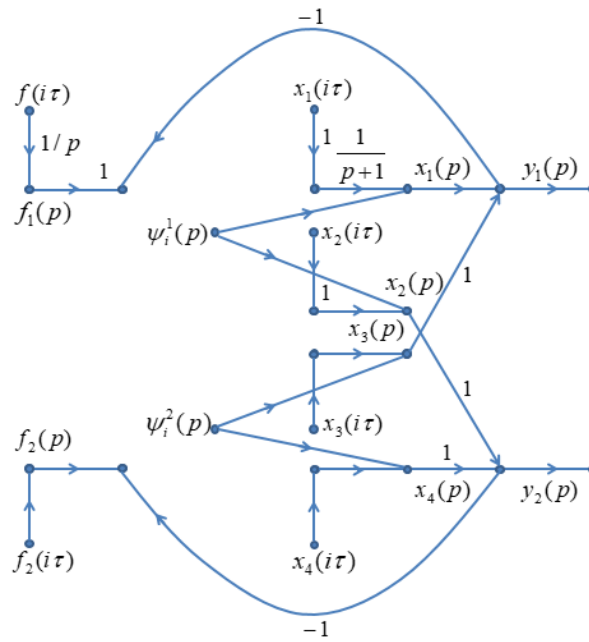


Рис.2.1.1. Представление системы автоматического управления в виде графа переходных состояний.

2.2. Системный анализ и кибернетика

На системный анализ большое влияние оказала кибернетика. Но внимательное прочтение первой версии «Общей теории систем» показывает, что Берталанфи справедливо заявляет о первенстве своей теории по отношению к кибернетике.

Тем не менее, кибернетика, пожалуй, самая плодотворная и самая известная отрасль системного анализа. Рассмотрим ее подробнее.

Профессор математики Массачусетского технологического института с 1919 года, Норберт Винер сотрудничал с Розенблютом из Гарвардской медицинской школы и в 1940 году присоединился к инженеру Дж. Х. Бигелу. Проработав разработку устройств автоматического наведения зенитных орудий, они пришли к выводу,

что, чтобы контролировать завершённое (целенаправленное) действие, поток информации, необходимой для этого управления, должен образовывать замкнутый контур, позволяющий оценить последствия его действий и адаптироваться к будущему поведению за счёт прошлых результатов.

Это открытие петли отрицательной или положительной обратной связи, применимо к машинам и к живым организмам. Это рождение того, что Винер назовет кибернетикой, основной целью которой будет изучение регуляций в живых организмах и машинах, построенных человеком.

Постепенно появляется множество исследований по этому вопросу. Формируются междисциплинарные группы, которые пытаются распространить эти принципы на различные сектора, такие как социология, политология или психиатрия. Работа увеличивается, и необходимость того, чтобы машины выполняли определённые функции, специфичные для живых организмов, в свою очередь способствует ускорению прогресса в знании церебральных механизмов. Это рождение бионики, начало исследований искусственного интеллекта под руководством Уоррена Маккалока.

Кибернетика - это моделирование системы посредством изучения информации и принципов взаимодействия. Таким образом, ее можно определить как науку о саморегулируемых системах, которая интересуется не компонентами, а их взаимодействиями, где рассматривается только их общее поведение.

Термин кибернетика позже будет обозначен как "наука об освоенных аналогиях между организмами и машинами". Движение, из которого возник этот термин, с самого начала был в значительной степени междисциплинарным и оказал значительное влияние на такие разнообразные области, как когнитивные науки, искусственный интеллект, экономическое моделирование, или даже некоторые области психологии [Винер, 1983].

Определение. Кибернетика – это наука, состоящая из совокупности теорий о процессах управления и коммуникаций и их регуляции в живых существах, в машинах, а также в социологических и экономических системах.

Основной целью кибернетики является изучение взаимодействий между управляющими системами (или системами управления) и управляемыми системами на основе обратной связи.

Этимология от слова кибернетика. Изображение руля римского корабля первого века. Платон использовал *kubernetikê* (греч.Κυβερνητική) для обозначения пилотирования корабля. Слова «управлять», «руль» и «правительство» или «губернатор» имеют общий корень со словом «кибернетика».

В 1834 году Андре-Мари Ампер говорил о кибернетике, чтобы обозначить искусство управлять людьми. Здесь речь идет о политическом использовании той же этимологической основы, о которой Норберт Винер заявит, что не знал, когда впервые использовал термин кибернетика в 1947 году. Винер утверждает, что слово «кибернетика» произошло "от греческого слова *Κυβερνητική*,

или пилот, от которого мы в конечном итоге делаем наше слово "управляющий".

Первое кибернетическое движение. Принципы.

Использование логики, которая будет описана кибернетикой, не может быть датировано, поскольку мы уже можем видеть это в древних механизмах.

Символическими предшественниками этого являются шаровой регулятор Джеймса Уатта 1788 года, который был одним из первых механизмов обратной связи, использованных в промышленной области, и серводвигатель для паровых двигателей, созданный Джозефом Фаркотом в 1859 году (примененный к рулевому механизму кораблей).

Термодинамика, на которую Винер часто ссылается в качестве источника, вероятно, является ранее существовавшей наукой, наиболее похожей на кибернетику. Особо отметим Рудольфа Клаузиуса, который разработал концепцию энтропии с 1850 по 1865 год. В 1894 году Людвиг Больцман устанавливает связь между энтропией и информацией, отмечая, что энтропия связана с недостающей информацией.

Пример представления обратной связи (или обратной связи) в кибернетике.

Кибернетика, описанная Норбертом Винером, — это способ объяснить и понять все встречающиеся механизмы с помощью нескольких простых логических кирпичиков:

Черный ящик: элемент, связанный с другими, о котором нам не важно знать, что он содержит (или о его функционировании в

соответствии с его внутренней структурой, недоступной временно или окончательно), но чью видимую функцию мы выводим из того, что он отправляет или получает.

Передатчик, который действует на окружающую среду, поэтому отправляет информацию, своего рода выходную дверь.

Получатель, который интегрирует его из окружающей среды и, следовательно, захватывает информацию, как шлюз в черный ящик.

Поток информации: то, что передается, следовательно, отправляется и фактически принимается, другими словами, эффективная информация.

Обратная связь. В этом подходе особое внимание уделяется обратной связи (рис.2.2.1), поскольку она важна для разработки функциональной логики. Поэтому мы видим появление петель обратной связи, или циклических механизмов, или, проще говоря, систем. Если эти системы и выделены кибернетикой, то только в результате исследования.



Рис.2.2.1 Модель управления системой с обратной связью

Концепции кибернетики быстро распространяются. Кибернетика знаменует собой момент крупного толчка, который

глубоко повлиял на все области науки и его последствия бесчисленны.

Второе кибернетическое движение

Первое кибернетическое движение можно представить, как общее ядро, которое можно разделить на три ветви:

- «когнитивное моделирование»
- «искусственный интеллект»
- «вторая кибернетика» или теория самоорганизующихся систем.

В то время как «первая кибернетика» изучает, как системы поддерживают гомеостаз посредством механизмов саморегуляции, «вторая кибернетика» изучает, как системы развиваются и создают новые структуры (морфогенез). Вместо того, чтобы задаваться вопросом, как поддерживается определенный баланс, мы наблюдаем, как новый баланс может возникнуть из ситуации дисбаланса.

В кибернетике второго порядка, которая формируется у Хайнца фон Ферстера (1950 по 1953 год) с последними конференциями Мэйси, наблюдатель включает себя в наблюдаемую систему. Как напоминает нам фон Ферстер, «чтобы написать теорию мозга, вам нужен мозг». В этом смысле данная концепция кибернетики является важной составляющей радикального конструктивизма. Эта кибернетика второго порядка направлена на разработку «универсального» метода описания, общего для разных областей науки. Ферстер уточняет: «Усилия по объединению,

предпринимаемые кибернетиками, находятся не на уровне решений, а на уровне проблем.

Определенные классы задач, определяемые одной и той же логической структурой, пересекают самые разнообразные дисциплины. Кибернетика была построена вокруг двух из этих классов: проблем коммуникации и проблем, возникающих при изучении механизмов, которые сами создают свое единство (самоинтегрирующиеся механизмы). Для Уильяма Росса Эшби «кибернетика — это подход, независимый от природы изучаемых элементов» [Эшби].

Норберт Винер и теория управление. Период с 1940 по 1955 год (примерно) был необычайно богатым интеллектуальным периодом. Тем не менее все имевшие место тогда дебаты были полностью стерты из коллективной памяти. Поэтому сегодняшние дискуссии, как на теоретическом, так и на социальном уровне, часто берут за основу идеи, которые были высказаны с самого начала компьютеризации, игнорируя их источники. Вот почему личность и творчество Норберта Винера [1894-1964], основателя «кибернетики», которая лежит в основе многих наших современных представлений о коммуникации, заслуживают нашего внимания [Винер].

Норберт Винер изначально был блестящим математиком, получившим образование в Гарварде, но также и «гуманистом» со степенью доктора философии. Во время Второй мировой войны он отказался участвовать в разработке ядерного оружия, но сотрудничал в разработке вычислителя, позволяющего создать

эффективную систему ПВО, способную противостоять растущей скорости самолетов, препятствующей стрельбе с близкого расстояния.

Разработка регулируемых систем (ствол должен быть направлен на движущийся объект и корректировать стрельбу в соответствии с возможными изменениями траектории) позволяет ему уточнить свои представления об обратной связи и сделать это ключевой концепцией новой дисциплины. Таким образом, он основал кибернетику как науку о саморегулирующихся системах как на техническом уровне, так и в случае живых человеческих систем.

Формальные и конкретные приложения Норберта Винера разнообразны и касаются как человека, так и машины. Овладение информацией, окружающей нас, становится первостепенным, поскольку способствует самоконтролю и овладению нашим миром. Затем он предлагает группе ученых из всех дисциплинарных кругов принять участие вместе с ним в создании этой дисциплины.

Таким образом, здесь можно увидеть психологов, этнологов, математиков, биологов, а также специалистов в области информатики, техники, которая тогда находилась в зачаточном состоянии. Это гениальная интуиция Норберта Винера - рассматривать эту технику как относящуюся к коммуникации, а не только к вычислениям. Не следует забывать, что в то время компьютеры были просто большими программируемыми калькуляторами, большими, как дома, и сомнительной надежности.

Но влияние кибернетики также должно быть политическим. Послевоенное время оказало большое влияние на эти размышления.

Послевоенный мир (атомная бомба, холодная война) вызывает волну тревожных сигналов, способных ввергнуть мир в хаос. Исследование энтропии, при которой физическая система оказывается в мире максимальной нестабильности, побуждает Норберта Винера заинтересоваться тем, что именно уменьшит неопределенность. Коммуникация, обеспечивающая обмен мнениями между людьми, имеет первостепенное значение, и эффективное управление ею позволит улучшить регулирование отношений между народами и установить мир

Информация в этом смысле противоположна энтропии (и хаосу). Следует отметить, что таким образом мы находим нынешнее определение информации, характерное для развития вычислительной техники: «Информация — это существительное для обозначения содержания того, чем мы обмениваемся с внешним миром по мере того, как мы адаптируемся к нему и применяем к нему результаты нашей адаптации. «Процесс получения и использования информации — это процесс, которому мы следуем, чтобы адаптироваться к непредвиденным обстоятельствам окружающей среды и эффективно жить в ее среде». Это определение подразумевает концепцию истинной утопии гармоничного общения как средства от опасностей хаоса, которые нам угрожают. Кроме того, эта утопия в то время пронизывала совершенно другие политические концепции. Кибернетика провозглашает себя выше политических концепций и стремится поставить себя выше всех идеологических систем как полезная наука, какой бы ни была правящая система мышления.

Таким образом, следует отметить, что информация имеет содержание (сообщение), но представляет интерес только в том случае, если она позволяет адаптироваться к миру: Эффективность информации, таким образом, противостоит «постороннему шуму». Жить - значит общаться или обмениваться. У человека в этом смысле больше нет субстанции, но его заменяют модели, устойчивые под потоком информации и энергии.

Возможно, именно эта функционалистская концепция, или в ней нет места мечтам или «игре» (во всех смыслах этого слова), поставит кибернетику в затруднительное положение и на целую эпоху будет означать ее потерю. заметность для интеллектуального мира. Но если мы больше не цитируем кибернетику, мы, тем не менее, продолжаем практиковать ее, не говоря ни слова, используя концепции, разработанные «второй кибернетикой» и ее ключевыми словами «системный», «сложность», «возникновение», постчеловеческий ландшафт.

Лекции Мэйси. Чтобы основать кибернетику как настоящую дисциплину, Норберт Винер собирается проводить ежегодные конференции, «конференции Мэйси», названные в честь фонда, который их организовывал. Они находились под эгидой Норберта Винера и психиатра Уоррена Маккаллоха. Они проходили с 1946 по 1953 год и собрали сотни исследователей из всех слоев общества. Во Франции Клод Леви Стросс примет участие в работе конференции и воздаст должное Норберту Винеру, особенно в его статье, основавшей «структуралистское» течение мысли, которое ознаменовало 60-е годы.

Школа Пало-Альто объединяет ряд кибернетиков из Университета Пало-Альто, влияние которых в основном проявилось в психиатрии благодаря важности Института психических исследований., или они являются источником краткой терапии и семейной терапии, а также концепции «двойного принуждения». Они будут иметь решающее значение в переводе фундаментальной парадигмы кибернетики на язык социальных и исторических наук. Обученные всемирно известным этнологом Маргарет Мид, они будут применять кибернетический метод в самых разных областях применения.

Самым известным исследователем этого течения является Грегори Бейтсон, который также является этнологом, но который также интересуется проблемами "психического здоровья", Именно он станет источником названия "невидимый колледж" (в той степени, в которой их отношения носят столь же эпистолярный, сколь и прямой характер. Именно в Пало-Альто, Калифорния, Грегори Бейтсон, исследователь неумоимого и изобретательного любопытства, вдохновил на работу в таких разнообразных областях, как коммуникация, стратегии перемен или шизофрения. Его теория "двойной связи" полностью обновила понимание этого психического заболевания и принесла ему заслуженную известность. Бейтсон сумел окружить себя талантливыми сотрудниками и вдохновить таких престижных преемников, как Дон Д. Джексон, Джей Хейли, Вирджиния Сатир или Пол Ватцлавик.

Вторая кибернетическая революция. Эдгар Морин, мыслитель второй кибернетики. После смерти Норберта Винера в конце 60-х

годов родилась вторая кибернетика, заменившая важность понятия обратной связи понятием самоорганизации. Это особенно обогащено вкладом биологов, начиная с открытия структуры двойной спирали ДНК. Во Франции его наиболее известными представителями являются Анри Алтан, известный биолог, и философ Эдгар Морен, чьи концепции сводятся к концепции «сложности», но концепции возникновения, а также связанная с ними математика (математика сложности, а также "теория хаоса" первоначально взятые из работ Пуанкаре) также используются вместе с понятиями самоорганизации (в контексте "возникновения" жизни).

Еще один важный мыслитель в этом контексте - психиатр Уильям Росс Эшби. Он английский психиатр и инженер, который обратился к кибернетике, информатике и внес свой вклад в теорию искусственного интеллекта. Он вступил в конкуренцию с Людвигом фон Берталанфи, поскольку он выдвинул концепции, близкие к концепциям последнего, на основе кибернетики, в то время как Берталанфи пытался продвигать свою общую теорию систем.

Эшби принадлежит ко второму поколению кибернетиков. Первое поколение склонялось к поддержанию гомеостаза с помощью механизмов саморегуляции. Вторая кибернетика психиатра Уильяма Росса Эшби и биологов Умберто Матураны и Франсиско Варелы исследует, как системы развиваются и создают новые структуры (морфогенез). Эшби говорит о самоорганизации, Варела - об автопоэзе. Эшби - изобретатель концепции

"разнообразия", которая соответствует подсчету поведения и состояний системы.

Эта вторая кибернетика, все еще творческая сегодня, заслуживает почти отдельного развития с обилием исследований понятия "системности" (то есть изучения "сложных" систем, которые представляют собой нечто большее, чем сумма их частей), которое она помогла сделать актуальным.

Кибернетика и рождение современного компьютера. Джон Ван Нейман, математик, физик, инженер.

Хотя Норберт Винер не принимал непосредственного участия в эпоху основания информатики, мы знаем выдающуюся роль, которую сыграл в ней Джулиан Биглоу, один из его главных соавторов. Последний, например, является одним из соавторов одной из основополагающих научных работ по кибернетике под названием "Поведение, цель и телеология", опубликованной в 1943 году. В этой работе объясняется, как механика, биология и электронная система могут взаимодействовать. Это привело к образованию телеологического общества и конференциям Мэйси. Биглоу был активным членом обеих этих организаций. Джон фон Нейман предложил ему разработать самый первый компьютер в Институте перспективных исследований в Принстоне, и он стал его главным инженером в 1946 году по рекомендации Винера.

Первенство этого компьютера под названием "IAS" над ENIAC общая теория системтаивает Дайсон (1997), но фон Нейман не запатентовал его. Также неслучайно Норберт Винер был профессором Массачусетского технологического института,

университета, в котором был создан и развит Интернет. Также известно, что многие кибернетики интересовались компьютерными сетями и видеоиграми с момента их зарождения.

2.3. Кибернетика второго порядка

Это направление развития кибернетики (неклассической), приобретенное в связи с появлением исследований по самоорганизации, изучению и моделированию мозга и искусственного интеллекта».

Понятие самоорганизации возникло во многих отраслях знания, не только в кибернетике, и изначально было весьма противоречивым, оставаясь одним из таковых во многих отношениях и сегодня.

В классической кибернетике это явление касалось главным образом научного английского языка. П. Эшби. Он выделил два разных значения термина «самоорганизующаяся система». Прежде всего, самоорганизация может заключаться в переходе самостоятельных систем, частей в систему зависимых друг от друга частей, будь то поломка, хороший или плохой продукт организации. Во-вторых, самоорганизацию можно рассматривать как переход от плохой организации к хорошей, когда, например, ребенок сначала попадает в огонь, а затем убегает от него [Эшби].

Целевую систему, функция которой связана с адаптацией к окружающей среде, стали называть «адаптивной». Для искусственного создания адаптивной системы есть два пути: построить систему один раз в ее окончательном виде или построить

отправную точку, обеспечивающую возможности для развития адаптивных свойств. В последнем случае система называется «обучающаяся». Обучение происходило либо вне «учителя», либо самостоятельно, благодаря обратной связи.

Согласно кибернетическому принципу «черного ящика» все эти характеристики относятся исключительно к поведению (внешним проявлениям) системы. Совершенствование вождения, достижение адаптивности) понималось в кибернетике как переход плохой организации системы во благо, и этот процесс стал называться «самоорганизацией».

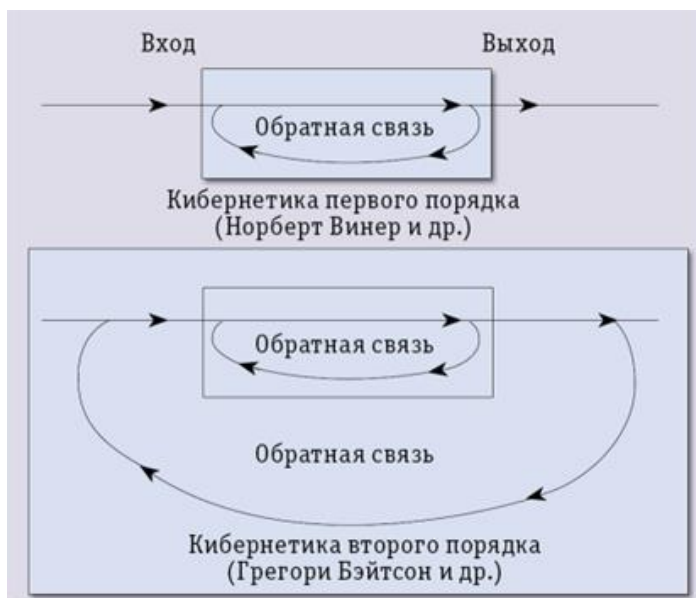


Рис.2.3.1. Петли обратной связи кибернетик первого и второго порядка

Один из возможных критериев адаптации устойчивости системы к определенному состоянию равновесия. Этот принцип был заложен Эшби в рамках специального устройства — гомеостата,

достигающего самоуправления второго класса своей классификации. Гемостатический принцип Эшби широко распространен на высшую нервную деятельность. Он предположил, что гомеостаз является основным механизмом функционирования мозга. К этой группе относится и самообучающаяся машина. Такие системы стали называть обучающимися.

Ко второму типу систем (рис.2.3.1), в которых элементы изначально не были связаны между собой, а в результате формирования самоорганизации связываются между собой, можно отнести персептрон, предложенный Ф. Розенблатом, который определял зрительные образы, в частности печатных букв. В основу Персептрона легла сеть «нейроноподных» элементов и «система управления поощрением», которая сравнивала стимул с реакцией системы и соответственно меняла вес «полезных» и «плохих» связей.

Развитие системы искусственного интеллекта также можно отнести к новым системам, таким как например система «Эвриско» Лената и др.

Наконец, Эшби считает самоорганизующейся системой целостную систему, состоящую из машины, в которой происходит самоорганизация, и управляющей машины, выполняющей этот процесс.

Классическое понимание управления в «животном и машине» как централизации, иерархической структуры, где информация «снизу» поступает только как конечный результат, по каналу обратной связи, а решение принимается «сверху», оказалось

недееспособным. Оно не могло объяснить сложность функционирования реальных систем, ни дать модели для построения интеллектуальных машин, современных систем управления.

Появилась потребность другого понимания самоорганизации, других подходов, неклассических. Как ни парадоксально, но во второй половине 50-х годов «неклассиком» стал классик кибернетики Норберт Винер.

Это системы, в которых нет явного центра управления, органа, подсистемы, но которые, тем не менее, удивительным образом самоорганизуются.

Такие явления Винер наблюдал при изучении электроэнцефалограммы головного мозга человека, при формировании сосудистой системы эмбриона позвоночных, где формируются определенные сократительные клетки, которые вскоре составляют регулярное сердце с биением при анализе синхронной работы генераторов электричества.

Винер видел, что самообращенный характер связи элементов системы становится источником их согласованного действия, "...реакция нелинейной системы на случайные входы дает нам ключ к способности физиологических процессов организовываться в определенную синергетическую деятельность".

Дальнейшее развитие кибернетики связано с изучением явления самоорганизации и развитием соответствующего понятия в самых различных областях знаний, относящихся как к живым, так и неживым системам. И хотя это понятие еще не выработано достаточно однозначно, тем не менее можно сформулировать его

следующим образом: под самоорганизацией понимаются процессы упорядочивания, происходящие в системе за счет действия ее составляющих. При этом существенно, что эта система открыта, нелинейна, сильно неравновесна, с диссипацией (рассеиванием) энергии во внешнюю среду, система потокового типа — с притоком и оттоком энергии, вещества.

В отличие от структурирования по типу кристаллизации, происходящего в закрытой системе и в непосредственной близости от термодинамического состояния равновесия, самоорганизация обеспечивается взаимодействиями внутри системы, находящейся в «возбужденном», неравновесном состоянии.

Кроме того, существенно, что самоорганизация не навязывается извне: даже если она и спровоцирована какими-то внешними воздействиями, то эти воздействия не являются, так сказать, специфическими.

Примерами самоорганизации могут служить процесс объединения птиц в стаю, людей на улице в очереди перед магазином, предпринимателей в объединении, "химические часы" (колебание концентрации раствора) и др.

В самоорганизующихся системах протекают сложные процессы, при изучении которых необходимо, прежде всего, учитывать следующие моменты.

Разница между актуальной структурой, которая выражена во времени и пространстве, с параметрами, которые можно наблюдать и измерить, и потенциальной, не имеющей пространственно-

временных свойств и, следовательно, не наблюдаемой непосредственно, но оказывает влияние на процесс в целом.

Основное свойство структуры — чередующиеся, т.е. исключают друг друга (при исполнении) состояния. Это могут быть состояния равновесия или неравновесия, регулярные или случайные, процессы переменной продолжительности, самостоятельные устойчивый, самоподдерживающийся или преходящий.

При определенных условиях одна из этих двух альтернатив приобретает устойчивость и реализуется, замещая ее, ставшую нестабильной, из предыдущего состояния («служба сопротивления»). «Служба сопротивления» может быть связана с рождением новых или исчезновением нескольких старых альтернатив. Этот выбор определяет, что эта система может стать при определенных условиях и что она не может быть никогда (ни при каких обстоятельствах).

- Наличие особой области, значений параметров, в которых внешние воздействия на систему могут вызвать в ней существенные изменения, особенно структурные (эффект самоорганизации). Значения параметров в этой области называют критическими.

Неопределенность поведения системы в значениях параметров, означающая общая теория систем и правил, допускающих данное состояние системы, и совокупности всех воздействий на нее, единственных или с определенной вычислимой вероятностью определить ее следующее (будущее) состояние.

В этих условиях система или процесс обладает внутренней свободой, позволяющей ей спонтанно (без внешней причины) формировать свои новые состояния.

Когда значения параметров были близкими, то достаточно малого воздействия на систему, чтобы она скачком перешла из данного (существующего в настоящий момент времени) состояния, ставшего неустойчивым, в новое устойчивое состояние, изменив способ поведения.

Самоорганизация систем или процессов происходит при определенных пределах и начальных условиях спонтанно в виде определенных состояний, называемых также аттракторами в теории динамических и синезнергетических систем. Слово «аттрактор» подчеркивает эффект перехода определенной системы в устойчивое состояние. В основе этих явлений лежит согласованное поведение большого числа взаимодействующих подсистем. Термин «синезнергетика» означает совместное действие.

Переходя к кибернетике второго порядка, можно сказать, что ее целью является исследование процессов в сложных системах, таких как неравновесные, нелинейные, динамические системы управления.

Здесь, как и в классике кибернетики, используется понятие обратной связи. Но если в классической кибернетике объектом являются саморегуляция систем, преподносимая в рамках общей модели, в виде объекта управления, регулятора и отрицательной обратной связи, снижающей отклонения системы от стабильного или желаемого состояния, в кибернетике второго порядка

используют инструмент положительной обратной связи, вновь закрепляющий отклонение от исходного состояния для достижения желаемых результатов в динамично развивающейся системе.

Общей чертой этих двух моделей является наличие взаимосвязанных внутренних элементов, влияющих друг на друга. Если отклонение компенсируется, следовательно, результирующая обратная связь отрицательна, система принимает заданное значение из состояния входного сигнала и является предметом классического изучения кибернетики. Изучением даже взаимообуславливающих процессов, способствующих отклонению, занимается кибернетика второго порядка.

Процесс первого класса, по предложению г-на Маруямы, назван «морфостазом», а второго типа — «морфогенезом».

Во второй системе небольшой первоначальный отказ, имеющий большую вероятность, перерастает в отклонения очень редкой вероятности. В качестве иллюстрации можно привести множество примеров, в частности появление аграрного города в сельской местности. Когда один из фермеров открывает магазин и начинает продавать инструменты, он становится местом встречи фермеров. Поэтому, когда открылся продуктовый магазин, село развивалось, расширялась торговля сельскохозяйственной продукцией, происходило промышленное производство, и вы получили город. Первоначальный импульс, который, следовательно, сделал город наиболее вероятным, мог произойти на любой из ферм, разбросанных по этой равнине. Здесь сработал случай, но затем

образование цепей с положительными обратными связями с необходимостью порождает такую систему, как город.

Кибернетика второго порядка, по существу, находится на стадии развития, постановки целей, задач, разработки подходов.

Один из подходов — это то, что вам следует знать о подходе М. Маруяма, основанный на выявлении циклов в сложной системе. Этот подход можно использовать для анализа динамики и производительности системы. Для этой цели можно использовать кибернетику 2-го порядка для изучения социальных и биологических систем.

Однако возникает вопрос: какова цель исследования данной системы? Ответ может заключаться в том, что подход, основанный на циклах взаимодействий, уже используется для разработки систем принятия решений при управлении крупными компаниями и предприятиями и, прежде всего, для принятия стратегических решений, связанных с их развитием, эволюцией, изменяет их структуру, что имеет важное значение для выживания организации.

Но как только мы ввели орган управления, наша система сразу из ранга самоорганизованной перешла в ранг управляемой.

В конечном итоге граница между кибернетикой первого и второго порядка определяется следующим образом

- представление об обратных связях в системах (отрицательная обратная связь- классика кибернетики, положительная обратная связь – кибернетика второго порядка);

- местом управляющего элемента. Если в классической кибернетике управляющая подсистема и управляемый объект

разделены и противопоставлены друг другу, то в кибернетике второго порядка предполагается, что управление неотделимо от системы, связано с ней сложной сетью взаимодействий, и можно сказать что управляющий орган управляет собой в составе системы. В этом плане понимание управления очень близко (если не тождественно) с пониманием управления в мыследеятельностном подходе.

Конечно, динамичность систем, нераздельность управляющего органа с самой системой в кибернетике второго порядка приближают эти системы к самоорганизующимся, но по определению они не являются таковыми, ибо в последних нет явного органа управления.

Взаимосвязь кибернетики первого порядка с кибернетикой второго порядка подобна взаимосвязи между ньютоновским взглядом на Вселенную и эйнштейновским. Точно так же, как описание Ньютона остается полностью уместным и применимым во многих случаях (включая полеты на Луну), кибернетика первого порядка также сохраняет свою ценность и часто предоставляет нам все, что нам нужно (например, во многих системах управления).

И точно так же, как ньютоновская точка зрения теперь понимается как особая, упрощенная, ограниченная (и медленная) версия точки зрения Эйнштейна, так и точка зрения кибернетики первого порядка - это особая, упрощенная, ограниченная (и линейная) версия кибернетики второго порядка. Часто как точка зрения Эйнштейна, так и кибернетика второго порядка могут показаться непонятными и почти неуместными. Но и то, и другое

ближе к тому, что мы считаем истиной, чем ньютоновский взгляд и кибернетика первого порядка.

2.4. Области применения кибернетики. Искусственный интеллект

Области применения. Множественность, разнообразие и важность достижений в области знаний, последовавших за кибернетикой и системным анализом, сегодня неопределимы, что свидетельствует об одном из величайших достижений научной мысли двадцатого века, след которого теперь можно найти в терминах "кибернетическая революция" и в науках с приставкой «кибер».

Рассмотрим технологии, непосредственно связанные с кибернетическим движением:

- искусственный интеллект, интернет;
- системный анализ;
- радикальный конструктивизм;
- психология и психоанализ;
- менеджмент и экономика;
- инженерное дело;
- история;
- нейрофизиология и нейробиология (исследования функционирования структур мозга) создали модели, в основе которых лежит мозг человека, и использовали слово «кибернетика» задолго до того, как оно стало

использоваться компьютерной индустрией, поскольку последняя стремилась воспроизвести на компьютерах определенные мозговые процессы человека;

- Робототехника: Уильям Грей Уолтер, первым создавший автономную машину для изучения поведения животных, также был кибернетиком;
- Социология. Существуют методы применения к социальным системам, которые в основном были разработаны в англоязычных странах. Среди теоретиков можно упомянуть Карла Э. Вейка или Питера Чекленда.

Рассмотрим подробно область применения кибернетики-искусственный интеллект, так как именно эта сфера стремительно развивается в последнее время [Джонс, 2006] .

Идея родилась в середине двадцатого века. «Появление компьютеров в 1940-1950-х годах, по-видимому, сделало возможной мечту об искусственном интеллекте, - пишет Фредерик Фюрст, старший преподаватель лаборатории моделирования, информации и систем Университета Пикардии.

Как нам известно, Норберт Винер основал кибернетику в 1940-х годах, которую он определил, как науку о функционировании человеческого разума. Он хочет, по словам Фредерика Фюрста, «смоделировать разум как черный ящик, но это не удастся. Затем исследователи отвлекаются от мыслей, чтобы сосредоточиться на нейронах. И здесь начинается бурлящий поток идей.

В 1940-х годах возникли два подхода к искусственному интеллекту: коннекционизм и когнитивизм. Коннекционизм придерживаются два невролога, Уоррен Маккаллох и Уолтер Питтс, которые предлагают воспроизвести в машине внутреннюю работу человеческого мозга. Они изобретают формальный нейрон, первую математическую модель нейрона.

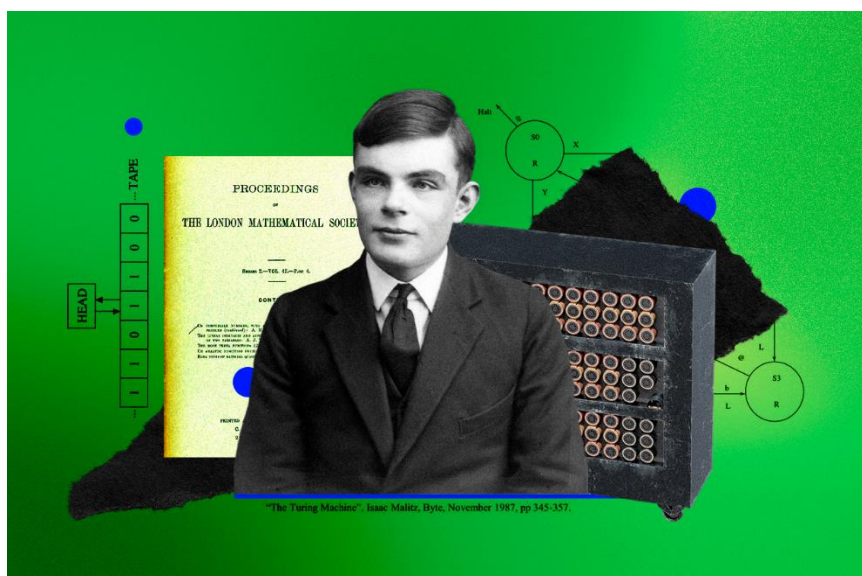


Рис.2.4.1 Тьюринг и машина SNARC

Нейропсихолог Дональд Хебб, со своей стороны, в 1949 году создал правило, позволяющее наделять формальные нейроны способностью к обучению. Когнитивизм, писал Фредерик Фюрст, «считает, что мышление можно описать на абстрактном уровне как манипуляцию символами, независимо от материальной основы этой манипуляции». Подход, который устанавливает связь между мышлением и языком как системой символов». Поэтому он хочет разработать машинный перевод на компьютере. В разгар холодной

войны автоматический перевод с русского на английский или наоборот является большой проблемой.

Тест Тьюринга. В октябре 1950 года британский математик Алан Тьюринг подписал одну из своих самых известных статей под названием «Вычислительные машины и интеллект».

Этот основополагающий и дальновидный текст начинается с этих слов: «Я предлагаю подумать над вопросом: могут ли машины мыслить?».

Тьюрингу удалось именно с помощью машины удалось расшифровать секретные коды нацистов, на этот раз представляет так называемую имитационную игру. Во времена самых первых компьютеров, которые пресса окрестила «электронными мозгами», родился тест. Он войдет в историю, носящую его имя.

В 1951 году американский математик Марвин Мински создал для Тьюринга машину SNARC (стохастический нейронно-аналоговый калькулятор усиления), первый симулятор нейронной сети, который имитировал поведение крысы, которая учится перемещаться в лабиринте (рис.2.4.1).

Появление термина «искусственный интеллект». Выражение "Искусственный интеллект" появилось в 1956 году. «Несколько американских исследователей, в том числе Джон Маккарти и Марвин Мински, занимающие передовые позиции в исследованиях, в которых компьютеры используются не только для научных вычислений, собрались в Дартмутском университете. в Нью-Гэмпшире, США, - рассказывает Пьер Мунье-Кун, исследователь CNRS и ведущий автор исследования. в университете Париж-

Сорбонна. Их проект заключается в разработке искусственного интеллекта. Этот термин удачно перекликается с метафорой «электронных мозгов» и отражает кибернетический проект по сочетанию изучения мозга с изучением машин

Из этого рабочего семинара по мыслящим машинам возникает фраза одного из таких исследователей- Джона Маккарти, который впервые говорит об искусственном интеллекте. Этот термин прижился сразу. Он был достаточно ярким, парадоксальным и неоднозначным, чтобы понравиться многим людям. Он хорошо описывал проекты этих экспертов и это позволяло формулировать новые проекты.

Через три года после семинара в Дартмуте два отца искусственного интеллекта, Маккарти и Мински, основали лабораторию искусственного интеллекта в Массачусетском технологическом институте (MIT).

Движение постепенно завоевывает Великобританию и Францию, а также другие страны, где люди начинают пользоваться компьютерами.

Но история искусственного интеллекта не линейна. Его развитие в основном зависело от выделенных на него кредитов, модных эффектов и финансовых колебаний. И организации, которые финансируют исследования, закрывают кран для искусственного интеллекта. Это касается не только государственного финансирования, но и крупных корпораций. Историк и другие ученые называют это «зимой искусственного интеллекта».

В середине 1960-х годов искусственный интеллект пережил свою первую зиму. Обещания массового автоматического перевода не оправдались. Лингвисты подготовили отчеты, в которых указывали, что перевод языков — это не только проблема хорошо разработанных алгоритмов, но и то, что нужно проводить предварительные исследования в области теоретической лингвистики ". Таким образом, это нанесло серьезный удар по машинному переводу, кредиты иссякли. Но косвенно это сблизило лингвистику и бурлящую в то время науку, которая искала закономерности в алгебре, с учеными-компьютерщиками, которые хотели теоретизировать о языках программирования. Это сближение породило теоретические вычисления.

Еще одно невыполненное обещание: в 1958 году два исследователя пообещали компьютер, способный победить чемпиона мира по шахматам менее чем за десять лет. Этот компьютер IBM был способен на это, но произошло это только в середине 1990-х: в 1997 году с Гарри Каспаровым против программы Deep Blue.

В 1969 году Маккарти и Мински написали совместную книгу «Перцептроны», где они показывают ограничения машинного обучения, что приведет к временному прекращению исследований в этой области.

В середине 1970-х годов наступает новая зима. Это также совпадает с окончанием войны во Вьетнаме, когда прекращаются ассигнования, имеющие военный аспект. В 1980-е годы американцы реинвестировали в искусственный интеллект в разгар российско-

афганской войны. Именно в это время была разработана идея заменить человека машиной в некоторых профессиях.

В начале 2000-х годов искусственный интеллект охватила новая волна, которая продолжается и по сей день. Три одновременных прорыва, которые позволили искусственному интеллекту сделать большой шаг:

- введение категории гораздо более сложных алгоритмов: сверточных нейронных сетей;
- появление на рынке недорогих графических процессоров, способных выполнять огромные объемы вычислений;
- наличие очень больших правильно аннотированных баз данных, позволяющих проводить более тонкое обучение.

Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, с годами завоевывают популярность. В частности, - Google, поскольку поисковая система по определению является искусственным интеллектом, ее алгоритмы должны понимать, что пользователь ищет, любит и может купить.

С новой волной развития искусственного интеллекта родилась Web 2.0. - второе поколение сетевых сервисов, действующих в Интернете.

Люди, стоящие за этим Web 2.0, - не технические специалисты, а редакторы. Они собрали промышленников и поняли, что для выживания компаний необходимо уметь постоянно собирать всю информацию, слухи, шумы, чтобы справляться с ними, а также улучшать продукты. Зная желания, можно точно знать, что предложить. Чтобы использовать эти огромные объемы

информации, требовались компьютерные инструменты, и исследователи обратились к инструментам обучения искусственному интеллекту.

С таким поворотом исследования в области искусственного интеллекта сосредоточены на трех областях:

- автоматическое восприятие окружающей среды,
- решение комбинаторных задач,
- обучение.

Последнее составляет основу исследований. Одна из подкатегорий искусственного интеллекта называется машинным обучением, процессом, который позволяет компьютерам совершенствоваться с помощью обучения. В эту подкатеорию входит глубокое обучение, которое представляет собой «технология обучения», основанную на искусственных нейронных сетях. Этот метод позволяет программе распознавать, среди прочего, содержимое изображения или понимать разговорный язык.

Facebook, например, использует эту технику для распознавания и пометки распознанных лиц на фотографиях, размещенных в социальной сети.

Глубокое обучение - это то, что заставляет машину замечать свои ошибки, учиться на своих ошибках и извлекать уроки из них для повышения своей производительности. Это требует очень высокого уровня точности.

Последняя успешная демонстрация глубокого обучения состоялась в начале 2016 года, когда программа Google Deep Mind впервые позволила компьютеру обыграть профессионального

игрока в «го» (игра, изобретенная в Китае более 3000 лет назад). Исследователи работали над алгоритмом десятилетиями. Подвиг был совершен почти через 20 лет после поражения Каспарова от Deep Blue.

4 типа искусственного интеллекта

Можно выделить четыре типа искусственного интеллекта.

- Реактивный искусственный интеллект, которая является первой стадией искусственного интеллекта и наиболее развита на сегодняшний день. Машина способна воспринимать окружающий мир и действовать в соответствии с этим восприятием.

- Ограниченная память, которая позволяет машинам полагаться на представления о мире для принятия решений. Так обстоит дело, например, с автономными автомобилями.

- Теорию разума. В будущем роботы смогут воспринимать и классифицировать мир, а также понимать и расставлять приоритеты эмоций, чтобы влиять на поведение человека.

- Самосознание, последняя ступень развития искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект и сознание. Сегодня инвестиции в искусственный интеллект огромны. Французский президент Эммануэль Макрон представил план, на который государство выделит 1,5 миллиарда евро к концу пятилетнего периода с целью привлечения и удержания лучших исследователей. Китай объявил о плане государственных инвестиций на сумму 22 миллиарда долларов к 2020 году. Пространство для маневра в отношении прогресса в области искусственного интеллекта велико.

Искусственный интеллект — это горизонт, который постоянно общая теория систем тупает по мере продвижения. Распознавание лиц и голосов теперь считается само собой разумеющимся и встроено во все смартфоны.

Есть ли еще какие-то обещания и горизонты, которых нужно достичь? С одной стороны, есть люди, которые разрабатывают приложения, имеющие коммерческий выход. Другие — это «рыбы-пилоты искусственного интеллекта, ставящие перед собой цели, которых невозможно достичь, такие как сознание». Может ли компьютер или робот мыслить? Может ли он осознавать, что думает?

Эти размышления на самом деле продолжают с момента зарождения искусственного интеллекта. Но мы не можем наделить машину сознанием, концепцией, которую мы не знаем, как определить. Однако искусственный интеллект охватывает мыслительные процессы, в том числе процессы обучения, которые мы можем определить достаточно точно, чтобы описать их в программах и заставить машину моделировать их [Загорулько, 2018]. Можно моделировать человеческие рассуждения, например, в 1960-х годах одним из первых направлений была разработка системы искусственного интеллекта для доказательства математических теорем, одной из высших форм человеческого интеллекта.

2.5. Научные и технические приложения искусственного интеллекта.

История искусственного интеллекта. Исследования в области искусственного интеллекта основаны на сближении нескольких дисциплин (неврология, кибернетика, теория информации, математика и информатика), которые позволяют предположить возможность создания искусственного мозга. Таким образом, история искусственного интеллекта была отмечена несколькими основополагающими вехами в 1950-х годах, в частности изобретением теста Тьюринга в 1950 году и изобретением первого компьютера с нейронной сетью (SNARC) Марвином Мински в 1951 году.

Но на самом деле именно в 1956 году официально родилась концепция искусственного интеллекта, впервые использованная Джоном Маккарти на конференции в Дартмуте. Это первое десятилетие породит за многие проекты и надежды, которые, однако, через несколько лет будут разочарованы. Фактически, 1970-е годы ознаменовались снижением интереса к искусственному интеллекту после публикации двух отчетов (ALPAC в 1966 году и Lighthill в 1973 году), в которых указывалось на разочарования в исследованиях, особенно в переводе автоматически, в контексте холодной войны.

Эта "зима" закончится в начале 1980-х годов с разработкой экспертных систем и алгоритмов обучения и возобновлением инвестиций в эту область. Искусственный интеллект переживает второй кризис, начавшийся в 1987 году, когда появились более

дешевые альтернативы и появились персональные компьютеры, которые направляют финансирование на классические вычисления.

Победа Deep Blue в шахматной партии над Гарри Каспаровым в 1997 году завершила этот период. С 2000-х годов ИИ переживает новый расцвет, связанный с двумя факторами: доступом к огромным объемам данных (big data) и открытием очень высокой эффективности процессоров видеокарт в компьютерах для ускорения вычислений алгоритмов обучения. Оба эти параметра открывают новые возможности для глубокого обучения (deep learning), которое, тем не менее, началось в 1980 – х годах, о чем свидетельствует победа AlphaGo в 2016 году над одним из лучших игроков в го в мире Ли Седолом.

Искусственный интеллект революционизирует большинство научных и промышленных областей, где он иногда вносит существенные улучшения по сравнению с традиционными подходами. Сам научный метод претерпевает серьезные изменения: к противостоянию теории и эксперимента добавляются возможности, открываемые вычислительной мощностью машин.

Количество применений искусственного интеллекта в области науки и техники растет: автомобили находятся на грани самостоятельного вождения, домашняя автоматизация предлагает все более высокопроизводительные и персонализированные функции, оптимизируются промышленные производственные цепочки, явления, которые до сих пор было трудно было обнаружить физикам элементарных частиц, обнаружены машиной и т. д.

- Использование искусственного интеллекта в здравоохранении вселяет огромные надежды, но также и опасения, связанные с контролем машин над человеческой жизнью и защитой данных. Его применение разнообразно: улучшение диагностики и скрининга заболеваний,

- облегчение ухода,
- разработка новых методов лечения,
- усиление действий в области общественного здравоохранения (эпиднадзор и профилактика, управление системами здравоохранения).

В 1980-х годах исследования, основанные на применении логических правил, позволили разработать «экспертные системы» в области здравоохранения, направленные на постановку диагноза на основе совокупности медицинских знаний в данной области и рассуждений специалистов. Современные системы поддержки принятия решений или здравоохранения более сложны; они используют более эффективные модели и языки и более мощные машины.

Речь идет не о том, чтобы заменить врача и отношения с пациентом, а о том, чтобы помочь практикующим врачам лучше диагностировать, лечить и предотвращать. Сегодня большинство систем работают с помощью машинного обучения: они способны учиться самостоятельно, если им предоставить достаточно упражнений с правильными исправлениями. Использование больших объемов данных необходимо, что ставит научные и

этические вопросы между доступом к данным и конфиденциальностью.

Искусственный интеллект - это не только технология, но и реальная экономическая проблема: от здравоохранения до автомобилестроения и энергетики - эта революция затронет (или уже затронула) большинство секторов.

Поскольку системы искусственного интеллекта полагаются на сложные алгоритмы, а также на массовый сбор данных для улучшения, компании Силиконовой долины находятся в особенно выгодном положении, чтобы извлечь выгоду из этого. Но они не единственные: большинство предприятий создают потоки данных, которые могут превратиться в золото, если они знают, как их обрабатывать.

Реальное конкурентное преимущество, интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в бизнес-модели компаний, позволяет им существенно сэкономить, но, прежде всего, за счет автоматизации определенных задач создаются новые сервисы и облегчаются задачи, которые когда-то были очень трудоемкими и ресурсоемкими.

Таким образом, искусственный интеллект очень полезен во многих профессиях и сферах деятельности, особенно в промышленности, например, для профилактического обслуживания, в сельском хозяйстве, в банковском секторе, в медицине...

Но в целом потенциал искусственного интеллекта, таким образом, открывает огромные возможности для всех организаций, от самых маленьких до самых крупных. Благодаря тому, что очень

мощные приложения ИИ стали доступны через облако, больше не нужен специалист по математике, чтобы начать внедрять их в свои продукты и услуги!

Но более конкретно: что позволяет ИИ? Эти технологии больше не ограничиваются одной лишь областью вычислений. Например, в области здравоохранения появляются проекты в области искусственного интеллекта, помогающие выявлять заболевания по симптомам, мимо которых иногда проходят опытные врачи. Другая область применения: потребление энергии. Подключенные датчики действительно способны измерять и управлять энергопотреблением зданий в режиме реального времени и со временем смогут лучше прогнозировать эту информацию, что приведет к дополнительной экономии.

Еще одним примером применения искусственного интеллекта в сфере взаимоотношений с клиентами и маркетинга являются чат-боты. Здесь он используется для достижения конкретных бизнес-результатов, начиная от ответов на общие вопросы и заканчивая онлайн-заказами, что снижает нагрузку на послепродажное обслуживание.

ИИ также находит свое применение в сфере коммуникаций, маркетинга и рекламных кампаний. Действительно, первая реклама, созданная с помощью искусственного интеллекта, была представлена в выпуске Adweek за 2018 год. Это была шестидесятисекундная реклама Lexus ES от Toyota. Она была разработана от начала до конца платформой искусственного интеллекта известной американской фирмы IBM.

Что касается средств массовой информации, давайте подробнее остановимся на видео и изображениях. В этих областях многие стартапы, специализирующиеся на искусственном интеллекте, предлагают инновационные услуги. Сегодня появилась возможность автоматизировать создание аудио и видео, например, из новостных статей.

Наконец, вы, скорее всего, неосознанно используете ИИ, поскольку он встроен во многие инструменты, которые вы используете каждый день: мгновенный перевод, обнаружение угроз, не включенных в список обычными антивирусами, улучшенное управление проектами.

В более общем плане, везде, где мы находим цифровое, мы находим (или будем находить) ИИ. Сегодня сотни стартапов создаются на основе сервисов и инструментов на основе искусственного интеллекта.

Благодаря тому, что искусственный интеллект становится все более мощным и доступным для всех разработчиков и предприятий, от стартапов до крупных групп, у каждого бизнес-лидера уже могут быть инструменты для разработки более «умных» услуг и продуктов. Хотя иногда за этим развитием трудно угнаться для традиционных предприятий, находящихся в процессе цифровой трансформации.

2.6. Принципы и методы исследования сложных саморегулирующихся систем

Сложные системы управления- собирательное название систем, состоящих из большого числа взаимосвязанных элементов. Часто сложными системами называют системы, которые нельзя корректно описать математически либо потому, что в системе имеется очень большое число различных элементов, неизвестным образом связанных друг с другом (например, мозг), либо потому, что мы не знаем природы явлений, протекающих в системе, и поэтому не можем количественно их описать. В других случаях сложными называются системы, для изучения которых необходимо было бы решать задачи с непомерно большим объемом вычислений или, вообще, переработать такой большой объем информации, что для этого, даже если использовать самые быстродействующие компьютеры, потребовалось бы много миллионов лет [Советов, 2019].

Независимо от того, что рассматривается как сложное или простое, в общем случае степень сложности связана с числом различаемых частей и мерой их взаимосвязанности. Т.е. степень сложности оценивается количеством информации, Кроме того, понятие сложности имеет субъективную обусловленность, поскольку оно связано со способностью понимания или использования рассматриваемого объекта. Таким образом, то, что сложно для одного, может оказаться простым для другого. Можно сказать, что мерой сложности объекта является количество интеллектуальных усилий, необходимых для понимания этого объекта.

Рассмотрим принципы и методы исследования сложных саморегулирующихся систем.

Гомеостаз.

Гомеостаз – это способность любой системы сохранять свое рабочее равновесие, несмотря на внешние ограничения. Это понятие появилось в биологии относительно химического баланса живых организмов, но оказалось полезным для определения всех форм организмов в социологии, политике и, в более общем плане, в системных науках. Гомеостаз клеточного организма, межклеточная жидкость которого состоит из атомов, заключается в его саморегулируемой способности поддерживать удовлетворительное функционирование и баланс между внутриклеточным и внеклеточным отделом (внутренней средой, т.е. внутри клетки), разделенных клеточной мембраной, несмотря на внешнее ограничение. Для этого требуется внешний источник энергии. Гомеостаз определяется как способность организма сохранять состояние относительной стабильности различных компонентов его внутренней среды, несмотря на постоянные изменения внешней среды. Иными словами, гомеостаз – это внутренний баланс организма.

✓ **Гомеостатическая система (гомеостат)** – это система, в которой имеется функциональное состояние гомеостаза, и оно считается нормой в противовес другим состоянием – патологии, дегенерации, нарушению гомеостаза.

Гомеостатическая система определяется как система, состоящая из управляемой и управляющей частей, причем последняя представляет собой гомеостат.

✓ **Гомеостатика** – это наука об управлении жизнеспособностью системы. Суть гомеостатики сводится к учету взаимодействующих противоположных начал в системе и управлению их внутренним противоречием. Противоречие способствует сохранению устойчивости системы. Основой гомеостатики является тот факт, что устойчивая гомеостатическая система должна состоять из балансирующих или компенсирующих друг друга противоположностей, объединенных между собой определенным образом. Если это равновесие противовесов нарушается, то требуются специальные средства, направленные на поддержание устойчивости системы. Таким средством в гомеостатических системах могут служить специальные методы управления. Таким образом, согласно теории гомеостатики система представляет собой совокупность взаимосвязанных балансирующих процессов. В частности, процессы производства и потребления, спроса и предложения представляют собой балансирующие противовесы, находящиеся в динамическом взаимодействии.

Гомеостатическая структура управления считается наиболее совершенной с точки зрения живучести, помехоустойчивости и адаптивности. Поэтому, осуществляя реструктуризацию механизма управления, целесообразно закладывать в них гомеостатические принципы и механизмы управления предприятиями как наиболее совершенные.

Все системы являются в той или иной степени гомеостатическими и поэтому обладают определенной

устойчивостью к внешним возмущениям. Жизнедеятельность систем определяется двумя процессами:

1) функционированием, когда элементы системы и ее структура, выполняемые функции и условия (внешние и внутренние) на рассматриваемом интервале времени остаются неизменными и стабильными;

2) развитием или увяданием, когда происходят качественные изменения самой системы.

Энтропия.

Понятие энтропии используется в различных областях знаний. Наиболее общее ее определение можно выразить следующим образом:

Энтропия — мера хаоса, беспорядка, степень неопределенности.

В термодинамике **энтропия** — это функция состояния, введенная в 1865 году Рудольфом Клаузиусом как часть второго закона, основанного на работе Карно.

По Клаузиусу, второй закон термодинамики:

- ✓ Нет процесса, единственным результатом которого является передача количества теплоты от менее нагретого тела к более нагретому. Термодинамическая энтропия — физическая величина, которая описывает термодинамическую систему, термические явления и свойства макроскопических объектов.

Статистическая термодинамика дает новое представление об этой абстрактной физической величине: она измеряет степень беспорядка системы на микроскопическом уровне.

Чем выше энтропия системы, чем менее ее элементы упорядочены, связаны между собой, способны производить механические действия и тем больше доля энергии, неизрасходованной на получение работы; то есть тратится непоследовательно.

Больцман выразил статистическую энтропию как функцию количества микроскопических состояний. Это новое определение энтропии не противоречит определению Клаузиуса. Два выражения энтропии просто являются результатом двух разных точек зрения, в зависимости от того, рассматриваем ли мы термодинамическую систему на макроскопическом или на микроскопическом уровне.

В последнее время понятие энтропии получило обобщение и проникло во многие области, такие как:

- ✓ энтропия Шеннона в контексте теории информации в информатике;
- ✓ топологическая энтропия;
- ✓ метрическая энтропия Колмогорова-Синяя в рамках теории динамических систем в математике.

«Информационная обратная связь». Ретроактивная петля.

Слово «обратная связь», заимствованное из словаря кибернетики, означает повторяющуюся информацию. Это модель регулирования, характеризующаяся круговым процессом или круговыми причинно-следственными цепочками; или форма

регулирования, при которой часть продуктов машины или системы («выход») возвращается на вход в качестве информации для входа («вход» или то, что поступает в систему). Такая модель предназначена для стабилизации действия системы.

Результаты, в некотором смысле, «информируют лиц, принимающих решения, о том, что происходит в дальнейшем, и, следовательно, позволят им принимать обоснованные решения».

Пример схемы обратной связи:

Понятие обратной связи имеет биологическое происхождение. В науку оно было введено около 30-х годов, благодаря теоретическим работам Кэннона (американского биолога) по гомеостазу. В дальнейшем это понятие разрабатывает Норберт Винер, изобретатель кибернетики. И именно через эту «дверь» он сделал свое реальное вхождение в изучение систем.

Обратная связь изначально является механизмом, специфичным для устройства управления машиной. Процесс обратной связи, разработанный Винером, и механизм, контролирующей работу машины, это прежде всего процесс управления. Впервые он возник в области авиации, а затем распространился на другие области (автомобили и т. д.).

Представители академической науки осудили распространение феномена обратной связи в жизненной и социальной сферах. Однако глубокие исследования живых организмов показывают, что механизмы обратной связи, сравнимые с сервомеханизмами техники, существуют и в организме животных, и в организме

человека. Их роль заключается в регулировании действий организации.

В данном случае цикл обратной связи не учитывает "телеологическое" (целенаправленное) поведение систем. Винер пытается показать в циклах "система-система" или "система-среда" механизмы управления регуляцией системы, не учитывая сопутствующие динамические взаимодействия системы.

Вот почему был введен принцип, который выходит далеко за рамки схемы обратной связи: принцип **рекурсии** или организационной рекурсии, которая представляет собой особый тип регулирования, основанный на динамических взаимодействиях между объектом и его вызывающим процессом, при котором объект воздействует на процесс, его вызывающий, а не только информирует его о том, что происходит дальше по течению системы (как в случае с кибернетической обратной связью).

По сути один и тот же метод, применительно к различным областям носит различные названия – это индукция, рекурсия и рекуррентные соотношения – различия касаются особенностей использования.

Математическая индукция — метод математического доказательства, который используется, чтобы доказать истинность некоторого утверждения, зависящего от натурального параметра (номера). Для этого сначала проверяется истинность утверждения

с номером 1 — база (базис) индукции, а затем доказывается, что если верно утверждение с номером n , то верно и следующее утверждение с номером $n + 1$ — шаг индукции,

или индукционный переход.

Под **рекурсией** понимается метод определения функции через её предыдущие и ранее определенные значения, а также способ организации вычислений, при котором функция вызывает сама себя с другим аргументом.

Термин рекуррентные соотношения связан с американским научным стилем и определяет математическое задание функции с помощью рекурсии.

Основной задачей исследования рекурсивно заданных функций является получение $f(n)$ в явной или как еще говорят «замкнутой» форме, т.е. в виде аналитически заданной функции.

Школа Пало-Альто- течение мысли и исследований, получившее название от города Пало-Альто в Калифорнии с начала 1950-х годов. Оно цитируется в психологии и психосоциологии, а также в информационных и коммуникационных науках. Эта тенденция лежит в основе семейной терапии и краткосрочной терапии.

Холизм

Холизм происходит от греческого слова «holos», что означает «всё», «целостность». Термин «холизм» был придуман Яном Смэтсом в его книге «Холизм и эволюция» 1926 года.

Мифологическая космогония древних греков выводит порядок из первозданного хаоса. Эта загадка лежит в основе ряда метафизических спекуляций. Дебаты, начатые среди досократиков, продолжались в течение двадцати столетий, порождая

противоположные течения мысли: монизм, дуализм, материализм, спиритуализм, реализм, идеализм, механицизм, витализм...

Холизм - это идея о том, что различные системы (например, физические, биологические, социальные) следует рассматривать как целые, а не просто как совокупность частей.

Мифологическая космогония древних греков выводит порядок из первозданного хаоса. Эта загадка лежит в основе ряда метафизических спекуляций. Дебаты, начатые среди древнегреческих ученых, продолжались в течение двадцати столетий, порождая противоположные течения мысли: монизм, дуализм, материализм, спиритуализм, реализм, идеализм, механицизм.

Холизм и редукционизм являются частью этой истории:

Монисты воспринимают Вселенную как состоящую из единой фундаментальной реальности (милетианцы и греческие атомисты, Демокрит, Эпикур). Дуалисты же разделяют материальный мир и духовный мир – потусторонний (Платон, Аристотель).

Холизм — новый термин, введенный в 1920-х годах. Это слово первоначально обозначало доктрины, которые стремятся избежать детерминизма. Для этих холистов живые тела представляют собой не поддающиеся анализу целостности, которые нельзя объяснить совокупностью частей; по их мнению, существует нечто, что упорядочивает эти части и не принадлежит к порядку действенной причинности.

В настоящее время мы используем «холизм» либо в лексическом смысле, либо в том смысле, который этот термин принял в рамках

различных дисциплин (онтологический холизм, методологический холизм, эпистемологический холизм, логический холизм, семантический холизм, философский холизм, холизм гуманитарных наук).

Лексическое значение: доктрина или точка зрения, состоящая в рассмотрении явлений как целостностей.

Онтологический холизм: система мышления, для которой характеристики существа или целого могут быть познаны только тогда, когда мы рассматриваем и постигаем его как целое, в его совокупности, а не, когда мы изучаем каждую его часть в отдельности. Таким образом, существо полностью или сильно определяется целым, частью которого оно является; достаточно и необходимо знать это целое, чтобы понять все свойства изучаемого элемента или сущности.

Сложная система рассматривается как объект, обладающий характеристиками, связанными с ее целостностью, и свойствами, которые не могут быть выведены из свойств ее элементов. В этом смысле холизм противостоит редукционизму.

Социологический холизм: Холизм, применяемый к человеческим системам, которые по своей сути сложны, состоит в объяснении социальных фактов другими социальными фактами, для которых отдельные люди являются лишь пассивными векторами. Индивидуальное поведение социально детерминировано: общество осуществляет принуждение в отношении человека, который усваивает основные правила общества и уважает их. В этом смысле

холизму противостоит индивидуализм или методологический индивидуализм.

Общее значение: понятие «холизм» иногда используется как синоним системного подхода или комплексного мышления.

Метод «Корабль свободы». Этот метод заключается во взаимодействии между целью, средой и функциональной структурой посредством корректирующих петель отрицательной обратной связи, смягчающих отклонения. Это системная инженерия, перенесенная послевоенной Японией в серийное судостроение, основанная на базовой конструкции (дизайне), которая может быть развернута во множестве вариантов. Таким образом, японское судостроение привело к закрытию многих верфей в Америке и Европе в 60-х годах, прежде чем в 70-х годах перебраться в Корею, чтобы сосредоточиться на автомобилестроении, электронике и оптике, более прибыльных и менее затратных на материалы и энергию.

Эта системная инженерия 40-х годов является прямым предшественником промышленной кибернетики, которая позже даст методы управления (планирование, программирование, бюджетная система). Это методы управления, позволяющие координировать множество различных видов деятельности нескольких компаний для достижения общей цели. Самым последним европейским примером такой системной инженерии является самолет Airbus A380, изготовленный из модулей, поставляемых в Тулузу из разных заводов Европы.

Изоморфизм.

В математике изоморфизм — это связь между двумя объектами, демонстрирующая их сходство. Например, в теории групп это позволяет вывести несколько свойств одной группы из другой.

В химии твердого тела изоморфизм — это способность разных соединений кристаллизоваться с ячейками одинаковой симметрии и близкими параметрами, что позволяет им образовывать смешанные кристаллы.

Теория институционального изоморфизма, предложенная Ди Маджио (1983) и Пауэллом (1991), анализирует возможность конвергенции поведения между ассоциативными, частными и публичными структурами. Термин изоморфизм заимствован из математики и химии.

Наблюдаются три фактора конвергенции — изоморфизма:

- ✓ нормативный изоморфизм: профессионализация рабочей силы посредством стандартизации образовательных сетей и критериев найма;
- ✓ миметический изоморфизм: в условиях неопределенности и ограниченной рациональности организации склонны подражать друг другу (феномен, наблюдаемый также в финансах, под термином «стадное» или «стадное поведение»);
- ✓ принудительный изоморфизм: давление, оказываемое государством, особенно через государственное финансирование, может в конечном итоге навязать определенное поведение, тем самым способствуя рассмотрению общих стандартов.

Парадигма.

Слово парадигма происходит от древнегреческого слова π.α.ρ.ά.δ.ε.ἰ.γ.μ.α/ paradeigma, что означает «модель» или «пример». Само это слово происходит от πα.ρ.α.δ.ε.ἰ.κ.ν.ύ.ν.αι/paradeiknunai, что означает «показывать», «сравнивать».

Парадигма — это представление мира, способ видения вещей, последовательная модель мировоззрения, опирающаяся на определенную основу (дисциплинарную матрицу, теоретическую модель или школу мысли). В каком-то смысле это направление мысли, законы которого нельзя путать с другой парадигмой. Слово «парадигма» часто используется в смысле восприятия мира. Например, в социальных науках этот термин используется для описания набора опыта, убеждений и ценностей, которые влияют на то, как человек воспринимает реальность и реагирует на это восприятие.

Эта система представления позволяет ему определять окружающую среду, сообщать об этой среде или даже пытаться понять или предсказать ее.

Понимание парадигмы играет важную роль в применении научных знаний в практике. Вот несколько способов, как это может происходить:

- **Направление исследований.** Парадигма определяет, какие вопросы и проблемы рассматриваются в данной научной области. Понимание парадигмы помогает исследователям выбирать актуальные темы и формулировать научные вопросы,

основываясь на основных понятиях и принципах парадигмы. Это позволяет сосредоточить усилия на важных исследовательских областях и создавать новые знания.

- **Методология исследований.** Парадигма определяет методы, которые используются для изучения явлений в данной области. Понимание этих методов позволяет исследователям выбирать подходящие инструменты и техники для сбора и анализа данных. Они могут применять эти методы для проверки гипотез, тестирования моделей и получения эмпирических результатов, что способствует развитию и применению научных знаний.
- **Интерпретация и объяснение результатов.** Парадигма предоставляет рамки для интерпретации и объяснения полученных результатов и данных. Она предлагает теоретические и концептуальные основы для анализа и объяснения явлений. Понимание парадигмы помогает исследователям соотнести свои результаты с существующими теориями и моделями, а также предлагает новые идеи и толкования.
- **Практическое применение.** Понимание парадигмы помогает применять научные знания в практических областях и проблемах. Оно обеспечивает основу для разработки новых технологий, методов лечения, стратегий управления и других приложений на основе научных открытий. Знание парадигмы позволяет исследователям и практикам использовать научные

знания для решения реальных проблем и улучшения жизни людей.

Применение парадигмы проявляется в различных научных областях и может быть иллюстрировано следующими примерами:

- В физике. В парадигме классической физики, основанной на принципах Ньютона, использовались методы экспериментального измерения и математического моделирования для объяснения движения тел. С развитием квантовой физики появилась новая парадигма, где основными понятиями стали вероятность и волновая функция, а методы измерения и моделирования стали учитывать квантовые эффекты.
- В лингвистике. Парадигма структурной лингвистики, разработанная Н. Хомски, определяет основные понятия, принципы и методы исследования в области грамматики. Она сосредотачивается на синтаксической структуре языка и исследует универсальные грамматические принципы, используя формальные методы анализа.
- В психологии. Парадигма поведенческой психологии акцентирует внимание на изучении наблюдаемого поведения и его причин и следствий. Она использует экспериментальные методы и стимул-реакция модели для объяснения человеческого поведения.

- В социологии. Парадигма конфликта, развитая Карлом Марксом, анализирует социальные отношения и конфликты, основанные на классовых противоречиях. Она исследует неравенство, социальные изменения и противоречия, используя марксистскую теорию и методы исследования.

Это лишь некоторые примеры применения парадигмы в различных научных областях. Каждая область имеет свои специфические парадигмы, которые помогают исследователям развивать теории, методы и понимание в своей сфере деятельности.

Что такое сдвиг парадигма?

Сдвиг парадигмы может иметь существенное влияние на научное сообщество и приводить к изменению представлений и подходов к исследованию. Он может означать отказ от старых теорий и моделей, а также принятие новых и более эффективных методов и концепций.

Примером сдвига парадигмы может служить переход от геоцентрической модели Солнечной системы Николая Коперника в астрономии. В геоцентрической парадигме Земля считалась центром Вселенной, а Солнце и другие планеты вращались вокруг нее. Однако, благодаря наблюдениям и аргументам Николая Коперника и других ученых, парадигма сместилась к гелиоцентрической модели, согласно которой Солнце является центром Солнечной системы, а планеты вращаются вокруг него.

Онтология.

Слово онтология (от греческого *ontos* «быть» + *logos* «язык, разум») имеет несколько значений:

Онтология- раздел метафизики.

Онтология — важная отрасль метафизики; он изучает типы вещей, которые существуют в мире, и то, как эти вещи связаны друг с другом. Метафизик пытается также прояснить понятия, посредством которых люди понимают мир; существование, объект, свойство (вещи), существование Бога, пространство, время, причинность, возможность.

До развития современных наук натурфилософия была отраслью метафизики; объективное изучение природы и физических принципов. С появлением эмпирических и экспериментальных подходов эту отрасль с XVIII века стали называть «наукой», чтобы отличить ее от умозрительных вопросов, касающихся нефизических предметов.

✓ Медицинская онтология, изучение генеза болезней

Медицинская онтология – это изучение того, кто «есть» (онто- от греч.*v*, *ovtos*, причастие настоящего времени глагола *to be*) в медицине и процесс их образования. Ее интересует генезис медицинских образований: заболеваний, клинических признаков, клинических синдромов, симптомов, поражений, синдромов поражения, биологических аномалий и радиологических аномалий.

✓ Онтология, способ представления знаний в информатике.

В философии онтология — это исследование бытия как бытия, то есть исследование общих свойств существующего.

По аналогии, этот термин используется в информатике и информатике, где онтология представляет собой структурированный набор терминов и понятий, представляющих значение поля информации, будь то через метаданные пространства имен или элементы домена знаний. Сама онтология представляет собой модель данных, представляющую набор концепций в предметной области, а также отношения между этими концепциями. Он используется для рассуждений об объектах в соответствующей области.

Концепции организованы в виде графа, в отношениях которого могут быть: смысловые отношения, отношения подчинения (включения).

Основная цель онтологии — смоделировать совокупность знаний в заданной области, которая может быть реальной или воображаемой.

Онтологии используются в искусственном интеллекте, семантической сети, разработке программного обеспечения, биомедицинской информатике и информационной архитектуре как форма представления знаний о мире или определенной части этого мира. Онтологии обычно описывают:

- ✓ Индивидуумы: базовые объекты,
- ✓ Классы: наборы, коллекции или типы объектов,

- ✓ Атрибуты: свойства, функциональные возможности, характеристики или параметры, которые объекты могут иметь и разделять.
- ✓ Отношения: связи, которые объекты могут иметь между собой.
- ✓ События: изменения атрибутов или отношений.

Эпистемология.

Эпистемология (от греч. <ἐπιστήμη> эпистема – «знание», «наука» и <λόγος> logos — «дискурс») — согласно франкоязычной философской традиции, раздел философии науки, «критически изучающий научный метод, логические формы и способы вывода, используемые в науке, а также принципы, фундаментальные понятия, теории и результаты различных наук с целью определения их логического происхождения, их значения и их объективной сферы.

В англосаксонской философской традиции эпистемология путается с теорией познания и поэтому не относится конкретно к научному познанию. Бывает также, что этот термин используется как синоним «философии науки». Однако различие между этими разными значениями и, в частности, отношение эпистемологии к философии науки четко не установлено.

Континентальная эпистемология может также иметь дело с ненаучными объектами. Слово также иногда используется для обозначения той или иной теории познания. Таким образом, речь идет скорее о разнице в степени внимания, уделяемого различными традициями научному, а не общему знанию.

Гносеологическое исследование может касаться нескольких сторон научной деятельности: способов производства научного знания, оснований этого знания, динамики этого производства. Общая теория системюда возникает несколько вопросов: что такое научное знание? Как он производится? Как это подтверждается? На чем это основано? Как организовано научное знание? Как они развиваются?

К этому иногда добавляется нормативное измерение анализа. Это уже не просто вопрос описания научного знания, а вопрос определения того, что представляет собой «хорошее» научное знание.

Наконец, следует отличать общую эпистемологию, которая несет в себе идею определенного единства науки, от частных эпистемологий, в основе которых лежит идея множественности, иногда представляемой как нередуцируемая, различных наук. Затем мы говорим об эпистемологии физики, биологии, гуманитарных наук и т. д.

Долгое время эпистемология фокусировалась на «содержании» науки, при этом наука как человеческий институт была оставлена другим дисциплинам, в частности социологии. Вопрос о природе науки тогда смешивался с вопросом о природе научного познания. В последние десятилетия это разделение стало менее очевидным, под влиянием, с одной стороны, некоторых течений социологии, требующих «права обзора» этого содержания, и, с другой стороны, под влиянием некоторых эпистемологов, считающих это

необходимым. лучше понимать научные знания, обращать внимание на конкретные аспекты научной деятельности.

Эпистемология как самостоятельная дисциплинарная область возникла в начале 20 века. Декартианская эпистемология основана на нескольких простых постулатах, которые можно резюмировать следующим образом:

- ✓ Человек может получить доступ к универсальному знанию посредством разума. Для этого он использует все ресурсы своего интеллекта, прежде всего «очевидную интуицию» и дедукцию, но также воображение, чувства и память;
- ✓ Человек – «мыслящая субстанция». Это выражено в знаменитом *cogito ergo sum*, изложенном в рассуждениях о методе и существенно разъясненном в размышлениях о первой философии;
- ✓ Человек может полагаться только на разум и не нуждается в «светах веры» для доступа к знаниям (Принципы философии).
- ✓ **Системная эпистемология**

Системная эпистемология влечет за собой поиск знаний с определенной точки зрения и привлекает чувство причинности с разных, возможно, противоположных точек зрения. Системное исследование должно включать разные точки зрения и противоречивые объяснения содержания реальности. Однако существуют модели системного мышления, которые связаны с

простой причинностью и являются линейными и неструктурированными. Тем не менее, использование системного взгляда при рассмотрении чего-либо подразумевает возможность объединения мнений, которые могут не относиться к общему контексту, который находится под следствием, но могут привести к тому же предмету, который подвергается оценке.

Системная эпистемология была разработана на основе различных философских представлений, и поэтому она сама по себе считается эпистемологической установкой.

✓ **Элементы системной эпистемологии. Синтез**

Существует четкая разница между анализом, основанным на причине и следствии, и системным мышлением, основанным на синтезе. Системное представление происходит в контексте открытых систем, где происходит взаимодействие реальностей, и их трудно понять, если разбить на мелкие части. Синтез – это креативная концепция, которая объединяет множество входов, делая сложные сравнения, а затем сравнивает их.

Более того, синтез влечет за собой диалектический конфликт идей, воспринимаемых одновременно, и то, как понимание проблемных точек зрения в конечном итоге может быть улучшено. По мере развития интеграции концепций появляются новые системные знания. Кроме того, анализ учитывает разделение вещей на более мелкие части, а не на вещи в целом. Концепция синтеза создает пространство для слияния разных точек зрения и считает, что ранее противоположные идеи имеют определенную взаимосвязь.

Концепция синтеза гласит, что совместимость идей невозможна из-за мнения, что все может быть создано спонтанно и стать ценным. Это противоположные взгляды концептуальных рамок, которые ведут к новому решению или новому подходу к действиям. Аналитическое мышление побуждает ученого делать анализ, основанный на причине и следствии, тогда как системное мышление создает пространство для нескольких перспектив, чтобы занять центральное место.

В системной эпистемологии синтез не является линейной концепцией; все подлежит интеграции. Согласно Toomela, фрагментация возникает, когда различные стороны и заинтересованные стороны считают, что их точки зрения верны, а другие опущены. Тем не менее, когда синтезируются, хотя и не считаются расходящимися, возникает эволюция более широкой картины, которая вступает в противоречие с первоначальными проблемами и решениями. Когда синтетическая модель причинности воспринимается через эпистемологическую точку зрения, она дает возможность увидеть точку зрения, в которой возникают версии реальности и которые подвергаются одновременному изучению.

✓ Концепция разнообразия

Идеология разнообразия предполагает способность трансформировать внешний вид чего-либо, рассматривая его с помощью различных подходов. Системная эпистемология зависит от разнообразия, чтобы сформировать, как явления реального мира воспринимаются, потому что она основана на понимании различных

диалектических реальностей. Schommer-Aikins (2004) считает, что социальная реальность предполагает взаимодействие аналитических процедур, в результате которых противоречивые версии событий вращаются вокруг постоянного сохранения, поддержания и построения социальных функций. Принимать системную эпистемологию – значит понимать, что конфликтующие реальности плюралистичны, взаимосвязаны и социально построены. Таким образом, это делает изучение системной эпистемологии той, которая стремится понять эти взаимосвязи. Он не только рассматривает взаимосвязанные особенности событий, но также учитывает разрозненные взгляды на процедуры социального конструирования, которые происходят в сложном и открытом системном контексте.

Эти открытые перспективы редко имеют смысл, поэтому лучший способ понять их – использовать разные мыслительные процессы одновременно. Процесс вовлечения мира через множественные подходы развивается с точки зрения интерпретации. Когда применяется системная эпистемология, она выявляет политические различия или может использоваться для изучения исследовательских проектов с независимых и противоречивых точек зрения. Когда используется системная эпистемология, людей интересует не только общая картина и взаимосвязь, но и возникающие конфликты, социальные и политические, которые перерастают в современные социальные проблемы. Чтобы взглянуть на проблему с системной точки зрения, нужно создать план, в котором одновременно используются различные концепции и охватить вопросы стратегического значени.

Кроме того, правильная системная модель не должна игнорировать проблемы власти, политики или принуждения, которые являются частью ее вопроса. Таким образом, это объясняет, почему системная эпистемология подчеркивает непрерывные противоположные реальности, разнообразные мыслительные процессы и всеобъемлющую преданность множеству аспектов диалектических фактов.

Термодинамика.

Термодинамику можно определить двумя простыми способами: наука о тепле и тепловых машинах или наука о больших системах, находящихся в равновесии. Первое определение является также первым в истории. Второе - появилось позже, благодаря новаторской работе Людвиг Больцмана.

Наряду со статистической физикой, частью которой она сейчас является, термодинамика является одной из основных теорий, на которых основано современное понимание материи.

Первый закон термодинамики. Первый закон термодинамики гласит, что энергия всегда сохраняется. Другими словами, полная энергия изолированной системы остается постоянной. События, которые там происходят, приводят лишь к трансформациям одних форм энергии в другие формы энергии. Она может передаваться только из одной системы в другую. Мы не создаем энергию, мы ее трансформируем.

Этот принцип является также общим законом для всех физических теорий (механики, электромагнетизма, ядерной физики и т. д.) Мы никогда не нашли ни малейшего исключения из него, хотя

иногда и возникали сомнения, особенно относительно распада радиоактивных веществ. Со времени теоремы Нётер мы знаем, что сохранение энергии тесно связано с единообразием структуры пространства-времени.

Это соответствует принципу, выдвинутому Лавуазье: «Ничто не потеряно, ничего не создано, все трансформируется».

Типичная термодинамическая система – тепло перемещается от горячего (испаритель) к холодному (конденсатор) и извлекается работа.

Наряду со статистической физикой, частью которой она сейчас является, термодинамика является одной из основных теорий, на которых основано современное понимание материи.

Мы можем определить термодинамику двумя простыми способами: наукой о тепле и тепловых машинах или наукой о больших системах, находящихся в равновесии. Первое определение является также первым в истории. Второе появилось позже, благодаря новаторской работе Людвиг Больцмана.

Второй закон термодинамики устанавливает необратимость физических явлений, в частности при теплообменах. Это принцип эволюции, который был впервые сформулирован Сади Карно в 1824 году. С тех пор он стал предметом многочисленных обобщений и последовательных формулировок Клапейрона (1834 г.), Клаузиуса (1850 г.), лорда Кельвина, Людвиг Больцмана в 1873 г. и Макс Планк (см. Историю термодинамики и статистической механики) на протяжении XIX века и позже.

Эвристика.

Эвристика (от древнегреческого εὐρίσκω (heurískō)- «находить») — дидактический термин, означающий искусство изобретать, делать открытия. Это социология, дисциплина, целью которой является определение правил научного исследования (Ларус).

В комбинаторной оптимизации, теории графов и теории сложности **эвристика** — это алгоритм, который быстро (за полиномиальное время) обеспечивает осуществимое, но не обязательно оптимальное решение трудной задачи оптимизации. Таким образом, эвристический или приближенный метод является противоположностью точного алгоритма, который находит оптимальное решение для данной проблемы. Поскольку алгоритмы точного решения экспоненциально сложны, для сложных задач обычно более целесообразно использовать эвристические методы. Однако мы будем помнить, что точные методы разрешения (например, симплекс) сложнее, но иногда более эффективный на практике, чем эвристический метод. Использование эвристики актуально для расчета приближенного решения проблемы и, таким образом, ускорения точного процесса решения.

Обычно эвристика разрабатывается для решения конкретной проблемы и опирается на собственную структуру, но подходы могут содержать и более общие принципы. Мы говорим о метаэвристике для общих приближенных методов, которые можно применять к различным задачам (например, к моделированию отжига).

Качество эвристики можно оценить по двум научным критериям:

- Практический, или эмпирический, критерий: реализуем приближенный алгоритм и оцениваем качество его решений по отношению к оптимальным решениям (или наиболее известным решениям). Это включает в себя установку эталона (набора примеров одной и той же проблемы, доступных для всех).
- Математический критерий: необходимо продемонстрировать, что эвристика гарантирует производительность. Самая сильная гарантия – это приближенные алгоритмы, иначе интересно продемонстрировать вероятностную гарантию, когда эвристика часто, но не всегда, дает хорошие решения.

Факт, что эти два критерия могут быть противоречивыми. Ярким примером является задача определения минимальной трансверсали. 2-приближенный алгоритм решения этой задачи в подавляющем большинстве случаев существенно менее эффективен, чем эвристика высшего уровня. Это заключается в формировании допустимого решения путем выбора на каждой итерации вершины, покрывающей максимальное количество вершин.

По иронии судьбы, основная трудность точного решения задачи комбинаторной оптимизации заключается не в поиске оптимального решения, что часто происходит довольно быстро в процессе решения, а в демонстрации того, что решение действительно является наилучшим из возможных. оптимальное решение. Математический критерий особенно важен, поскольку информацию,

которую он дает, можно использовать в точном процессе разрешения.

Бионика — это наука, изучающая жизнь с целью понять механизмы работы живых и развивающихся организмов, чтобы иметь возможность применить их к творениям человека.

Это наука, основанная на изучении биологических систем с целью разработки небιологических систем, которые могут иметь технологические применения. Бионика стала незаменимой в различных областях:

- искусственный интеллект,
- робототехника (роботы-плователи с рыбьим хвостом и роботы-насекомые),
- самоочищающиеся покрытия на основе исследований листьев лотоса,
- гидро- или аэродинамические покрытия, вдохновленные кожей акулы,
- воздухоплавание тоже с самого начала было вдохновлено природой: в частности, профилем утки,
- разработка новых бионических защитных шлемов, адаптированных к внутреннему строению головы человека.

2.7. Когнитивные науки- междисциплинарная область

исследования сложных систем

Когнитивные науки — это совокупность научных дисциплин, направленных на изучение и понимание механизмов человеческого,

животного или искусственного мышления и, в более общем смысле, любой когнитивной системы, то есть любой сложной системы обработки информации. и передачи знаний. Таким образом, когнитивные науки основаны на изучении и моделировании таких разнообразных явлений, как восприятие, интеллект, язык, расчет, рассуждение или даже сознание... Будучи междисциплинарной областью, когнитивные науки совместно используют данные из множества отраслей науки и техники. в частности: лингвистика, антропология, психология, нейробиология, философия, искусственный интеллект.

Таким образом, после примерно пятидесяти лет существования когнитивные науки образуют очень обширную междисциплинарную область, границы которой и сочленение составляющих дисциплин между ними до сих пор обсуждаются. Однако некоторые полагают, что когнитивные науки вышли за рамки простой стадии междисциплинарного накопления знаний и дали начало двум автономным дисциплинам:

- к фундаментальной науке, называемой наукой познания, специалисты которой, иногда называемые учеными-когнитивистами, объединяются в научные общества и публикуются в международных трансдисциплинарных научных журналах.
- в сектор промышленного применения в области инженерии знаний: когнитивные технологии.

Какой принцип лежит в основе когнитивных наук?

Когнитивные науки основаны на принципе, согласно которому любой мыслительный механизм может быть смоделирован с помощью символической системы обработки информации.

Каковы 6 разделов когнитивной науки?

В области когнитивных наук можно выделить 6 дисциплин :

- когнитивная психология,
- философия познания,
- компьютерная лингвистика,
- когнитивная антропология,
- нейробиология,
- искусственный интеллект.

Какова роль когнитивных наук в искусственном интеллекте?

Цель искусственного интеллекта как науки - понять механизмы человеческого мозга, чтобы скопировать и имплантировать их в машину. Чтобы лучше понять сложности человеческого мозга, необходимо обратиться ко всем когнитивным наукам. Изучение языка, мышления или интеллекта позволяет совершенствовать алгоритмы и искусственные нейронные сети. Эти знания являются настоящими активами для областей применения объектов и программ, работающих с помощью искусственного интеллекта.

Автономное и прогрессивное обучение или понимание человеческого языка во всех его тонкостях - все это элементы, которые помогают сделать машины более человечными. Связанные объекты, голосовые помощники, роботы-гуманоиды, как правило, становятся незаменимыми инструментами в повседневной жизни благодаря своей эффективности.

Когнитивная наука и искусст: в чем разница?

Хотя когнитивные науки необходимы для совершенствования искусственного интеллекта, они не ограничиваются этой областью. Фактически, когнитивная наука в первую очередь направлена на изучение человеческого мозга, чтобы постичь его сложности. Открытия, сделанные различными отраслями когнитивных наук, позволяют добиться прогресса в области здравоохранения или даже психологии. Когнитивные науки также имеют своей целью изучение мозга животных, чтобы лучше оценить и понять их интеллект, эмоции и образ жизни.

В конце двадцатого века когнитивные науки объединились, чтобы внести свой вклад в совершенствование искусственного интеллекта. Но уже в середине двадцатого века именно достижения в области вычислительной техники (компьютер, расширение вычислительных возможностей, большие данные ...) действительно привели к появлению искусственного интеллекта и позволили применить самые современные модели машинного обучения, в частности, искусственные мегасети нейронов.

Одной из когнитивных наук, появившихся недавно, является нейробиология.

Когнитивная нейробиология это дисциплина, изучающая, как мозг получает, интегрирует и обрабатывает информацию. Это наука позволяет научно анализировать основные процессы умственной деятельности.

В частности, она фокусируется на том, как нейронные механизмы вызывают когнитивные и психологические функции, которые проявляются в поведении.

На основе этого анализа она пытается объяснить, как отношения субъекта с окружающей средой, так и другие основные аспекты: эмоции, решение проблем, интеллект и мышление.

Взаимосвязь между мозгом и разумом - один из важнейших философских вопросов всех времен. Когнитивная нейробиология пытается ответить на фундаментальный вопрос: как психическое состояние может возникать из набора клеток, обладающих определенными электрофизиологическими и химическими свойствами?

Эта дисциплина изучает функционирование мозга с научной и открытой точки зрения. Часть клеточного и молекулярного анализа для понимания высших функций, таких как язык и память.

Когнитивная нейробиология - относительно недавняя дисциплина, возникшая в результате сближения нейробиологии и когнитивной психологии. Научные достижения, в частности развитие методов нейровизуализации, позволили создать междисциплинарную науку, в которой знания дополняют друг друга.

Фактически, она включает в себя знания из различных дисциплин, таких как философия, психобиология, неврология, физика, лингвистика и т. Д.

Объект изучения когнитивной нейробиологии с каждым днем пробуждает все больший интерес к обществу. Это отражается в

увеличении числа исследовательских групп, занимающихся этой областью, что приводит к увеличению количества научных публикаций.

Истоки когнитивной нейробиологии можно отнести к древней философии, периоду, когда мыслители были очень озабочены разумом.

Аристотель считал, что мозг - бесполезный орган и служит только для охлаждения крови. Этот философ приписывает сердцу происхождение психической функции.

Похоже, что именно Гален во втором веке нашей эры утверждал, что мозг является источником умственной деятельности. Хотя он считал, что личность и эмоции зарождаются в других органах.

Однако именно голландский врач Андреас Везалио в шестнадцатом веке отметил, что мозг и нервная система являются средоточием разума и эмоций. Эти идеи оказали большое влияние на психологию и способствовали развитию когнитивной нейробиологии.

Еще одним поворотным моментом в истории когнитивной нейробиологии стало появление френологии в начале девятнадцатого века. Согласно этой лженауке, поведение человека может определяться формой черепа.

Ее ведущие представители, Франц Йозеф Галл и Дж.Г. Шпурцхайм утверждал, что человеческий мозг разделен на 35 различных отделов. Френология подверглась критике, поскольку ее предпосылки не были научно доказаны.

На основе этих идей были созданы два направления мысли, названные локализационистами и анти-локализационистами (теория агрегированного поля). Согласно первому, психические функции расположены в определенных областях мозга.

Вклад Брока и Вернике имел решающее значение для когнитивной нейробиологии. Они изучали области, контролирующие язык, и то, как травмы могут вызывать афазии. Благодаря им было расширено представление о местоположении.

Согласно теории локализации или агрегатного поля, все области мозга участвуют в психических функциях. Французский физиолог Жан Пьер Флоранс провел несколько экспериментов на животных, которые позволили ему прийти к выводу, что кора головного мозга, мозжечок и ствол мозга функционируют как единое целое.

В этой эволюции основополагающее значение имеет доктрина нейронов, разработанная Сантьяго Рамоном-и-Кахалом. Согласно этой доктрине, нейроны являются наиболее фундаментальной частью нервной системы. Это дискретные клетки, то есть они не соединяются, образуя ткань, но генетически и метаболически отличаются от других клеток.

В 20 веке достижения экспериментальной психологии также были очень важны для когнитивной нейробиологии. В частности, демонстрация того, что определенные задачи выполняются на отдельных этапах обработки.

Точно так же актуальны исследования в области ухода. В этот период стало казаться, что наблюдаемого поведения недостаточно для полного изучения когнитивных функций. Напротив, возникла

необходимость в дальнейшем изучении функционирования нервной системы, механизмов, лежащих в основе поведения.

Теоретические предположения этой дисциплины были сформулированы в период с 1950-х по 1960-е годы на основе подходов экспериментальной психологии, нейропсихологии и нейробиологии.

Термин "когнитивная нейробиология" был придуман Джорджем Миллером и Майклом Газзанигой в конце 1970-х годов. Он возник в результате курса, который они провели в Корнельском медицинском колледже по биологическим основам человеческого познания.

Его цель состояла в том, чтобы подчеркнуть понимание этого, утверждая, что лучший подход - это изучение здоровых людей с использованием методов как из науки о мозге, так и из когнитивной науки.

Однако, вероятно, только в 1982 году была опубликована первая статья, написанная с использованием этого термина. Она называлась "Когнитивная нейробиология: развитие науки о синтезе" Познера, Пи и Вольпе.

Информатика внесла важный вклад в когнитивную нейробиологию. В частности, искусственный интеллект дал этой дисциплине язык, необходимый для объяснения того, как работает мозг.

Поскольку целью искусственного интеллекта является создание машин с интеллектуальным поведением, первым шагом к его достижению является определение процессов интеллектуального поведения для программирования иерархии этих процессов.

Информатика тесно связана с картированием мозга. Следовательно, появление технологии картирования мозга было фундаментальным аспектом развития методологии когнитивной нейробиологии. Прежде всего, развитие функционального магнитного резонанса и позитронно-эмиссионной томографии.

Это позволило когнитивным психологам создать новые экспериментальные стратегии для изучения функций мозга.

Когнитивная психология возникла в середине двадцатого века как реакция на господствующий бихевиоризм. Бихевиоризм утверждал, что, хотя психические процессы невозможно наблюдать, их можно изучать с научной точки зрения косвенно с помощью конкретных экспериментов.

Определенные переменные, такие как выполнение задач или время реакции, позволили получить доказательства психических функций. Отсюда один источник знаний развился из различных теоретических моделей.

Какое-то время когнитивная нейропсихология и нейробиология развивались по-разному. Изучение анатомических структур оставалось в руках нейрофизиологов.

Редолар утверждает, что это различие аналогично различию между программным и аппаратным обеспечением в компьютерной системе. Компьютерная программа обладает логикой работы, не зависящей от оборудования или аппаратной системы, в которой она создана.

Одна и та же компьютерная программа может быть установлена на разных компьютерах без аппаратного обеспечения,

описывающего, как работает программное обеспечение. Эта точка зрения очень упрощена и привела некоторых психологов к мысли, что анализ нейронных систем не дает никакой информации о психологической функции.

Эта точка зрения была искажена последними научными достижениями. В настоящее время утверждается, что междисциплинарный взгляд на когнитивную нейробиологию ведет к ее дальнейшему развитию. Нейробиология и когнитивная психология являются взаимодополняющими, а не исключительными дисциплинами.

Данные, полученные с помощью методов нейровизуализации, представляют собой переменные, которые имеют большее значение, чем те, которые уже существуют. Таким образом, при изучении психической функции учитываются такие значения, как электромиографический отклик мышц, электрическая связность кожи и т. Д.

Позитронно-эмиссионная томография и функциональная магнитно-резонансная томография позволяют оценить гемодинамические изменения в головном мозге. В дополнение к другим данным, полученным с помощью методов магнитоэнцефалографии.

Точно так же было показано, что традиционного когнитивного подхода недостаточно для описания всего сложного психического функционирования. Таким образом, невозможно провести радикальное различие между программным и аппаратным обеспечением, поскольку существует множество взаимосвязей,

которые делают необходимым междисциплинарный подход, предлагаемый когнитивной нейробиологией.

Точно так же когнитивная психология может многое сделать для нейробиологии. Она обогащает и вносит свой вклад в теоретический подход к данным, полученным с помощью компьютерной томографии мозга.

Таким образом, когнитивная нейробиология - это не анатомо-физиологическое исследование мозга. Скорее, его цель - описать материальную основу когнитивных и эмоциональных процессов.

Психология обладает отличными инструментами и теоретическими моделями для объяснения человеческого поведения и умственной деятельности, которые могут внести большой вклад в неврологию. Таким образом, совокупность данных может быть объяснена на основе непротиворечивой теории, что может привести к новым гипотезам, которые послужат основой для исследования.

Области изучения когнитивной нейробиологии

- Молекулярный анализ: Чтобы подробно узнать, как работают психические процессы, необходимо изучить роль молекул и их взаимодействия. Когнитивная нейробиология стремится описать молекулярные основы нервных импульсов, физиологию нейротрансмиттеров, а также молекулярные механизмы, связанные с вызывающими привыкание веществами.

- Клеточный анализ: В когнитивной нейробиологии основной исследуемой клеткой является нейрон. Важно знать, как она функционирует, ее типы, как она взаимодействует с другими

нейронами, как они развиваются на протяжении всей жизни и так далее.

- Анализ нейронных сетей: это изучение набора нейронов, составляющих сети активности, которые лежат в основе когнитивных и эмоциональных процессов. Анализируются нейронные цепи, связанные с кровеносной, зрительной, слуховой, моторной системами и т. Д.

- Поведенческий анализ: Здесь мы описываем, как работают нейронные системы, которые обеспечивают сложное поведение, такое как память, мотивированное поведение, такое как голод или секс, бодрствование или сон и т. д.

- Когнитивный анализ: Этот анализ включает понимание нейронных процессов, которые позволяют выполнять высшие психические функции, такие как речь, рассуждение, исполнительный контроль, воображение и т. Д.

Изучение пациентов с когнитивным дефицитом, вызванным повреждением головного мозга, также является фундаментальным для когнитивной нейробиологии. Это полезно для сравнения здорового мозга с мозгом с нарушениями. Таким образом, можно сделать выводы о затронутых и неповрежденных когнитивных процессах, и задействованных нейронных цепях.

Приложения когнитивной нейробиологии.

Когнитивная нейробиология играет фундаментальную роль в понимании человеческого разума.

Знание когнитивных функций, связанных с физическим функционированием мозга, позволяет нам создавать новые теории о том, как работает человеческий разум.

Это позволяет узнать, что происходит, когда возникает конкретное расстройство или поражение, влияющее на когнитивную функцию.

Это расширение знаний также позволяет совершенствовать методы лечения таких расстройств, как: трудности в обучении, шизофрения, тревожность, психопатия, нарушения сна, биполярное расстройство, проблемы с памятью и т. Д.

С другой стороны, когнитивная нейробиология полезна в исследованиях просто для того, чтобы узнать, как производятся и упорядочиваются когнитивные процессы.

Многие профессионалы используют эти знания для разработки более эффективных образовательных стратегий в школах (нейрообразование), для создания привлекательной рекламы (нейромаркетинг) или даже для улучшения спортивных результатов.

ГЛАВА III. Моделирование и управление сложными системами

3.1. Системное моделирование

Системное моделирование: в самом общем научном смысле модель обозначает абстрактную расшифровку конкретной реальности. Модели рождаются из макетов и схем. Сегодня в науке наиболее распространены кибернетические модели (используемые для изучения условий регулирования системы в инженерных науках или в науках о жизни) и компьютерные модели [Голубева, 2013].

Графический язык - это наиболее распространенный язык системного моделирования.

Области применения. Основными областями является следующее:

- науки о природе: науки о жизни и Земле;
- экология, экономические обмены и предпринимательство: экономика, менеджмент, автоматизация делопроизводства;
- социологический метод: типология организаций, социальные науки, политические науки;
- исследования человеческого поведения: когнитивные науки, психология, групповая терапия, педагогика, лингвистика;
- военная стратегия,
- инженерные исследования: информатика, автоматизация (робототехника), искусственный интеллект и коммуникационные сети.

Моделирование-это, во-первых, технический процесс, который позволяет с целью познания и действия представить объект или ситуацию или даже событие, которые считаются сложными.

Он используется во всех областях науки, связанных со сложностью. Но моделирование-это также искусство, с помощью которого исследователь выражает свое видение реальности. В этом смысле можно говорить о конструктивистском подходе. Одна и та же реальность, воспринимаемая двумя разными разработчиками моделей, не обязательно приведет к созданию одной и той же модели.

Используемые модели обычно представляют собой аналитические модели. Использование аналитических моделей требует упрощения исследуемого явления. Однако для того, чтобы оно всегда выполнялось разумно, каждый из нас должен быть рожден, чтобы уметь анализировать. Перед лицом сложной проблемы аналитическая модель может помочь направить исследователя к приемлемым решениям.

Системное моделирование позволит заполнить пробелы в аналитическом моделировании, такие как закрытие модели, то есть рассуждения только по одному критерию.

Моделирование сложной системы - это, прежде всего, моделирование системы действий. Моделирование сложного действия характеризуется общим понятием процесса, которое определяется его осуществлением и его результатом. Он представляет процесс тремя функциями: функцией временного переноса, функциями морфологического преобразования и

пространственного переноса. Он предлагает девятиуровневую модель сложной системы и показывает, как можно переходить с одного уровня на другой посредством действий.

Моделирование необходимо для понимания и анализа промышленных систем и является основой процесса проектирования. Он объединяет набор методов, позволяющих получить математическое представление изучаемой системы. Модель - это приближение, более или менее абстрактный взгляд на реальность, позволяющий более просто воспринимать ее в соответствии с установленной точкой зрения для данной цели.

Понятие сложности позволяет квалифицировать системы, которые в силу определенных особенностей своего поведения, их размера и разнообразия характера задействованных явлений представляют трудности для анализа. Таким образом, сложная система не может быть сведена к единой модели.

Модель отражает только часть знаний об изучаемой системе и скрывает другую часть, которая считается излишней или ненужной для желаемой цели. Это просто представление системы в среде ее использования. Таким образом, это больше, чем просто одна модель, это набор дополнительных моделей, которые необходимо разработать в соответствии с использованием и целями различных участников проекта.

Кроме того, то же самое относится и к выбору инструментов, используемых для представления этих различных моделей; таким образом, контекст приложения должен быть четко определен, чтобы соответствующим образом выбирать конкретные и подходящие

инструменты. Среди прочего, инструменты моделирования могут быть текстовыми или графическими, функциональными или аналитическими, неформальными или формальными.

Существует несколько определений термина «система» в зависимости от изучаемой области или принятой точки зрения.

Определение 1.1

Система - это составной набор персонала, оборудования и программного обеспечения, организованный таким образом, чтобы их взаимодействие позволяло в данной среде выполнять задачи, для которых она была разработана [Дворецкий, 2019].

При построении систем, которые становятся все более сложными, возникает множество трудностей: плохо выраженные или плохо воспринимаемые потребности, неточные или неполные спецификации, необоснованные или непроверенные решения, неконтролируемая коммуникация между участниками. В попытке решить эти проблемы была разработана системная инженерия для удовлетворения потребностей в понимании и освоении этих систем. Он применяется в различных отраслях промышленности: аэрокосмической, телекоммуникационной, информационных системах, транспорте и т. д.

Определение 1.2

Системная инженерия - это совместный и междисциплинарный методологический подход, охватывающий все виды деятельности по проектированию, разработке, развитию и проверке системы и предоставляющий оптимизированное для системы решение, сбалансированное на протяжении всего ее

жизненного цикла, отвечающее ожиданиям клиента и приемлемое для всех.

Методы системной инженерии основаны на подходах моделирования, проверки и моделирования для проверки требований и оценки решений на протяжении всего процесса. Ценность реализации этих методов особенно очевидна на начальных этапах разработки спецификации и проектирования системы, поскольку большая часть общих затрат на разработку системы приходится на решения, принятые на этих этапах. Основными видами деятельности, присущими системному подходу, являются определение требований, обоснование выбора, проверка и подтверждение всех результатов.

Жизненный цикл системы -это совокупность этапов, через которые проходит система с момента выдачи соответствующих требований до ее вывода из эксплуатации. Таким образом, он состоит из этапов концептуализации, проектирования, реализации, интеграции, эксплуатации и, наконец, вывода из эксплуатации (рис. 2.8.1).



Рис.2.8.1. Жизненный цикл информационной системы

Циклы разработки

Процесс разработки решения можно разделить на различные фазы; таким образом, цикл разработки - это последовательность действий, включающая используемые методы и инструменты. Цель этого разделения - установить ошибки на протяжении всего процесса проектирования: действительно, чем позже будет обнаружена ошибка, тем выше может быть стоимость системы. Следовательно, следует как можно скорее обнаружить и исправить его ошибки. Например, метод V-образного цикла обычно используется в крупных отраслях промышленности, особенно в железнодорожной сфере. В этой модели нисходящая часть соответствует проектной деятельности, ведущей к реализации системы или программного обеспечения, в то время как восходящая часть связана с аспектами проверки и валидации. Разработка ведется поэтапно, и каждый этап проектирования сопоставляется с этапом валидации.

Таким образом, V-образный цикл предлагает структуру, структурирующую процесс автоматизации. Однако на практике трудно разделить эти различные фазы. Обычно ошибки или несоответствия в исходных спецификациях обнаруживаются только во время внедрения. Кроме того, такие ошибки, обнаруженные на поздних этапах цикла, в большинстве случаев приводят к большим потерям с точки зрения времени или финансовых средств.

Этот метод хорошо иллюстрирует необходимость поэтапного построения системы путем все более точного определения выбранного решения, соответствующего первоначальным спецификациям. Мы также можем упомянуть другие циклы разработки, используемые в промышленности: метод каскадного

цикла разработки или спирального цикла разработки. Необходимо выявлять ошибки как можно раньше в процессе проектирования. Имея это в виду, использование формальных методов позволяет получить систему, проверенную конструкцией. Наконец, разделение процесса проектирования на различные фазы в соответствии с поставленной целью является необходимым и мотивирует использование различных дополнительных моделей.

Типы моделей и уровни описания системы

Существует несколько типов моделей в зависимости от контекста или цели, которую хочет разработчик. В этих рамках необходимо определить несколько уровней описания системы в соответствии с этапом, который мы хотим достичь в рамках этого процесса разработки:

- потребности и требования пользователей,
- набор возможных решений,
- конкретное решение,
- внутренняя структура системы и ее структура. выбранное решение, описание различных модулей,
- алгоритмы / машины / усовершенствования, используемые каждым модулем,
- окончательный код.

Таким образом, на протяжении всего этого цикла разработки используются различные типы моделей. Типология этих различных типов в соответствии с их назначением и использованием предложена методом пронизательного анализа и проектирования, разработанным в 1993 году. Этот подход заключается в наблюдении

за системой с разных сторон и в несколько этапов. Центральным элементом этого метода является матрица точек зрения моделирования, предлагающая три возможных взгляда на систему (функциональный, органический и операционный) и три временные перспективы исследования. Уточним три различных взгляда на систему:

- функциональный взгляд представляет собой то, что система делает посредством анализа. отношение к окружающей среде;
- органическое видение представляет собой то, чем является система;
- операционное видение представляет собой то, что система решает для выполнения поставленной задачи.

Мы используем этот метод для определения различных моделей в зависимости от цели, которую мы хотим достичь, и фазы, которую мы рассматриваем в процессе разработки. Чтобы создать систему, соответствующую требованиям, изложенным в спецификации, необходимо описать, что представляет собой система. система должна удовлетворять требованиям так называемой предписывающей модели. Эта модель может быть описана в форме требований, которые можно разделить на функциональные (что должна делать система) и нефункциональные (производительность, надежность, безопасность).

Например, в спецификации систем, к которым предъявляются требования безопасности необходимо четко определить, чего не

должно происходить. Целью проектирования системы является построение так называемой конструктивной модели, описывающей решение, отвечающее требованиям, которым должна соответствовать система. Эта модель позволяет представить систему, выделив желаемые свойства. Затем необходимо построить перспективные модели, цель которых - выявить поведение системы в новых ситуациях из известного состояния. Эти модели бывают двух типов:

- Формальные модели: способные прогнозировать, подтверждать, доказывать поведение;
- Аналитические модели: позволяющие оценивать производительность, анализировать безопасность эксплуатации, моделировать.

Роль разработчика моделей в процессе проектирования является важной:

- Моделирование, прежде всего, ориентировано на желаемую цель разработчика моделей: построение имитационной модели, пилотирование, управление,
- Это становится возможным благодаря степени владения разработчиком моделей используемыми инструментами и методами.
- Этот метод основан на наборе чисто описательных моделей, основанных на гибком, интуитивно понятном языке моделирования, близком к естественному языку.

Известна ценность использования различных типов моделей в процессе проектирования. Эти модели позволяют проверять различные свойства в зависимости от поставленной цели. Рассмотрим различные типы свойств, которые необходимо указать и проверить при проектировании сложной системы.

Определение 1.3

Свойство - это собственное качество, внутренняя характеристика (функциональная, поведенческая, структурная или временная), которой должна обладать система. Свойство отражает ожидание, требование, цель, которым объект должен соответствовать. Во-первых, свойства могут быть статичными. В этом случае они позволяют обеспечить согласованность системы. В подходах, основанных на переходах состояний, они задаются в виде инвариантов или опор для операций. В частности, они характеризуют архитектуру системы. Тогда свойство называется динамическим, если оно имеет дело с возникновением или планированием событий.

Следует подчеркнуть, что аналитические модели не подходят для решения сложных задач. Только системный подход позволяет прийти к решениям, которые являются удовлетворительными, но которые не могут быть оптимальными для всех критериев проблемы.

Вопрос моделирования сложных систем совершенно актуален. Это тем более актуально, что сегодня возникает множество проблем, связанных с глобализацией экономики, урбанизацией, новыми технологиями и другими. Эти проблемы

чрезвычайно сложны. Но чаще всего системой общая теория системчета является это аналитическое моделирование или даже декартова логика.

Сколько планов разработано для решения проблемы дефицита социального обеспечения? Сколько запущено планов по решению проблем пригородов? Сколько разработано планов по сокращению бедности? Мы понимаем, что, несмотря на огромные инвестиции, эти проблемы остаются.

Те, кому поручено изучать эти проблемы, обычно являются выходцами из крупных государственных структур. Чтобы получить к нему доступ, в принципе, необходимо пройти обучение в крупных школах. Прием в эти основные школы требует прохождения подготовительных классов, в которых преобладают математика и естественные науки. Система образования учит только аналитическим моделям. Им легче обучить, чем системным моделям. Таким образом, эти исследователи переносят на сложные задачи, закрытые, детерминированные модели.

Перед лицом внешних факторов неопределенности (нового конкурента, биржевого шока и т.д.), модель мышления – классическая, рациональная и детерминированная, которая учит строить сценарии реагирования на действия менеджеров, устарела. Хороший руководитель - это тот, кто умеет справляться с неопределенностью, а не тот, кто стремится ее устранить.

3.2. Моделирование и управление сложными оросительными системами. Задачи и структура имитационной модели.

Проблема оптимального водораспределения в условиях, ограниченных и зависящих от природных факторов запасов воды, что характерно для республик Средней Азии, представляет существенный экономический интерес. Успешное ее решение может быть достигнуто в рамках, создаваемых в настоящее время АСУТП оросительными системами (АСУТП ОС).

При проектировании и создании сложных АСУТП ОС возникают многочисленные задачи, требующие знания количественных и качественных закономерностей, присущих оросительным системам [Кадыров, 2004].

Особенно большое значение имеют общесистемные вопросы, относящиеся к общей структуре АСУТП ОС, организации взаимосвязей между отдельными подсистемами, взаимодействию элементов системы с внешней средой, централизованному управлению работой крупных гидротехнических сооружений, водохранилищ, станций машинного водоподъема и др.

Процесс функционирования ОС как сложной системы складывается из двух частей – собственно технологического процесса водораспределения и процесса планирования и управления ОС, осуществляемого системой управления.

Вся совокупность задач планирования и управления сложными оросительными системами, которая должна решаться в рамках АСУТП ОС с учетом возможности их последующей гармонической увязки с проблемами создания интегрированных АСУ ОС,

представима в виде многоуровневой структуры, изображенной на рис. 3.2.1 На рисунке дана классификация задач с точки зрения временных интервалов их решения.

Основой для решения задач планирования водораспределения являются:

- 1) потребности в оросительной воде, выявленные для соответствующих водовыделов;
 - 2) прогноз стока источника орошения;
 - 3) водный баланс состояния системы.
- долгосрочный прогноз гидрографа стока к началу вегетационного периода, охватывающий весь указанный период;
 - непрерывный долгосрочный прогноз в течение вегетационного периода в виде ежедекадной корректировки гидрографа стока на оставшуюся часть вегетационного периода;
 - краткосрочный прогноз на ближайшую декаду.

Водный баланс состояния системы составляется ежедекадно по величине наполнения водохранилищ. Потребности в оросительной воде представляются в виде планов водопользования, составленных по заявкам хозяйств. С учетом этих моментов осуществляется решение задач планирования на первых уровнях иерархии (рис. 3.2.1.). В качестве критериев оптимальности на этих уровнях используются экономические критерии, в качестве метода оптимизации- различные методы математического программирования, сетевые методы, метод имитационного моделирования.

Два последующих уровня охватывают задачи оперативного управления и оптимальной стабилизации. Результатом решения задачи оперативного управления является выработка последовательности оптимальных управлений, оросительную систему из одного установившегося состояния в другое в соответствии с принятым критерием оптимальности. Одним из предпочтительных критериев для оросительных систем является, например, критерий оптимальности по быстродействию. Объясняется это тем, что различные имеют отличный от других оптимальный режим орошения, который можно обеспечить лишь своевременной подачей в необходимых количествах оросительной воды.

Задачи оптимальной стабилизации возникают в связи с необходимостью погашения за минимальное время возмущающих воздействий, вызванных различными факторами случайного характера, и поддержания на строго заданном уровне требуемых расходов (уровней) воды в соответствующих створах.

В математическом отношении две последние задачи могут быть сведены к решению задач синтеза управлений в задачах базируются на динамических графовых моделях.

Анализ частично внедренных и вновь проектируемых АСУТП ОС показывает, что их функциональная структура может быть охарактеризована в основном двумя функциональными подсистемами управления:

- подсистемой управления отдельными технологическими процессами [регулирование расходов воды в водохранилищах и

каналах, стабилизация уровней (расходов) воды в нижних и верхних бьефах узлов гидротехнических сооружений (ГТС)];

- подсистемой оперативного управления комплексами взаимосвязанных технологических объектов управления (ТОУ), или иначе всей оросительной системой [задачи централизованного контроля и учета работы ОС, календарного планирования, оперативного (текущего) управления].

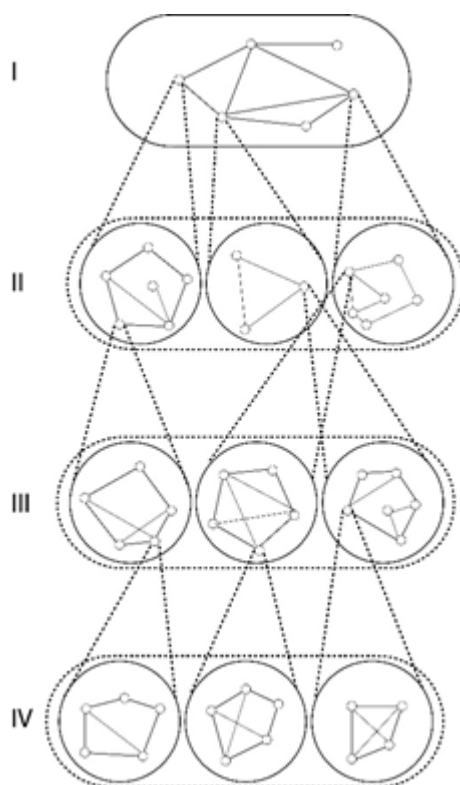


Рис.3.2.1. Задачи и уровни планирования и управления водораспределением.

I- Краткосрочное планирование (весь вегетационный период с распределением по месяцам);

II- Календарное планирование (планирование по декадам, суткам, сменам);

III- Оперативное управление процессом перевода ирригационной системы из одного состояния в другое (часы, минуты, ситуации);

IV- Оптимальная стабилизация уровней (расходов) воды в гидротехническом сооружении (минуты, десятки секунд).

Важнейшими проблемами, требующими разрешения при создании автоматизированных систем управления оросительными системами, являются разработка методов построения динамической модели иерархической системы, создание в памяти ЦВМ структуры системы и алгоритмов синтеза управлений на этой структуре.

Учитывая сложность рассматриваемых систем, можно прийти к заключению о возможности решения этих задач на путях имитационного моделирования и необходимости наличия в составе АСУТП ОС еще одной подсистемы- подсистемы имитационного моделирования. Именно в ключе решения проблем имитационного моделирования сложных оросительных систем ставятся и решаются задачи исследований, изложенные в данной главе.

Задачи и структура имитационной модели оросительной системы

Важное значение вопросы разработки имитационных систем приобретают в связи с тем, что они могут быть использованы для оценки вариантов структур АСУТП ОС с целью синтеза оптимальной конфигурации системы, для определения эффективности принимаемых диспетчерами систем решений по управлению рассредоточенными сетями гидротехнических сооружений, использования в режиме тренажера для обучения

персонала правилам принятия оперативных решений по осуществлению перевода оросительной системы с одного установившегося режима на другой, проведения целенаправленных оптимизационных экспериментов с имитационными моделями сложных оросительных систем и других целей. Иначе говоря, имитационная система по отношению к АСУТП ОС должна выступать в роли органичного концентратора всевозможных частных моделей и алгоритмов, эффективного инструмента принятия решений на этапах проектирования, внедрения, эксплуатации и возможных изменений структуры и состава задач уже действующей автоматизированной системы.

Анализ работ по моделированию и управлению сложными оросительными системами показывает, что несмотря на всю важность проблема разработки имитационных систем остается пока открытой и исследования в этой области (применительно к ирригации) только начинаются.

Приведем результаты исследований по созданию имитационной системы для оросительных комплексов (ИМОС) общего характера, имеющих в своем составе крупные водохранилища, участки рек, магистральные каналы, многопролетные гидротехнические сооружения. Назначение ИМОС: моделирование с учетом динамики функционирования всей оросительной системы, оценка вариантов структур и параметров многомерных регуляторов гидротехнических сооружений, организация имитационных экспериментов с целью синтеза оптимальной последовательности решений по управлению

исполнительными механизмами гидротехнических сооружений (водохранилищ) и с целью изучения влияния интересующих факторов на режимы функционирования оросительной системы, использование для разработки методик и номограмм для диспетчерских служб для принятия ими решений по управлению оросительной системой в рамках ситуаций, охваченных имитационными экспериментами; использование в режиме тренажера для обучения персонала управлений эксплуатации оросительных систем, включение в состав АСУТП ОС в качестве подсистемы имитационного моделирования.

Укрупненная функциональная структура ИМОС включает в себя блоки: построения моделей участков каналов и узлов ГТС по данным результатов пассивного эксперимента; структурного анализа и построения топологических моделей всей оросительной системы и ее элементов; имитации, оптимизации и оценки результатов эксперимента (рис. 3.2.2).

Ключевым моментом в организации имитационных экспериментов является универсальная математическая модель. В отличие от других работ при построении ИМОС в качестве универсальной модели использованы топологические имитационные модели как наиболее адекватные задачам структурного анализа и синтеза оросительных систем с иерархической структурой.

В соответствии с этим разработаны универсальные динамические графовые модели для водохранилищ, участков рек и каналов, узлов ГТС. Универсальность в данном случае заключается

в способности моделей настраиваться на другие объекты из перечисленного множества элементов.

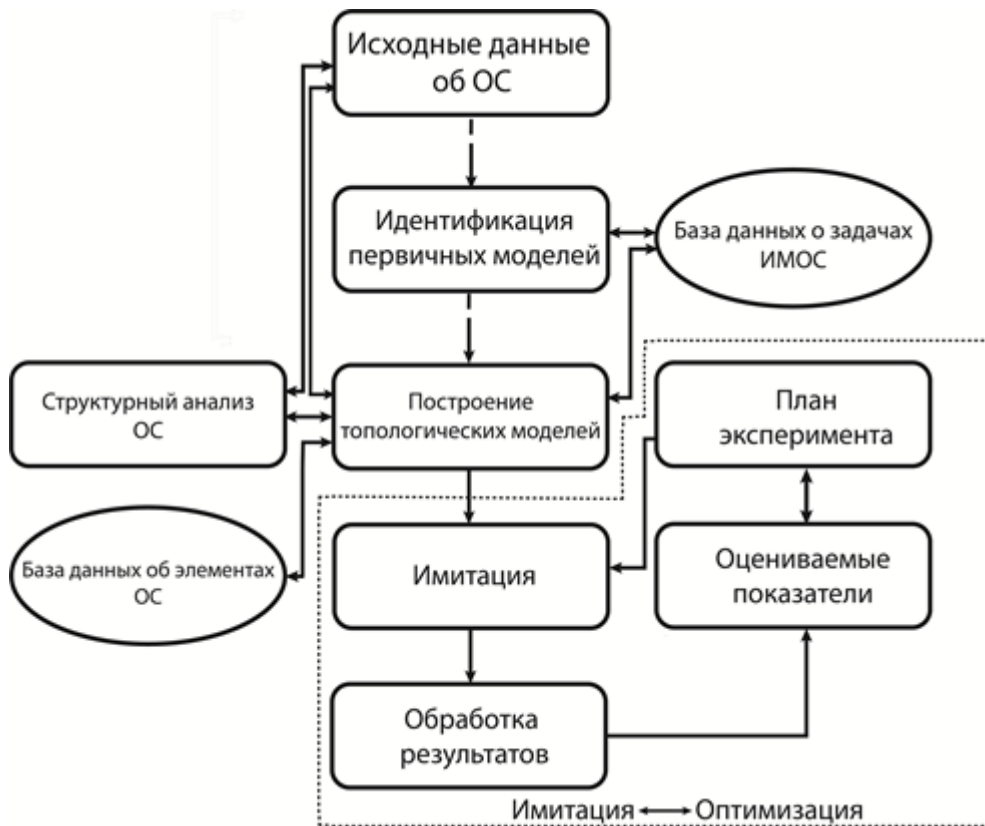


Рис.3.2.2. Функциональная структура имитационной модели ирригационной системы

Многопролетные гидротехнические сооружения интерпретированы асинхронными конечными автоматами, что дает возможность использовать для их описания графовые модели (графы переходов). С учетом этого оросительная система в целом формально задается с помощью логико-динамического графа и на этой основе реализуется моделирующий алгоритм для воспроизведения динамики функционирования (имитации) системы.

Оптимизационный блок на основе использования методов нелинейного программирования, сетевых (графовых) методов, двухуровневой схемы принятия решений в рамках задач оперативного управления оросительной системой и оптимальной стабилизации решает задачи по переводу системы из одного установившегося состояния в другое и синтезу оптимальных управлений для регуляторов ГТС. В блоке оценки результатов эксперимента в соответствии с моделями критериев оптимальности вычисляются значения функционалов и определяется последующая стратегия продолжения экспериментов в соответствии с принятой схемой их планирования.

3.3. Разработка графовых моделей элементов сложной оросительной системы

При определенных предположениях первичные модели каналов и участков рек могут быть отнесены к классу стационарных сосредоточенных с запаздыванием, поэтому рассмотрим построение графовых моделей систем с запаздыванием.

Как известно, передаточная функция разомкнутой системы с запаздыванием отличается от соответствующей системы без запаздывания лишь множителем $e^{-p\tau}$. Следовательно, граф переходных состояний такой системы должен содержать ветвь с передачей $e^{-p\tau}$, инцидентной управляющему сигналу $u(\lambda)$. Уравнения, описывающие состояние систем в любой момент времени $\lambda = t - jT$ ($0 < \lambda \leq T$), могут быть выписаны по графу с

учетом величины запаздывания, которое проявляется в действии управляющих сигналов.

При определенных предположениях первичные модели каналов и участков рек могут быть отнесены к классу стационарных систем с запаздыванием.

Рассмотрим построение графовой модели и расчет выходной координаты на примере одномерной нелинейной системы с частотно-импульсной модуляцией с запаздыванием, представленной на рисунке 3.3.1. На рисунке 3.3.2 представлена эквивалентная схема заданной системы.

Исходные данные:

$$W(p) = \frac{0,5}{p(p+1)}; \quad T_n = \frac{2}{0,1 + |e_n|}; \quad z_n = \text{sign } e_n; \quad \theta = 0,25\text{sec.}; \quad \tau = 1\text{sec.}$$

$$T_n = t_{n+1} - t_n$$

Как известно, передаточная функция замкнутой системы с запаздыванием по управлению отличается от соответствующей системы без запаздывания только множителем $e^{-p\tau}$. Следовательно, граф переходных состояний такой системы должен содержать ветвь с передачей $e^{-p\tau}$.

Уравнения, описывающие состояние системы с учетом величины запаздывания, которое проявляется в действии управляющих сигналов, в любой момент переключения импульсного элемента t_j ($j=1, 2, \dots, n$) и в смещенные моменты времени $t_j + \theta$ ($j=1, 2, \dots, n$), могут быть определены из динамической графовой модели системы (рис. 3.3.3).

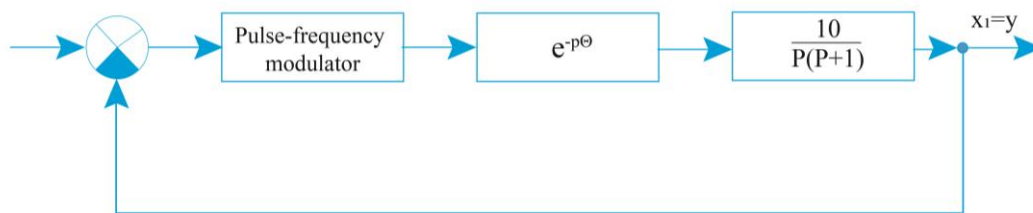


Рис.3.3.1. Структурная схема одномерной нелинейной системы с частотно- импульсным модулятором с запаздыванием.

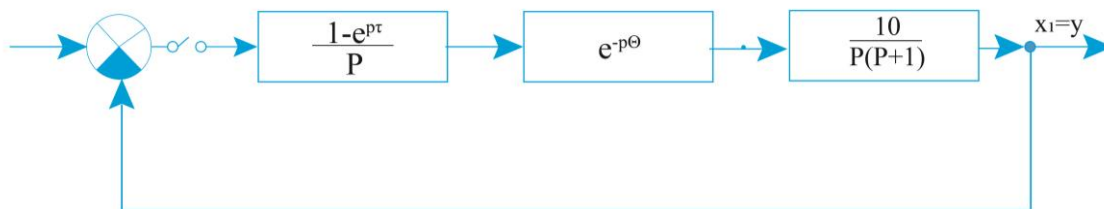


Рис.3.3.2. Эквивалентная схема одномерной нелинейной системы с частотно- импульсным модулятором с запаздыванием.

График выходной функции представлен на рисунке 3.1.4. Из графика видно, что по окончании переходного процесса в системе устанавливаются автоколебания. Это происходит от того, что частотно- импульсная система вблизи начала координат ведет себя подобно релейно- импульсной системе и поэтому при отсутствии зоны нечувствительности не имеет в начале координат равновесной точки.

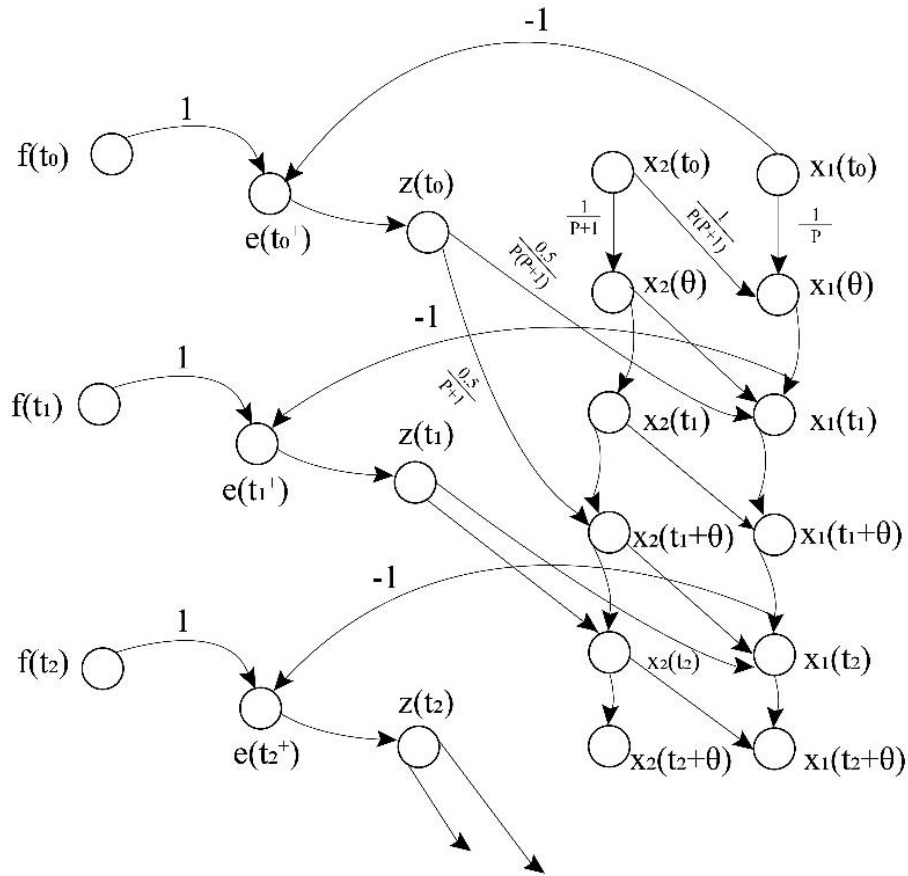


Рис.3.3.3. Динамическая графовая одномерной нелинейной системы с частотно- импульсным модулятором с запаздыванием.

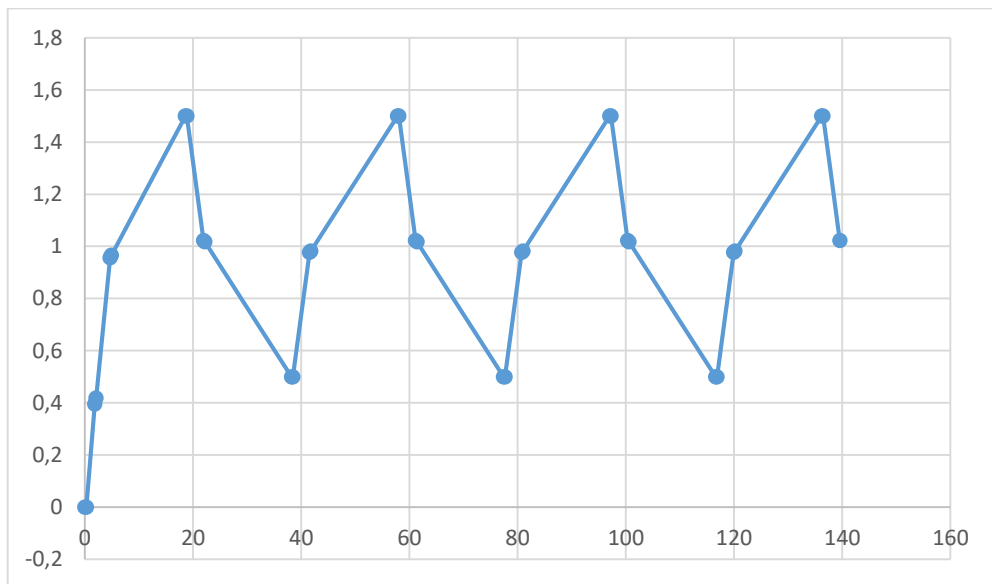


Рис.3.3.4. График переходных процессов одномерной нелинейной системы с частотно- импульсным модулятором с запаздыванием.

Структурная и функциональная сложность современных ирригационных систем порождает при решении задач формального описания, анализа и синтеза принципиальные трудности методологического и вычислительного характера, которые в значительной степени могут быть исключены при использовании топологических методов и моделей исследования.

Разработка методов и моделей, охватывающих широкий класс систем, приводит к необходимости учитывать в числе важнейших такие факторы сложности как структурная сложность управляемых объектов, сочетание логических и динамических переменных, наличие запаздывания, нелинейность, многомерность, сложные режимы функционирования систем нижнего уровня иерархии АСУТП ИС и другие.

Управление динамическими системами в различных отраслях техники и промышленности, в том числе в сельском и водном хозяйствах, в настоящее время выполняется исключительно с помощью цифровых технических средств. В таких системах измерения и управление осуществляются в дискретные моменты времени, поэтому исследование дискретных математических моделей динамических систем на сегодняшний день является актуальной задачей.

Системы с частотно-импульсной модуляцией (ЧИМ), которые входят в нижний уровень АСУТП ИС, относятся к существенно нелинейным системам. Топологические методы на базе динамических графовых моделей позволяют разрешить принципиальные трудности при исследовании частотно-

импульсных- систем (ЧИС), дают возможность получить эффективные алгоритмы анализа систем данного класса. В работе выполнен расчет одномерной нелинейной частотно- импульсной системы с запаздыванием на основе динамической графовой модели.

Дальнейшие исследования связаны с анализом многомерных систем данного класса с запаздыванием в отдельных каналах на основе графового моделирования.

3.4. Модели участков каналов и узлов ГТС

В настоящее время основу построения математических моделей неустановившегося движения воды в открытых водотоках (самотечные каналы, реки) составляют дифференциальные уравнения в частных производных гиперболического типа (уравнения Сен-Венана), которые имеют вид

$$i_0 - \frac{\partial H}{\partial S} = \frac{a}{g} \left(v \frac{\partial v}{\partial S} + \frac{\partial v}{\partial t} \right) + \frac{v|v|}{c^2 R}, \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial S} = 0, \quad (3.2)$$

где s - пространственная координата вдоль русла; t - время; H - глубина потока в русле; v - средняя скорость течения воды в русле;

Q - средний расход в русле; c - коэффициент Шези; R - гидравлический радиус русла ; g - ускорение силы тяжести; a - коэффициент, характеризующий неравномерность распределения скоростей по поперечному сечению русла.

Задачей расчета неустановившегося движения является определение двух характеристик, описывающих состояние одномерного потока в функции от расстояния s и времени t , т.е. получение зависимостей

$$Q = Q(S, t); H = H(S, t). \quad (3.3)$$

В настоящее время разработано множество методов решения дифференциальных уравнений неустановившегося движения воды, которые обычно разделяют на строгие и упрощенные. Строгие методы можно разделить на линейные и нелинейные. К нелинейным относятся методы характеристик, сеток и мгновенных режимов. В линейных методах дифференциальные уравнения (3.1), (3.2) линеаризуются (метод волн малой амплитуды вариационный метод и др.).

При использовании упрощенных методов указанная система уравнений непосредственно не интегрируется и заменяется упрощенной моделью явления (метод Калинина- Милюкова, Маскингама).

При полной априорной информации о морфологических и гидрометрических характеристиках русла, а также при повышенных требованиях к точности расчетов неустановившегося движения в участках каналов и рек необходимо пользоваться строгими методами. Одним из них является метод Э. Э. Маковского [Маковский, 2000]. На основе использования теории волн малой амплитуды получены аналитические выражения для описания переходных процессов в каналах в терминах теории автоматического управления, позволяющие учитывать характерные

особенности оросительных систем: распределенность, инерционность, запаздывание и др.

На основе анализа влияния на формирование переходного процесса прямых и обратных, отраженных и неотраженных волн получены аналитические выражения, описывающие изменения уровня и скорости в створе (рис. 3.4.1).

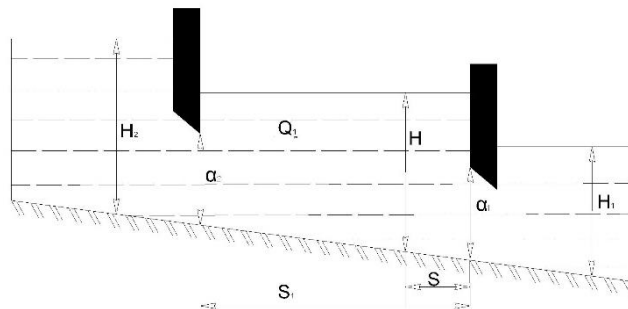


Рис. 3.4.1. Участок канала, ограниченный перегораживающими сооружениями

Для наиболее общего случая эти выражения в области изображений записываются в виде

$$z = \left\{ 1 - W_2(p)W_3(p) \exp[-(\tau'_{10} - \tau'_{20})p] \right\} = [W_1(p)(A_H N_H + R_H z_2) + W_5(p)x_2 \xi_0 - W_7(p)\varepsilon_0]^* \\ * \left[-\frac{\gamma_1}{\gamma_2} \exp(-\tau'_1 p) \right] + [W_4(p)(N_K A_K + R_K z_1) + W_6(p)x_1 \xi_0 - W_8(p)\varepsilon_0] W_2(p) \frac{\gamma_1 \gamma_2}{x_1} \exp[-(\tau'_1 + \tau'_{20})p] + \\ + W_1(p)(N_H A_H + R_H z_2) + W_5(p)x_2 \xi - W_7(p)\varepsilon_0 W_3(p) * \frac{\gamma_{10} \gamma_2}{x_2} \exp[-(\tau'_{10} + \tau'_2)p] + [W_4(p) \\ (N_K A_K + R_K z_1) + W_6(p)x_1 \xi_0 - W_8(p)] * \left[-\frac{\gamma_2}{\gamma_1} \exp(-\tau'_2 p) \right] + \xi_0$$

где передаточные функции $W_i(p)$ имеют форму

$$W_i(p) = \frac{L_i p + K_i}{T_i p + 1}. \quad (3.4)$$

Переменные и коэффициенты, участвующие в формировании ТИМ участка канала, несут следующую смысловую нагрузку: параметры передаточных функций L_i , K_i , τ_{10}' , τ_1' , τ_2' , τ_{20}' зависят от месторасположения створа наблюдения неустановившегося движения; $(N_K A_K + R_K z_1)$ - переменная, учитывающая изменение открытия затвора в конце участка и изменения уровня воды в нижнем бьефе нижнего перегораживающего сооружения; ε_0 - начальное значение скорости потока в канале, ξ_0 - начальное значение уровня воды в канале; $(N_H A_H + R_H z_2)$ - переменная, учитывающая изменение открытия затвора в начале участка канала и изменение уровня в верхнем бьефе верхнего перегораживающего сооружения [Кадыров, 2004].

В практических расчетах значительный интерес представляют длинные бьефы, характеризующиеся большими расстояниями между перегораживающими сооружениями, когда отраженные волны не приходят в створ, где приложено возмущающее воздействие. Топологические модели участка канала разработаны для следующих случаев:

- a) $S_1 \gg (S_1 - S)$ и $\alpha_H \neq 0, \xi_2 \neq 0, \alpha_K \neq 0, \xi_1 \neq 0$;
- b) $S_1 \gg S$, $\alpha_H \neq 0, \alpha_K \neq 0, \xi_2 \neq 0, \xi_1 \neq 0$;
- c) $S_1 \gg S$, $\xi_0 = 0, \varepsilon_0 = 0$.

Приведенные модели являются частными случаями общей модели могут быть получены путем исключения некоторых дуг и вершин. Иначе говоря, имея в памяти компьютера взвешенную

структуру, соответствующую общему случаю, и алгоритм перехода к более простым случаям, можно решать задачу настройки машинной модели к конкретному объекту из класса включенных в рассмотрение.

Моделирование узлов ГТС

Основным элементом оросительной системы, где происходит распределение воды, являются узлы гидротехнических сооружений (ГТС).

По гидравлическому режиму узлы ГТС делятся на два типа: со свободным и с затопленным истечением воды из-под щита.

Для описания характеристик перегораживающих сооружений на практике пользуются в основном статическими зависимостями в виде аналитических выражений и тарифовочных таблиц. Для определения расхода воды для сооружений со свободным истечением воды из-под щита пользуются формулой

$$Q = \varphi \varepsilon a b \beta \sqrt{2gH_0}, \quad (3.5)$$

где Q – расход после перегораживающего сооружения;

φ - коэффициент скорости;

ε - коэффициент вертикального сжатия потока при выходе из-под затвора;

β - коэффициент бокового сжатия потока при выходе из отверстия;

b - ширина затвора;

a - величина открытия затвора.

В практических расчетах определение коэффициентов φ , ε , β затруднено, поэтому приемлема более простая формула

$$Q = \mu ab \sqrt{2gH_0}, \quad (3.6)$$

где μ – некоторый обобщенный коэффициент, изменяющийся в пределах $1 \leq \mu \leq 2$ в зависимости от конструктивных и геометрических размеров ГТС.

В случае перегораживающих сооружений с несвободным истечением воды из-под щита выражение (1) принимает вид

$$Q = \varphi \varepsilon ab \beta \sqrt{2g(H_0 - h_2)}. \quad (3.7)$$

Аналогично случаю свободного истечения выражение (3.7) может быть преобразовано к более простому виду:

$$Q = \mu ab \sqrt{2g(H_0 - h_2)}. \quad (3.8)$$

В практике эксплуатации оросительных систем обычно пользуются тарифовочными таблицами, которые определяются путем гидравлических замеров индивидуально для каждого сооружения. В некоторых случаях таблицы аппроксимируются семейством кривых. Полученное семейство кривых позволяет определять для различных значений $z_i = H_i - h_i$ и открытий затвора a_j расход Q_{ij} в нижнем бьефе перегораживающего сооружения.

Рассмотрим режим функционирования узла ГТС с одним перегораживающим сооружением. Для изменения расхода воды в нижнем бьефе необходимо изменить на определенную величину положение затвора. При этом необходимо учесть уровень H воды в верхнем бьефе, прежнее положение затвора, рассчитать величину, на которую нужно поднять или опустить затвор. Если условиться с положением затворов $a(t)$ связывать «состояние» узла ГТС в момент

времени t , принять за входы приращение к предыдущему положению затвора

$$u(t) = a(t) - a(t-1) \quad (3.9)$$

и уровень воды в верхнем бьефе, то узел ГТС можно формально привести к асинхронному конечному автомату с функциями переходов и выходов вида

$$a(t+1) = \varphi[a(t), \rho(t+1)], \quad (3.10)$$

$$Q(t+1) = \psi[a(t+1), \rho(t+1)]. \quad (3.11)$$

Уравнение (3.10) определяет функцию переходов, (3.11) – функцию выходов, $\rho = u \times H$ – входной алфавит АКА.

На формирование расходов воды в нижнем бьефе перегораживающего сооружения при свободном истечении влияют уровень H воды в верхнем бьефе и положение затворов.

Уровень H воды в чаше верхнего бьефе формируется за счет разницы притока H и оттоков от узла $\sum_i^n Q_i$. Аккумулирующие свойства верхнего бьефе можно учесть введением интегрирующего звена. При предлагаемой схеме формализации эти системы управления могут рассматриваться как логико – импульсные системы с АКА, дискретным регулятором и объектом с запаздыванием.

Например, для рассматриваемого узла ГТС с двумя распределительными каналами система управления по нижнему бьефу. Отсюда видим, что для исследования САУ ГТС можно успешно использовать топологические методы. Другая возможная

схема формализации САР ГТС связана с представлением их в виде рассмотренных дискретных систем с запаздыванием.

Модель водохранилища

При построении структурной модели водохранилища за основу возьмем работы, в которых при моделировании динамики водохранилищ используются уравнения водного баланса

$$\frac{dW}{dt} = P(t) + F(t) - Q(t) - G(t) - \Delta Q(t) \quad (3.12)$$

и кривые динамических объемов водохранилища

$$W = f(z, \bar{Q}),$$

$\frac{dW}{dt}$ - скорость изменения объема водохранилища;

$P(t)$ – основной приток воды в водохранилище;

$F(t)$ – боковая приточность к водохранилищу;

$G(t)$ – забираемый из водохранилища отвод (на неэнергетические цели, орошение и т.д.);

$\Delta Q(t)$ – суммарные потери (на испарение, фильтрацию и т. д.);

$z(t)$ – уровень воды верхнего бьефа водохранилища;

$\bar{Q}(t)$ – расчетный расход воды через водохранилище.

Выбор способа моделирования, основанного на этом уравнении и кривой динамического объема, объясняется тем, что получаемые в этом случае модели наиболее адекватны решаемой здесь задаче управления режимами работы водохранилищ.

Структурная модель водохранилища может быть построена исходя из следующих физических закономерностей. Процесс

накопления и опорожнения воды в водохранилище происходит за счет разницы притока Q_1 и оттока Q_2 .

При $\Delta Q = Q_1 - Q_2 > 0$ идет процесс накопления, в противном случае – опорожнения.

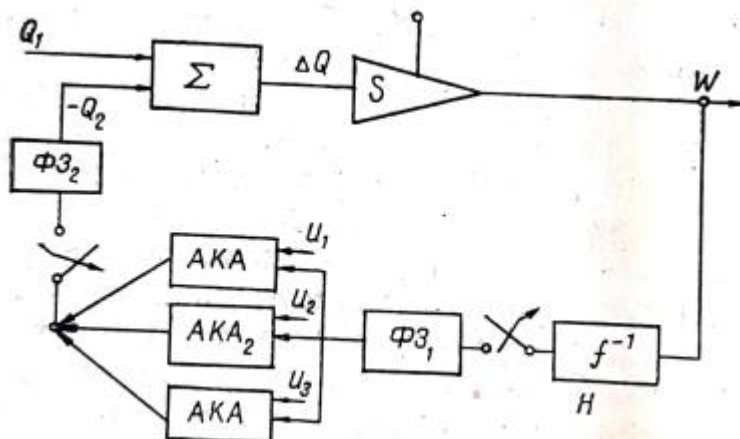


Рис.3.4.2. Дискретная модель водохранилища для случая трех автономных водовыпускных сооружений

Отток Q_2 зависит от положений затворов водовыпуска водохранилища и уровня воды H в нем. В свою очередь уровень H зависит от объема воды в водохранилище. Аккумулирующие свойства водохранилища можно учесть введением интегрирующего звена, а модель водовыпускного сооружения по аналогии с узлами ГТС интерпретировать асинхронным конечным автоматом с памятью. Тогда структурная модель водохранилища будет иметь вид, представленный на рис. 3.4.2.

Звено с передачей f^{-1} характеризует связь уровня и объема воды в водохранилище. Передача f^{-1} является обратной функцией кривой динамических объемов. Формирующие звенья ФЗ1, ФЗ2

выполняют роль формирователей входных и выходных сигналов асинхронных конечных автоматов АКА_i.

3.4. Построение первичных моделей элементов сложной оросительной системы

При построении моделей элементов ОС предполагалось наличие полной априорной информации об исследуемом объекте и возможность использования аналитических методов. Однако часто может иметь место ситуация, когда-либо отсутствует полная априорная информация об участке канала, реки, узле ГТС, либо необходимо уточнение модели с учетом заиления, наносов, размыва берегов и т. д. В этом случае, наряду с аналитическими методами, для построения первичных моделей могут быть использованы экспериментально – аналитические и экспериментальные методы. Остановимся на экспериментальных методах, которые, как известно, делятся на методы активного эксперимента и пассивного эксперимента.

Для большинства объектов активный эксперимент невозможен, поскольку связан с опасностью срыва технологического режима водораспределения. Например, в ГТС невозможно произвольно по желанию и планам экспериментатора манипулировать положениями затворов. Наряду с этим, в режиме нормальной эксплуатации ГТС диспетчеры для получения необходимых расходов воды в канале вводят значительные возмущения, т. е. изменяют положения затворов. Этим

обстоятельством можно воспользоваться для выявления закономерностей процессов, происходящих в объекте. Иначе говоря, при исследовании ГТС можно поставить активные эксперименты, связав их с нормальными условиями работы диспетчеров, т. е. моменты манипуляции затворами в плане проведения активного эксперимента преодолены действиями диспетчеров. Следует отметить, что активный эксперимент может быть полностью спланирован экспериментатором, если эксперименты проводятся в период неосновных режимов работы ГТС, т. е. до или после вегетационного периода. Например, после вегетационного периода были проведены эксперименты на Наиманском, Нарпайском, Дамходжинском узлах ГТС.

Рассматривая узлы ГТС как многомерные объекты управления, в результате обработки данных эксперимента (усреднение, сглаживание экспериментальных переходных функций, определение структуры и параметров аппроксимирующей передаточной функции) были получены модели статики и динамики. Так, матрица передаточных функций для Наиманского узла ГТС получена в виде

$$W(p) = \begin{bmatrix} \frac{0.467(1+3840.4p)e^{-30p}}{3956p^3+237.1p^2+1398.4p+1} & \frac{0.24e^{-30p}}{(121.3p+1)^2} & \frac{0.398e^{-45p}}{(1+453.8p)^2} \\ \frac{(45.7+1)254e^{-0.75p}}{360.3p^3+172.8p^2+24.5p+1} & \frac{0.531e^{-25p}}{168.8p+1} & \frac{0.192e^{-53p}}{(660.9p+1)^2} \\ \frac{1.66e^{-45p}}{831.5p+1} & \frac{0.086e^{-45p}}{(0.216p+1)^2} & \frac{0.398e^{-30p}}{(1+453.8p)^2} \\ \frac{0.121e^{-165p}}{(858.6p+1)^2} & \frac{0.218e^{-45p}}{1554p+1} & \frac{0.218e^{-42p}}{1554p+1} \end{bmatrix}$$

Метод пассивного эксперимента целесообразно применять в тех случаях, когда нельзя создавать искусственных отклонений входных и выходных координат. Метод пассивного эксперимента применительно к объектам ирригации был использован при построении моделей статики и динамики элементов Катта-Курганского водного комплекса Зарашанской долины.

Например, для отводящего канала водохранилища модель статики получена в виде

$$Q_k = 2.668 + 0.929Q_n$$

модель динамики получена в виде

$$W(p) = \frac{0.96e^{-1.3p}}{(1.16p+1)(0.65p+1)},$$

Где Q_k - расход воды в конце отводящего канала; Q_n - в начале канала.

В связи с тем, что экспериментальные методы (особенно метод пассивного эксперимента) требуют большого объема вычислительных работ, был разработан программный комплекс в составе ППП по моделированию и управлению сложными оросительными системами, позволяющий автоматизировать процесс построения моделей ирригационных объектов в классе линейных многомерных стационарных с сосредоточенными параметрами.

Универсальная автоматизированная система имитации процессов в оросительных системах

Полученные структурные модели элементов оросительной системы играют двойную роль: с одной стороны, они необходимы

для решения задач анализа и синтеза непосредственно на уровне элементов ОС (имитация процессов, синтез регуляторов локальных САР ГТС и т. д.), с другой стороны, базируясь на моделях этих элементов, можно «собирать» модели сложных оросительных систем произвольной конфигурации. В силу того, что модели узлов ГТС, водохранилищ получены в виде логико – динамических систем, модель оросительной системы в целом также будет иметь динамические и логические переменные и условия. Для имитации процессов водораспределения необходимо в данном случае использовать трехуровневое описание: логический, информационно – сигнальный и динамический уровни. Перейдем к описанию разработанной на основе топологического метода универсальной автоматизированной системы имитации процессов в оросительных системах (ИМОС).

Программно ИМОС представляет собой совокупность пакетов прикладных программ, ориентированных на решение как самостоятельных задач имитационного моделирования, проектирования, так и совокупность задач, возникающих в процессе разработки АСУ ТП ОС.

Архитектура ИМОС

Имитационная система организована в форме совокупности ППП, разработанных в виде трехуровневых программных систем.

На первом уровне иерархии пакетов находится главная управляющая программа, предназначенная для организации диалога с пользователем, направленного на формирование задания и вызова в соответствии с ним программ второго уровня.

Второй уровень образуют подсистемы, представляющие собой программы, управляющие вызовом модулей, в соответствии с задачей, на которую ориентирована подсистема.

Третий уровень образуют программные модули, представляющие собой подпрограммы, написанные на языке программирования высокого уровня и хранящиеся на диске.

В основу разбиения программ на модули положены принципы: функциональной целостности и многоразового использования при решении различных задач отдельных модулей.

Подобное структурное построение пакетов позволяет с малыми затратами труда проводить расширение функциональных возможностей пакета путем присоединения дополнительных программных подсистем (интеграция в ширину), при этом в переделке будет нуждаться только главная управляющая программа.

Выделение двух уровней управления вычислительным процессом вызвано многообразием решаемых задач, сложностью информационных связей между отдельными программными компонентами и позволяет значительно сократить размеры главной управляющей программы.

Имеющиеся в системе программные модули можно разбить на три группы:

- осуществляющие в режиме диалога ввод исходных данных и параметров решаемой задачи;
- предназначенные для выполнения вычислительных операций и функций преобразования информации.

Формы общения пользователя с ИМОС

Общение пользователя с имитационной системой организовано в форме диалога, инициируемого машиной. Пользователь определяет задачи и по требованию машины вводит через терминал и фотосчитывающее устройство необходимую информацию. От человека, работающего с системой, не требуется специальной подготовки и знания алгоритмических языков программирования.

Условно можно выделить группы вопросов, предъявляемых системой пользователю:

- предназначенные для постановки задачи предполагают альтернативные ответы пользователя;
- предназначенные для конкретизации решаемой задачи и вводе отдельных параметров, необходимых при решении;
- предназначенные для ввода исходной информации по исследуемой оросительной системе.

Вывод результатов счета осуществляется в виде таблиц или отдельных числовых значений, снабженных соответствующими заголовками и комментариями.

Ввод и вывод информации осуществляются в режиме интерпретации, т. е. после вводе очередной порции информации машина переходит в режим счета до следующего прерывания для вывода рассчитанных значений или осуществления очередного запроса, дальнейший счет возможен только после ответа пользователя на вопрос или ввода запрашиваемой информации.

Информационное обеспечение ИМОС

Под информационным обеспечением ИМОС понимается вся совокупность информации, с которой работает система, формы ее

организации и хранения. При решении больших задач ИМОС оперирует с многочисленными потоками информации, устройства, передаваемыми от других программ через общие блоки памяти.

Внешними устройствами, с которых пользователь может осуществить ввод информации о решаемой задаче и об исследуемой системе, могут быть дисплейный терминал или устройства ввода с перфолент. Ввод этой информации осуществляется по запросу системы, в котором содержится также формат ввода данных. Информация, хранение которой осуществляется на дисковом запоминающем устройстве, - это структура и параметры исследуемой системы и информация многократного пользования, такая как, например, начальные условия по оросительной системе. Информация первого вида является постоянной и обновляется лишь при настройке на другой объект или при уточнении параметров математической модели. При этом имеется возможность формирования информационных файлов, содержащих сведения о структуре и параметрах ОС, с помощью редактора текста.

Информационные файлы о структуре и параметрах являются списковыми файлами, по отношению к ним возможна однократная запись и многократное считывание информации.

В пределах каждого пакета информационная связь между отдельными программными компонентами осуществляется через именованные блоки общей памяти. Эта часть информации является переменной и хранится в резидентной области памяти.

Практическое использование ИМОС (на примере комплекса сооружений Катта-Курганского водохранилища)

Разработанная имитационная система использована для решения задач моделирования ряда ирригационных систем Узбекистана. В качестве примера рассматривается комплекс сооружений Катта – Курганского водохранилища (КС ККВ), как одного из важных в системе водообеспечения земель Самаркандской и Навоийской областей. Комплекс сооружений Катта-Курганского водохранилища с точки зрения моделирования представляет собой сложную систему: несколько каналов, узлы гидротехнических сооружений, участок р. Карадарья, разветвленность оросительной сети, водохранилище.

ИМОС для КС ККВ использовалась при решении следующих задач:

- анализ планов водораспределения;
- использование в режиме тренажера диспетчерским персоналом;
- прогнозирование динамики изменения объемов воды в водохранилище;
- проверка работоспособности алгоритмов управления отдельными узлами ГТС и всем КС ККВ.

Предварительно на базе ИМОС построены первичные модели Дамходжинского, Нарпайского узлов ГТС, подводящего и отводящего каналов ККВ, участка р. Карадарья и Катта – Курганского водохранилища. Например, первичная модель Дамходжинского узла ГТС получена в виде матрицы передаточных функций:

В последующем результаты данного этапа работ послужили в качестве базы данных о КС ККВ.

В результате настройки универсальных моделей ИМОС на конкретную структуру и параметры КС ККВ были получены специализированные модули для имитации как отдельных элементов модулируемой системы, так и всей системы в целом [Кадыров, 2005].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов А.В. Системный анализ. — М.: Высшая школа, 2004. — 454 с.
2. Асланов, М. Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта / М. Асланов, А. Шатраков. — М.: Экономика, 2017. — 406 с.
3. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. - М.: Юрайт, 2010. - 616 с.
4. Винер Н., Кибернетика и общество. — М.: Тайдекс Ко, 2002. — 184 с.
5. Винер Н., Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. — М.: Наука, 1983. — 334 с.
6. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем: Учебник для студентов вузов. — М.: Высшая школа, 2006. — 511 с.
7. Гайдес М.А., Общая теория систем (системы и системный анализ). — Винница: Глобус-пресс, 2005. — 201 с.
8. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования, издание третье, исправленное. Москва, издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 2007
9. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы: Учебное пособие. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2005. — 295 с.
10. Кадыров А.А. Машинные методы моделирования и исследования структурно- сложных систем. Ташкент, 2005
11. Кадыров А.А. Динамические графовые модели в системах автоматического и автоматизированного управления. Ташкент, “Фан”, 2004. -240 с.

12. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем: пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 400 с.
13. Квейд Э. Анализ сложных систем. — М.: 2009. — 520 с.
14. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 216 с.
15. Кириллов, В.И. Квалиметрия и системный анализ: Учебное пособие / В.И. Кириллов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2008. - 440 с.
16. Общая теория систем / General System Theory - Ludwig von Bertalanffy
Издательство: New York: George Braziller, 2018
17. Марка Д., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. — М.: МетаТехнология, 2003. — 240 с.
18. Месарович М., Мако Д., Такахара М. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: 2003. — 344 с.
19. Маковский Э.Э. Автоматизация гидротехнических сооружений / Э.Э. Маковский, В.В. Волчкова; кол. авт. Академия наук Киргизской ССР, Институт автоматики. — Фрунзе: Илим, 2000.
20. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Системный анализ в логистике. — М.: 2002. — 480 с.
21. О'Коннор, Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006 — 256 с.
22. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. — М.: 2009. — 367 с.
23. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. — М.: 2011. — 224 с.
24. Системный анализ: краткий курс лекций / Под ред. В.П. Прохорова. — М.: КомКнига, 2006. — 216 с.

25. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Высш. шк., 2004. — 616 с.
26. Системный подход в современной науке (к 100-летию Людвиг фон Бергаланфи). — М.: Прогресс-Традиция, 2004. — 560 с.
27. Солодов А.В., Солодова Е.А. Системы с переменным запаздыванием. Москва, издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 2007.
28. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: Учеб. пособие. — СПб.: «Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. — 326.
29. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие. — К.: МАУП, 2003. — 368 с.
30. Уемов А.И. Общая теория систем для гуманитариев. — Wydawnictw 0 Universitas Rediviva, 2001. — 276 с.
31. Эшби Р. Введение в кибернетику. — М.: КомКнига, 2005. — 432 с.
32. Эшби Р. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. — М.: Мир, 1964. — 411с.
33. Убайдуллаева Ш.Р., Газиева Р.Т., Убайдуллаева Д.Р. Основы системного анализа: Учебное пособие - Ташкент: Изд-во НИУ «ТИИИМСХ», 2023. - 110 с.
34. Артюхов, В.В. Общая теория систем: Самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы / В.В. Артюхов. - М.: Ленанд, 2019. - 224 с.
35. Джонс, М. Тим. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М.Т. Джонс. - М. : ДМК-Пресс, 2006. - 312с.
36. Загорюлько Ю.А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний: учеб. пособие для вузов / М. : Юрайт, 2018. - 93 с.
37. Советов, Б.Я. Теория информационных процессов и систем: Учебное пособие / Б.Я. Советов. - М.: Академия, 2019. - 336 с.

38. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.В. Голубева. - СПб.: Лань, 2013. - 192 с.
39. Дворецкий, С.И. Моделирование систем: Учебник / С.И. Дворецкий. - М.: Академия, 2019. - 304 с.
40. S. R. Ubaydullayeva, D. R. Kadirova and D. R. Ubaydullayeva, "Graph Modeling and Automated Control of Complex Irrigation Systems," 2020 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russia, 2020, pp. 464-469, doi: 10.1109/RusAutoCon49822.2020.9208076.
41. S. R. Ubaydulayeva and A. M. Nigmatov, "Development of a Graph Model and Algorithm to Analyze the Dynamics of a Linear System with Delay," 2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russia, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICIEAM48468.2020.9111939.

Моделирование автоматических систем с частотно-импульсной модуляцией

Пример 1. Исследование динамики одномерных систем с частотно-импульсной модуляцией.

Требуется рассчитать переходный процесс в частотно- импульсной системе, представленной на рисунке 2.1.

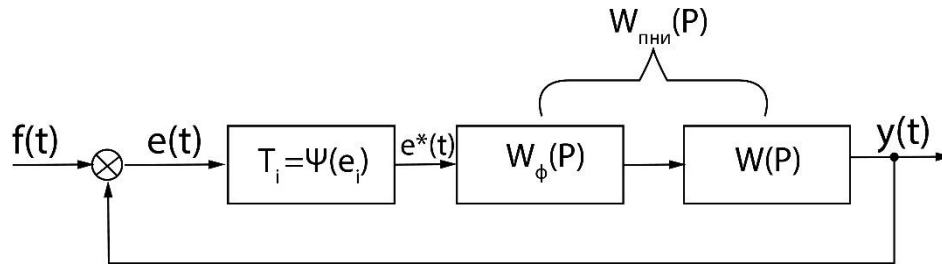


Рис. 2.1. Частотно- импульсная система 1- го порядка

Параметры системы следующие:

$W(p) = \frac{2}{p+1}$; $\tau = 0.1$; входное воздействие $f(t) = 4$; передаточная

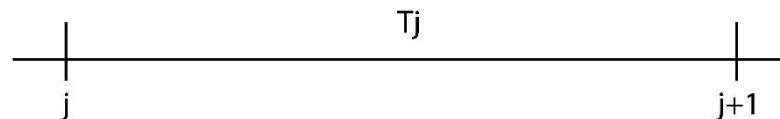
функции формирующею звено $W_\phi(p) = \frac{1 - e^{-p\tau}}{p}$;

Передаточная функция приведений непрерывной части равно

$$W_{мч}(p) = \frac{1 - e^{-p\tau}}{p} * \frac{2}{p+1};$$

Введем обозначения

T_j – длительность j – го интервала времени или иначе сдвиг между j – м и $(j+1)$ -м выходными импульсами модулятора



$T_j = \psi = [e_j^*(t_j)]$, t_j - момент появления j -го импульса.

$$t_n = \sum_{j=0}^{n-1} T_j,$$

$e_j = f_j - y_j$ – сигнал ошибки,

$e_j^* = b * \text{sign}(e_j)$ где b - постоянная величина. В данной задаче $b=1$, поэтому при расчетах будет использовать ошибку e_i . Для определенности положим

$$T_j = \psi[e_j(t_j)] = \frac{2}{|e(t_j)| + 0.1};$$

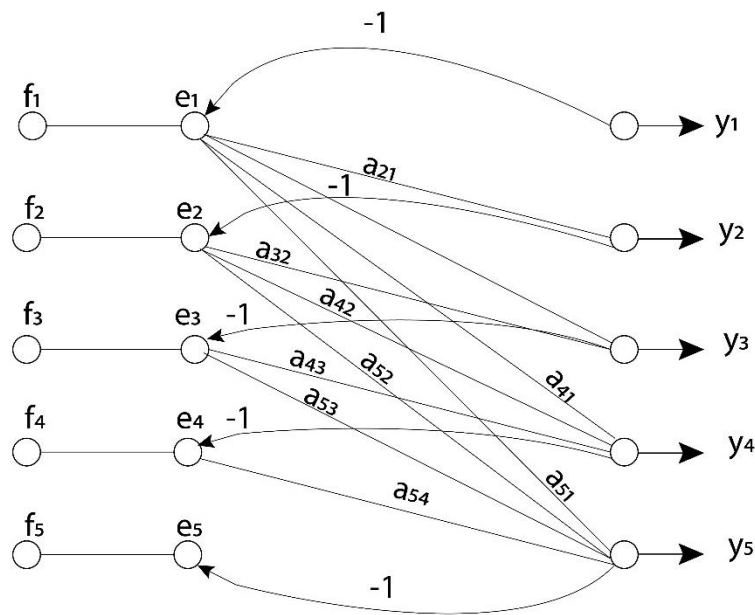
Расчеты будут осуществляться во временной области. Поэтому от изображения $W_{пнч}$ перейдем к ее оригиналу, тем самым будет определена импульсная переходная функция или иначе функция веса $W_{пнч}(t)$.

$$W_{пнч}(t) = L^{-1}\{W_{пнч}(p)\} = 2(1 - e^{-t}) - 2(1 - e^{-(t-\tau)}) = 2e^{-t}(e^{+\tau} - 1).$$

Начальное значение импульсной переходной функции $W_{пнч}(t)$ рассчитывается по данному выражению при $t=0, \tau=0$. То есть коэффициенты веса $a_{ii} = 0$ для всех i .

Последующие коэффициенты $a_{ij}/i > j$ рассчитываются по выражению $W_{пнч}(t) = 0.21e^{-t}$, которое получено с учетом $\tau = 0,1$.

Расчет процессов. Для формализованного представления структуры процессов и получения рекуррентного выражения строим импульсный потоковый граф для нескольких первых периодов повторения T_j импульсов на выходе ЧИМ.



$$a_{21} = 0.21e^{-t_2} = 0.21e^{-0.488} = 0.21 * 0.618 = 0.13$$

$$y_2 = e_1 * a_{21} = 4 * 0.13 = 0.52$$

$$e_2 = f_2 - y_2 = 4 - 0.52 = 3.48;$$

$$T_2 = \frac{2}{|e_2| + 0.1} = \frac{2}{3.58} = 0.56;$$

$$t_3 = T_1 + T_2 = 0.488 + 0.56 = 1.046$$

Третий шаг

$$y_3 = a_{31} * e_1 + a_{32} * e_2 = 0.073 * 4 + 0.12 * 3.48 = 0.71$$

$$a_{31} = W(t_3) = 0.21 * e^{-t_3} = 0.21 * 0.35 = 0.073;$$

$$a_{32} = W(T_2) = 0.21 * e^{-T_2} = 0.21e^{-(t_3 - T_1)} = 0.21 * e^{-0.56} = 0.21 * 0.571 = 0.12;$$

$$e_3 = f_3 - y_3 = 4 - 0.71 = 3.29;$$

$$T_3 = \frac{2}{|3.29| + 0.1} = \frac{2}{3.39} = 0.589;$$

$$t_4 = T_1 + T_2 + T_3 = 0.488 + 0.56 + 0.589 = 1.637$$

Четвертый шаг

$$y_u = e_1 * a_{u1} + e_2 * a_{u2} + e_3 * a_{u3}$$

$$a_{u1} = 0.21e^{-\sum_{i=1}^3 T_i} = 0.21 * e^{-1.637} = 0.21 * 0.194 = 0.04;$$

$$a_{u2} = 0.21e^{-\sum_{i=2}^3 T_i} = 0.21 * e^{-(T_2 + T_3)} = 0.21 * e^{-1.149} = 0.21 * 0.316 = 0.066;$$

$$a_{u3} = 0.21e^{-\sum_{i=3}^3 T_i} = 0.21 * e^{-T_3} = 0.21 * e^{-0.589} = 0.21 * 0.555 = 0.116;$$

$$y_u = 4 * 0.04 + 3.48 * 0.066 + 3.29 * 0.116 = 0.77;$$

$$e_u = f_u - y_u = 4 - 0.77 = 3.23;$$

$$T_u = \frac{2}{|e_u| + 0.1} = \frac{2}{3.33} = 0.6;$$

$$t_5 = \sum_{i=1}^4 T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 0.488 + 0.56 + 0.589 + 0.6 = 2.237;$$

Пятый шаг

$$y_5 = e_1 * a_{51} + e_2 * a_{52} + e_3 * a_{53} + e_4 * a_{54}$$

$$a_{51} = 0.21 * e^{-\sum_{i=1}^4 T_i} = 0.21 * e^{-2.237} = 0.21 * 0.107 = 0.022;$$

$$a_{52} = 0.21 * e^{-\sum_{i=2}^4 T_i} = 0.21 * e^{-1.749} = 0.21 * 0.174 = 0.0365;$$

$$a_{53} = 0.21 * e^{-\sum_{i=3}^4 T_i} = 0.21 * e^{-1.189} = 0.21 * 0.304 = 0.064;$$

$$a_{54} = 0.21 * e^{-T_u} = 0.21 * 0.548 = 0.115;$$

$$y_5 = 4 * 0.022 + 3.48 * 0.0365 + 3.29 * 0.064 + 3.23 * 0.115 = 0.796;$$

$$e_5 = f_5 - y_5 = 4 - 0.796 = 3.2;$$

$$T_5 = \frac{2}{|e_5| + 0.1} = \frac{2}{3.3} = 0.6;$$

$$t_6 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 0.488 + 0.56 + 0.589 + 0.6 + 0.6 = 2.837;$$

Шестой шаг

$$y_6 = a_{61} * e_1 + a_{62} * e_2 + a_{63} * e_3 + a_{64} * e_4 + a_{65} * e_5$$

$$a_{61} = W(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5) = 0.21 * e^{-2.837} = 0.21 * 0.059 = 0.012;$$

$$a_{62} = W(T_2 + T_3 + T_4 + T_5) = 0.21 * e^{-2.339} = 0.21 * 0.096 = 0.02;$$

$$a_{63} = W(T_3 + T_4 + T_5) = 0.21 * e^{-1.779} = 0.21 * 0.168 = 0.035;$$

$$a_{64} = W(T_4 + T_5) = 0.21 * e^{-1.19} = 0.21 * 0.304 = 0.064;$$

$$a_{65} = W(T_5) = 0.21 * e^{-0.6} = 0.21 * 0.554 = 0.116;$$

$$y_6 = 0.012 * 4 + 0.02 * 3.48 + 0.035 * 3.29 + 0.064 * 3.23 + 0.116 * 3.2 = 0.8098 \approx 0.81;$$

$$e_6 = f_6 - y_6 = 4 - 0.81 = 3.19;$$

$$T_6 = \frac{2}{|e_6| + 0.1} = \frac{2}{3.29} = 0.61;$$

$$t_7 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 = 0.488 + 0.56 + 0.589 + 0.6 + 0.6 + 0.61 = 3.437;$$

Седьмой шаг

$$y_7 = a_{71} * e_1 + a_{72} * e_2 + a_{73} * 76e_3 + a_{74} * e_4 + a_{75} * e_5 + a_{76} * e_6$$

$$a_{71} = W(t_7) = 2 * e^{-3.437} * 0.105 = 2 * 0.032 * 0.105 = 0.007$$

$$a_{72} = W(T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = 2 * e^{-\sum_{i=2}^6 T_i} * 0.105 = 2 * e^{-2.949} * 0.105 = 2 * 0.052 * 0.105 = 0.011;$$

$$a_{73} = W(T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = 2 * e^{-2.989} * 0.105 = 2 * 0.091 * 0.105 = 0.019;$$

$$a_{74} = W(T_4 + T_5 + T_6) = 2 * e^{-1.807} * 0.105 = 2 * 0.165 * 0.105 = 0.034;$$

$$a_{75} = W(T_5 + T_6) = 2 * e^{-1.2} * 0.105 = 2 * 0.301 * 0.105 = 0.063;$$

$$a_{76} = W(T_6) = 2 * e^{-0.61} * 0.105 = 2 * 0.543 * 0.105 = 0.114$$

$$y_7 = 0.007 * 4 + 0.011 * 3.48 + 0.019 * 3.29 + 0.034 * 3.23 + 0.063 * 3.2 + 0.114 * 3.19 =$$

$$y_7 = 0.028 + 0.038 + 0.062 + 0.11 + 0.2 + 0.363 = 0.801$$

$$e_7 = f_7 - y_7 = 4 - 0.801 = 3.198;$$

$$T_7 = \frac{2}{|e_7| + 0.1} = \frac{2}{3.298} = 0.606$$

Пример 2а.

Исследование динамических процессов в частотно-импульсной системе второго порядка, представленной на рисунке 2.3.

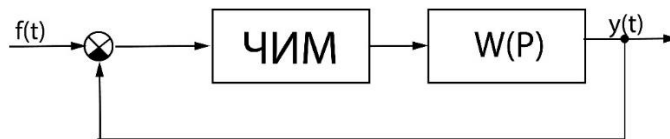


Рис.2.3. Структурная схема частотно-импульсной системы 2-го порядка

Характеристики системы 2-го порядка:

1) ЧИМ генерирует импульсы длительностью $\tau = 0,1$

$$2) W(p) = \frac{1}{p(p+0.5)};$$

3) ЧИМ заменяем фиксатором $W_{\phi}(p) = \frac{1 - e^{-p\tau}}{p}$;

4) Передаточная функция приведенной непрерывной части равна

$$W_{нч}(p) = \frac{1 - e^{-p\tau}}{p} * \frac{5}{p(p+0,5)} = \frac{5}{p^2(p+0,5)} - \frac{5}{p^2(p+0,5)} * e^{-p\tau};$$

$$5) T = \frac{2}{|e(t)| + 0.1}$$

$$6) f(t) = 4$$

$$7) W_{нч}(t) = \{ [W_{нч}(p)] \} = \left[\left\{ \frac{5}{p^2(p+0,5)} \right\} \right] - \left[\left\{ \frac{5}{p^2(p+0,5)} * e^{-p\tau} \right\} \right]$$

$$\begin{aligned}
W_{пнч}(t) &= 10(t - 2 + e^{-\frac{t}{2}}) - 10 \left[(t - \tau) - 2 + 2e^{-\frac{t-\tau}{2}} \right] = \\
&= 10t - 20 + 20e^{-\frac{t}{2}} - 10t + 10\tau + 20 - 20e^{-\frac{t-\tau}{2}} = \\
&= 20e^{-\frac{t}{2}}(1 - e^{-\frac{\tau}{2}}) + 10\tau = 20e^{-\frac{t}{2}}(1 - e^{-\frac{0.1}{2}}) + 10\tau = \\
&= 20e^{-\frac{t}{2}}(1 - 1.0513) + 10 \cdot 0.1;
\end{aligned}$$

$$W_{пнч} = (1 - 1.026e^{-\frac{t}{2}})$$

В дальнейшем изложении индекс «пнч» будет опускать.

Требуется для ЧИС с приведенными выше параметрами рассчитать переходные процессы.

Решение. Строим для нескольких моментов времени импульсный потоковый граф системы (рисунок 2.4.).

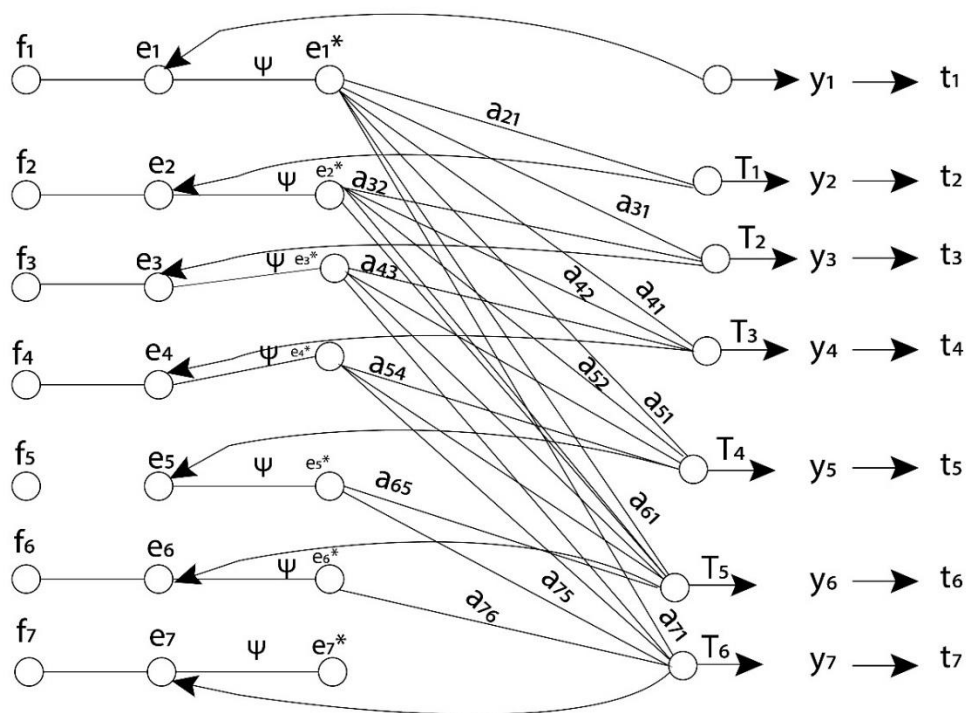


Рис.2.4. Импульсный потоковый граф частотно- импульсной системы 2- го порядка

Пользуясь данной графовой моделью, вычислим дискретные значения переходного процесса $y(t)$.

Первый шаг 2

$$y_1=0; \quad e_1=f_1-y_1=4; \quad T_1 = \frac{2}{|e_1|+0.1} = \frac{2}{4.1} = 0.488; \quad t_1=0; \quad t_2=T_1=0.488.$$

Второй шаг

$$y_2 = a_{21} * e_1; e$$

$$a_{21} = W(t_2) = W(T_1) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_1}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-0.244} = 0.194;$$

$$y_2 = 0.194 * 4 = 0.776;$$

$$e_2 = f_2 - y_2 = 4 - 0.776 = 3.224;$$

$$T_2 = \frac{2}{|e_2| + 0.1} = \frac{2}{3.324} = 0.602;$$

$$t_3 = T_1 + T_2 = 0.488 + 0.602 = 1.09;$$

Третий шаг

$$y_3 = a_{21} * e_1 + a_{32} * e_2$$

$$a_{21} = W(t_3) = W(T_1 + T_2) = 1 - 1.026e^{-1.09} = 0.405;$$

$$a_{32} = W(T_2) = 1 - 1.026e^{-\frac{T_2}{2}} = 1 - 1.026e^{-\frac{0.602}{2}} = 0.24;$$

$$y_3 = 0.405 * 4 + 0.24 * 3.224 = 2.394;$$

$$e_3 = f_3 - y_3 = 4 - 2.394 = 1.646;$$

$$T_3 = \frac{2}{|e_3| + 0.1} = \frac{2}{1.706} = 1.172$$

$$t_4 = T_1 + T_2 + T_3 = 0.488 + 0.602 + 1.172 = 2.262$$

Четвертый шаг

$$y_u = a_{u1} * e_1 + a_{u2} * e_2 + a_{u3} * e_3$$

$$a_{u1} = W(t_u) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{t_u}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{2.262}{2}} = 0.67;$$

$$a_{u2} = W(T_2 + T_3) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_2 + T_3}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{(0.602 + 1.172)}{2}} = 0.576;$$

$$a_{u3} = W(T_3) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_3}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{1.172}{2}} = 0.43;$$

$$y_u = 0.67 * 4 + 0.576 * 3.224 + 0.43 * 1.606 = 5.227;$$

$$e_u = f_u - y_u = 4 - 5.227 = -1.227;$$

$$T_u = \frac{2}{|e_u| + 0.1} = \frac{2}{1.227 + 0.1} = 1.507;$$

$$t_5 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 0.488 + 0.602 + 1.172 + 1.507 = 3.769.$$

Пятый шаг

$$y_5 = a_{51} * e_1 + a_{52} * e_2 + a_{53} * e_3 + a_{54} * e_4$$

$$a_{51} = W(t_5) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{3.769}{2}} = 0.844;$$

$$a_{52} = W(T_2 + T_3 + T_4) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{(T_2+T_3+T_4)}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{3.281}{2}} = 0.801;$$

$$a_{53} = W(T_3 + T_4) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_3+T_4}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{1.34}{2}} = 0.732;$$

$$a_{54} = W(T_4) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{1.507}{2}} = 0.515;$$

$$y_5 = 0.844 * 4 + 0.801 * 3.224 + 0.732 * 1.606 + 0.515 * (-1.227) = 6.5;$$

$$e_5 = f_5 - y_5 = 4 - 6.5 = -2.5$$

$$T_5 = \frac{2}{|e_5| + 0.1} = \frac{2}{2.5 + 0.1} = 0.769;$$

$$t_6 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 4.54;$$

Шестой шаг

$$y_6 = a_{61} * e_1 + a_{62} * e_2 + a_{63} * e_3 + a_{64} * e_4 + a_{65} * e_5$$

$$a_{61} = W(t_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{4.54}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-2.27} = 0.894;$$

$$a_{62} = W(T_2 + T_3 + T_4 + T_5) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{(T_2+T_3+T_4+T_5)}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{4.052}{2}} = 0.865;$$

$$a_{63} = W(T_3 + T_4 + T_5) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{(T_3+T_4+T_5)}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{3.448}{2}} = 0.817;$$

$$a_{64} = W(T_4 + T_5) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_4+T_5}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-1.138} = 0.67;$$

$$a_{65} = W(T_5) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{0.769}{2}} = 0.3;$$

$$y_6 = 0.894 * 4 + 0.865 * 3.224 + 0.817 * 1.606 + 0.67 * (-1.227) + 0.3 * (-2.5) = 6.104;$$

$$e_6 = f_6 - y_6 = 4 - 6.104 = -2.104;$$

$$T_6 = \frac{2}{|e_6| + 0.1} = \frac{2}{2.204} = 0.907;$$

$$t_7 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 = 0.488 + 0.602 + 1.172 + 1.507 + 0.769 + 0.907 = 5.445;$$

Седьмой шаг

$$y_7 = a_{71} * e_1 + a_{72} * e_2 + a_{73} * e_3 + a_{74} * e_4 + a_{75} * e_5 + a_{76} * e_6$$

$$a_{71} = W(t_7) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{5.445}{2}} = 0.932;$$

$$a_{72} = W(T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{(T_2+T_3+T_4+T_5+T_6)}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{4.957}{2}} = 0.915;$$

$$a_{73} = W(T_3 + T_4 + T_5 + 2T_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_3+T_4+T_5+T_6}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{4.335}{2}} = 0.884;$$

$$a_{74} = W(T_4 + T_5 + T_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_4+T_5+T_6}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{3.183}{2}} = 0.79;$$

$$a_{75} = W(T_5 + T_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{T_5+T_6}{2}} = 1 - 1.026 * e^{-\frac{0.769+0.907}{2}} = 0.557;$$

$$a_{76} = W(T_6) = 1 - 1.026 * e^{-\frac{0.907}{2}} = 0.346;$$

$$y_7 = 0.932 * 4 + 0.915 * 3.224 + 0.884 * 1.606 + 0.79(-1.227) + 0.557(-2.5) + 0.346(-2.104) = 5;$$

$$e_7 = f_7 - y_7 = 4 - 5 = -1;$$

$$T_7 = \frac{2}{|e_7| + 0.1} = \frac{2}{1.1} = 1.82;$$

$$t_8 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 = 0.488 + 0.602 + 1.172 + 1.507 + 0.769 + 0.907 + 1.82 = 7.265 \cong 7.3$$

