

Реферат по дисциплине «история и философия науки»
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОВ РАСШИРЕНИЯ
СПЕКТРА.

Выполнил: аспирант ЗАО МНИТИ

А.П. Шулешкин

Проверил: д.ф.н. Е.В. Кораблева

Москва, 2017 г.

Оглавление

Актуальность темы исследования	3
Степень разработанности научной проблемы	4
Передача и хранение опорного сигнала	5
Историческая справка	6
Псевдослучайные последовательности.....	6
Цель и задачи исследования	8
Методология научного исследования.....	8
Гипотетико-дедуктивный метод познания.....	10
Индуктивный метод познания	10
Гипотетико-дедуктивный метод рассуждений	11
Системный метод исследования	11
Моделирование как метод научного исследования.....	12
Применимость различных методов исследования для решения поставленной задачи	13
Предполагаемый результат исследования.....	15
Литература.....	16

Актуальность темы исследования

Системы связи, использующие методы расширения спектра, известны с начала 1960-х годов. Отличительными особенностями таких систем связи являются — высокая помехозащищенность, возможность обеспечения кодового разделения большого числа абонентов, возможность измерения параметров движения объекта с высокой точностью. Эти свойства систем связи, использующих методы расширения спектра, были известны давно, но, поскольку элементная база не позволяла реализовать устройства формирования и обработки в приемлемых габаритах, то долгое время такие системы связи широкого развития не получали. К концу 80-х годов положение резко изменилось. Появились задачи, требующие обеспечения на несколько порядков более высокой помехозащищенности. Реализация таких систем стала возможной благодаря развитию сверхбольших интегральных схем, специализированных процессоров цифровой обработки сигналов, приборов с зарядовой связью.

В настоящее время, системы связи, использующие методы расширения спектра, широко используются в бытовых системах мобильной связи (системы CDMA), а системы спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС) невозможны без использования методов расширения спектра.

При разработке таких систем связи приходится решать множество научно-технических задач по реализации и оптимизации устройств корреляционной обработки, устройств синхронизации. Особенно важны задачи оптимизации при реализации методов расширения спектра с использованием отечественной элементной базы, которая намного отстает от импортной.

Степень разработанности научной проблемы

Изначально методы расширения спектра применялись для создания помехоустойчивых систем связи. Позднее системы с расширенным спектром стали применять в радиолокации и системах с множественным доступом. Методы расширенного спектра получили свое название из-за того, что полоса, используемая для передачи сигнала, намного шире минимальной, необходимой для передачи данных. Отличительные особенности систем с расширенным спектром:

- Используемая полоса во много раз шире минимальной, необходимой для передачи данных.
- Расширение спектра производится с помощью расширяющего сигнала, не зависящего от передаваемой информации.
- Восстановление исходных данных приемником осуществляется путем сопоставления полученного сигнала с синхронизированной копией расширяющего сигнала.

Системы связи с расширенным спектром обладают следующими преимуществами:

- Высокая помехозащищенность.
- Возможность кодового разделения большого числа абонентов.
- Снижение плотности энергии (низкая вероятность детектирования сеанса связи кем-либо кроме определенного приемника).

Существуют три основных метода расширения спектра – метод прямой последовательности, метод скачкообразной перестройки частоты, метод переключения временных интервалов. Кроме этого существуют смешанные методы, являющиеся развитием трех основных методов.

Передача и хранение опорного сигнала

В течение первых нескольких лет исследования систем расширенного спектра синхронизация работы приемника и передатчика производилась с помощью истинно случайного расширяющего сигнала. Такие устройства получили название систем связи с передачей опорного сигнала. В системах связи с передачей опорного сигнала передатчик отправляет две версии непредсказуемых широкополосных несущих, одна из которых модулируется данными, а другая остается немодулированной. Указанные два сигнала передаются по разным каналам. Приемник использует немодулированную несущую, для сужения несущей, модулированной данными. Существенные недостатки систем с передачей опорного сигнала заключаются в следующем:

- расширяющий код отправляется незашифрованным, поэтому доступен для прослушивания;
- в систему легко внедрить чужеродную информацию, если послать пару сигналов, приемлемых для приемника;
- наличие шумов в обоих каналах приводит к росту вероятности ошибки при низкой мощности сигнала;
- для передачи опорного сигнала требуется удвоить ширину полосы и мощность сигнала.

Все современные системы расширенного спектра построены с использованием метода хранения опорного сигнала. В этом случае опорный сигнал независимо генерируется приемником и передатчиком. Основным преимуществом систем с хранением опорного сигнала является то, что при правильном выборе кода сигнал не может быть определен путем прослушивания. Поскольку один и тот же код должен быть независимо сгенерирован двумя или более пользователями, последовательность кода должна быть детерминированной. Такая последовательность

детерминированных сигналов называется псевдошумовой, или шумоподобным сигналом (ШПС).

Теоретические основы систем связи с использованием методов расширения спектра были заложены в работах В.А. Котельникова [5, 6] и К. Шеннона. В России исследованиями в этой области занимаются В.И. Борисов, В.Б. Пестряков, В.И. Журавлев, М.И. Жодзишский, Б.И. Шахтарин, Л.Е. Варакин [4], В.Е. Гантмахер и др.

Историческая справка

Первые практические эксперименты по передаче информации шумоподобными сигналами провел в конце 40-х — начале 50-х Мортимер Рогофф. Используя фотографию, Рогофф построил «шумовое колесо», содержащее информацию о псевдослучайном сигнале. Из телефонного справочника Манхеттена были выбраны 1440 номеров, не заканчивающихся на «00». Две из четырех последних цифр каждого номера были расположены с интервалом $1/4^\circ$, после чего график был перенесен на пленку в виде колеса. При вращении колеса свет, излучаемый из прорези, модулируется по амплитуде и формирует псевдослучайный расширяющий сигнал, который может быть зафиксирован фотоэлементами.

Рогофф установил два идентичных шумовых колеса на ось, вращаемую синхронным двигателем с частотой 900 об/мин. Расширяющий сигнал одного из колес модулировался данными (и помехами), после чего поступал на один из входов принимающего коррелятора. На другой вход коррелятора поступал немодулированный сигнал второго колеса. Эксперименты проводились с узкополосными сигналами на скорости 1 бит/с.

Псевдослучайные последовательности

Системы связи расширенного спектра с хранением опорного сигнала не позволяют использовать истинно случайные кодовые сигналы. В системах с хранением опорного сигнала должен применяться псевдошумовой кодовый сигнал. Истинно случайная последовательность может быть предсказуема

только в статистическом смысле. Псевдослучайный код на самом деле не является случайным — это детерминированный периодический сигнал, известный передатчику и приемнику. Псевдослучайный называется таким образом, потому что имеет все статистические свойства дискретного белого шума.

Существует три основных свойства любой периодической двоичной последовательности, которые могут быть использованы в качестве проверки на случайность.

- Сбалансированность. Для каждого интервала последовательности количество двоичных единиц должно отличаться от числа двоичных нулей не больше чем на один элемент.
- Цикличность. Циклом называют непрерывную последовательность двоичных чисел. Появление иной двоичной последовательности автоматически начинает новый цикл. Длина цикла равна количеству цифр в нем. Желательно, чтобы в каждом фрагменте последовательности приблизительно половину составляли циклы обоих типов длиной 1, приблизительно четверть — длиной 2, приблизительно одну восьмую — длиной 3 и т. д.
- Корреляция. Если часть последовательности и ее циклично сдвинутая копия поэлементно сравниваются, желательно, чтобы число совпадений отличалось от числа несовпадений не более чем на единицу.

Наиболее известными последовательностями, удовлетворяющими этим свойствам являются М-последовательность, последовательности Лежандра и Якоби, коды Баркера, коды Голда, последовательности максимальной вероятности.

Цель и задачи исследования

Целями исследования является разработка методов расширения спектра, предназначенных для реализации на отечественной элементной базе. Наиболее существенным отличием данной задачи от других задач, решаемых с использованием методов расширения спектра, является значительная ограниченность отечественной элементной базы. Задача разработки систем связи, отвечающих современным требованиям, осложняется тем, что степень интеграции отечественных интегральных микросхем в сотни раз меньше зарубежных аналогов.

Методология научного исследования

В рамках самой методологии принято различать, во-первых, методы анализа существующего научного знания и, во-вторых, методы получения нового знания, которые называют методами научного исследования. Именно эти методы представляют наибольший интерес для будущих исследователей. Хотя они не могут заменить талант и творчество, тем не менее служат важным подспорьем в процессе поиска истины, организации и контроля исследования.

Древнегреческое слово *method* обозначает путь к достижению какой-либо цели. Поэтому в широком смысле слова под методом подразумевается упорядоченный и организованный способ деятельности, направленный на достижение определенной практической или теоретической цели.

Происхождение метода первоначально связано с решением конкретных практических задач: изготовления предметов, необходимых для жизнедеятельности людей, строительства жилищ, выращивания урожая и т.п. Еще в глубокой древности было замечено, что для создания тех или иных вещей необходимо было выполнить ряд трудовых операций, руководствуясь при этом соответствующими приемами, средствами или способами в строго определенном порядке. В дальнейшем постепенно возникли различные методы и для решения научных задач и проблем.

Впервые проблемы научного метода стали изучаться в рамках древнегреческой науки. Именно там возник знаменитый аксиоматический метод и связанная с ним дедуктивная логика в форме силлогистики Аристотеля. Поскольку в античной науке не существовало опытного естествознания, то в ней изучались только теоретические методы исследования. С возникновением экспериментального естествознания в XVII в. на первый план выдвигается проблема исследования методов и средств опытного изучения природы. (Ф. Бэкон и Р. Декарт)

В качестве основных требований Декарт рекомендует три правила метода:

- начинать с простого и очевидного;
- из него путем дедукции получать более сложные высказывания;
- действуя при этом так, что-бы не было упущено ни единого звена, т.е. сохраняя непрерывность цепи умозаключений. Для осуществления этих целей, по его мнению, необходимы две способности ума: интуиция и дедукция. С помощью интуиции усматриваются простейшие и очевидные начала, из которых дедуктивно следуют все другие истины.

Современная методология использует множество других способов и приемов познания, общей особенностью которых является целенаправленный, организованный и систематический характер поиска истины. Только при систематическом использовании методов можно приблизиться к истине. Поэтому в самом широком смысле метод можно рассматривать как некоторую систематическую процедуру, состоящую из последовательности определенных операций, применение которых либо приводит к достижению поставленной цели, либо приближает к ней.

Метод представляет собой определенную последовательность действий, приемов, операций и средств для достижения поставленной цели. Цели же эти могут быть как практическими, так и теоретическими, познавательными. В науке приходится иметь дело с познавательными целями и задачами, которые, в

свою очередь, можно разделить на эмпирические и рациональные, фундаментальные и прикладные.

Существуют методы познания и исследования, являющиеся универсальными или почти универсальными. К числу последних относятся прежде всего диалектический метод познания, а также развивающий его на конкретном материале и получивший широкое признание общий системный подход. Почти универсальными по применению являются методы логики и математики.

Гипотетико-дедуктивный метод познания

Долгое время было распространено мнение, что методы эмпирических наук, в особенности естествознания, основываются на индукции, т.е. установлении общих законов на основе опытного исследования отдельных явлений и событий. Однако из опыта, как мы уже знаем, нельзя логически вывести достоверного знания об общем. Результаты опыта всегда имеют гипотетический, вероятностный характер. Все это заставило ученых отказаться от индуктивной модели обоснования науки и обратиться к анализу роли в ней гипотез.

Индуктивный метод познания

с помощью индукции можно делать обобщения и открывать простейшие эмпирические законы, но, во-первых, все они не выходят за рамки наблюдаемых свойств явлений, во-вторых, результаты индукции никогда не бывают безошибочными и достоверно истинными, а только вероятными или правдоподобными в той или иной степени.

Джон Стюарт Милль систематизировал и усовершенствовал каноны индукции Бэкона, чтобы использовать их для открытия законов причинной связи явлений. Однако с помощью таких канонов можно было устанавливать лишь простейшие причинные законы, выражающие регулярные, эмпирически наблюдаемые отношения между свойствами предметов явлений. Раскрытие же

глубоких внутренних связей между ними требует обращения к теоретическим понятиям и обобщениям фактов путем выдвижения смелых гипотез.

Никакого чисто логического пути перехода от эмпирических фактов к теоретическим законам не существует хотя бы потому, что в эмпирическом познании отсутствуют теоретические понятия. Единственный путь для их открытия заключается именно в выдвижении таких общих по форме и глубоких по содержанию гипотез, следствия которых надежно подтверждаются систематическими наблюдениями, экспериментом или практикой.

Удачные догадки и предположения возникают не на пустом месте, а являются итогом систематических эмпирических и теоретических исследований, в результате которых в науке появляются сначала гипотезы, а затем хорошо проверенные законы.

Гипотетико-дедуктивный метод рассуждений

Исторические корни гипотетико-дедуктивного подхода в разных формах связаны своим происхождением с умозаключениями из гипотез или предположений. Древние греки широко пользовались та-кого рода умозаключениями. Речь идет в первую очередь о знаменитом сократовском методе поиска истины путем систематического выдвижения предположений и последующей их критики в ходе диалога.

Системный метод исследования

В самом общем и широком смысле слова под системным исследованием предметов и явлений понимают такой метод, при котором они рассматриваются как части или элементы единого, целостного образования. Эти части или элементы, взаимодействуя друг с другом, определяют новые, интегративные свойства системы, которые отсутствуют у отдельных ее элементов. Для системного подхода характерно именно целостное рассмотрение, установление взаимодействия составных частей или элементов совокупности, несводимость свойств целого к свойствам частей.

Моделирование как метод научного исследования

Любой аналог (образ) какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве заменителя (представителя) оригинала, называется моделью (от лат. *modulus* — образец). Модель воспроизводит в специально оговоренном виде строение и свойства исследуемого объекта. Исследуемый объект, по отношению к которому изготавливается модель, называется оригиналом, образцом, прототипом.

Модель — это некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, явления или процесса.

Моделирование — это метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей. Теория замещения объектов-оригиналов объектом-моделью называется теорией моделирования.

- Основными этапами моделирования являются:
- постановка задачи;
- разработка модели, анализ и исследование задачи;
- компьютерный (натурный, физический) эксперимент;
- анализ результатов моделирования.

На этапе разработки модели осуществляется построение информационной модели, то есть формирование представления об элементах, составляющих исходный объект. Если результаты моделирования подтверждаются и могут служить основой для прогнозирования поведения исследуемых объектов, то говорят, что модель адекватна объекту. Степень адекватности зависит от цели и критериев моделирования.

Применимость различных методов исследования для решения поставленной задачи

Для разработки аппаратуры применим прежде всего системный метод, т. к. для решения поставленной задачи необходимо разработать изделия, которые представляют собой с философской точки зрения системы. Причем системы

иерархические, взаимодействующие с другими системами. Разработка этих систем заключается в построении их математических моделей и последующей экспериментальной проверке.

Разработка конструкций радиоэлектронной аппаратуры предполагает многовариантность проектных решений и выбор лучших из них в соответствии с техническим заданием. Причем многовариантность решений может быть как на конструкторско-технологическом уровне, так и на уровне компонентов и отдельных деталей. Отсюда возникает задача сравнительного анализа и выбора оптимальных (в том или ином смысле) проектных альтернатив по ТЗ в среде однородных множеств.

Критерии предпочтения или критериальные постановки могут формулироваться по-разному и в конечном итоге отражают степень информированности и понимание задачи выбора лицом принимающим решение. Обычно все множество критериев условно классифицируют следующим образом: векторные и скалярные; безусловные и условные; метрические и неметрические.

Разные критериальные постановки приводят к разному усечению исходного множества и, следовательно, к разным решениям. Различают сильные постановки, которые приводят к сильному усечению исходного множества вплоть до единственного варианта, и слабые постановки, которые несильно усекают исходное множество. Наиболее распространенными критериями выбора являются: критерий Парето (оптимальность по Парето), условный лексикографический критерий предпочтения, критерий последовательного выбора с помощью уступок, интегральный критерий.

Вариант является оптимальным по Парето, если не существует другого варианта, у которого значение по крайней мере одного показателя качества окажется меньше (при прочих равных значениях остальных показателей качества).

Лексикографический метод предполагает, что имеющийся ряд показателей качества упорядочен по важности. Для сравниваемых объектов сначала измеряются значения наиболее важного критерия. Предпочтительным оказывается тот объект, для которого значение этого критерия лучше. В том случае, когда значения сравниваемых объектов по наиболее важному критерию совпадают, то переходят к сравнению на основании следующего по важности критерия. Процедура заканчивается на той итерации, на которой удаётся упорядочить объекты по предпочтительности, или когда проведены сравнения по всем критериям.

Критерий последовательного выбора с помощью уступок, заключается в том, что все частные критерии располагают и нумеруют в порядке их относительной важности; максимизируют первый, наиболее важный критерий, затем назначают величину допустимого снижения значения этого критерия и максимизируют второй по важности частный критерий при условии, что значение первого критерия не должно отличаться от максимального более чем на величину установленного снижения (уступки), снова назначают величину уступки, но уже по второму критерию и находят максимум третьего по важности критерия при условии, чтобы значения первых двух критериев не отличались от ранее найденных максимальных значений больше чем на величины соответствующих уступок, далее подобным же образом поочередно используются все остальные частные критерии, оптимальной обычно считают любую стратегию, которая получена при решении задачи отыскания условного максимума последнего по важности критерия. Таким образом, при использовании метода последовательных уступок многокритериальная задача сводится к поочередной максимизации частных критериев и выбору величин уступок. Величины уступок характеризуют отклонение приоритета от них частных критериев перед другими от лексикографического: чем уступки меньше, тем приоритет жестче.

Предполагаемый результат исследования

Поскольку цель — это то, что в самом общем виде намерен достигнуть исследователь в итоге своей работы, цель исследования и предполагаемый результат, как правило, совпадают.

Область внедрения методов расширения спектра может быть самой разнообразной, начиная с бытовых нужд, и, кончая радиоастрономией. Однако разрабатываемые методы прежде всего ориентированы на применение в оборонно-военной промышленности Российской Федерации, поскольку бытовое применение отечественной элементной базы обычно экономически нецелесообразно. Из-за снижения плотности энергии, методы расширения спектра применяются для скрытной передачи информации, а возможность подавления помех используется для борьбы с преднамеренными помехами. Хорошая временная разрешающая способность сигналов расширенного спектра используется в радиолокации и системах позиционирования.

Литература

1. Петров Ю. П. История и философия науки. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
2. Simon M. K. Detectability of Spread Spectrum Signals. IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., 1979.
3. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. Москва: Издательский Дом “Вильямс”, 2003.
4. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. Москва: Радио и связь, 1985.
5. Котельников, В. А. Проблемы помехоустойчивой радиосвязи : радиотехнический сборник. Госэнергоиздат, 1947.
6. Котельников, В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости, Радио и связь. 1956.
7. Рузавин Г.И. Методология научного познания: Учеб. пособие для вузов, Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.