

Лекция №5. Уровни представления информационных систем

Характеристики уровней представления ИС: лингвистический, теоретико-множественный, абстрактно-алгебраический, динамический, логико-математический.

Кибернетический подход к описанию ИС. Процесс управления как информационный процесс. Этапы управления.

Методы и модели описания систем

Методы описания систем классифицируются в порядке возрастания формализованности - от качественных методов, с которыми в основном и связан был первоначально системный анализ, до количественного системного моделирования с применением ЭВМ. Разделение методов на качественные и количественные носит, конечно, условный характер.

- В качественных методах основное внимание уделяется организации постановки задачи, новому этапу ее формализации, формированию вариантов, выбору подхода к оценке вариантов, использованию опыта человека, его предпочтений, которые не всегда могут быть выражены в количественных оценках.
- Количественные методы связаны с анализом вариантов, с их количественными характеристиками корректности, точности и т. п. Для постановки задачи эти методы не имеют средств, почти полностью оставляя осуществление этого этапа за человеком.

Между этими крайними классами методов системного анализа имеются методы, которые стремятся охватить оба этапа — этап постановки задачи, разработки вариантов и этап оценки и количественного анализа вариантов,— но делают это с привлечением разных исходных концепций и терминологии, с разной степенью формализованности. Среди них: кибернетический подход к разработке адаптивных систем управления, проектирования и принятия решений (который исходит из развития основных идей классической теории автоматического регулирования и управления и теории адаптивных систем применительно к организационным системам); информационно-гносеологический подход к моделированию систем (основанный на общности процессов отражения, познания в системах различной физической природы); системно-структурный подход; метод ситуационного моделирования; метод имитационного динамического моделирования.

Качественные методы описания систем

Качественные методы системного анализа применяются, когда отсутствуют описания закономерностей систем в виде аналитических зависимостей.

Методы типа мозговой атаки. Концепция «мозговой атаки» получила широкое распространение с начала 50-х годов как метод систематической тренировки творческого мышления, нацеленный на открытие новых идей и

достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления. Методы этого типа известны также под названиями «мозговой штурм», «конференция идей», а в последнее время наибольшее распространение получил термин «коллективная генерация идей» (КГИ).

Обычно при проведении мозговой атаки или сессий КГИ стараются выполнять определенные правила, суть которых:

- обеспечить как можно большую свободу мышления участников КГИ и высказывания ими новых идей;
- приветствуются любые идеи, если вначале они кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей производится позднее);
- не допускается критика, не объявляется ложной и не прекращается обсуждение ни одной идеи;
- желательно высказывать как можно больше идей, особенно нетривиальных.

Подобием сессий КГИ можно считать разного рода совещания — конструктораты, заседания научных советов по проблемам, заседания специально создаваемых временных комиссий и другие собрания компетентных специалистов.

Методы типа сценариев. Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили название сценария. Первоначально этот метод предполагал подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, развернутые во времени. Однако позднее обязательное требование явно выраженных временных координат было снято, и сценарием стали называть любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы или предложения по ее решению, по развитию системы независимо от того, в какой форме он представлен. Как правило, предложения для подготовки подобных документов пишутся вначале индивидуально, а затем формируется согласованный текст.

На практике по типу сценариев разрабатывались прогнозы в некоторых отраслях промышленности. В настоящее время разновидностью сценариев можно считать предложения к комплексным программам развития отраслей народного хозяйства, подготавливаемые организациями или специальными комиссиями.

Сценарий является предварительной информацией, на основе которой проводится дальнейшая работа по прогнозированию развития отрасли или по разработке вариантов проекта. Он может быть подвергнут анализу, чтобы исключить из дальнейшего рассмотрения то, что в учитываемом периоде находится на достаточном уровне развития, если речь идет о прогнозе, или, напротив, то, что не может быть обеспечено в планируемом периоде, если речь идет о проекте. Таким образом, сценарий помогает составить представление о проблеме, а затем приступить к более формализованному представлению системы в виде графиков, таблиц для проведения экспертного опроса и других методов системного анализа.

Методы экспертных оценок. Термин «эксперт» происходит от латинского слова означающего «опытный».

При использовании экспертных оценок обычно предполагается, что мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта. В некоторых теоретических исследованиях отмечается, что это предположение не является очевидным.

Все множество проблем, решаемых методами экспертных оценок, делится на два класса. К первому относятся такие, в отношении которых имеется достаточное обеспечение информацией. При этом методы опроса и обработки основываются на использовании принципа «хорошего измерителя», т. е. эксперт — качественный источник информации; групповое мнение экспертов близко к истинному решению. Ко второму классу относятся проблемы, в отношении которых знаний для уверенности в справедливости указанных гипотез недостаточно. В этом случае экспертов уже нельзя рассматривать как «хороших измерителей» и необходимо осторожно подходить к обработке результатов экспертизы во избежание больших ошибок. В литературе в основном рассматриваются вопросы экспертного оценивания для решения задач первого класса.

При обработке материалов коллективной экспертной оценки используются методы теории ранговой корреляции. Для количественной оценки степени согласованности мнений экспертов применяется коэффициент конкордации

$$W = \frac{12d}{m^2(n^3 - n)},$$

где

$$d = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=2}^m r_{ij} - 0.5m(n+1) \right]^2$$

m — количество экспертов, $j = \overline{1, m}$; n — количество рассматриваемых свойств, $i = \overline{1, n}$; r_{ij} — место, которое заняло i -е свойство в ранжировке j -м экспертом; d_i — отклонение суммы рангов по i -му свойству от среднего арифметического сумм рангов по n свойствам.

Коэффициент конкордации W позволяет оценить, насколько согласованы между собой ряды предпочтительности, построенные каждым экспертом. Его значение находится в пределах $0 \leq W \leq 1$; $W=0$ означает полную противоположность, а $W=1$ — полное совпадение ранжировок. Практически достоверность считается хорошей, если $W = 0,7 \dots 0,8$.

Небольшое значение коэффициента конкордации, свидетельствующее о слабой согласованности мнений экспертов, является следствием следующих причин: в рассматриваемой совокупности экспертов действительно отсутствует общность мнений; внутри рассматриваемой совокупности экспертов существуют группы с высокой согласованностью мнений, однако обобщенные мнения таких групп противоположны.

Для наглядности представления о степени согласованности мнений двух любых экспертов А и В служит коэффициент парной ранговой корреляции

$$\rho_{AB} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \psi_i^2}{\frac{1}{6}(n^3 - n) - \frac{1}{n}(T_A + T_B)},$$

где ψ_i — разность (по модулю) величин рангов оценок i -го свойства, назначенных экспертами А и В: $\psi_i = |R_{A_i} - R_{B_i}|$; T_A и T_B — показатели связанных рангов оценок экспертов А и В.

Коэффициент парной ранговой корреляции принимает значения $-1 < \rho < +1$. Значение $\rho = +1$ соответствует полному совпадению оценок в рангах двух экспертов (полная согласованность мнений двух экспертов), а $\rho = -1$ — двум взаимно противоположным ранжировкам важности свойств (мнение одного эксперта противоположно мнению другого).

Методы типа «Дельфи». Характерный для середины XX в. бурный рост науки и техники вызвал большие перемены в отношении к оценкам будущего развития систем. Одним из результатов этого периода в развитии методов анализа сложных систем явилась разработка методов экспертной оценки, известных в литературе как «методы Дельфи». Название этих методов связано с древнегреческим городом Дельфи, где при храме Аполлона с IX в. до н.э. до IV в. н.э. по преданиям существовал Дельфийский оракул.

Суть метода Дельфи заключается в следующем. В отличие от традиционного подхода к достижению согласованности мнений экспертов путем открытой дискуссии метод Дельфи предполагает полный отказ от коллективных обсуждений. Это делается для того, чтобы уменьшить влияние таких психологических факторов, как присоединение к мнению наиболее авторитетного специалиста, нежелание отказаться от публично выраженного мнения, следование за мнением большинства. В методе Дельфи прямые дебаты заменены тщательно разработанной программой последовательных индивидуальных опросов, проводимых обычно в форме анкетирования. Ответы экспертов обобщаются и вместе с новой дополнительной информацией поступают в распоряжение экспертов, после чего они уточняют свои первоначальные ответы. Такая процедура повторяется несколько раз до достижения приемлемой сходимости совокупности высказанных мнений. Результаты эксперимента показали приемлемую сходимость оценок экспертов после пяти туров опроса.

Метод Дельфи первоначально был предложен О. Хелмером как итеративная процедура при проведении мозговой атаки, которая должна помочь снизить влияние психологических факторов при проведении повторных заседаний и повысить объективность результатов. Однако почти одновременно Дельфи-процедуры стали основным средством повышения объективности экспертных опросов с использованием количественных оценок при оценке деревьев цели и при разработке сценариев.

Процедура Дельфи-метода:

- 1) в упрощенном виде организуется последовательность циклов мозговой атаки;
- 2) в более сложном виде разрабатывается программа последовательных индивидуальных опросов обычно с помощью вопросников, исключая контакты между экспертами, но предусматривающая ознакомление их с мнениями друг друга между турами; вопросники от тура к туру могут уточняться;
- 3) в наиболее развитых методиках экспертам присваиваются весовые коэффициенты значимости их мнений, вычисляемые на основе предшествующих опросов, уточняемые от тура к туру и учитываемые при получении обобщенных результатов оценок.

Первое практическое применение метода Дельфи к решению некоторых задач Министерства обороны США во второй половине 40-х годов, показало его эффективность и целесообразность распространения на широкий класс задач, связанных с оценкой будущих событий.

Исследуемые проблемы: научные открытия, рост народонаселения, автоматизация производства, освоение космоса, предотвращение войны, военная техника. Результаты статистической обработки мнений экспертов позволили нарисовать вероятную картину будущего мира в указанных шести аспектах. Была оценена также степень согласованности мнений экспертов, которая оказалась приемлемой после проведения четырех туров опроса.

Недостатки метода Дельфи:

- значительный расход времени на проведение экспертизы, связанный с большим количеством последовательных повторений оценок;
- необходимость неоднократного пересмотра экспертом своих ответов вызывает у него отрицательную реакцию, что сказывается на результатах экспертизы.

Дальнейшим развитием метода Дельфи являются методы QUWST, SEER, PATTERN.

Методы типа дерева целей. Идея метода дерева целей впервые была предложена Черчменом в связи с проблемами принята решений в промышленности. Термин «дерево целей» подразумевает использование иерархической структуры, полученной путем разделения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более) детальные составляющие — новые подцели, функции и т. д. Как правило, этот термин используется для структур, имеющих от ношение строгого древесного порядка, но метод дерева целей используется иногда и применительно к «слабым» иерархиям в которых одна и та же вершина нижележащего уровня может быть одновременно подчинена двум или нескольким вершина» вышележащего уровня.

Древовидные иерархические структуры используются и при исследовании и совершенствовании организационных структур Не всегда разрабатываемое даже для анализа целей дерево может быть представлено в терминах целей. Иногда, например, при анализе целей научных исследований удобнее говорить

о дереве направлений прогнозирования. В. М. Глушковым, например, бы. предложен и в настоящее время широко используется термин) «прогнозный граф». При использовании этого понятия появляется возможность более точно определить понятие дерева как связного ориентированного графа, не содержащего петель, каждая пара вершин которого соединяется единственной цепью.

Морфологические методы. Основная идея морфологических методов — систематически находить все «мыслимые» варианты решения проблемы или реализации системы путем комбинирования выделенных элементов или их признаков. Идеи морфологического образа мышления восходят к Аристотелю, Платону, к известной средневековой модели механизации мышления Р. Луллия. В систематизированном виде морфологический подход был разработан и применен впервые швейцарским астрономом Ф. Цвикки и долгое время был известен как метод Цвикки.

Цвикки предложил три метода морфологического исследования.

Первый метод — метод систематического покрытия поля (МСПП), основанный на выделении так называемых опорных пунктов знания в любой исследуемой области и использовании для заполнения поля некоторых сформулированных принципов мышления. Второй — метод отрицания и конструирования (МОК), базирующийся на идее

Цвикки, заключающейся в том, что на пути конструктивного прогресса стоят догмы и компромиссные ограничения, которые есть смысл отрицать, и, следовательно, сформулировав некоторые предложения, полезно заменить их затем на противоположные и использовать при проведении анализа.

Третий — метод морфологического ящика (ММЯ), нашедший наиболее широкое распространение. Идея ММЯ состоит в определении всех «мыслимых» параметров, от которых может зависеть решение проблемы, и представлении их в виде матриц-строк, а затем в определении в этом морфологическом матрице-ящике всех возможных сочетаний параметров по одному из каждой строки. Полученные таким образом варианты могут затем подвергаться оценке и анализу с целью выбора наилучшего. Морфологический ящик может быть не только двумерным. Например, А. Холл использовал для исследования структуры систем трехмерный ящик.

Морфологические ящики Цвикки нашли широкое применение для анализа и разработки прогноза в технике. Для организационных же систем, систем управления такой ящик, который, повидимому, был бы многомерным, практически невозможно построить. Поэтому, используя идею морфологического подхода для моделирования организационных систем, разрабатывают языки моделирования или языки проектирования, которые применяют для порождения возможных ситуаций в системе, возможных вариантов решения и часто — как вспомогательное средство формирования нижних уровней иерархической структуры как при моделировании структуры целей, так и при моделировании организационных структур. Примерами таких языков служат: системно-структурные языки (язык функций и видов структуры, номинально-структурный язык), язык ситуационного управления, языки структурно-лингвистического моделирования.

Методика системного анализа. Методики, реализующие принципы системного анализа в конкретных условиях, направлены на то, чтобы формализовать процесс исследования системы, процесс поставки и решения проблемы. Методика системного анализа разрабатывается и применяется в тех случаях, когда у исследователя нет достаточных сведений о системе, которые позволили бы выбрать адекватный метод формализованного представления системы.

Общим для всех методик системного анализа является формирование вариантов представления системы (процесса решения задачи) и выбор наилучшего варианта. Положив в основу методики системного анализа эти два этапа, их затем можно разделить на под этапы. Например, первый этап можно разделить следующим образом:

1. Отделение (или ограничение) системы от среды.
2. Выбор подхода к представлению системы.
3. Формирование вариантов (или одного варианта — что часто делают, если система отображена в виде иерархической структуры) представления системы.

Второй этап можно представить следующими под этапами:

1. Выбор подхода к оценке вариантов.
2. Выбор критериев оценки и ограничений.
3. Проведение оценки.
4. Обработка результатов оценки.
5. Анализ полученных результатов и выбор наилучшего варианта (или корректировка варианта, если он был один).

В настоящее время трудно привести примеры методик, в которых все этапы были бы проработаны равноценно.

Количественные методы описания систем

Уровни (описания систем. При создании и эксплуатации сложных систем требуется проводить многочисленные исследования и расчеты, связанные с:

- оценкой показателей, характеризующих различные свойства систем;
- выбором оптимальной структуры системы;
- выбором оптимальных значений ее параметров.

Выполнение таких исследований возможно лишь при наличии математического описания процесса функционирования системы, т. е. ее математической модели.

Сложность реальных систем не позволяет строить для них «абсолютно» адекватные модели. Математическая модель (ММ) описывает некоторый упрощенный процесс, в котором представлены лишь основные явления, входящие в реальный процесс, и лишь главные факторы, действующие на реальную систему.

Какие явления считать основными и какие факторы главными — существенно зависит от назначения модели, от того, какие исследования с ее помощью предполагается проводить. Поэтому процесс функционирования одного и того же реального объекта может получить различные математические описания в зависимости от поставленной задачи.

Так как ММ сложной системы может быть сколько угодно много и все они определяются принятым уровнем абстрагирования, то рассмотрение задач на каком-либо одном уровне абстракции позволяет дать ответы на определенную группу вопросов, а для получения ответов на другие вопросы необходимо провести исследование уже на другом уровне абстракции. Каждый из возможных уровней абстрагирования обладает ограниченными, присущими только данному уровню абстрагирования возможностями. Для достижения максимально возможной полноты сведений необходимо изучить одну и ту же систему на всех целях сообразных для данного случая уровнях абстракции.

Наиболее пригодными являются следующие уровни абстрактного описания систем:

- символический, или, иначе, лингвистический;
- теоретико-множественный;
- абстрактно-алгебраический;
- топологический;
- логико-математический;
- теоретико-информационный;
- динамический;
- эвристический.

Условно первые четыре уровня относятся к высшим уровням описания систем, а последние четыре — к низшим.

Высшие уровни описания систем. Лингвистический уровень описания — наиболее высокий уровень абстрагирования. Из него как частные случаи можно получить другие уровни абстрактного описания систем более низкого ранга. Процесс формализации в математике обычно понимают как отвлечение от изменчивости рассматриваемого объекта. Поэтому формальные построения наиболее успешно используются, когда удается с предметами или процессами действительности каким-то образом сопоставлять некоторые стабильные, неизменные понятия.

Понятие о высказывании на данном абстрактном языке означает, что имеется некоторое предложение (формула), построенное на правилах данного языка. Предполагается, что эта формула содержит варьируемые переменные, которые только при определенном их значении делают высказывание истинным.

Все высказывания делят обычно на два типа. К первому причисляют «термы» (имена предметов, члены предложения и т. д.) — высказывания, с помощью которых обозначают объекты исследования, а ко второму — «функторы» — высказывания, определяющие отношения между термами.

С помощью термов и функторов можно показать, как из лингвистического уровня абстрактного описания (уровня высшего ранга) как частный случай возникает теоретико-множественный уровень абстрагирования (уровень более низкого ранга).

Термы — некоторые множества, с помощью которых перечисляют элементы, или, иначе, подсистемы изучаемых систем, а функторы устанавливают характер отношений между введенными множествами. Множество образуется из элементов, обладающих некоторыми свойствами и находящимися в некоторых отношениях между собой и элементами других множеств. (Следовательно, автоматизированные системы управления (АСУ) вполне подходят под такого рода определение понятия «множество». Это доказывает, что построение сложных систем на теоретико-множественном уровне абстракции вполне уместно и целесообразно.

На теоретико-множественном уровне абстракции можно получить только общие сведения о реальных системах, а для более конкретных целей необходимы другие абстрактные модели, которые позволили бы производить более тонкий анализ различных свойств реальных систем. Эти более низкие уровни абстрагирования, в свою очередь, являются уже частными случаями по отношению к теоретико-множественному уровню формального описания систем.

Так, если связи между элементами рассматриваемых множеств устанавливаются с помощью некоторых однозначных функций, отображающих элементы множества в само исходное множество, то приходим к абстрактно-алгебраическому уровню описания систем. В таких случаях говорят, что между элементами множеств установлены нульарные (никакие, отсутствующие), унарные, бинарные (двойные, двойственные), тернарные отношения и т. д. Если же на элементах рассматриваемых множеств определены некоторые топологические структуры, то в этом случае приходим к топологическому уровню абстрактного описания систем. При этом может быть использован язык общей топологии или ее ветвей, именуемых гомологической топологией, алгебраической топологией и т. д.

Низшие уровни описания систем. Логико-математический уровень описания систем нашел широкое применение для: формализации функционирования автоматов; задания условий функционирования автоматов; изучения вычислительной способности автоматов.

Понятие «автомат» (от греч. *automatos* — самодействующий) имеет следующие значения:

- 1) устройство, выполняющее некоторый процесс без непосредственного участия человека. В глубокой древности это часы, механические игрушки, со второй половины XVIII в. Широкое применение в промышленности для замены физического труда человека; в 40 — 50-х годах XX в. появились автоматы для выполнения некоторых видов умственного труда; автоматические вычислительные машины и другие

кибернетические устройства. Применение автоматов значительно повышает производительность труда, скорость и точность выполнения операций. Освобождает человека от утомительного однообразного труда, для защиты человека от условий, опасных для жизни или вредных для здоровья. Автоматы используются там, где невозможно присутствие человека (высокая температура, давление, ускорение, вакуум и т. д.);

- 2) математическое понятие, математическая модель реальных (технических) автоматов. Абстрактно автомат можно представить как некоторое устройство («черный ящик»), имеющее конечное число входных и выходных каналов и некоторое множество внутренних состояний. На входные каналы извне поступают сигналы, и в зависимости от их значения и от того, в каком состоянии он находился, автомат переходит в следующее состояние и выдает сигналы на свои выходные каналы. С течением времени входные сигналы изменяются, соответственно изменяются и состояние автомата, и его выходные каналы. Таким образом, автомат функционирует во времени;
- 3) в узком смысле автомат употребляется для обозначения так называемых синхронных дискретных автоматов. Такие автоматы имеют конечные множества значений входных и выходных сигналов, называемых входным и выходным алфавитом. Время разбивается на промежутки одинаковой длительности (такты): на протяжении всего такта входной сигнал, состояние и выходной сигнал не изменяются. Изменения происходят только на границах тактов. Следовательно, время можно считать дискретным $t=1,2, \dots, n$.

При любом процессе управления или регулирования, осуществляемом живым организмом или автоматически действующей машиной либо устройством, происходит переработка входной информации в выходную. Поэтому при теоретико-информационном уровне абстрактного описания систем информация выступает как свойство объектов и явлений (процессов) порождать многообразие состояний, которые посредством отражения передаются от одного объекта к другому и запечатлеваются в его структуре (возможно, в измененном виде).

Отображение множества состояний источника во множество состояний носителя информации называется способом кодирования, а образ состояния при выбранном способе кодирования — кодом этого состояния.

Абстрагируясь от физической сущности носителей информации и рассматривая их как элементы некоторого абстрактного множества, а способ их расположения как отношение в этом множестве, приходят к абстрактному понятию кода информации как способа ее представления. При таком подходе код информации можно рассматривать как математическую модель, т. е. абстрактное множество с заданными на нем предикатами. Эти предикаты определяют тип элементов кода и расположение их друг относительно друга.

Предикат — одно из фундаментальных понятий математики — условие, сформулированное в терминах точного логико-математического языка. Предикат содержит обозначения для произвольных объектов некоторого класса

(переменные). При замещении переменных именами объектов данного класса предикат задает точно определенное высказывание.

Динамический уровень абстрактного описания систем связан с представлением системы как некоторого объекта, куда в определенные моменты времени можно вводить вещество, энергию и информацию, а в другие моменты времени — выводить их, т. е. динамическая система наделяется свойством иметь «входы» и «выходы», причем процессы в них могут протекать как непрерывно, так и в дискретные моменты времени. Кроме этого, для динамических систем вводится понятие «состояние системы», характеризующее ее внутреннее свойство.

Эвристический уровень абстрактного описания систем предусматривает поиски удовлетворительного решения задач управления в связи с наличием в сложной системе человека. Эврика — это догадка, основанная на общем опыте решения родственных задач. Изучение интеллектуальной деятельности человека в процессе управления имеет очень важное значение.

Эвристика вообще — это прием, позволяющий сокращать количество просматриваемых вариантов при поиске решения задачи. Причем этот прием не гарантирует наилучшее решение.

Например, человек, играя в шахматы, пользуется эвристическими приемами выработки решета, так как продумать весь ход игры с начала до конца практически невозможно из-за слишком большого числа вариантов игры (надо обдумать около 10^{120} вариантов). Если на один вариант затрачивать всего 10 с, а в году около $3 \cdot 10^7$ с, то при 8-часовой работе без выходных дней и отпуска человек способен просчитать в год не более $(1/3 \cdot 3 \cdot 10^7) / 10 = 10^6$ вариантов. Следовательно, на перебор всех возможных вариантов шахматной партии понадобится одному человеку 10^{14} лет.

Поэтому в настоящее время бурно развивается эвристическое программирование — программирование игровых ситуаций, доказательства теорем, перевода с одного языка на другой, дифференциальной диагностики, распознавания образов (звуковых, зрительных и т. д.).

Большое внимание сейчас уделяется созданию искусственного и гибридного интеллекта. При этом важное значение играют решение проблемы иерархически организованного перебора, создание и разработка методов отсекающего заведомо невыгодных путей.

Таким образом, обзор уровней абстрактного описания систем показывает, что выбор подходящего метода формального описания при изучении той или иной реальной системы является всегда наиболее ответственным и трудным шагом в теоретико-системных построениях. Эта часть исследования почти не поддается формализации и во многом зависит от эрудиции исследователя, его профессиональной принадлежности, целей исследования и т. д. Наибольшее значение в настоящее время в абстрактной теории систем придается теоретико-

множественному, абстрактно-алгебраическому и динамическому уровням описания систем.

Оглавление

Лекция №5. Уровни представления информационных систем	1
Методы и модели описания систем	1
Качественные методы описания систем	1
Количественные методы описания систем	7