

«Моделирование систем управления»

Лекция 7

Методы активизации интуиции и опыта специалистов в моделировании систем

Доцент каф. ИСУиА Ларин А.
И.

Вопросы лекции

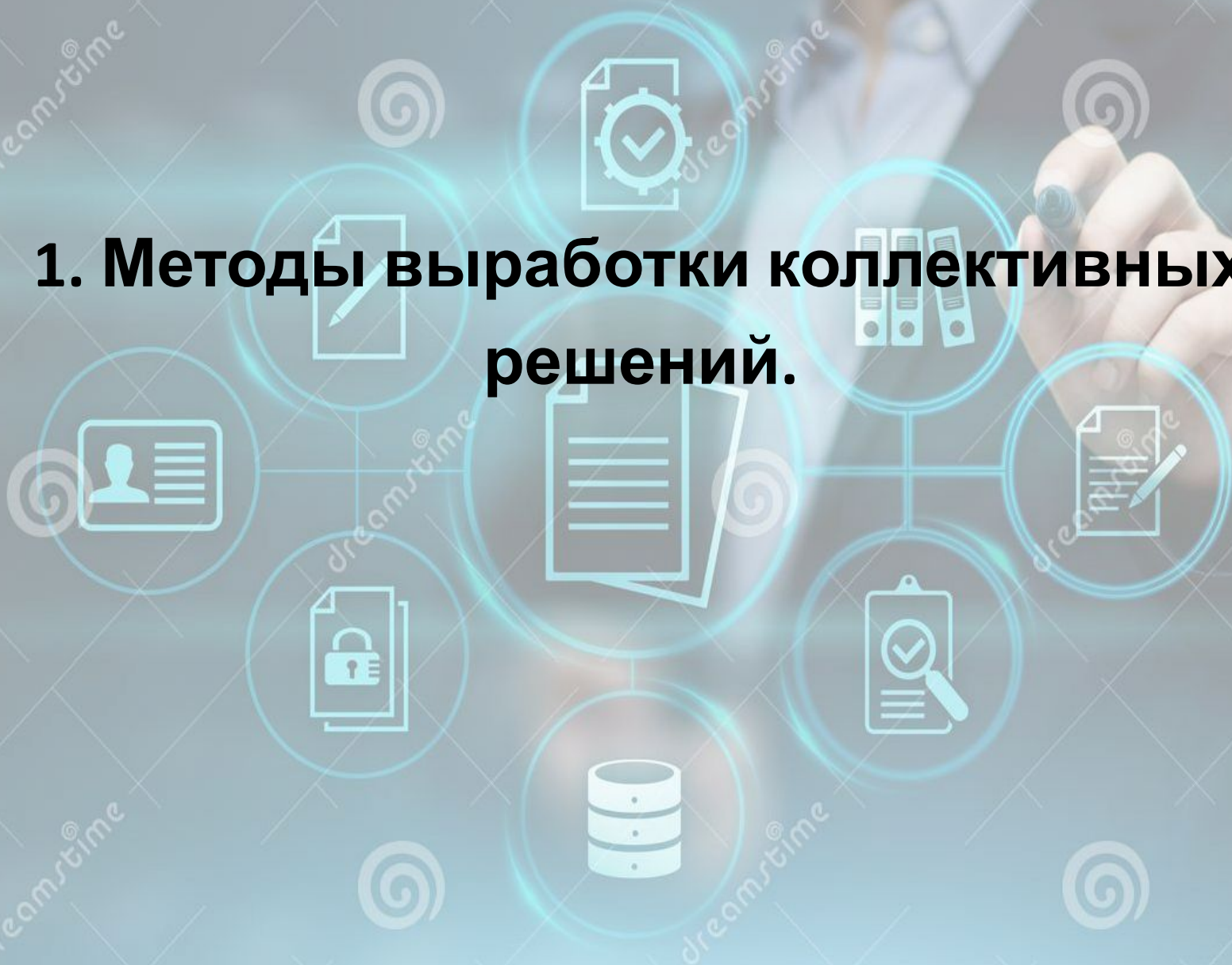
1. Методы выработки коллективных решений.
2. Модели, основанные на методах структуризации
3. Методы и методики структурного анализа
4. Морфологические методы

Методы активизации интуиции и опыта специалистов:

Методы, включаемые в класс методов активизации интуиции и опыта специалистов (**МАИС**), возникли и развивались как самостоятельные и для общения в теории систем вначале их называли качественными (оговаривая условность этого названия, поскольку при обработке получаемых результатов могут использоваться и количественные представления) или **экспертными**, поскольку они представляют собой подходы, в той или иной форме активизирующие выявление и обобщение мнений опытных специалистов – экспертов (в широком смысле термин «эксперт» в переводе с латинского означает «опытный»).

Однако есть и особый класс методов, связанных с непосредственным опросом экспертов (**метод экспертных оценок**), который также можно отнести к классу МАИС.

1. Методы выработки коллективных решений.



Методы выработки коллективных решений:

Возникновение этих подходов и методов, как правило, связано с конкретными условиями проведения исследований или даже с именами их авторов.

Однако варианты последующего применения методов настолько разнообразны, что сейчас трудно говорить об однозначности использования их первоначальных названий, поэтому в некоторых подзаголовках подчеркивается, что выделяемый подкласс объединяет методы «типа» мозговой атаки, метод сценариев и т.д.

Методы типа «мозговой атаки», или коллективной генерации идей

Концепция **мозговой атаки**, или *мозгового штурма*, получила широкое распространение с начала 1950-х гг как «метод систематической тренировки творческого мышления», направленный на «открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления».

Мозговая атака (МА) основана на гипотезе о том, что среди большого числа идей есть по меньшей мере несколько хороших, полезных для решения проблемы, которые нужно выявить. Методы этого типа известны также под названием *коллективной генерации идей (КГИ)*, *конференций идей*, *метода обмена мнениями*.

Обычно, при проведении мозговой атаки или сессии КГИ стараются выполнить **определенные правила**, суть которых сводится к тому, чтобы обеспечить как можно большую свободу мышления участников КГИ и высказывания ими новых идей.

Правила, выполняемые при проведении МА или сессии КГИ:

- **сформулировать проблему** в основных терминах, выделив центральный пункт обсуждения,
- высказывать и подхватывать любые идеи, даже если они вначале **кажутся сомнительными или абсурдными** (обсуждение оценки проводится позднее),
- **не допускать критики**, не объявлять ложной и не прекращать обсуждать ни одну идею,
- **высказывать как можно больше идей** (желательно нетривиальных),
- стараться создавать как бы **цепные реакции идей**,
- **оказывать поддержку** и поощрения, необходимые для того, чтобы освободить участников от скованности, и т.п.

Виды мозговых атак:

В зависимости от принятых правил и жесткости их выполнения различают:

- *прямую мозговую атаку,*
- *метод обмена мнениям,*
- *методы типа комиссий, судов* (в последнем случае создается две группы: одна группа вносит как можно больше предложений, а вторая старается максимально их раскритиковать).

Мозговую атаку можно проводить в **форме деловой игры**, с применением тренировочной методики «*стимулирования наблюдения*», в соответствии с которой группа формирует **представление о проблемной ситуации**, а эксперту предлагается найти наиболее логичные **способы решения проблемы**.

На практике подобием сессии КГИ являются совещательные органы разного рода – конструктораты, директораты, заседания ученых и научных советов, специально создаваемые временные комиссии, комитеты, «мозговые тресты», не опирающиеся на постоянный персонал и т.п.

Практика применения методов выработки коллективных решений:

В реальных условиях достаточно трудно обеспечить жесткое выполнение требуемых правил, создать атмосферу мозговой атаки: **мешает влияние должностной структуры организации**. Поэтому желательно применять способы опроса компетентных специалистов, не требующие обязательного их присутствия и устного высказывания своих мнений в конкретном месте и в конкретное время, рассматриваемые далее.

Методы мозговой атаки применялись при разработке и реализации программ долгосрочных научных исследований НАТО, в военном прогнозировании. Однако уже в 1960-е из первостепенного метода источника идей и поиска кратчайшего пути решения проблемы МА превратилась во вспомогательное средство в методиках, использующих и другие методы анализа. В настоящее время эти методы обычно используются в качестве одного из элементов методик системного анализа в форме проведения обсуждений предложений или промежуточных результатов анализа, полученных с применением различных методов, на коллективных совещаниях типа «*мозговой атаки*».

Методы типа «сценариев»

Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде, получили названия **сценариев**.

Первоначально этот метод предполагал подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, развернутые во времени.

Позднее обязательное требование временных координат было снято, и сценарием стали называть любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы и предложения по ее решению, независимо от того, в какой форме он представлен.

На практике предложения для подготовки подобных документов пишутся экспертами вначале индивидуально, а затем формируется согласованный текст. Сценарий задумывает не только **содержательные рассуждения**, помогающие не упустить детали, которые невозможно учесть в формальной модели, но и содержит **результаты количественного** технико-экономического или статистического **анализа** с предварительными выводами. Группа экспертов, подготавливающая сценарий, пользуется обычно правом получения необходимых сведений от предприятий и организаций, необходимых консультаций.

Методы типа «сценариев»

- Роль специалистов по системному анализу при подготовке сценария –
- помочь привлекаемым ведущим специалистам соответствующих областей знаний **выявить общие закономерности** развития системы;
 - проанализировать **внешние и внутренние факторы**, влияющие на ее развитие и формулирование целей;
 - провести **анализ высказываний ведущих специалистов** в периодической печати, научных публикациях и других источников научно-технической информации;
 - создать вспомогательные информационные фонды**, способствующие решению соответствующей проблемы.

Методы типа «сценариев»

В последнее время понятие сценария расширяется в направлении как областей применения, так и форм представления и методов их разработки:

- в сценарий вводятся количественные параметры и устанавливаются их взаимозависимости,
- предлагаются методики подготовки сценария с использованием ЭВМ,
- предлагаются методики целевого управления подготовкой сценария.

Сценарий позволяет создать предварительное представление о проблеме (системе) в ситуациях, которые не удастся сразу отобразить формальной моделью.

Однако **сценарий** – это все же **текст** со всеми вытекающими последствиями (синонимия, омонимия, парадоксы), обуславливающими возможность неоднозначного его толкования.

Поэтому его следует рассматривать как **основу** для разработки **более формализованного представления** о будущей системе или решаемой проблеме.

Методы групповых дискуссий или дискуссионные методы.

Эта разновидность методов выработки коллективных решений применяется при **принятии управленческих решений**.

Методы групповых дискуссий являются средством приобщения руководителей к выработке коллективного стиля руководства, повышают мотивацию и вовлеченность сотрудников в решение обсуждаемых проблем. Ситуация групповой дискуссии стимулирует ассоциативное мышление.

Метод	Краткая характеристика
Метод анализа конкретных ситуаций (АКС). Разработан 1920-е гг. в Гарвардской школе бизнеса.	Происходит в несколько этапов: 1. Введение в изучаемую ситуацию и стоящую за ней проблему. 2. Постановка задачи - разбиение на группы, получение описание ситуации, время работы и т.д. 3. Групповая работа над поиском варианта решения. 4. Групповая дискуссия (поочередное выступление с обоснованием предлагаемого варианта решения) с обсуждением точек зрения и оценкой результатов анализа и выбора наилучшего в данной ситуации

Методы групповых дискуссий или дискуссионные методы.

Метод	Краткая характеристика
Балинтова сессия	<p>Основан на принципе изложения своей проблемы другим и коллективном ее обсуждении. Главная цель - помочь человеку глубже вникнуть в проблему. Сессия балинтовой группы проводится:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каждый из участников в порядке очереди докладывает свою проблему.2. Выбирается проблема для обсуждения.3. Поочередно задаются вопросы.4. Вносятся предложения, рекомендации. <p>Делаются обобщения и выводы.</p>
Метод «635»	<p>Мозговая атака + сценарии.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Каждый из 6-ти членов группы записывает основные идеи или решения проблемы. (в форме бланка)2. Основные идеи (6 x 3 = 18) поступают к членам коллектива и каждый дополняет из еще 3-мя мыслями. Таким образом в результате бланк содержит 108 идей. Запрещены устные высказывания

Методы групповых дискуссий или дискуссионные методы.

Метод	Краткая характеристика
Метод «метаплан»	<p>Мозговая атака + визуальное наблюдение</p> <ol style="list-style-type: none">1. Дается поручение группе выявить проблему, составить карту потерь. Члены группы отвечают на вопросы: «В чем состоят потери?», «Что есть мобилизационные ресурсы?» заполняют разноцветные карточки. Карточки размещаются на специальном табло.2. Карточки с ответами систематизируются в «банк» информации.
Метод Дельбека	<p>Включает этапы:</p> <ul style="list-style-type: none">•определение проблемы;•выявление факторов способствующих и препятствующих достижению цели, но при этом члены экспертной группы предлагают факторы в письменном виде;•разработка вариантов решения проблемы, выбор наилучшего варианта.

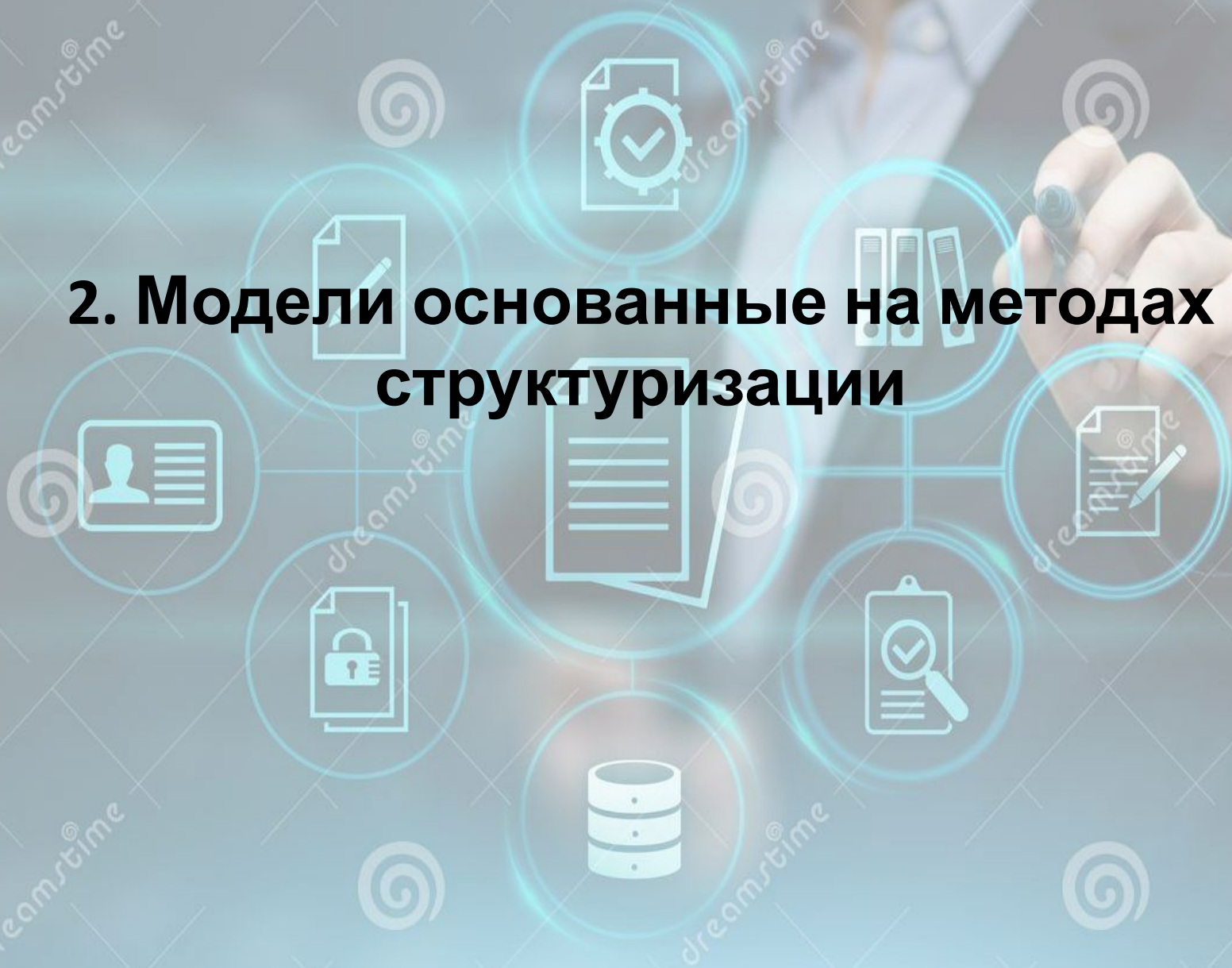
Методы групповых дискуссий или дискуссионные методы.

Метод	Краткая характеристика
Метод «за-против»	<p>Группа определяет варианты решения проблемы и представляет их в схематическом виде так, чтобы основные характеристики могли наблюдаться всеми членами группы одновременно. Из множества вариантов выбираются необходимые на заседании жюри путем бальной оценки вариантов каждым членом жюри. К каждому обсуждаемому варианту необходимо прикрепить по два сторонника и два противника.</p>
Метод ролей	<p>Может быть использован:</p> <ul style="list-style-type: none">• для сбора данных, доказывающих правильность выбранной концепции;• для предварительного ознакомления с контраргументами, которые могут возникнуть в процессе утверждения конкретного варианта решения проблемы и которые необходимо опровергнуть;• Для использования перечисленных выше данных и аргументов в целях совершенствования избранной концепции

Методы групповых дискуссий или дискуссионные методы.

Метод	Краткая характеристика
Дискуссия с разделением интеллектуальных функций	<p>Эта форма выработки и принятия управленческих решений предусматривает разделение функций по генерации, развитию, обсуждению, критике и конкретной разработке идей между различными группами участников.</p> <p>Группа «генераторов» проводит мозговой штурм, стараясь выдвинуть максимальное количество идей по решению поставленной проблемы</p> <p>Группа «эрудитов» развивает выдвинутые идеи в духе новейших достижений науки и техники.</p> <p>Группа «экспертов» подвергает предложенные идеи критическому анализу, может опровергнуть некоторые идеи или вернуть их на доработку «эрудитам» или «генераторам».</p> <p>В задачу «рабочей группы» входит окончательная редакция выдвинутых предложений, выработка плана мероприятий по их реализации.</p>

2. Модели основанные на методах структуризации



Содержание методов структуризации

Методы структуризации основаны на принципе расчленения сложных систем с большой неопределенностью на более обозримые части (подсистемы, процессы, компоненты), лучше поддающиеся исследованию.

Благодаря тому, что в результате расчленения можно получить возможность исследования системы по частям, структурные представления можно рассматривать как некоторые методы исследования, именуемые иногда системно-структурными.

В наибольшей мере это относится к иерархическим структурным представлениям, в которых на каждом уровне иерархии проявляется закономерность *целостности* (эмерджентности) и другие закономерности.

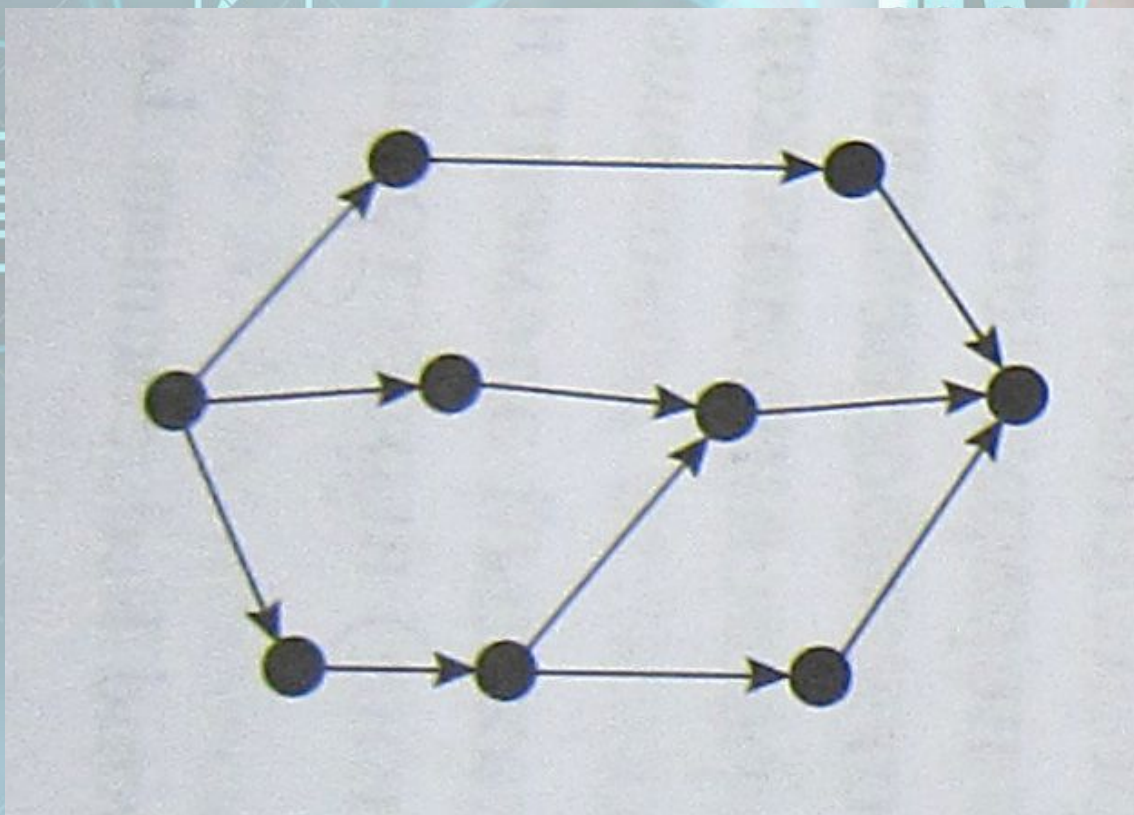
Эмерджентность в теории систем — появление у системы свойств, не присущих её элементам в отдельности; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов.

Аналогичными понятиями в теории систем и других областях знаний являются **синергичность, холизм, системный эффект, сверхаддитивный эффект,**

Виды структур

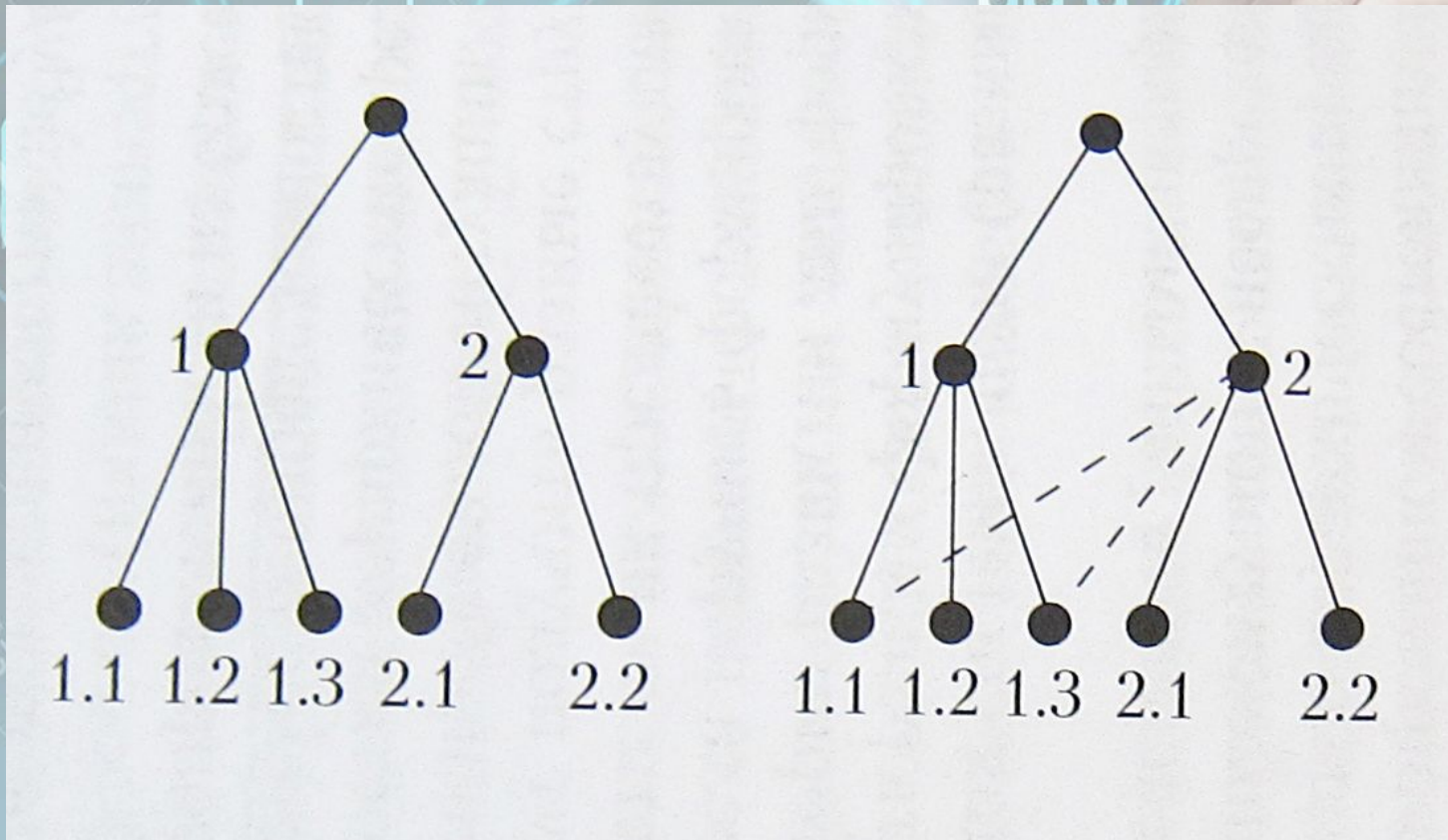
Сетевая структура представляет собой декомпозицию системы по времени.

Такие структуры могут отображать порядок действий технической системы, этапы деятельности человека.

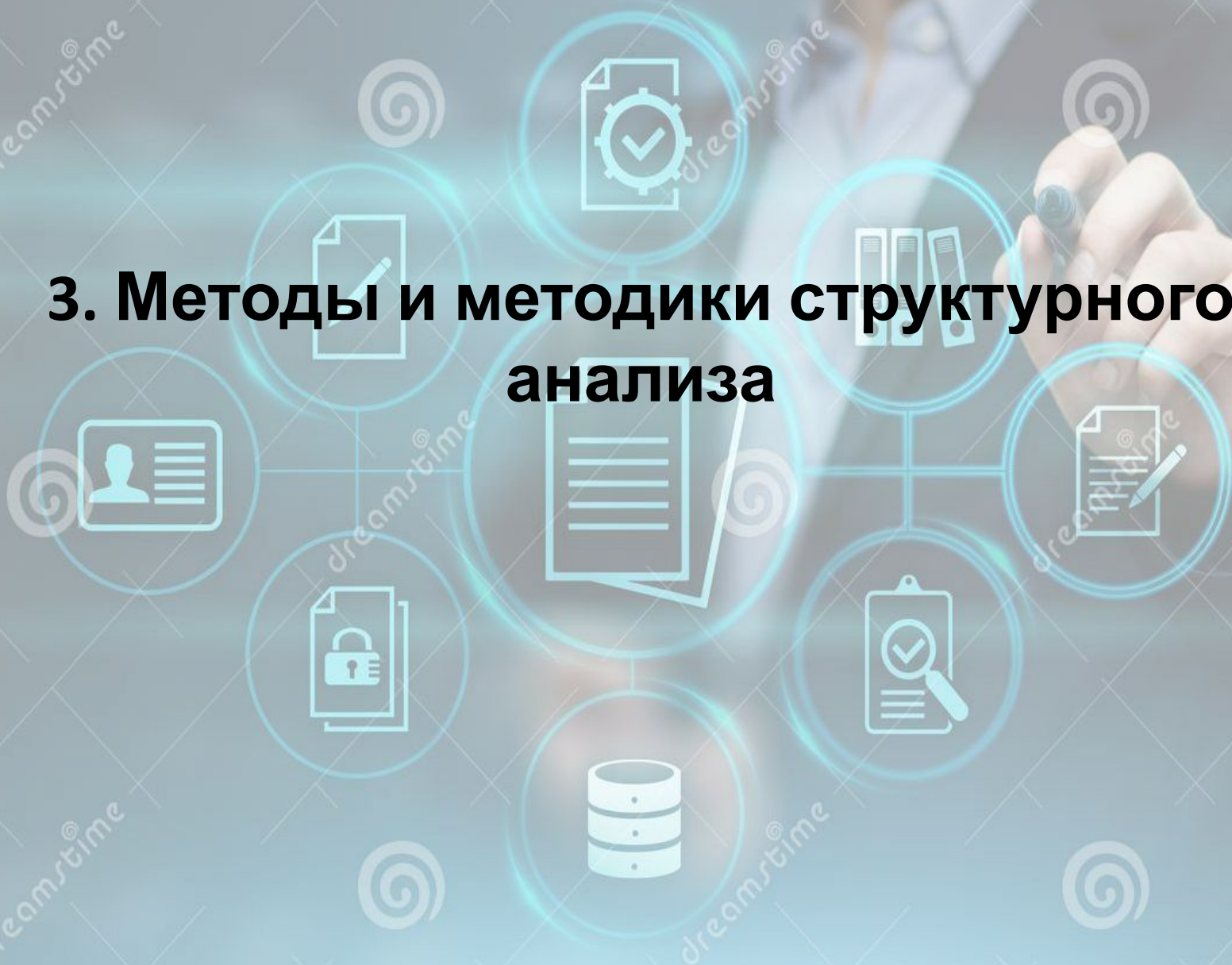


Виды структур

Иерархическая структура представляет собой декомпозицию системы в пространстве. Все компоненты (вершины, узлы) и связи (дуги, соединения узлов) существуют в этих структурах одновременно (не разнесены по времени). Такие структуры могут иметь большое количество уровней декомпозиции (структуризации).



3. Методы и методики структурного анализа



Общие сведения о методах структуризации

Методы структуризации основаны на **принципе расчленения** сложных систем с большой неопределенностью на более обозримые части (подсистемы, процессы, компоненты), лучше поддающиеся исследованию.

Благодаря тому, что в результате расчленения можно получить возможность исследования системы по частям, структурные представления можно рассматривать как некоторые методы исследования, именуемые иногда системно-структурными.

В наибольшей мере это относится к иерархическим структурным представлениям, в которых на каждом уровне иерархии проявляется закономерность *целостности* (эмерджентности) и другие закономерности.

Методы структуризации являются **основой любой методики системного анализа**, любого сложного алгоритма организации проектирования или принятия управленческого решения.

Методы структуризации, основанные на сетевых структурах и графических представлениях

Одним из первых таких представлений является технология временных диаграмм или графиков Ганта (начало XX века). Графики первоначально применялись при планировании, контроле и управлении производством, расчленяя процессы производства на более обозримые части.

На этой основе возникли прикладные теории – PERT и ее модификации:

- PERT-COST
- Технологии CPM (Critical Path Method- метод критического пути)
- MRM (Metra Potential Method).

Program (Project) Evaluation and Review Technique (PERT) — метод оценки и анализа проектов, используется в управлении проектами.

PERT- для очень масштабных, единовременных, сложных, нерутинных проектов. Метод подразумевает наличие неопределённости, давая возможность разработать рабочий график проекта без точного знания деталей и необходимого времени для всех его составляющих.

Основное содержание PERT-методов

PERT был разработан главным образом для **упрощения планирования** на бумаге и составления графиков больших и сложных проектов. Метод в особенности нацелен на анализ времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи, а также определение минимального необходимого времени для выполнения всего проекта.

- *Событие PERT* - момент, отмечающий начало или окончание одной или нескольких задач. Событие не имеет длительности и не потребляет ресурсы. В случае, если событие отмечает завершение нескольких задач, оно не «наступает» (не происходит) до того, пока все задачи, приводящие к событию, не будут выполнены.
- *Предшествующее событие* - событие, которое предшествует некоторому другому событию непосредственно, без промежуточных событий. Любое событие может иметь несколько предшествующих событий и может быть предшественником для нескольких событий.
- *Последующее событие* - событие, которое следует за некоторым событием непосредственно, без промежуточных событий. Любое событие может иметь несколько последующих событий и может быть последователем нескольких событий.

Основное содержание PERT-методов

- *Задача PERT* - конкретная работа (задача), которое имеет длительность и требует ресурсов для выполнения. Примерами ресурсов являются исполнители, сырьё, пространство, оборудование, техника и т. д. Невозможно начать выполнение задачи PERT, пока не наступили все предшествующие ей события.
- *Оптимистическое время* t_o - минимальное возможная длительность выполнения задачи в предположении, что всё происходит наилучшим или наиболее удачным образом.
- *Пессимистическое время* t_p - максимально возможная длительность выполнения задачи в предположении, что всё происходит наихудшим или наименее удачным образом (исключая крупные катастрофы).
- *Наиболее вероятное время* t_m - длительность выполнения задачи в предположении, что всё происходит так, как бывает чаще всего.
- *Ожидаемое время* t_e - оценка длительности выполнения задачи на основе оценок оптимистического, пессимистического и наиболее вероятного времени:

$$t_e = 1/6 (t_o + 4t_m + t_p)$$

Основное содержание PERT-методов

- *Проскальзывание* или *провисание* - **мера дополнительного времени и ресурсов**, доступных для выполнения работы. Время, на которое выполнение задачи может быть сдвинуто без задержки любых последующих задач (свободное проскальзывание) или всего проекта (общее проскальзывание). Позитивное провисание показывает опережение расписания, негативное провисание показывает отставание, и нулевое провисание показывает соответствие расписанию.
- *Критический путь* - **длиннейший маршрут** на пути от начального до финального события. Критический путь определяет минимальное время, требуемое для выполнения всего проекта, и, таким образом, любые задержки на критическом пути соответственно задерживают достижение финального события.
- *Критическая задача* - задача, проскальзывание которой равно нулю. Задача с нулевым проскальзыванием не обязательно должна находиться на критическом пути, но все задачи на критических путях имеют нулевое проскальзывание.
- *Быстрый проход* - метод уменьшения общей длительности проекта путём параллельного выполнения задач, которые в обычной ситуации выполнялись бы последовательно, например, проектирование и

Сетевые диаграммы PERT

Самая известная часть PERT — это диаграммы взаимосвязей работ и событий. Предлагает использовать диаграммы-графы с работами на узлах, с работами на стрелках (сетевые графики), а также диаграммы Ганта.

Диаграмма PERT с работами на стрелках представляет собой множество точек-вершин (события) вместе с соединяющими их ориентированными дугами (работы). Всякой дуге, рассматриваемой в качестве какой-то работы из числа нужных для осуществления проекта, приписываются определённые количественные характеристики. Это — объёмы выделяемых на данную работу ресурсов и, соответственно, её ожидаемая продолжительность (длина дуги). Любая вершина интерпретируется как событие завершения работ, представленных дугами, которые входят в неё, и одновременно начала работ, отображаемых дугами, исходящими оттуда. Таким образом, отражается тот факт, что ни к одной из работ нельзя приступить прежде, чем будут выполнены все работы, предшествующие ей согласно технологии реализации проекта.

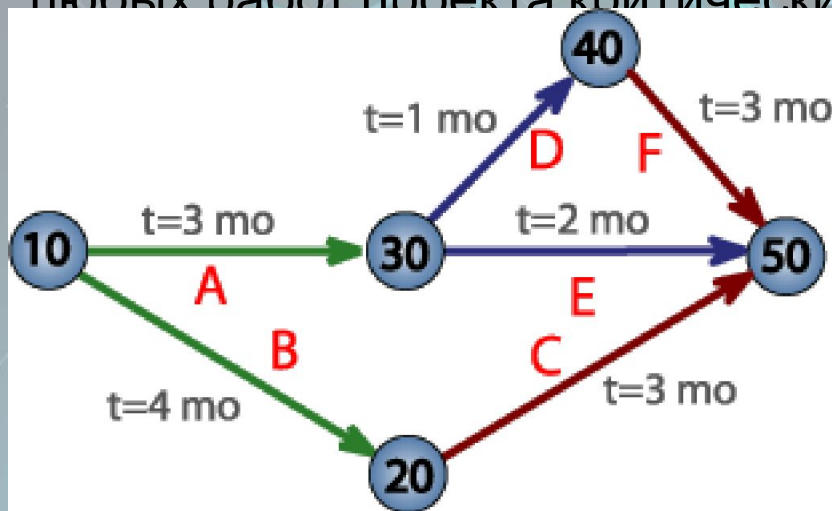
Начало этого процесса — вершина без входящих, а окончание — вершина без исходящих дуг. Остальные вершины должны иметь и те, и

Сетевые диаграммы PERT

Последовательность дуг, в которой конец каждой предшествующей совпадает с началом последующей, трактуется как путь от отправной вершины к завершающей, а сумма длин таких дуг — как его продолжительность.

Обычно начало и конец реализации проекта связаны множеством путей, длины которых различаются. Наибольшая определяет длительность всего этого проекта, минимально возможную при зафиксированных характеристиках дуг графа.

Соответствующий путь — критический, то есть именно от продолжительности составляющих его работ зависит общая продолжительность проекта, хотя при изменении продолжительности любых работ проекта критическим может стать и другой путь.



Пример **сетевой диаграммы PERT** для проекта продолжительностью в семь месяцев с пятью промежуточными точками (от 10 до 50) и шестью деятельностью (от A до F).

Классификация графиков

Группа	Применение
1. Графики, выражающие структуры и связи (оргаграммы)	Классификационные схемы. Схемы организационных структур. Оргасхемы табличного и другого типов. Схемы прохождения информации в документах. Схемы рабочих процессов (оперограммы)
2. Графики, выражающие расположения предметов и явлений во времени (хронограммы) и пространстве (топограммы)	Контрольно-планировочные графики. Гармонограммы. Маршрутные графики. Планы расположения предметов и рабочих мест.
3. Графики, выражающие количественные соотношения	Графики сравнения величин, простые и групповые. Гистограммы. Графики, выражающие структурные сравнения. Графики изменения и распределения величин.
4. Графики расчетного характера	Номограммы. Шкапограммы

Методы типа «дерева целей»

Идея впервые высказана У.Черчменом в связи с проблемами принятия решений в промышленности.

Термин «дерево целей» подразумевает использование иерархической структуры, получаемой путем расчленения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие, которые в конкретных приложениях называют подцелями нижележащих уровней, направлениями, проблемами, а начиная с некоторого уровня – функциями.

Термин «дерево целей» используется для иерархических структур, имеющих отношения строго древовидного порядка, но иногда применяется и в случае «слабых» иерархий.

Более правильным является термин В.М.Глушкова «прогнозный граф». При использовании метода «дерево целей» в качестве средства принятия решений часто используют термин **«дерево решений»**. При применении метода для выявления и уточнения функций системы управления говорят о **«дереве целей и функций»**.

Методика ПАТТЕРН

Первой методикой системного анализа, в которой были определены порядок, методы формирования и оценки приоритетов элементов структур целей («деревья целей») была методика **PATTERN** (Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevans Number).

Области применения основных идей методики:

- Научные исследования;
- Проектирование и создание систем различной сложности в научно-исследовательских организациях и на предприятиях;
- Расширение рынков сбыта военно-космической продукции.

Главное достоинство методики ПАТТЕРН: в ней определены **классы критериев оценки относительной важности, взаимной полезности, состояния и сроков разработки («состояние-срок»)**.

Недостаток: эти классы критериев являются основой при определении системы оценок составляющих структур целей. При этом собственно логика формирования структуры целей в методике не отрабатывается. Так же не уделяется внимания разработке принципов и приемов самой структуризации.

Другие методы структуризации

Методика, базирующаяся на двойственном определении системы А.И.Уемова.

Методика, основанная на концепции системы, учитывающей среду и целеполагание

В методике предлагается структурировать систему по семи уровням в соответствии с признаками структуризации:

- 1) формирование глобальной цели системы;
- 2) виды конечного продукта (ВКП);
- 3) пространство инициирования целей (ПИЦ);
- 4) «жизненный цикл»;
- 5) состав системы (СС);
- 6) управленческий цикл;
- 7) «делегирование полномочий», включая «согласование», «утверждение», «исполнение».

Методика, базирующаяся на концепции длительности.

Предложена при разработке основных направлений и проблематике перспективных научных исследований по проблемам высшего образования. Используется концепция деятельности, основанная на

Другие методы структуризации

Методика, базирующаяся на концепции длительности.

Предложена при разработке основных направлений и проблематике перспективных научных исследований по проблемам высшего образования. Используется концепция деятельности, основанная на определении системы, в котором реализуется системно-целевой подход:

$$S_{\text{def}} = (Z, \text{STR}, \text{TECH}, \text{COND}, N),$$

где:

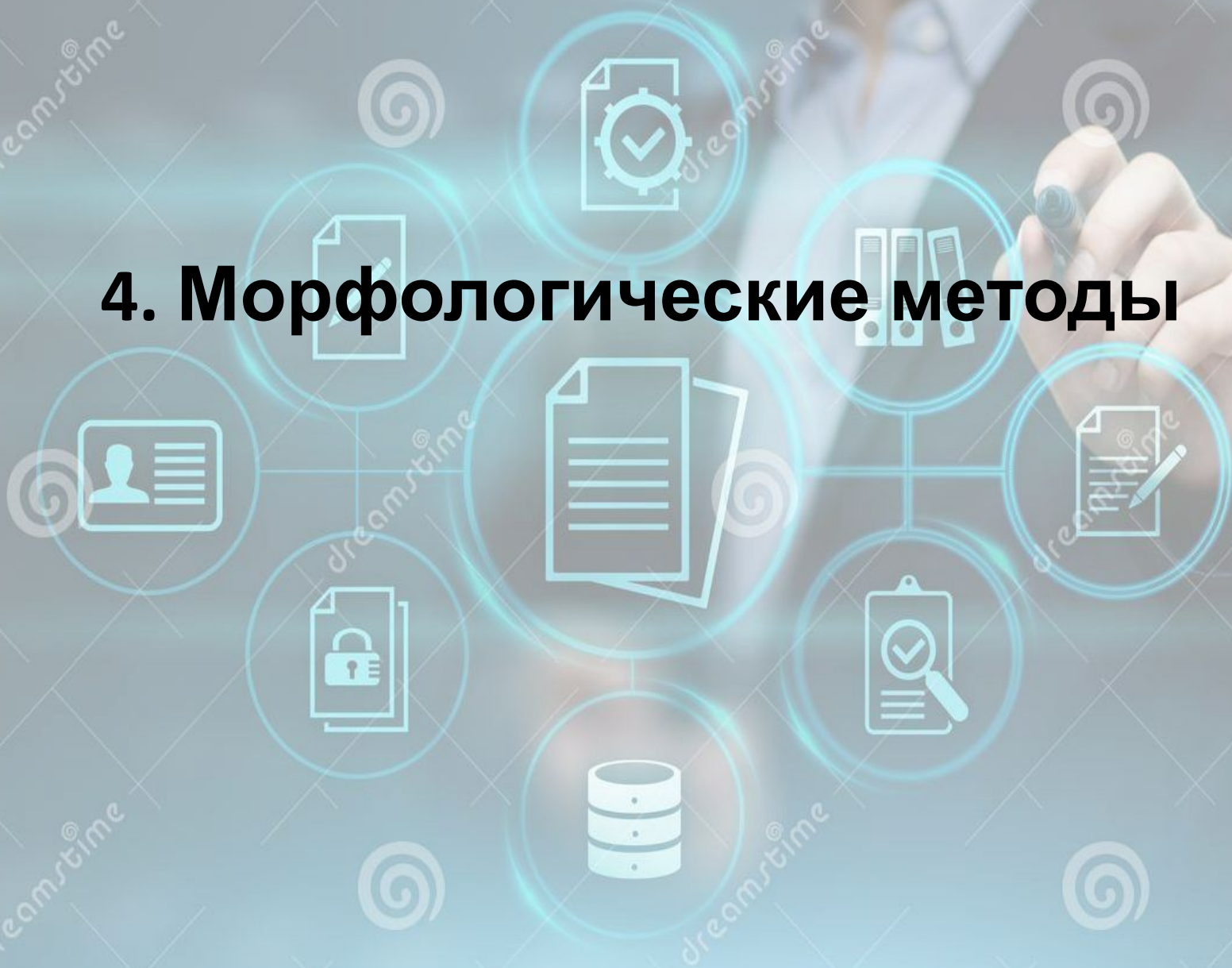
Z = (z) – совокупность или структура целей;

STR – совокупность структур, реализующих цели;

TECH – совокупность технологий;

COND – условия существования системы, то есть факторы, влияющие на ее создание и функционирование.

4. Морфологические методы



Определение морфологического подхода

Термином «**морфология**» в биологии и языкознании определяется учение о внутренней структуре исследуемых систем (организмов, языков) или сама внутренняя структура этих систем.

В систематизированном виде методы морфологического анализа сложных проблем были разработаны швейцарским астрономом Ф. Цвикки, и долгое время морфологический подход к исследованию и проектированию сложных систем был известен как метод Цвикки.

Основная идея морфологического подхода – систематически находить наибольшее число, а в *пределе* – все возможные варианты решения поставленной проблемы или реализации системы путем комбинирования основных (выделенных исследователем) структурных элементов системы или их признаков. При этом система или проблема может разбиваться на части разными способами и рассматриваться в различных аспектах.



Благодарю за внимание