[1. Система](#_ct7xq7gb5v0w)

[2. Наблюдатель](#_j3pfgc9hbfc)

[3. Модель](#_rigcr658yeqq)

[4. Принцип существенности в моделировании](#_n5n1pym7fx47)

[5. Адекватность модели](#_kayfw6sxrc0i)

[6. Эффективность модели](#_smnapgqpe0eg)

[7. Моделирование](#_9wtkgjpxr7ye)

[8. Модель «is to is»](#_uxcylqkbw2da)

[9. Модель «is to be»](#_itbe65rs0sgf)

[10. Системное моделирование](#_fmodr58ljipl)

[11. Математическая модель](#_3imunl5ah6hv)

[12. Переменная](#_6vgxivl0cqzc)

[13. Параметр](#_k072ylz2yc5f)

[14. Эндогенная переменная](#_yb6qoj6hnrxv)

[15. Экзогенная переменная](#_97k5hg8cd6ej)

[16. Детерминированная величина](#_hwzd2tm2jbs1)

[17. Случайная величина](#_87x1y32j832g)

[18. Закон распределения случайной величины](#_qfuqe810x314)

[19. Математическое ожидание](#_1szcgakxho0m)

[20. Дисперсия](#_nj4zjk3bnw0g)

[21. Среднеквадратическое отклонение](#_19c29ajq5uaf)

[22. Функция](#_s2xlmwuktqr7)

[23. Корреляция](#_hedzzyql60pr)

[24. Статическая модель ─](#_rt59faz4sgjd)

[25. Динамическая модель ─](#_momdsz43n0gc)

[26. Детерминированная модель ─](#_na0rfki4bh09)

[27. Статистическая модель](#_81s22bkriklw)

[28. Имитационная модель](#_aji3r3ydh7s5)

[29. Оптимизационная модель](#_j0vid8edgxuu)

[30. Эконометрическая модель](#_qks4o2n8z5au)

[31. Кибернетическая модель](#_zbykka3kgjm8)

[32. Структурная модель](#_i1rsmktomj7f)

[33. Составляющие формализованного описания задач выбора:](#_x2fkys7x3rxn)

[34. Оптимальный выбор (оптимальное решение)](#_t6x5eqloqbim)

[35. Вариабельность системы](#_ezv01lvv59m)

[36. Системные причины вариабельности системы](#_x3gok6gs75xk)

[37. Особые причины вариабельности системы](#_wxripc1ioor2)

[38. Состояние системы «статистически управляема» (математический фокус)](#_w25s2oir6n1q)

[39. Состояние системы «неуправляема» (математический фокус)](#_fo02fvm7fe3r)

[40. Модель линейного программирования, прямая задача (назначение и условия применимости)](#_d94616tw5xez)

[41. Модель линейного программирования, двойственная задача (назначение и условия применимости)](#_bwb6a7mziwf)

[42. Модель нелинейного программирования (назначение и условия применимости)](#_lt3caqzb716x)

[43. Модель динамического программирования (назначение и условия применимости)](#_s673kqekk9wk)

[44. Модель антагонистической игры (назначение и условия применимости)](#_l50aaia89urk)

[45. Платежная матрица антагонистической игры](#_a7etu0xdv6h8)

[46. Седловая точка антагонистической игры](#_yqf5y0i1xobu)

[47. Модель игры с природой (назначение и условия применимости)](#_baent6wxd3ib)

[48. Платежная матрица игры с природой](#_d5lz5gcph6zs)

[49. Сетевая модель проекта (назначение и условия применимости)](#_7mqh8sdln8ww)

[50. Стрелочный граф проекта (назначение и условия применимости)](#_2hnrwddnk6wm)

[51. Метод CPM (назначение и условия применимости)](#_t5h6yqemzqf3)

[52. Алгоритмы СPM-time (назначение и условия применимости)](#_6yoq4x78zber)

[53. Алгоритмы CPM-cost (назначение и условия применимости)](#_j1bbdlysk6su)

[54. Метод PERT (назначение и условия применимости)](#_na1nefze665)

[55. Алгоритмы PERT-time (назначение и условия применимости)](#_729xjdixq1dv)

[56. Алгоритмы PERT-cost (назначение и условия применимости)](#_dmw7vygaosh9)

[57. GAN-сеть (назначение и условия применимости)](#_ix8metn3qutr)

[58. Метод GERT (назначение и условия применимости)](#_f0n0g2irmgu9)

[59. Марковские процессы](#_3xyyrh64o4me)

[60. Модели систем массового обслуживания (СМО)](#_th2n9d7o3kj8)

###### **Система**

- это целостное образование, которое имеет сложную неоднородную структуру и общее предназначение, и как целостность обладающее свойственной, то есть свойство которое есть у всей системы в целом, но которое потеряем, как только систему разделим на части.

Роль системы в моделировании заключается в представлении целостного объекта с его сложной структурой и взаимосвязями между частями. Моделирование системы позволяет абстрагироваться от деталей, выделять ключевые характеристики и взаимодействия, что способствует более эффективному пониманию, анализу и принятию решений относительно этой системы.

###### **Наблюдатель**

- это тот человек, который смотрит на систему и строит по ней модель, и модели могут быть разные в зависимости от того, кто этот наблюдатель, какие у него интересы. Допустим, если несколько наблюдателей будут строить модель одного и того же объекта, то они не смогут построить одинаковые модели, потому что наблюдатели все разные по своей сущности.

Роль наблюдателя в моделировании заключается в создании модели системы с учетом его собственных взглядов, интересов и точек зрения. Наблюдатели вносят субъективность в процесс моделирования, формируя модели, которые отражают их особенности в восприятии и понимании объекта. Это подчеркивает влияние человеческого фактора на формирование моделей и учитывает разнообразие возможных интерпретаций одного и того же объекта моделирования.

###### **Модель**

- это упрощенный образ объекта моделирования. Чтобы построить модель, мы должны всё, что мы знаем о системе, фактически разделить на две составляющие то, что существенно и несущественно. Всё, что существенно, мы должны включить в модель, если их не включить, то получим неадекватную модель.

Роль модели в моделировании заключается в создании упрощенного образа объекта, выделяя существенные характеристики и взаимосвязи. Модель предоставляет абстракцию реальной системы, что облегчает понимание, анализ и прогнозирование ее поведения. Сосредотачиваясь на существенных аспектах, модель делает сложные системы более доступными для исследования и принятия решений.

###### **Принцип существенности в моделировании**

заключается в том, что при создании модели системы следует включать только те аспекты и характеристики, которые существенны для достижения конкретных целей моделирования. Исключение несущественных деталей помогает создать более ясную и понятную модель, избегая избыточной сложности. Так мы сможем создать адекватную модель.

Роль принципа существенности в моделировании заключается в обеспечении эффективности и ясности моделей. Исключение несущественных деталей позволяет создавать более простые, но при этом более понятные и легко управляемые модели. Это способствует лучшему пониманию системы, улучшает процесс принятия решений и повышает общую эффективность моделирования.

###### **Адекватность модели**

- это соответствие модели моделируемому объекту или процессу по тем свойствам, которые считаются существенными для исследования. **Адекватная модель** - это модель на основе которой мы можем делать правильный вывод относительно реального объекта.

Роль адекватной модели в моделировании заключается в обеспечении точности и достоверности результатов. Адекватная модель соответствует реальному объекту по существенным характеристикам, позволяя делать правильные выводы и прогнозы относительно поведения и свойств моделируемого объекта или процесса.

###### **Эффективность модели**

связана с несущественными признаками. **Эффективная модель** - это модель, которая включает в себя все существенные черты и не исключает несущественных черт ситуаций с точки зрения поставленного вопроса.

Роль эффективности модели в моделировании заключается в том, что она обеспечивает полноту и точность представления системы, что способствует более эффективному использованию модели в решении конкретных задач и достижении поставленных целей.

###### **Моделирование**

- это процесс создания упрощенных представлений (моделей) реальных объектов, систем или процессов для анализа, понимания и прогнозирования их поведения. Моделирование позволяет абстрагироваться от деталей, выделять ключевые аспекты и использовать полученные знания для принятия решений или проведения экспериментов без непосредственного воздействия на реальные объекты. Роль моделирования заключается в предоставлении упрощенных абстракций реальных объектов, систем или процессов.

Цель моделирования: построение рационального плана реализации взаимосвязанных элементарных операций (работ).

###### **Модель «is to is»**

- это как есть. Иначе говоря эта модель может отражать существующее состояние системы. Она сфокусирована на анализе текущего положения и характеристик системы без прямого учета изменений.

Роль модели «is to is» в моделировании заключается в анализе текущего состояния системы, модель помогает понять текущие характеристики и взаимосвязи в системе. Такая модель используется для описания существующих условий и выявления факторов, влияющих на систему в настоящее время.

###### **Модель «is to be»**

- это модель, которая может представлять желаемое или целевое состояние системы. Такая модель сосредоточена на определении того, как система должна развиваться или изменяться для достижения определенных целей.

Роль модели «is to be» в моделировании заключается в определении желаемого будущего состояния системы. Она помогает планировать изменения в системе для достижения конкретных целей. Модель используется для разработки стратегий и принятия решений с учетом целевых изменений и улучшений.

###### **Системное моделирование**

- это методология, которая используется для создания моделей сложных систем. Она включает в себя процесс абстрагирования, описания, анализа и прогнозирования поведения системы. Системное моделирование помогает понять взаимодействия между компонентами системы, выявить ключевые факторы и оптимизировать ее работу. Основные цели системного моделирования включают в себя улучшение понимания системы, принятие решений, оптимизацию процессов, прогнозирование изменений и обеспечение более эффективного управления.

###### **Математическая модель**

**–** совокупность уравнений или других математических соотношений, отражающих основные свойства изучаемого объекта или явления в рамках принятой физической модели и особенности его взаимодействия с окружающей средой.

*Роль*: математическая модель представляет собой упрощение реальной ситуации, когда несущественные особенности отбрасываются и исходная сложная задача сводится к идеализированной задаче, поддающейся математическому анализу.

###### **Переменная**

**–** это математический объект, который занимает некоторое множество значений (как правило, числовых) и может изменять свое значение в его пределах.

*Роль*: переменные в математическом моделировании играют ключевую роль, предоставляя способ описания и анализа взаимосвязей в системе или процессе.

###### **Параметр**

**–** числовая константа, которая описывает взаимосвязь переменных и обеспечивает адекватность модели исследуемой системы. Параметры указывают, чем данная система (процесс) отлична от других.

*Роль*: Параметры в математическом моделировании играют роль определения характеристик системы и влияния на её поведение. Они служат для настройки моделей, обеспечивая гибкость в адаптации к различным условиям и исследования вариантов изменений в системе.

###### **Эндогенная переменная**

**–** это переменная, значение которой определяется внутри самой модели и зависит от других переменных в этой модели.

*Роль в математическом моделировании*: Эндогенные переменные используются для описания внутренних динамик и зависимостей в системе. Они представляют собой ключевые характеристики, которые модель стремится объяснить.

###### **Экзогенная переменная**

**–** это переменная, значение которой не определяется внутри экономической модели, но которая играет роль при определении значений эндогенных переменных.

*Роль в математическом моделировании*: Экзогенные переменные представляют внешние воздействия или факторы, которые влияют на систему, но не поддается объяснению в рамках модели. Роль заключается в объяснении других переменных или результатов в модели.

###### **Детерминированная величина**

**–** это переменная, значение которой полностью определено в модели и не содержит элемент случайности.

*Роль в математическом моделировании*: Детерминированные величины используются в моделях, где предсказания можно сделать без случайных элементов. Они могут быть полностью определены математическими уравнениями. В измерениях это свойство величины проявляется в том, что при повторении измерений её поведение остается неизменным.

###### **Случайная величина**

**–** это переменная, значение которой подчинено случайным факторам и не может быть точно предсказано.

*Роль в математическом моделировании*: Случайные величины используются для моделирования неопределенности и случайных событий. Они могут представлять стохастические процессы в системе.

###### **Закон распределения случайной величины**

**–** это функция, определяющая вероятности различных значений случайной величины. Всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.

*Роль в математическом моделировании*: Закон распределения используется для описания вероятностей различных сценариев, связанных со случайными величинами. Показывает, насколько вероятно то или иное значение случайной величины.

###### **Математическое ожидание**

**–** понятие в теории вероятностей, означающее среднее (взвешенное по вероятностям возможных значений) значение случайной величины.

*Роль в математическом моделировании*: Математическое ожидание используется для определения среднего поведения случайной величины в системе. Оно позволяет: оценить среднее значение случайной величины; предсказать ожидаемый результат; принять информированные решения в условиях неопределенности.

###### **Дисперсия**

**–** математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от её математического ожидания. Дисперсия в статистике — это мера, которая показывает разброс между результатами.

*Роль в математическом моделировании*: Дисперсия используется для измерения степени неопределенности или риска в системе.

###### **Среднеквадратическое отклонение**

─ статистическая характеристика распределения случайной величины, показывающая среднюю степень разброса значений величины относительно математического ожидания; Квадратный корень из дисперсии.

*Роль*: Его роль включает в себя измерение разброса данных, оценку степени изменчивости и определение степени точности модели.

###### **Функция**

─ это соответствие между двумя множествами, при котором каждому элементу одного множества соответствует единственный элемент другого множества; Взаимосвязь между величинами, то есть зависимость одной переменной величины от другой.

*Роль*: Модели часто строятся на основе математических функций, которые описывают, как одни переменные зависят от других.

###### **Корреляция**

─ это статистический показатель, отражающий степень взаимосвязи между переменными. Она измеряет, насколько тесно связаны эти переменные, и может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

*Роль*: Понимание корреляции может помочь избежать ошибок в интерпретации результатов моделирования; При выборе переменных для включения в модель корреляция может помочь выявить те, которые имеют сильную взаимосвязь с целевой переменной.

###### **Статическая модель**

─ это модель, в которой изменения с течением времени не учитываются. Она отражает состояние объекта, фиксирующееся в определенный момент времени, без учета временной динамики.

*Роль*: Статические модели часто используются для анализа текущего состояния системы или для изучения ее структуры в конкретный момент времени.

###### **Динамическая модель**

─ это модель, которая отражает динамику функционирования или развития объекта моделирования с течением времени.

*Роль*: Динамические модели позволяют моделировать динамические процессы, включая изменения состояний, взаимодействия между компонентами и реакции на внешние воздействия. Эти модели могут быть важными для прогнозирования будущих состояний системы и оптимизации ее поведения.

###### **Детерминированная модель**

─ это модель, в которой все ее элементы являются детерминированными величинами. Они строго определены и там нет случайных величин и стохастических процессов. В детерминированных моделях каждый раз одни и те же входные данные приводят к однозначно определенным результатам.

*Роль*: Детерминированные модели позволяют предсказывать поведение системы, в которой отсутствует стохастичность или случайность, с высокой точностью, учитывая известные параметры и начальные условия.

###### **Статистическая модель**

─ это математическая связь между одной или несколькими случайными величинами и другими неслучайными переменными. *В этой модели отражена случайная природа каких-либо переменных. Роль*: Статистические модели играют важную роль в анализе и интерпретации данных. Они могут использоваться для выявления корреляций, определения зависимостей между переменными и прогнозирования будущих событий на основе статистических закономерностей.

###### **Имитационная модель**

─ это математическая модель, которая использует компьютерные программы или алгоритмы для имитации поведения системы или процесса во времени.

*Роль*: Имитационная модель позволяет моделировать реальные сценарии и оценивать влияние изменений параметров на результаты системы. Причём плюсом является то, что временем в модели можно управлять. Эти модели могут быть использованы для оптимизации процессов, тестирования стратегий принятия решений и предсказания поведения системы в различных условиях.

###### **Оптимизационная модель**

─ это система математических уравнений, подчиненных определенной целевой функции и служащих для отыскания наилучших (оптимальных) решений конкретной экономической задачи. Структура оптимизационной модели состоит из целевой функции, множества допустимых решений и заданной системы ограничений, которые определяют область возможных решений.

*Роль*: Оптимизационные модели позволяют посредством анализа совокупности альтернативных вариантов решений определить наилучший вариант производства, распределения или потребления в условиях ограниченности имеющихся ресурсов, которые будут использованы наиболее эффективным образом для достижения поставленной цели.

###### **Эконометрическая модель**

─ это математическое описание основных количественных зависимостей между анализируемыми экономическими явлениями и процессами. Несущественные взаимосвязи в модели игнорируются.

*Роль*: Эконометрические модели помогают понять взаимосвязи между переменными, предсказать будущие тенденции и оценить влияние различных факторов на их поведение.

###### **Кибернетическая модель**

─ это модель, в которой отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в ней, реальным процессам. В ней стремятся отобразить лишь некоторую функцию и рассматривают реальный объект как некий «черный ящик», имеющий ряд входов и выходов, и моделируют некоторые связи между выходами и входами.

*Роль*: При построении кибернетической модели путем введения ряда упрощающих допущений выделяются важные для исследования свойства. А при исследовании сложных систем нужно заниматься упрощенными формами, так как всеобъемлющие исследования бывают зачастую совершенно невозможны.

###### **Структурная модель**

─ это совокупность конкретных элементов системы, необходимых и достаточных для достижения цели исследования отношений между этими элементами и связей между системой и окружающей средой.

*Роль*: Структурная модель позволяет увидеть систему в целом и понять, как ее компоненты взаимодействуют друг с другом, а также как изменения в различных компонентах могут повлиять на общее поведение системы.

###### **Составляющие формализованного описания задач выбора:**

1. Множество альтернатив
2. Множество ограничений
3. Критерии

Из 1 с учетом 2 получается множество допустимых альтернатив. А из 1 с учетом 2 и 3 получается оптимальное решение.

*Роль*: Задачи выбора играют ключевую роль в математическом моделировании, поскольку они представляют собой ситуации, в которых принимаются решения относительно определенных вариантов, чтобы достичь определенных целей.

###### **Оптимальный выбор (оптимальное решение)**

**─** это решение, которое по определенным критериям является наиболее подходящим в конкретной ситуации. Сущность оптимального решения заключается в выборе наиболее предпочтительного варианта из всех существующих. *Наилучшая по заданному критерию альтернатива из множества допустимых с учетов ограничений.*

*Роль*: В математическом моделировании выбор оптимального решения часто является ключевой задачей, при этом оптимальное решение стремится к достижению наилучших результатов с учетом заданных ограничений.

###### **Вариабельность системы**

**─** это характеристика системы, определяющая степень ее изменчивости, то есть склонности к отклонениям от предопределенного поведения; Возможное множество вариантов развития событий и их результатов; Степень неопределенности или изменчивости в данных или процессе, который мы моделируем.

*Роль*: Высокая вариабельность данных может указывать на нестабильность или непредсказуемость системы. Также вариабельность может быть результатом изменений в системе. Моделирование вариабельности помогает понять эти изменения и их влияние на систему.

###### **Системные причины вариабельности системы**

**─** многочисленные источники изменчивости процесса, действующие внутри системы, результат действия каждого из которых незначителен, которые имеют устойчивый во времени характер действия.

*Роль*: Важно определять данные причины при моделировании, так как если в системе присутствуют только обычные (системные) причины и они не изменяются, то результат работы системы предсказуем, а сама система находится в статистически стабильном состоянии.

###### **Особые причины вариабельности системы**

**─** факторы, которые существенно, но нерегулярно воздействуют на процесс и являются внешними по отношению к системе.

*Роль*: Важно определять данные причины при моделировании, так как если особые причины изменчивости процесса не идентифицированы и не устранены, то они влияют на выход работы системы непредсказуемым образом и сама система находится в статистически нестабильном состоянии.

###### **Состояние системы «статистически управляема» (математический фокус)**

**─** это состояние, в котором удалены все особые причины изменчивости. Такое состояние означает, в частности, отсутствие точек за контрольными границами и трендов в рамках контрольных границ. Такое состояние позволяет системе воспроизводить повторяющийся результат в определенных рамках. *В данных наблюдается зависимость. Для ее определения используются различные методы статистики.*

*Роль*: Поддерживать систему в статистически управляемом состоянии нужно, чтобы прогнозировать ее работу и эффективно управлять ею. Для этого при моделировании важно применение статистических методов для обработки информации и принятия решений.

###### **Состояние системы «неуправляема» (математический фокус)**

**─** это состояние, в котором на систему воздействуют особые причины вариабельности, кроме обычных. В таком состоянии результат работы системы нестабилен во времени. Результат работы системы выходит за определенные рамки. *В данных не наблюдается зависимость. Для определения ее отсутствия используются различные методы статистики.*

*Роль*: Необходимо определять такое состояние системы, так как оно создает сложности в управлении системой и прогнозировании ее работы. При моделировании важным является использование статистических методов, способствующих принятию решений в условиях ограниченной управляемости системы.

###### **Модель линейного программирования, прямая задача (назначение и условия применимости)**

**─** это основная оптимизационная задача, заключающаяся в максимизации или минимизации линейной целевой функции при линейных ограничениях.

Роль**:** Используется для нахождения оптимального решения, максимизирующего или минимизирующего целевую функцию.

Назначение**:** Решение задач оптимизации в условиях линейных зависимостей между переменными.

Условия применимости**:**

1. **Линейные ограничения:** Ограничения задачи должны быть линейными.
2. **Линейная целевая функция:** Целевая функция должна быть линейной.
3. **Ограниченность ресурсов:** Ресурсы должны быть ограничены, и требуется их оптимальное использовани

Спецификации**:** Включают в себя математическое описание целевой функции и ограничений, методы оптимизации, такие как симплекс-метод, и оптимальное решение задачи.

###### **Модель линейного программирования, двойственная задача (назначение и условия применимости)**

**─** это вторичная оптимизационная задача, связанная с основной задачей линейного программирования, которая позволяет оценить изменение целевой функции при изменении параметров (коэффициентов) ограничений.

Роль**:** Используется для анализа чувствительности основной задачи линейного программирования к изменениям в её параметр.

Назначение**:** обоснование оптимального выбора в условиях, когда все зависимости между переменными являются линейными;оценка влияния изменений в ограничениях (коэффициентах) на целевую функцию основной задачи; поиск узкого места системы и реально ограничивающие нас ресурсы (активные ограничения)

Условия применимости**:**

1. **Линейные ограничения:** Ограничения в основной задаче должны быть линейными.
2. **Существование оптимального решения:** Основная задача должна иметь оптимальное решение.
3. **Негативные коэффициенты в целевой функции:** Целевая функция должна содержать негативные коэффициенты.

Спецификации**:** Включают в себя математическое описание двойственной задачи, условия оптимальности двойственной задачи, и интерпретацию результатов в контексте оригинальной задачи линейного программирования.

###### **Модель нелинейного программирования (назначение и условия применимости)**

**─** это математическая модель, предназначенная для решения оптимизационных задач, в которых целевая функция или ограничения содержат нелинейные выражения.

Роль**:** Используется для нахождения оптимальных значений переменных в системе, где зависимости нелинейные.

Назначение**:** Решение задач оптимизации, где целевая функция или ограничения содержат нелинейные выражения; обоснование оптимального выбора в случаях, когда зависимости между переменными не могут быть выражены линейными зависимостями.

Условия применимости**:**

1. **Нелинейные зависимости:** Целевая функция или ограничения должны содержать нелинейные математические выражения.
2. **Однозначность решения:** Задача должна иметь однозначное оптимальное решение.
3. **Гладкость функций:** Функции должны быть дифференцируемыми для применения методов оптимизации.

Спецификации**:** Включают в себя математическое описание целевой функции и ограничений, методы оптимизации, такие как градиентные методы, и условия оптимальности.

###### **Модель динамического программирования (назначение и условия применимости)**

─ это математический метод решения оптимизационных задач, основанный на разбиении исходной задачи на более простые подзадачи и последующем комбинировании их решений для получения оптимального решения исходной задачи.

Роль**:** Используется для решения задач оптимизации, где оптимальное решение зависит от последовательности принимаемых решений.

Назначение**:** разбиение задачи;моделирование и решение задач, где оптимальные решения зависят от промежуточных шагов, и эти шаги могут повторяться.

Условия применимости**:**

1. **Принцип оптимальности:** Задача должна иметь свойство оптимальности, то есть оптимальное решение задачи можно найти, зная оптимальные решения подзадач.

2. **Перекрывающиеся подзадачи:** Задача разбивается на подзадачи, которые могут перекрываться.

Спецификации**:** Включают в себя структуру подзадач, оптимальные значения для каждой подзадачи, и метод построения оптимального решения для всей задачи.

###### **Модель антагонистической игры (назначение и условия применимости)**

Модель антагонистической игры применяется для анализа ситуаций, в которых участвуют конфликтующие стороны с противоположными интересами. Она включает в себя представление стратегий, выигрышей и потерь для каждого участника, позволяя прогнозировать возможные исходы и оптимизировать решения в условиях конфликта. Такие модели часто используются в экономике, политике, бизнесе и других областях для анализа стратегий принятия решений в условиях конкуренции.

Роль модели антагонистической игры в моделировании заключается в анализе стратегий и выигрышей в ситуациях, где интересы игроков противоположны. Назначение такой модели заключается в моделировании конфликтов и стратегических взаимодействий, определении оптимальных стратегий и выигрышей для каждого игрока. Общая спецификация модели: мы вводим элементарные стратегии игрока А, игрока Б и строим платежные матрицы, которые показывают результаты их стратегий в зависимости от того, как они сочетались. К примеру, где один выиграл - другой проиграл: одному игроку арбуз купили, а второму не купили; значит, то что выиграл один, второй - проиграл. Из этого получим спецификацию: одна матрицу, и выигрыш одного будет проигрышем другого.

Условия применимости включают в себя: множество игроков, противостояние интересов и рациональные решения. Ведь модель применима, когда взаимодействуют два или более игрока. Выигрыши одного игрока противоречат выигрышам другого. И игроки принимают рациональные стратегические решения для максимизации своего выигрыша.

###### **Платежная матрица антагонистической игры**

- это таблица, где каждая из сторон выбирает свою стратегию, а ячейки содержат выигрыши (или потери) для каждой стороны в зависимости от выбранных стратегий обеих сторон. Обычно это используется в играх с двумя участниками, где выигрыши одного являются потерями для другого.

Ее роль в моделировании заключается в анализе конфликтных ситуаций, позволяя прогнозировать оптимальные стратегии и принимать решения при конкуренции, основываясь на выигрышах и потерях каждой стороны.

Назначение платежной матрицы заключается в определении оптимальных стратегий и предсказании исходов в антагонистических играх для принятия решений. Спецификация включает в себя таблицу, где строки представляют стратегии одного игрока, столбцы - стратегии другого игрока, а ячейки содержат выигрыши и проигрыши. Пример для двух участников и двух стратегий:

Стратегия A Стратегия B

Стратегия X 3, -3 -2, 2

Стратегия Y -3, 3 0, 0

В данной матрице:

* Игрок 1 выбирает между Стратегией X и Стратегией Y.
* Игрок 2 выбирает между Стратегией A и Стратегией B.

Числа в ячейках матрицы представляют выигрыши (или потери) для соответствующих игроков.

###### **Седловая точка антагонистической игры**

- это точка в платежной матрице, в которой одновременно достигается наилучший результат для одного игрока (максимум в своей строке) и наихудший результат для другого игрока (минимум в своем столбце). Таким образом, седловая точка представляет собой точку равновесия интересов обеих сторон в условиях антагонистической игры.

Седловая точка в антагонистической игре служит оптимальным решением, где одновременно достигается наилучший результат для одного игрока и наихудший результат для другого. Она определяет оптимальные стратегии для участников в условиях конфликта.

Спецификация седловой точки. В платежной матрице игры седловая точка характеризуется следующим образом:

1. Элемент матрицы, который является максимумом в своей строке.
2. Этот же элемент также является минимумом в своем столбце.

Пример для двух участников и двух стратегий:

Стратегия A Стратегия B

Стратегия X 3, -3 -2, 2

Стратегия Y -3, 3 0, 0

В данной матрице:

* Игрок 1 выбирает между Стратегией X и Стратегией Y.
* Игрок 2 выбирает между Стратегией A и Стратегией B.

Числа в ячейках матрицы представляют выигрыши (или потери) для соответствующих игроков.

Седловая точка - это элемент матрицы, где одновременно достигается оптимальный выигрыш для Игрока 1 и минимальный для Игрока 2. Седловая точка находится в ячейке (Стратегия Y, Стратегия B), где одновременно достигаются максимальный выигрыш для Игрока 1 (0) и минимальный для Игрока 2 (0).

###### **Модель игры с природой (назначение и условия применимости)**

Модель игры с природой используется для анализа ситуаций, в которых одна или несколько сторон принимают решения, не имея полной информации о том, какое решение принимает природа. Такие модели включают элемент случайности, представленный природой, и позволяют анализировать стратегии участников в условиях неопределенности.

Её роль в моделировании заключается в учете случайных факторов, которые могут влиять на исход игры. Модель игры с природой используется для анализа ситуаций, где участники принимают решения в условиях случайности. Она помогает анализировать оптимальные стратегии и принимать решения в условиях неопределенности. Условия применимости: 1) Присутствие случайных событий. 2) Ограниченная информация участников. 3) Рациональное поведение участников, стремящихся максимизировать выигрыши.

Спецификация модели игры с природой:

1. Участники: Один или несколько игроков, принимающих решения.
2. Природа: Фактор, внешний по отношению к участникам, представляющий случайные события.
3. Стратегии: Возможные действия участников и вероятности их выбора в условиях неопределенности.
4. Выигрыши: Последствия каждой комбинации стратегий игроков и действий природы в виде выигрышей и потерь.
5. Информация: Ограниченность информации участников о будущих действиях природы.
6. Рациональность: Предполагается, что участники рациональны, стремясь максимизировать свои ожидаемые выигрыши в условиях неопределенности.
7. Платежная матрица.

###### **Платежная матрица игры с природой**

- таблица, где каждая комбинация стратегий участников и действий природы содержит выигрыши (или потери) для каждого участника. Эта матрица включает элемент случайности, представленный природой, и помогает анализировать оптимальные стратегии в условиях неопределенности.

Роль в моделировании - служит основой для анализа стратегий игроков в условиях неопределенности. Платежная матрица позволяет оптимизировать стратегии, учитывая вероятностные воздействия природы на исходы игры.

Спецификация включает в себя таблицу, где строки - стратегии игроков, столбцы - возможные события природы, ячейки - выигрыши/проигрыши.

###### **Сетевая модель проекта (назначение и условия применимости)**

*Сетевая модель проекта* – рациональный план реализации взаимосвязанных элементарных операций (работ). Логическая последовательность выполнения операций проекта иллюстрируется с помощью графа.

*Основными компонентами* сетевой модели являются графы и диаграммы, такие как сетевой граф, диаграмма Ганта.

*Назначение:* формирование управления, которое ведет к достижению поставленной цели и обеспечивает движение к этой цели по наиболее выгодному пути при учете наложенных на систему ограничений.

*Условия применимости:* применяется, когда проект включает в себя множество задач, каждая из которых может влиять на другие.

###### **Стрелочный граф проекта (назначение и условия применимости)**

*Определение:* Логическая последовательность выполнения операций проекта иллюстрируется с помощью графа.

*Составляющие:*

Стрелка **–** операция

Узел **–** событие

Начальный узел – предшествующее событие

Конечный узел – последующее событие

*Назначение:*

* наглядно отображает порядок выполнения отдельных операций проекта во времени;
* наглядно отображает связи между операциями;
* позволяет экспериментировать и выяснять, к каким результатам приведет то или иное решение;
* служит основой построения системы управления проектом.

*Условия применимости:* подходит для проектов с линейной структурой выполнения задач, где одна задача зависит от предыдущей.

###### **Метод CPM (назначение и условия применимости)**

*Определение и спецификация:*

Метод Критического пути (детерминированная структура проектов, детерминированные временные параметры элементов модели):

* Найти события, резервы которых равны нулю
* Найти операции, резервы которых равны нулю
* Связать последовательность критических событий и критических работ

Последовательность критических событий и операций называется критическим путем.А длина критического пути определяет продолжительность выполнения проекта

*Назначение:* метод критического пути (СРМ) используется для определения продолжительности проекта путем анализа того, какая последовательность задач (путь) имеет наименьшую величину резерва времени.

*Условия применимости:* применяется при календарно-сетевом планировании. Ограничением метода критического пути является невозможность его использования в случаях, когда сетевой график проекта содержит хотя бы один контур или петлю (Loop) – путь, проходящий через любую вершину сети более одного раза.

###### **Алгоритмы СPM-time (назначение и условия применимости)**

*Определение:* Эвристический метод (метод, учитывающий индивидуальные особенности сетевых графиков)

*Допущения:* Время выполнения работы – постоянная величина; Интенсивность потребления ресурса – постоянная величина (Информация о ресурсах может отсутствовать)

*Общая идея алгоритмов:* начало выполнения некритических операций сдвигается во времени в пределах резервов согласно установленным ЛПР правилам приоритета.

*Назначение:* Требуется реализовать проект при данных ограничениях на ресурсы в минимально короткий срок; Требуется реализовать проект в заданный срок с минимальным суммарным потреблением ресурса в единицу времени.

*Условия применимости:* этот подход имеет смысл только в том случае, если для некритических операций определены резервы времени.

###### **Алгоритмы CPM-cost (назначение и условия применимости)**

*Определение:* Эвристический метод (метод, учитывающий индивидуальные особенности сетевых графиков)

Время выполнения работы зависит от интенсивности потребления ресурса

Допущение: возможность сокращения длительности работ за счет привлечения дополнительных ресурсов и обратное утверждение

Общая идея алгоритмов: Для улучшения проекта изменяется продолжительность работ. При этом во внимание принимается: ♦ критерий оптимизации, ♦ резервы времени работ ♦ границы продолжительности работ а(i,j) и b(i,j) и затраты ♦ правила приоритета

*Назначение:* Требуется сократить расчетное время реализации проекта; Требуется сократить затраты на реализацию проекта при ограничении на срок завершения проекта.

*Условия применимости:* алгоритмы подходят для проектов, где есть наличие резервов времени для работ, которые могут быть реорганизованы с учетом критерия оптимизации.

###### **Метод PERT (назначение и условия применимости)**

Program (Project) Evaluation and Review Technique (сокращённо PERT) — метод оценки и анализа проектов, который используется в управлении проектами. Метод подразумевает наличие неопределённости, давая возможность разработать рабочий график проекта без точного знания деталей и необходимого времени для всех его составляющих. Детерминированная структура проектов, стохастические временные параметры элементов модели

• Найти события, резервы которых равны нулю; Найти операции, резервы которых равны нулю; Связать последовательность критических событий и критических работ; Найти подкритические пути

Условия применимости: Метод в особенности нацелен на анализ времени, которое требуется для выполнения каждой отдельной задачи, а также определение минимального необходимого времени для выполнения всего проекта. 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 Гантта. Методика PERT позволяет примерно оценить сроки выполнения задач и придерживаться их в ходе реализации.Он ориентирован на анализ тех проектов, для которых продолжительность выполнения всех или некоторых работ не удаётся определить точно. В первую очередь это относится к проектированию и внедрению новых систем.

###### **Алгоритмы PERT-time (назначение и условия применимости)**

Определение: Алгоритмы PERT-time используют метод PERT для оценки времени выполнения задач в проекте, учитывая статистическую неопределенность.

PERT-time : Время выполнения работы – постоянная величина; Интенсивность потребления ресурса – постоянная величина

Назначение: Используется для более точного прогнозирования времени выполнения задач проекта с учетом возможных временных сценариев.

Условия применимости: Применим в ситуациях, где важно учесть статистическую неопределенность времени выполнения.

###### **Алгоритмы PERT-cost (назначение и условия применимости)**

Определение: Алгоритмы PERT-cost используют метод PERT для оценки затрат в проекте, учитывая статистическую неопределенность.

PERT-cost: Время выполнения работы зависит от интенсивности потребления ресурса

Метод, основанный на построении области допустимых затрат, при которых проект может быть реализован за определённое время. В результате применения метода PERT могут быть получены наиболее раннее и наиболее позднее время начала каждой работы. Строятся два графика: график совокупных затрат при наиболее раннем времени начала работ и график совокупных затрат при наиболее позднем времени начала работ

Назначение: Используется для более точного прогнозирования финансовых затрат на проект с учетом возможных сценариев.

Условия применимости: Применим в ситуациях, где важно учесть статистическую неопределенность финансовых затрат.

###### **GAN-сеть (назначение и условия применимости)**

Определение: GAN-сеть представляет собой алгоритм машинного обучения, включающий две нейронные сети - генератор и дискриминатор, которые конкурируют между собой. Передовой подход к генеративному моделированию в рамках глубокого обучения, часто использующий архитектуры, такие как сверточные нейронные сети.

Целью генеративного моделирования является автономное выявление закономерностей во входных данных, что позволяет модели создавать новые примеры, которые практически напоминают исходный набор данных.

Введение в дополнение к детерминированным событиям событий вероятностного типа как логического объединения работ операциями «ИЛИ» и «ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ». Начальное событие – детерминированное или вероятностное. Конечное – обязательно детерминированное.

Выделение в каждой вершине графа стороны входа и стороны выхода; Наличие в сети альтернативных работ; Допустимость циклов и обратных связей.

Характеристики элементов GAN-сети: Событие – вершина графа, W – конечное множество вершин wi, Работа – дуга графа.

Многочисленные последовательные упрощения структуры GAN-сети: Объединение работ; Замена последовательных и параллельных комбинаций дуг, разветвлений, петель и контуров замещающими дугами.

Назначение: Используется для генерации реалистичных данных, таких как изображения, звуки и видео.

Условия применимости: Применима в ситуациях, где необходимо создавать высококачественные, похожие на реальные данные.

###### **Метод GERT (назначение и условия применимости)**

Определение: Метод GERT - это метод управления проектами, который использует графические модели для оценки и анализа времени выполнения задач и вероятности нарушения графика проекта.

Альтернативный вероятностный метод сетевого планирования. Применяется в случаях, когда последующие задачи могут начинаться после завершения только некоторого числа из предшествующих задач. При этом не все задачи, представленные на сетевой модели, должны быть выполнены для завершения проекта.

1. Описание проекта стохастической сетью (стохастическая структура модели).

2. Сбор данных, характеризующих каждую дугу сети.

3. Минимизация (упрощение)построенной стохастической сети.

4. Расчет длительности и вероятности реализации проекта.

5. Анализ и оценка результатов.

Назначение: Используется для более точного прогнозирования времени выполнения задач и вероятности нарушения графика проекта.

Условия применимости: Применим в ситуациях, где важно учесть статистическую неопределенность в процессе выполнения задач.

###### **Марковские процессы**

*Определение:* Случайный процесс, протекающий в системе S c дискретными состояниями s1, s2, ... , si, ... называется марковским, если для любого момента времени t0 вероятность каждого из состояний системы в будущем при t > t0 зависит только от того, в каком текущем состоянии система находится в настоящем (в момент времени t0) и не зависит от того, каким образом система оказалась в этом текущем состоянии.

* Будущее зависит от настоящего, но не зависит от того, как мы оказались в настоящем.
* Независимость от предыстории.

*Спецификация:*

Некоторая система S может принимать только одно из дискретных состояний s1, s2, ... , sn , которых может быть неограниченно много. Система может переходить из одного состояния в другое состояние. Возможность перехода между состояниями обозначается стрелками на графе состояний, который изображается в виде ориентированного графа.

Вершины графа (квадраты, но могут быть кружки или овалы) обозначают состояния, внутри записывают обозначение состояния (номер или имя состояния). Стрелки обозначают возможность перехода. Стрелки могут иногда быть двунаправленные, но чаще рисуют разные однонаправленные стрелки.

*Назначение:* используются для анализа вероятностных свойств, таких как вероятность перехода из одного состояния в другое, стационарные вероятности и т.д.

*Условия применимости:* требуется, чтобы вероятности перехода из одного состояния в другое были постоянными во времени, что известно как свойство Маркова.

###### 

###### **Модели систем массового обслуживания (СМО)**

Определение**:** Модели систем массового обслуживания (СМО) - это математические модели, используемые для анализа и оптимизации процессов обслуживания, где поступающие заявки обслуживаются ресурсами в соответствии с определенными правилами.

Роль**:** Используются для анализа и оптимизации процессов обслуживания, предоставляя количественные оценки производительности системы.

Назначение**:**

1. **Оптимизация обслуживания:** Анализ эффективности и производительности системы обслуживания.

2. **Прогнозирование нагрузки:** Оценка влияния различных факторов на пропускную способность и временные характеристики системы.

3. **Разработка стратегий обслуживания:** Определение оптимальных стратегий обслуживания для достижения заданных целей.

Спецификации**:** Включают в себя параметры потока заявок, характеристики ресурсов, правила обслуживания, и меры производительности, такие как интенсивность обслуживания и вероятность отказа.