

Происхождение названия "**Исследование Операций**" объясняется историческими причинами. Впервые исследования в этой области были выполнены в Англии в период Второй Мировой войны и имели целью помочь командованию принять решения по руководству боевыми операциями. Успех работы привёл к тому, что после войны оформившиеся приёмы и методы исследования операций начали использовать в других областях-управление сложными техническими и экономическими человеко-машинными системами.

В годы Второй мировой войны исследование операций широко применялось для планирования боевых действий. Так, специалисты по исследованию операций работали в командовании бомбардировочной авиации США, дислоцированном в Великобритании. Ими исследовались многочисленные факторы, влияющие на эффективность бомбометания. Были выработаны рекомендации, приведшие к четырёхкратному повышению эффективности бомбометания. Из-за дислокации в отделе оперативных действий (Operations) дисциплина и получила своё оригинальное название по имени адреса, на который высылалась почта для отдела: Operations/Research.[4][источник не указан 1420 дней]

В начале войны боевое патрулирование самолетов союзников для обнаружения кораблей и подводных лодок противника носило неорганизованный характер. Привлечение к планированию специалистов по исследованию операций позволило установить такие маршруты патрулирования и такое расписание полетов, при которых вероятность оставить объект незамеченным была сведена до минимума. Полученные рекомендации были применены для организации патрулирования над Южной Атлантикой с целью перехвата немецких кораблей с военными материалами. Из пяти вражеских кораблей, прорвавших блокаду, три были перехвачены на пути из Японии в Германию, один был обнаружен и уничтожен в Бискайском заливе и лишь одному удалось скрыться благодаря тщательной маскировке

Исследование операций
дисциплина, занимающаяся разработкой и применением
методов нахождения оптимальных решений на основе
математического моделирования, статистического
моделирования и различных эвристических подходов в
различных областях человеческой деятельности

**Под термином Исследования Операций (ИО) мы
будем понимать применение математических,
количественных методов для обоснования решений
во всех областях целенаправленной человеческой
деятельности.**

"Решение" это какой-то выбор из ряда возможностей, имеющихся у организатора. Решения бывают плохими и хорошими, продуманными и скороспелыми, обоснованными и произвольными.

Чем сложнее и масштабнее планируемое мероприятие, тем менее допустимы в нем "волевые" решения и тем важнее становятся научные методы, позволяющие заранее оценить последствия каждого решения, заранее отбросить недопустимые варианты и рекомендовать наиболее удачные; установить, достаточно ли имеющейся информации для правильного выбора решения, и если нет-какую информацию нужно получить дополнительно. Слишком опасно в таких случаях опираться на свою интуицию, на "опыт и здравый смысл". В эпоху научно-технической революции техника и технология меняются настолько быстро, что "опыт" просто не успевает накапливаться. К тому же часто идет речь о мероприятиях уникальных, проводимых впервые. "Опыт" в этом случае молчит, а "здравый смысл" легко может обмануть, если не опирается на расчет. Такими расчетами, облегчающими людям принятие решений, и занимается исследование операций.

Особую актуальность приобретает улучшение работы координирующих и управляющих центров, которым предоставлено право принимать ответственные решения. В том числе при управлении какими то объектами, что представляет в общей совокупности автоматизированную систему управления - АСУ

АСУ можно определить как систему организационно-технического управления, основанного на использовании достоверной и полной информации, современной вычислительной техники, научных методов для анализа возможных решений



1. Продажа сезонных товаров

Для реализации сезонных товаров создается сеть временных торговых точек. Требуется определить их число, размещение, запасы, количество персонала для получения максимальной прибыли.

2. Снегозащита дорог

В условиях Крайнего Севера метели, заносящие снегом дороги, представляют серьезную помеху движению. Любой перерыв движения приводит к экономическим потерям. Существует ряд возможных способов снегозащиты (профиль дороги, защитные щиты и т. д.), каждый из которых требует известных затрат на сооружение и эксплуатацию. Известны господствующие направления ветров, есть данные о частоте и интенсивности снегопадов. Требуется разработать наиболее эффективные экономически средства снегозащиты (какую из дорог, как и чем защищать?) с учетом потерь, связанных с заносами.

- **3. Выборочный контроль продукции**

- Завод выпускает определенного вида изделия. Для обеспечения их высокого качества организуется система выборочного контроля. Требуется разумно организовать контроль (т. е. выбрать размер контрольной партии, набор тестов, правила браковки и т. д.) так, чтобы обеспечить заданный уровень качества при минимальных расходах на контроль.

- **4. Медицинское обследование**

- Известно, что в каком-то районе обнаружены случаи опасного заболевания. С целью выявления заболевших (или носителей инфекции) организуется медицинское обследование жителей района.

- **5. Библиотечное обслуживание**

- Крупная библиотека обслуживает запросы, поступающие от абонентов. В фондах библиотеки имеются книги, пользующиеся повышенным спросом, книги, на которые требования поступают реже и, наконец, книги, почти никогда не запрашиваемые. Имеется ряд возможностей распределения книг по стеллажам и хранилищам, а также по диспетчеризации запросов с обращениями в другие библиотеки. Нужно разработать такую систему библиотечного обслуживания, при которой запросы абонентов удовлетворяются в максимальной мере.

- **11. План снабжения предприятий.**
- Имеются сырьевые базы и предприятия-потребители. Требуется разработать такой план снабжения сырьем каждого предприятия (с какой базы, в каком количестве, каким видом транспорта и какое сырье доставляется), чтобы потребности в сырье были обеспечены при минимальных расходах на перевозки. Здесь показатель эффективности – суммарные расходы на перевозки сырья в единицу времени ($R \rightarrow \min$).
- **12. Постройка участка магистрали.**
- При постройке участка магистрали в распоряжении имеются определенные средства (трудовые и материальные ресурсы), требуется спланировать строительство (распределить ресурсы) так, чтобы строительство было завершено в минимальный срок. Здесь необходимо учитывать случайные факторы (метеоусловия, отказы техники), и тогда показатель эффективности – среднее ожидаемое время окончания строительства ($T \rightarrow \min$).
- **13. Сеть торговых точек.**
- Требуется спланировать количество торговых точек, их размещение, товарные запасы, чтобы обеспечить максимальную экономическую эффективность распродажи. Здесь показатель эффективности – средняя ожидаемая прибыль от реализации товаров ($\Pi \rightarrow \max$).
- **14. Задача о комплексном использовании сырья.**
- Исходное сырье или материал может перерабатываться различными технологическими способами. В каждом случае получается в различном сочетании несколько видов продукции. Требуется найти план переработки, при котором заданные объемы конечной продукции получались бы с наименьшими затратами исходных материалов. Одним из распространенных примеров применения этого типа задач является оптимальный раскрой материалов.

- **15. Противолодочный рейд.**
- Требуется рационально организовать боевую операцию по уничтожению подводной лодки группой самолетов (выбрать маршруты самолетов, высоту полета, способ атаки). Здесь показатель эффективности – вероятность того, что лодка будет уничтожена.
- **16. Распределение изделий между предприятиями**
- (оборудования между участками) – минимизация суммарных затрат на изготовление всех изделий с учетом времени производства;
- **17. Регулирование парка вагонов**
- (распределение вагонов разных типов под различные грузы) -минимизация суммарных затрат на погрузку;
- **18. Выбор рациональных пропорций производства и использования энергоресурсов**
- при минимуме затрат (объем добычи угля и план распределения различных сортов угля между энергетическими установками, обеспечивающий их потребности наиболее экономным путем).
- **19. Задача планирования добычи угля в априорных решающих правилах**
- В угольной промышленности технико-экономические показатели сильно зависят от природных факторов, которые не всегда могут быть предсказаны заранее. Это:
- мощность и угол падения пластов, обводненность участков,склонность к выбрасыванию газов, физико-механические свойства угля и пород, надежность оборудования, эксплуатационные расходы. Природные условия сказываются на надежности оборудования, эксплуатационных расходах и т. д. и, в конечном счете, на области определения допустимых решений. Поэтому выбор оптимального проекта плана (решения) – это задача стохастического программирования.

- **Задача о ранце**
- Из заданного множества предметов со свойствами «стоимость» и «вес», требуется отобрать некое число предметов таким образом, чтобы получить максимальную суммарную стоимость при одновременном соблюдении ограничения на суммарный вес.
- **7. Задача коммивояжёра**
- Задача, заключающаяся в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешёвый, совокупный критерий и тому подобное) и соответствующие матрицы расстояний, стоимости и тому подобного.
- **8. Транспортная задача**
- Математическая задача линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение. Для простоты понимания рассматривается как задача об оптимальном плане перевозок грузов из пунктов отправления в пункты потребления, с минимальными затратами на перевозки.
- **9. Задача об упаковке в контейнеры**
- Задача заключается в упаковке объектов predetermined формы в конечное число контейнеров predetermined формы таким способом, чтобы число использованных контейнеров было наименьшим или количество или объём объектов (которые упаковывают) были наибольшими.

- В соответствии с этими общими чертами вырабатываются и общие приемы решения подобных задач, в совокупности составляющие методологическую схему и аппарат исследования операции.

Из приведённых выше примеров следует, что не для всех из них на практике применяются математические методы обоснования решений; в некоторых случаях решения принимаются интуитивно. Однако с течением времени доля задач, где для выбора решения применяются математические методы, постоянно растет.

Рассмотрим основные определения.

- ***Операцией*** называется всякое мероприятие или система действий, объединённые единым замыслом и направленные на достижение какой-то цели.

Примеры

1. Разработка плана снабжения предприятий при минимальных затратах.
2. Организация продажи сезонных товаров при максимальной экономической эффективности.
3. Обеспечение требуемого качества продукции при минимальных расходах на контроль
4. Организация системы медицинского обслуживания для скорейшего прекращения распространения инфекции.

Оперирующей стороной называются отдельные лица и коллективы, объединенные организационным руководством и активно стремящиеся (в рамках данной операции) к достижению поставленной цели.

Активными средствами проведения операции называется совокупность материальных, энергетических, денежных, трудовых и других ресурсов, а также организационных возможностей, используемых оперирующей стороной для обеспечения успешного хода операции и достижения ее цели

Стратегиями оперирующей стороны в данной операции называются допустимые способы расходования ею имеющихся активных средств.

Здесь слово "допустимые" следует понимать как "не выходящие за пределы технических, организационных, физических возможностей (ограничений)".

Среди допустимых обычно находятся и оптимальные (предпочтительные) стратегии,

Действующими факторами операции называются объективные условия и обстоятельства, определяющие ее особенности и непосредственно влияющие на ее исход. Различают факторы:

1. Определенные (*точно известные*).
2. Неопределенные (*имеющие вероятностную природу или проявляющиеся беспорядочно*).

Все они разделяются на:

Контролируемые оперирующей стороной и
Неконтролируемые оперирующей стороной,
причем неконтролируемыми обычно бывают неопределенные факторы.

Критерием эффективности операции (или выбранной стратегии) называется показатель требуемого, или ожидаемого, или достигнутого соответствия между результатом предпринимаемых действий и целью операции. *Важнейшей функцией критерия является возможность сравнительной оценки различных стратегий до начала их реализации.*

Правильный выбор показателя эффективности является необходимым условием полезности исследования, применяемого для обоснования решения.

Показатель эффективности часто называют целевой функцией.

Для иллюстрации принципов выбора показателя эффективности вернемся опять к нашим примерам. Выберем для каждого из них естественный показатель эффективности и укажем, требуется его максимизировать или минимизировать.

1. План снабжения предприятий.

Задача операции-обеспечить снабжение сырьем при минимальных расходах на перевозки.

Показатель эффективности R-суммарные расходы на перевозки сырья за единицу времени, например, месяц ($R \rightarrow \min$)

2. Продажа сезонных товаров.

В качестве **показателя эффективности** можно взять среднюю ожидаемую прибыль Π от реализации товаров за сезон ($\Pi \rightarrow \max$)

3. Выборочный контроль продукции.

Естественный **показатель эффективности**, подсказанный формулировкой задачи, это средние ожидаемые расходы R на контроль в единицу времени, при условии, что система контроля обеспечивает заданный уровень качества например, средний процент брака не выше заданного ($R \rightarrow \min$)

4. Медицинское обследование.

В качестве **показателя эффективности** можно выбрать средний процент (долю) Q больных и носителей инфекции, которых удалось выявить ($Q \rightarrow \max$).

- **Состоянием операции в некоторый момент времени t называется совокупность ее характеристик (особенностей), проявляющихся в этот момент и отражающих объективно сложившееся положение дел.**

Всякая операция представляет собой процесс, существующий во времени, проходящий различные этапы (фазы) развития и завершающийся получением конечного результата, сопоставимого с исходной целью.

Математические модели операций

Математической моделью операции называются формальные соотношения, устанавливающие связь принятого критерия эффективности с действующими факторами операции.

Требования к модели противоречивы.

С одной стороны, она должна быть достаточно полной, т.е. в ней должны быть учтены все важные факторы, от которых существенно зависит исход операции.

С другой стороны, модель должна быть достаточно простой для того, чтобы можно было установить обозримые (желательно - аналитические) зависимости между входящими в нее параметрами.

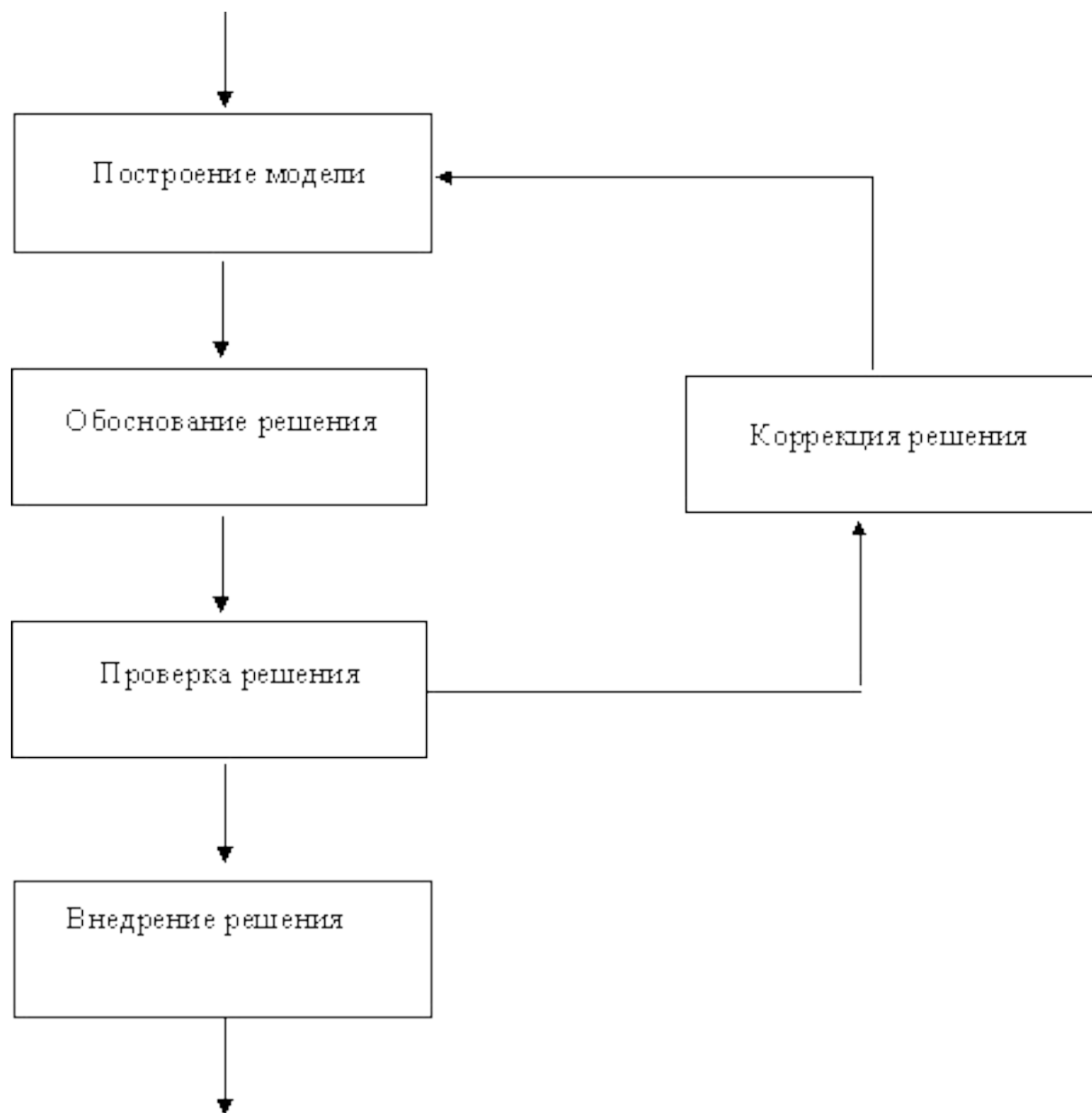
Модель не должна быть "засорена" множеством мелких, второстепенных факторов-их учет усложняет математический анализ и делает результаты исследования трудно обозримыми.

- **Математические модели можно классифицировать следующим образом:**
- Аналитические или детерминированные
- Статистические и игровые модели

найти оптимум $z = f(x_1, \dots, x_n)$ (целевая функция) при

$$\left. \begin{array}{l} g_i(x_1, \dots, x_n) \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \end{array} \right\} \text{ (ограничения)}$$

Ограничения $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$ называются условиями неотрицательности



Детерминированный
случай

$$W = W(\alpha_1, \alpha_2, \dots; x_1, x_2, \dots)$$

Недетерминированный
случай

$$W = W(\alpha_1, \alpha_2, \dots, x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots)$$

Сведение задачи к
детерминированной

$$W = W(\alpha_1, \alpha_2, \dots, x_1, x_2, \dots, y_1, y_2, \dots)$$

Оптимизация в
среднем

$$\bar{W} = M[W] = \int \int \dots \int W(\alpha_1, \alpha_2, \dots; y_1, y_2, \dots; x_1, x_2, \dots) f(y_1, y_2, \dots) dy_1 dy_2 \dots$$

Локальные решения

$$x_1 = x_1(\alpha_1, \alpha_2, \dots; y_1, y_2, \dots);$$

$$x_2 = x_2(\alpha_1, \alpha_2, \dots; y_1, y_2, \dots).$$

Генетический алгоритм для решения задачи оптимизации

