

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ | 10 |
| 1.1. Проблема принятия решения и её эволюция | 10 |
| 1.2. Основные понятия исследования | 13 |
| 1.2.1. Классификация задач принятия решений | 18 |
| 1.2.2. Исследование операций как научная дисциплина | 20 |
| 1.3. Сущность и принципы системного подхода | 26 |
| 1.3.1. Сложные системы. Системный подход | 26 |
| 1.4. Прямые и обратные задачи исследования | 32 |
| 1.5. Свойства технических систем | 39 |
| 1.6. Принципы системного подхода | 47 |
| Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В РОССИИ | 55 |
| 2.1. Ученые степени и ученые звания | 59 |
| 2.2. Подготовка научных и научно-педагогических кадров в России | 62 |
| 2.3. Квалификация «магистр» и его научный статус | 64 |
| 2.4. Критерии, которым должны отвечать диссертации, представленные на соискание ученой степени | 68 |
| 2.5. Научно-исследовательская работа магистров | 74 |
| Глава 3. ПРЕДМЕТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ | 77 |
| 3.1. Наука и ее содержание | 77 |
| 3.2. Научное исследование | 80 |
| 3.3. Научно-техническая информация | 83 |
| Глава 4. ФОРМУЛИРОВАНИЕ ТЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ | 88 |
| 4.1. Понятийный аппарат научного исследования (диссертации) | 88 |
| 4.2. Объект, предмет и цель исследования | 91 |
| 4.3. Научные положения, результаты, выводы и рекомендации | 93 |
| 4.4. Научная новизна, личный вклад в науку | 94 |
| 4.5. Практическая ценность (значимость), вклад в практику | 96 |
| 4.6. Научная достоверность | 97 |
| 4.7. Название (наименование, тема) диссертации | 99 |

| | |
|---|------------|
| 4.8. Общие правила решения инженерных задач | 106 |
| 4.8.1. Общие принципы конструирования машин и пути их реализации | 106 |
| 4.8.2. Основные правила конструирования машин | 107 |
| Глава 5. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ | 109 |
| 5.1. Моделирование как естественный процесс познания..... | 109 |
| 5.2. Математическое моделирование..... | 111 |
| 5.3. Основы построения математических моделей процессов технической эксплуатации и ремонта автомобилей | 116 |
| 5.4. Методология системных исследований | 129 |
| Глава 6. МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА И ОБОСНОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ | 135 |
| 6.1. Требования к выбору и обоснованию критериев | 135 |
| 6.2. Методика построения дерева целей | 137 |
| 6.3. Методика обоснования интегрального критерия | 140 |
| 6.4. Методика разработки частных критериев..... | 144 |
| Глава 7. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 150 |
| 7.1. Общие сведения об экспериментах | 150 |
| 7.2. Методология проведения эксперимента | 151 |
| 7.3. Методика обоснования количества опытов при проведении эксперимента | 157 |
| Глава 8. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ — ИНТЕРВАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ | 168 |
| 8.1. Определение моментов случайных величин | 168 |
| 8.2. Математическое обеспечение обработки данных испытаний | 175 |
| Глава 9. ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ..... | 178 |
| 9.1. Общие понятия о системах массового обслуживания | 178 |
| 9.2. Процесс построения математической модели системы массового обслуживания | 182 |
| 9.3. Основные типы системы массового обслуживания..... | 185 |
| Глава 10. ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ПРИОРИТЕТОМ..... | 192 |
| 10.1. Методика обработки донесений с приоритетом..... | 192 |
| 10.2. Метод статистических испытаний..... | 196 |

| | |
|--|-----|
| 10.3. Проверка на адекватность математических моделей..... | 198 |
| Глава 11. ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ | 200 |
| 11.1. Предмет и постановка задачи теории управления запасами | 200 |
| 11.2. Основные понятия и определения теории управления запасами | 201 |
| 11.3. Элементарные детерминированные модели управления запасами | 203 |
| Глава 12. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ..... | 218 |
| 12.1. Статистический метод определения параметров системы управления запасами..... | 218 |
| Глава 13. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ | 229 |
| 13.1. Обобщенная вероятностная модель функционирования системы снабжения при непрерывном спросе | 232 |
| 13.2. Вероятностная модель с фиксированным заказом (поставкой)..... | 233 |
| 13.3. Вероятностная модель с постоянным уровнем запаса..... | 234 |
| 13.4. Вероятностная модель двух уровней..... | 235 |
| 13.5. Вероятностная модель трех параметров | 235 |
| Глава 14. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ АВАРИЙНОСТИ..... | 237 |
| 14.1. Понятие моделирования..... | 237 |
| 14.2. Типы моделей | 238 |
| 14.3. Пути реализации модели | 239 |
| 14.4. Вероятностно-статистические модели и методы..... | 240 |
| 14.5. Статистические методы проверки гипотез | 242 |
| 14.6. Выделение аномальных наблюдений | 244 |
| 14.7. Проверка независимости характеристик | 247 |
| 14.8. Определение наличия тренда..... | 248 |
| 14.9. Критерий принадлежности двух выборок одной и той же генеральной совокупности..... | 249 |
| 14.10. Критерии проверки нормальности распределения..... | 250 |
| 14.10.1. Модифицированный критерий..... | 250 |
| 14.10.2. Критерий Шапиро — Уилка..... | 251 |
| 14.11. Линейный регрессионный анализ..... | 252 |
| 14.12. Имитационное моделирование..... | 253 |
| 14.13. Векторная оптимизация | 254 |
| 14.14. Оптимизационная задача выбора мероприятий, направленных на снижение ущерба от ДТП..... | 256 |

| | |
|--|-----|
| Глава 15. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЭВМ | 258 |
| 15.1. Состав, наименование, обозначение символов и отображаемые ими функции | 258 |
| 15.2. Методика разработки алгоритма задач по техническому обеспечению | 264 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 274 |
| <i>Приложение. ГЛОССАРИЙ</i> | 275 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 277 |

ВВЕДЕНИЕ

Начало нашего века совпало с развертыванием цепи событий, приведших к явлению, которое мы сейчас называем научно-технической революцией (НТР).

Сейчас каждое государство в структуру своей стратегической доктрины — основных принципов развития общества — включает вопросы научно-технического прогресса (НТП), в том числе и военном деле.

В настоящее время не только сам процесс открытий и не только процесс доведения этих открытий до приемлемой практически реализуемой формы, но и процесс передачи и освоения результатов НТП требует участия науки. И многие другие проблемы жизни общества, которые ранее решались на базе интуиции или здравого смысла, на опыте поколений, сейчас требуют активного и целенаправленного вмешательства, участия науки. Ни один серьезный вопрос в современных условиях нельзя эффективно решить, не опираясь на науку.

Общество не может способствовать НТП, не создав научную теорию, научные основы управления. На пути решения этой проблемы стоят не только технические трудности, но и трудности психологического характера. Еще не каждый ученый, не каждый участник НТП осознал закономерность перехода к управлению творческим трудом исследователей. Дело в том, что при жизни буквально одного-двух поколений ученых произошло коренное изменение такого характерного соотношения: в XVII–XIX вв. продолжительность творческой жизни ученого (35–37 лет) была в 2–3 раза меньше периода существования общепринятых теорий и методов исследований. То есть человек мог родиться, сформироваться как ученый, прожить всю жизнь, вырастить учеников, эти ученики — своих учеников, и все в пределах, например, гипотезы флогистона. Учитель мог высказать идею, а реализация ее, доведение до практики, доставалась, как правило, ученикам. Это было естественно. Сейчас это соотношение уменьшилось на порядок. Период обновления науки стал меньше продолжительности индивидуальной творческой жизни исследователей и составляет по отношению к ней величину 0,3–0,4. Это означает, что за одну индивидуальную жизнь творца НТП ему приходится в три раза или даже три-четыре раза (в быстроразвивающихся областях и военном деле) существенно переучиваться, овладевать новыми концепциями, методами и принципиально новыми техническими средствами создания научной работы. При этом возросла и индивидуальная ответственность творца за судьбу того, что он открыл.

Явление ускорения темпов НТП имеет конкретные, количественно оценимые формы проявления в мире науки, например, заметно учащаются такие события, как уточнение и обновление взглядов, тенденций, концепций, методов исследования, принятых в той или иной конкретной научной дисциплине.

Можно напомнить, что аристотелевская теория гравитации просуществовала около двух тысяч лет; идеи Ньютона ждали своего обобщения и существенного уточнения примерно две сотни лет; теория строения атома Резерфорда — Бора — несколько десятков лет.

Существует и другая совокупность данных, показывающих явное сокращение временной дистанции между научным открытием и его практической реализацией. Открытие фотографии прошло этот путь более чем за сто лет, телефон — примерно за шестьдесят лет, радиолокатор за пятнадцать, ядерный реактор — за десять и т. д.

Нужно сказать, что при этом происходит не только ускорение реализации результатов исследования, но каждый раз это ускорение приводит к качественным характеристикам, к обновлению лика, параметров и возможностей технических

средств. Вместе с тем все более дают о себе знать социальные последствия научно-технического прогресса.

К этому следует сделать одно существенное замечание. Подобного рода примеры могут привести к мысли о том, что по мере нарастания мощи нашего знания и ускорения прогресса каждый шаг на пути в будущее становится все более легким. Это не так. Действительно, каждый шаг НТП дает все больший эффект, т. е. реализация этих потенций науки и техники, ее возможностей дает все большую отдачу обществу. Но каждый шаг вперед достигается все большим трудом, все большей затратой научного потенциала, творческих сил ученых и материальных ресурсов общества.

Так, переход от одного поколения машин к другому происходит все быстрее и дает все больший абсолютный и отнесенный к размерам затраченных средств эффект. И в то же время каждый переход от поколения к поколению машин требует все большего объема исследовательских, конструкторских и экспериментальных работ, все более глубокой перестройки производства. Это важное обстоятельство нужно иметь в виду при обсуждении последствий и формировании выводов об ускорении темпов научно-технического прогресса.

Из сказанного взаимодействия научно-технических и организационно-экономических факторов вытекают несколько важных выводов. Для того чтобы обеспечить ускоренные темпы НТП и экономическую заинтересованность общества в поддержании высоких темпов обновления технических средств, необходимо соблюдение следующих кардинальных условий.

Быстро расширяющаяся масштабность реализаций. Эффект тиражирования уже освоенных и отлаженных нововведений выражается в многократном получении экономической и социальной отдачи при незначительных (в сравнении с первоначальными) дополнительных вложениях.

Интенсификация научно-технического труда и сокращение затрат по всему циклу «исследование — проектирование — подготовка производства» является жизненно важным условием ускорения темпов и повышения эффективности НТП, сюда входит также автоматизация обработки данных и планирование экспериментальных исследований, автоматизированное проектирование новых технических средств, включая конструирование и технологическую подготовку производства.

Особенностями НТР являются возрастающая роль науки; возможность автоматизации не только физического, но и умственного (не творческого) труда; бурный рост и обновление научно-технической информации; быстрая смена материалов, конструкций, машин, технологических процессов; резкое увеличение разновидностей инженерных решений; повышение уровня комплексной механизации и автоматизации, а также систем управления.

Развитие НТП сказывается на совершенствовании высшего образования. Он предъявляет новые возросшие требования к знаниям военных специалистов, их творческому развитию, умению находить наиболее рациональные конструктивные, технологические, организационные и экономические решения; хорошо ориентироваться в отборе научной информации; ставить и решать различные принципиально новые вопросы.

Выполнение поставленных задач возможно в случае вооружения молодых специалистов новейшими знаниями в области научных исследований. Это обязывает высшую школу широко привлекать обучающихся (магистров, аспирантов) к проведению научных исследований. Таким образом, научная подготовка магистров (аспирантов) в вузах — одна из главнейших программ обучения. Важным этапом

развития высшей школы является введение в учебный процесс предметов «Основы научных исследований», «Основы инженерного исследования», «Теория и практика инженерного исследования», «Теория принятия решений» и т. д., в которых рассматриваются методология, методы научных, инженерных исследований, принятия решений и творчества, а также способы их организации.

Введение данных предметов обязывает всех обучающихся освоить элементы методики научных исследований, что способствует развитию рационального творческого мышления; организации их оптимальной мыслительной деятельности. За период обучения должен выполнить те или иные научные исследования в различных формах учебного процесса под руководством одного руководителя.

В результате изучения теоретического курса и выполнения исследований по выбранной теме магистр должен освоить методологию и методику научных исследований, а также уметь отбирать и анализировать необходимую информацию, формулировать цель и задачи, разрабатывать теоретические предпосылки, планировать и проводить эксперимент, обрабатывать результаты измерений и оценивать погрешности и наблюдения, сопоставлять результаты эксперимента с теоретическими предпосылками и формулировать выводы научного исследования; составлять отчет, доклад или статью по результатам научного исследования.

Глава 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Проблема принятия решения и её эволюция

Процесс принятия решения не нов, им интересовались еще жрецы и мудрецы глубокой древности, светила античных времен, его изучают и современные ученые. За всю историю своего существования люди пользовались различными способами принятия решения. Поэтому неудивительно, что с древних времен до настоящего времени проблемы решения входят в число актуальных проблем науки. При этом наибольшее внимание обращается на решение нестандартных задач, которые носят творческий характер.

Информационные источники, дошедшие до нас с древнейших времен, свидетельствуют, что уже тогда людей волновал вопрос, каким образом происходит принятие решения, особенно творческого, каков рациональный путь к выбору правильного поступка при новых, ранее не встречавшихся обстоятельствах, каким образом люди создают новое и полезное. Например, известно пособие по принятию решения, которое написал около четырех тысяч лет назад в Китае *И. Чинг*. Это пособие явилось оригинальным руководством в творческой работе. По мнению некоторых зарубежных специалистов (*Ф. Д. Баррет* и др.) известный трактат не потерял своего значения до наших дней и может быть рекомендовано современным хозяйственным руководителям и политическим деятелям (речь идет об управлении производством).

Несомненно, в те далекие времена научные данные о природе творческой деятельности, творческих решений были настолько скудны, что они не могли дать людям правильного объяснения этим процессам. Не находя правильного ответа на вопросы, люди объясняли их мистически. Так, древние греки и другие народы античного мира объясняли как силы природы, так и творческие способности их божественным происхождением. При таком объяснении основным орудием управления процессом принятия решения в неопределенных обстоятельствах или процессами творчества были молитвы музам богиням творчества.

Однако и в те далекие времена люди искали более рациональные пути улучшения процесса принятия решения, особенно для таких случаев, когда было неизвестно, как изменятся обстоятельства. В ту пору предсказаниями будущего славился греческий город Дельфы со своим оракулом.

Вкратце суть этих предсказаний такова. Сначала с обстоятельствами дела досконально знакомились дельфийские жрецы. Затем они наблюдали за прорицательницей (*Пифией*), одурманенной выходящими из земли газами. Пифия выкрикивала отдельные слова и бессвязные фразы, вызывавшие у жрецов ассоциации, на основе которых они предсказывали будущее. Предсказание передавалось заинтересованному лицу или обнародовалось только после тщательного его обсуждения на совете.

Несмотря на многовековую историю изучения процесса решения и его принятия, термин «принятие решения» появился в научной литературе в 30-е годы XX столетия в творческих работах по управлению частным производством для характеристики процессов децентрализации управления.

Современный этап развития науки управления характеризуется интенсивным поиском новых идей, подходов, методов и средств, способных повысить эффективность управления сложными социально-экономическими системами в условиях все возрастающего динамизма процессов, усложнения связей в системах и все более жесткого ограничения ресурсов. Одним из перспективных подходов является рассмотрение проблем управления с позиций принятия решений. Этот подход, связан-

ный с использованием таких категорий, как «решение», «процесс принятия решений», «система принятия решений», в литературе называют концепцией принятия решений, теорией принятия решений, школой принятия решений. Актуальность и практическая ценность выделения и изучения проблем принятия решений в процессе управления определяются следующими причинами.

Во-первых, принятие решений занимает центральное место в процессе управления. Как известно, принятие решений наряду с прогнозированием, планированием, оценкой обстановки, исполнением решений, контролем и учетом является функцией управления. Центральная, важнейшая роль принятия решений определяется тем, что все другие функции управления направлены на формирование или реализацию решений. Кроме того, любую функцию управления технологически можно представить в виде последовательности решений. Например, при прогнозировании и планировании принимаются решения, связанные с выбором методов и средств, организацией работ, оценкой достоверности информации, выбором наиболее достоверного варианта прогноза и наилучшего варианта плана. Аналогичную цепочку решений можно построить и при рассмотрении других функций управления. Таким образом, функция принятия решений является с методологической и технологической точек зрения более общей, чем другие функции управления, поэтому в литературе иногда управление рассматривается как процесс принятия решений.

Во-вторых, принятие решений это личная функция руководителя. Для руководителя любого ранга принятие решений является основной задачей, которую он обязан решать в процессе управления. Поэтому знание методов, технологии и средств решения этой задачи является необходимым элементом квалификации руководителя.

В-третьих, современной моделью функционирования организационных систем является система принятия решений. Эта модель согласует положительные стороны двух предшествующих теоретических моделей, имеющих структурно описательный характер: механической модели организации как «полностью рациональной» системы; естественной модели организации как «живой» социальной системы.

Система принятия решений является третьей моделью организационных систем, в которой как первичный элемент рассматривается «решение». Основное развитие эта модель получила на рубеже 60-х годов прошедшего века. В данной модели рассматриваются рациональные принципы механической модели с учетом социальной и психологической специфики естественной модели. В решении объединяются объективные факторы информационного анализа проблем, проводимого на основе логического мышления, математических методов и ЭВМ, и субъективные психологические факторы лица, принимающего решение. Поэтому система принятия решений позволяет осуществить системный подход к исследованию сложных организационных систем, включающий социально технологическую форму реализации процессов управления.

В-четвертых, подход, ориентированный на принятие решений, создает прочную базу для дальнейшего совершенствования автоматизированных систем информационного обеспечения и управления. Эти системы должны развиваться от автоматизации трудоемких рутинных учетно-расчетных задач до логико-аналитических задач формирования и обоснования вариантов решений. Рассмотрение организационной системы принятия решений, выделение в ней центров принятия решений, формирование информационных потоков, соответствующей структуры и их динамической перестройки в зависимости от решаемых проблем являются перспективным направлением совершенствования управления сложными социально-экономическими системами.

Изложенное показывает, что изучение проблем управления с единой методологической позиции принятия решений позволяет практически осуществить комплексный, системный подход к анализу функционирования организационных систем, технологии их управления, применению современных методов и технических средств.

В настоящее время существует достаточно большое, число современных научных дисциплин, посвященных проблеме принятия решений. К таким дисциплинам можно отнести и исследование операций.

Ситуацию, в которой происходит принятие решений, в общем случае характеризуют следующие основные черты.

1. *Наличие цели (целей)*. Необходимость принятия решения диктуется наличием некоторой цели, которую нужно достичь, например: выполнить плановое задание, выбрать тип прибора, назначить план перевозок и т. д. Если же цель не поставлена, то не возникает и необходимость принимать какое-либо решение.

2. *Наличие альтернативных линий поведения*. Решения принимаются в условиях, когда существует более одного способа достижения цели, или иначе несколько альтернатив достижения цели. С различными альтернативами могут быть связаны различные затраты и разные вероятности достижения цели. Эти затраты и вероятности не всегда могут быть определены. Поэтому часто принятие решений сопряжено с неясностью и неопределенностью. Если же существует лишь одна линия поведения, то выбора нет и, следовательно, решение принимать не требуется: оно очевидно.

3. *Наличие ограничивающих факторов*. Решения обычно принимаются в условиях действия большого числа факторов, ограничивающих возможность выбора способов действий. Эти факторы называют *дисциплинирующими условиями*. Факторы, подлежащие учёту, можно условно разделить на три основные группы: экономические, технические и специальные. Под *экономическими* факторами понимают факторы, связанные с ресурсами: время, денежные средства, трудовые ресурсы, производственные возможности и т. п.

К *техническим* факторам обычно относят факторы, которые непосредственно связаны с инженерным анализом и выработкой требований к техническим характеристикам объектов: габаритам, массе, прочности, надежности и т. п. Наконец, *социальные* факторы, в том числе и чисто человеческие, выражают требования не только политической или социальной целесообразности осуществления той или иной альтернативы, но и этики.

Все перечисленные факторы накладывают ограничения на возможности достижения поставленной цели. Очевидно, что отсутствие ограничений существенно упрощает задачу принятия решения.

Таким образом, задача принятия решения (ЗПР) возникает в том и только в том случае, когда существует цель, которую нужно достичь, когда возможны различные способы ее достижения и существуют факторы, ограничивающие возможности достижения цели. Выяснение всех трех указанных элементов за дачи принятия решений должно обязательно предшествовать её непосредственному решению. Во всех случаях задача принятия решений направлена на определение наилучшего (оптимального) или приемлемого способа действий для достижения одной или нескольких целей.

Под *целью* понимается в широком смысле идеальное представление желаемого состояния или результата деятельности. Если фактическое состояние не соответствует желаемому состоянию, то имеет место *проблемная ситуация*, или проблема, выработка плана устранения которой и составляет сущность задачи принятия решений.

Конечным результатом ЗПР является *решение*. Решение можно рассматривать как предписание к действию. С точки зрения содержания решением может быть стратегия управления экономической системой, способ действия, план работы, вариант инновационного проекта и т. д.

1.2. Основные понятия исследования

Одним из основных понятий теории принятия решений является *операция*. Под термином «*операция*» следует понимать *организованную деятельность в любой области жизни, объединённую единым замыслом, направленную на достижение определенной цели, имеющую характер повторяемости*, т. е. многократности. В дальнейшем *операцией* будем называть управляемое мероприятие, систему действий, объединённых единым замыслом и направленное на достижение какой-либо конкретной цели.

В данных формулировках подчеркиваются две особенности операции: её целевая направленность и повторяемость. Именно отсюда возникает возможность проводить исследования, касающиеся количественных сторон операции, общими научными путями с использованием методов теории вероятностей, статистики, и данных различных наук физики, биологии, техники, экономического анализа и др.

Укажем примеры операций: а) производственная деятельность отрасли, выпускающей некоторую народнохозяйственную продукцию; б) формирование портфеля заказов фирмы; в) разработка плана транспортных перевозок материальных средств; г) совокупность мероприятий, направленных на реализацию бизнес-плана и т. д.

Изучение операций может проводиться как путем исследования оригинала самой операции, так и путем исследования *модели операции*. Основным методом исследования операций, особенно крупного масштаба, является метод моделирования. Получить аналитическое описание операции удаётся только в самых простых случаях. Постановка специальных экспериментов на реальных экономических системах с целью выбора оптимальных решений обычно сложна, связана с большими расходами и непредсказуемыми последствиями или просто нереальна. На практике значительно проще и рациональнее изучить закономерности и построить приближённую математическую модель экономического процесса и на основе изучения модели выбрать лучшее решение, отвечающее множеству нередко противоречивых требований и условий.

Таким образом, основной метод изучения операций крупного масштаба исследование моделей операции, главным образом, моделей математических.

Второе важное понятие исследования операций — *оперирующая сторона*. Совокупность лиц, которые стремятся в данной операции к достижению некоторой цели, а также технических устройств, с помощью которых цель достигается, называется *оперирующей стороной*.

В операции могут участвовать одна или несколько оперирующих сторон, преследующих различные, несовпадающие цели. Несовпадение целей оперирующих сторон создаёт конфликтную ситуацию. Подобные операции называются многосторонними или конфликтными. Так, например, в торговле исход операции зависит от деятельности двух сторон, преследующих противоположные цели: фирмы, стремящейся продать товар с прибылью, организации, приобретающей товар заданного качества по минимальной цене. Наряду с оперирующими сторонами в операции могут участвовать арбитры и природные силы, поведение которых в явном виде не подчинено стремлению к достижению цели операции.

Для достижения цели оперирующая сторона должна располагать некоторым запасом активных средств (ресурсов), используя или расходуя которые она может добиваться достижения цели. В качестве ресурсов в зависимости от сущности операции могут выступать: запасы сырья, рабочая сила, денежные средства, информационные и интеллектуальные ресурсы, торговые площади и т. п.

Операция является управляемым мероприятием. Оперирующая сторона управляет операцией, выбирая те или иные способы использования ресурсов — способ действий. В качестве синонимов термина «способ действия» часто используют следующие термины: альтернатива, стратегия, управление, решение. Возможности оперирующей стороны по управлению операцией всегда ограничены рядом естественных причин. Этот факт проявляется в наличии *ограничений* дисциплинирующих условий — на выбор способов действий оперирующей стороны стратегий. Стратегии, удовлетворяющие наложенным ограничениям, называются *всевозможными* или *допустимыми* (в смысле заданных ограничений). Понятие «допустимые стратегии» является относительным: класс допустимых стратегий определяется наложенными ограничениями и изменяется, если изменяются ограничения.

Реализация той или иной допустимой стратегии оперирующей стороны обычно приводит к различным исходам операции. Чтобы сравнивать между собой качество различных стратегий, нужно иметь возможность оценивать соответствующие исходы операций. Исход операции оценивается с помощью некоторых критериев качества (критериев эффективности или критериев оптимальности). Критерий оптимальности является математическим выражением цели операции (математической моделью цели операции) позволяющим количественно определить (оценить) степень достижения этой цели. Стратегия, наилучшая в смысле выбранного критерия оптимальности, т. е. доставляющая ему требуемое экстремальное (максимальное или минимальное) значение, называется оптимальной стратегией. Синонимами этого термина являются термины «оптимальное решение», «оптимальное управление» и т. п.

Следует всегда иметь в виду, что понятие «оптимальная стратегия» является не абсолютным, а относительным, как и понятие «допустимая стратегия». Не существует оптимальной стратегии вообще, всякая оптимальная стратегия является наилучшей лишь в некотором узком, совершенно конкретном смысле, определенном критерием оптимальности. Одна и та же стратегия, оптимальная в смысле одного критерия, может оказаться далеко не оптимальной и даже очень плохой по другому критерию.

Поскольку значение критерия оптимальности в любой операции зависит от каких-либо величин, описывающих свойства операции, используемые ресурсы и т. д., то критерий оптимальности часто называют также *критериальной* или *целевой функцией* (функцией эффективности).

Следующее важное понятие исследования операций — *исследователь операции*. В составе оперирующей стороны специально выделяется и занимает особое место исследователь операции, или *операционист*. Он принадлежит к оперирующей стороне и должен преследовать ту же цель, что и оперирующая сторона. Однако операционист не принимает окончательных решений по выбору способов действий, а лишь помогает в этом оперирующей стороне, предоставляя ей количественные основания для принятия решений. Иными словами, исследователь операции имеет право не решающего, а лишь совещательного голоса. Естественно, что поэтому он не должен нести ответственности за принятые решения и последствия от реализации предпринятых действий.

Суть работы исследователя операции состоит в детальном изучении сущности и специфики решаемой проблемы, определении всего набора допустимых стратегий, оценке их качества, сравнении их между собой и определении оптимальной стратегии. Исследование операции завершается рекомендациями по выбору оптимальной стратегии. Само же принятие решения, т. е. окончательный выбор стратегии и её реализация, выходят за рамки исследования и относятся к компетенции ответственного лица *руководителя операции* (РО).

Уточним содержание исследований, формирующих процесс принятия решений. Процессы принятия решений, реализуемые в самых различных сферах деятельности, имеют очень много общего, поэтому желательно создать некоторую универсальную, типовую схему, устанавливающую наиболее целесообразный набор и последовательность действий, проводимых при исследовании операций. В работах многих авторов по исследованию операций, системному анализу, управлению производством содержатся рекомендации по формированию со става и последовательности исследований в процессе принятия решений.

На основе анализа и обобщения этих рекомендаций можно предложить следующую *алгоритм типового процесса принятия решений*:

- 1) предварительное формулирование проблемы;
- 2) определение целей операции и выбор соответствующих критериев оптимальности;
- 3) выявление и формулирование дисциплинирующих условий;
- 4) составление возможно более полного списка альтернатив и предварительный их анализ с целью отбрасывания явно неэффективных;
- 5) сбор необходимой информации и прогнозирование изменений параметров операции в будущем;
- 6) точное формулирование постановки задачи;
- 7) разработку математической модели операции, позволяющей оценивать эффективность каждой альтернативы;
- 8) выбор метода решения задачи и разработка алгоритма решения;
- 9) оценку альтернатив и определение наиболее эффективных;
- 10) принятие решения ответственным руководителем;
- 11) выполнение решения и оценку результатов.

Процесс принятия решений является сложной итеративной циклической процедурой. Действительно, результат практически любого этапа исследований может повлиять на постановку задачи и привести к её изменению. В частности, даже практическое опробование принятого решения, если оно дает нежелательный результат, также является стимулом к пересмотру постановки задачи и поиску новых решений.

Структурная схема типового процесса исследования операций представлена на рис. 1.1. Указанные выше особенности процесса отображены с помощью обратных связей.

Отметим, что постановка задачи принятия решений индивидуальным лицом, принимающим решение (ЛПР), компактно может быть представлена в следующей символической форме:

$$(S_0, T, R \parallel S, W, G, Y, f, P), \quad (1.1)$$

т. е. в условиях исходной проблемной ситуации S_0 , располагаемого времени T и ресурсов R необходимо доопределить ситуацию S_0 множеством ситуаций S , сформулировать множество целей W , ограничений G , допустимых решений Y , произвести оценку предпочтения решений f и найти оптимальное или приемлемое решение Y из множества решений, руководствуясь сформулированным критерием выбора P .

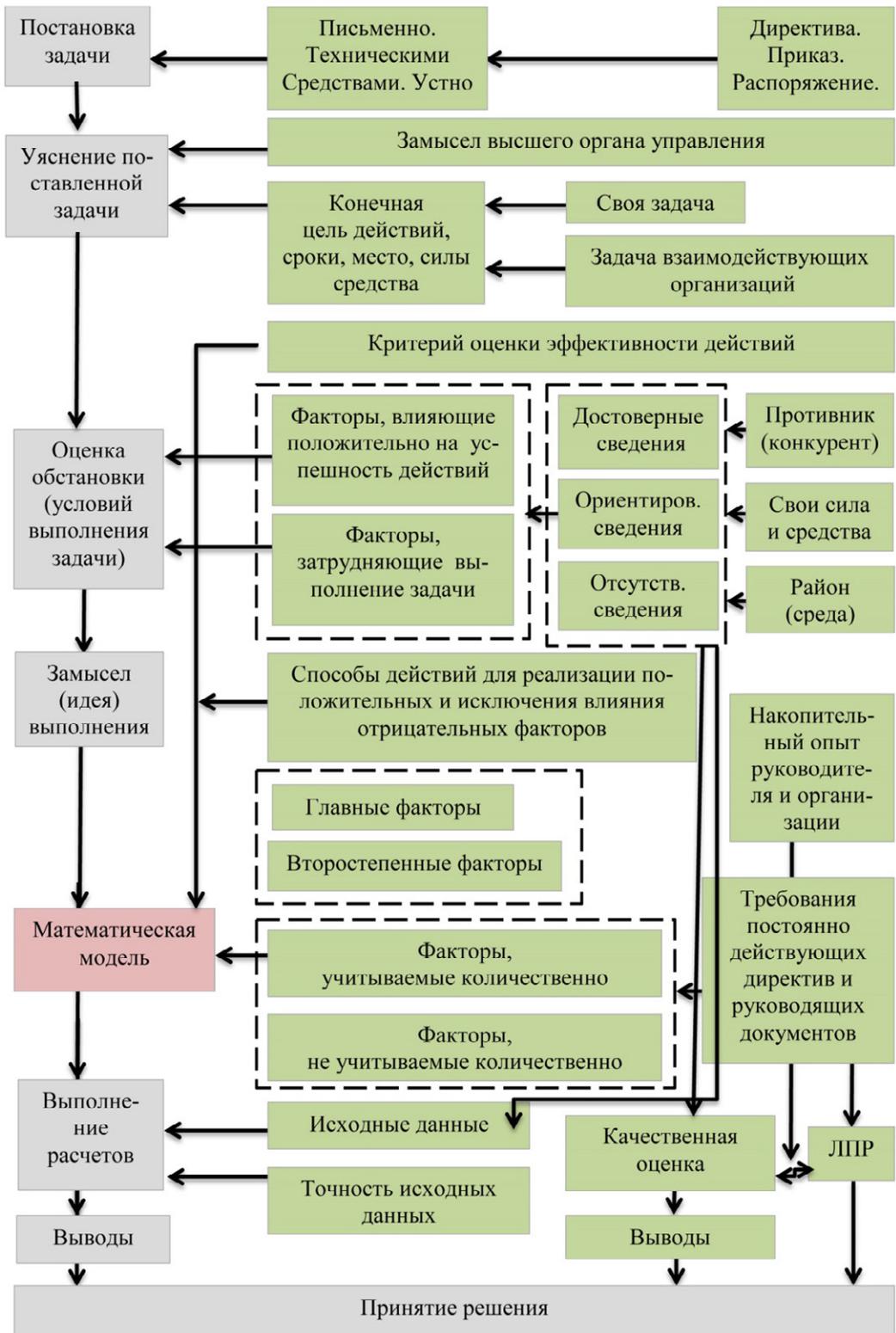


Рис. 1.1. Структура типового процесса принятия решения

Ранее было отмечено, что в процессе принятия решений осуществляется преобразование информации. На различных этапах процесса принятия решений происходит количественная и качественная переработка исходной информации с целью получения новой информации, концентрированное выражение которой находит свое отражение в решении. Переработка информации происходит в виде последовательных трёх фаз, для каждой из которых характерен свой уровень определенности решения задачи:

- 1) *структуризация*;
- 2) *характеризация*;
- 3) *оптимизация*.

Структуризация заключается в выделении основных элементов решаемой задачи и установлении отношений между ними. В результате структуризации образуется логически упорядоченная система, позволяющая определить необходимую информацию и распределить её по элементам структуры. Результат структуризации отображается в виде схем, таблиц или формальной символической записи. Примерами структуризации являются построение дерева целей, формирование множества альтернативных решений и способов их реализации, установление взаимосвязанной системы гипотез о возможных событиях и т. п.

Характеризация заключается в определении системы характеристик, параметров и показателей, количественно описывающих решаемую задачу. Например, для дерева целей могут быть определены приоритеты, или относительные коэффициенты важности целей: для множества решений предпочтения (полезности), для гипотез о возможных событиях вероятности их свершения и т. д. Выполнение характеристики приводит к более полному и точному описанию решаемой задачи по сравнению с фазой структуризации и подготавливает исходные данные для выполнения оптимизации.

Оптимизация представляет собой поиск наилучшего решения задачи. Именно на этой фазе вся имеющаяся информация преобразуется в конечную форму, описывающую решение и показывающую, как зависят характеристики решения от исходных данных. Проведение оптимизации приводит к полной определенности решения задачи. Для решения задач в условиях неопределенности не всегда возможно проведение фазы оптимизации в строго формальном виде. Во многих случаях лицо, принимающее решение, (ЛПР) осуществляет оптимизацию в неявном виде, опираясь на некоторые общие принципы, профессиональный опыт и свои предположения.

Процесс принятия решения (ПР) требует полноценного информационного обеспечения, которое предполагает использование как имеющейся информации (априорной информации), так и получение, добывание с помощью экспериментов (опытов) новой после опытной (апостериорной) информации.

Обобщенной характеристикой решения является *эффективность решения*. Эта характеристика включает эффект решения, определяющий степень достижения целей и стоимость решения совокупность затрат ресурсов для принятия и реализации решения. Эффективность решения это степень достижения целей, отнесенная к затратам на их достижение. Решение тем эффективнее, чем выше степень достижения целей и ниже стоимость затрат.

Система принятия решений организованная совокупность людей, методов, технических средств, информации и технологии ПР для достижения поставленных целей.

1.2.1. Классификация задач принятия решений

Классификацию ЗРП осуществим на основе опыта, накопленного в области технической и экономической кибернетики с учётом особенностей формальной модели (1.1). Для этого выделим следующие отдельные, важные *классификационные признаки* (рис. 1.2).

1. Число целей операции, преследуемых одной оперирующей стороной.
2. Наличие или отсутствие зависимости критерия оптимальности и дисциплинирующих условий от времени.
3. Наличие случайных и неопределённых факторов, влияющих на исход операции. Этот признак назван «определённость риск неопределённость».

По первому классификационному признаку ЗРП делятся на два больших класса: одноцелевые, или однокритериальные (скалярные), и многоцелевые, или многокритериальные, ЗРП.

Отметим, что многокритериальные задачи, которые состоят в поиске лучшего решения, удовлетворяющего нескольким несводимым друг с другом критериям. Для решения таких задач требуется их формализация, которая неизбежно связывается с экспертными оценками как самих критериев, так и взаимоотношений между ними. Термин «многокритериальные задачи» нельзя смешивать с термином «задачи векторной оптимизации»: в последнем случае речь идет о сопоставлении однородных критериев разных участников (такие задачи решаются с помощью критерия оптимальности, по Парето). Нельзя также оба эти термина смешивать с термином «многоэкстремальные задачи», для которых характерны не разные критерии, а наличие у целевой функции не только глобального, но и локальных экстремумов.

По второму классификационному признаку ЗРП делятся на два больших класса: статические и динамические.

В *статических* ЗРП критериальная функция и функция ограничений не зависят от времени. В статической экономико-математической модели значения всех переменных относятся к одному моменту времени. Статический подход к изучению экономики это изучение состояния экономики на данный момент (статики) в отличие от динамического подхода, при котором экономика исследуется в развитии и движении. Динамические задачи сложнее статических. Модель является динамической, если как минимум одна её переменная относится к периоду времени, отличному от времени, к которому отнесены другие переменные.

Динамические задачи отличаются две характерные особенности:

- а) в качестве критерия оптимальности в динамических ЗРП выступает обычно не функция, как в статических ЗРП, а функционал, зависящий от функции времени, описывающий поведение некоторых динамических объектов, участвующих в операции;
- б) в числе дисциплинирующих условий в динамических ЗРП обычно присутствуют так называемые дифференциальные связи. Они представляют собой дифференциальные уравнения, описывающие поведение динамических объектов, участвующих в операции.

Для математического описания динамических моделей используются системы линейных дифференциальных уравнений (в моделях с непрерывным временем), разностные уравнения (в моделях с дискретным временем), а также системы обыкновенных алгебраических уравнений.

В качестве примера динамической ЗРП можно привести задачу вывода летательного аппарата в заданную точку пространства с заданной точностью и за заданное время с минимальным расходом топлива. В настоящее время динамические ЗРП

ещё не получили широкого применения в экономических исследованиях по причине сложности получения достоверных данных о бизнес среде.

По третьему классификационному признаку «определенность — риск — неопределенность» ЗПР делятся на три больших класса.

1. Принятие решений *при определенности* (детерминированные ЗПР). Такие ЗПР характеризуются однозначной, детерминированной связью между принятым решением и его исходом. Это наиболее простой и наиболее изученный случай принятия решений, когда относительно каждой стратегии оперирующей стороны заранее, до проведения операции, известно, что она неизменно приводит к некоторому конкретному результату. В детерминированных ЗПР критерий оптимальности и дисциплинирующие условия зависят только от стратегий оперирующей стороны и фиксированных детерминированных факторов, т. е. от факторов, полностью известных оперирующей стороне.

2. Принятие решений в *условиях риска* (стохастические ЗПР). В этом случае каждая стратегия оперирующей стороны может привести к одному из множества возможных исходов, причём каждый исход имеет определённую вероятность появления. Предполагается, что ЛПР эти вероятности заранее, до определения операции, полностью известны. В некоторых случаях эти вероятности могут быть определены с любой требуемой для целей исследования степенью точности. В стохастических ЗПР критерий оптимальности зависит кроме стратегий оперирующей стороны и детерминированных факторов также от фиксированных стохастических факторов, т. е. от случайных факторов, законы распределения вероятностей которых априорно известны оперирующей стороне. Статистические характеристики (законы распределения, математические ожидания, дисперсии и т. п.) стохастических факторов, а также значения детерминированных факторов являются той исходной информацией, которая может быть использована исследователем операции при определении оптимальной стратегии.

Первое из приведенных названий рассматриваемого класса ЗПР принятие решений при риске связано со следующими обстоятельствами. Все случайные явления и процессы, сопровождающие операцию и влияющие на ее исход, могут быть хорошо изучены, и все их необходимые статистические характеристики полностью известны, однако исход каждой конкретной реализации операции заранее (до её проведения) неизвестен, случаен. В этом смысле оперирующая сторона всегда рискует (в большей или меньшей степени) получить не тот результат, на который она ориентируется, выбирая свою оптимальную стратегию в расчете на осредненные, статистические характеристики случайных факторов.

3. Принятие решений в условиях неопределенности. В данных ЗПР критерий оптимальности зависит кроме стратегий оперирующей стороны и фиксированных факторов также от неопределенных факторов, неподвластных оперирующей стороне и неизвестных ей в момент принятия решения (или известных с недостаточной для принятия решения точностью). В результате влияния неопределенных факторов каждая стратегия оперирующей стороны оказывается связанной с множеством возможных исходов, вероятности которых либо неизвестны оперирующей стороне (или известны с недостаточной для принятия решения точностью), либо вовсе не имеют смысла. Первое соответствует неопределенным факторам стохастической природы (т. е. недостаточно изученным стохастическим факторам, относительно которых отсутствует необходимая статистическая информация), второе неопределенным факторам нестохастической природы.

Детерминированные ЗПР и ЗПР в условиях неопределенности можно считать предельными случаями ЗПР (т. е. полное знание и полное незнание). ЗПР, в которых имеется элемент риска, занимают некоторое промежуточное положение. Очевидно, что любой предельный случай всегда представляет собой большую или меньшую идеализацию реальной ситуации.

Классификацию ЗПР завершим указанием на математический аппарат, применяемый при решении ЗПР того или другого класса. Однокритериальные статические детерминированные ЗПР в своей общей постановке полностью совпадают с общей постановкой задачи математического программирования.

1.2.2. Исследование операций как научная дисциплина

Исследование операций (ИО) представляет собой научный метод выработки количественно обоснованных рекомендаций по принятию решений. Учитывая важность количественного фактора в исследовании операций и целенаправленность вырабатываемых рекомендаций исследование операций можно определить как теорию обоснования оптимальных решений.

Несмотря на различную природу операции могут быть описаны одними и теми же математическими моделями, более того, анализ этих моделей позволяет лучше понять суть того или иного явления и даже предсказать его дальнейшее развитие. Окружающий мир устроен (в информационном смысле) необычайно компактно, поскольку одна и та же информационная схема используется в самых различных физических (или других) проявлениях.

Благодаря наличию общих закономерностей в развитии самых различных систем их исследование возможно на основе математических методов. *Исследование операций* сегодня рассматривается как *математический инструментарий, поддерживающий процесс принятия решений в разных областях человеческой деятельности, как совокупность методических средств, позволяющих обеспечить ЛПР необходимой количественной информацией, полученной научными методами*. Исследование операций как научная дисциплина сформировалось на стыке математики и разнообразных социально-экономических дисциплин, и поэтому свой вклад в его становление внесли представители самых различных областей наук.

История возникновения исследования операций уходит корнями в далёкое прошлое. Так, ещё в 1885 году **Фредерик Тейлор** пришёл к выводу о возможности применения научного анализа в сфере производства. Проблема, рассмотренная им, на первый взгляд кажется тривиальной: «как оптимизировать работу землекопов?». Применение математического аппарата подтвердило несостоятельность принципа «Бери больше, кидай дальше и отдыхай, пока летит». Оказалось, что оптимальный вес грунта, позволяющий максимизировать количество перебрасываемого материала (при разумной экономии рабочей силы) в случае продолжительной работы значительно меньше того, что может поднять человек при максимальной нагрузке.

Пионером в области перевода сложных военно-стратегических задач на язык математики стал **Фредерик Ланчестер**. Одним из наиболее значительных результатов, полученных учёным, стало открытие в 1916 г. так называемого квадратичного закона, количественно связывающего достижение победы с двумя основными факторами: численным превосходством живой силы и эффективностью оружия. Было доказано, что при одновременном вступлении в бой численное превосходство в живой силе более важно, чем применение более совершенного вооружения, поскольку главную роль играет сосредоточение собственных войск и расчленение сил против-

ника. Классическим примером использования квадратичного закона Ланчестера является победоносная тактика адмирала Нельсона в сражении при Трафальгаре.

В 1917 г. датский математик **А. К. Эрланг**, работавший в телефонной компании, сформулировал задачу минимизации потерь времени на установление телефонной связи. Полученные им результаты стали основополагающими принципами в теории телефонных сетей. Позднее формулы Эрланга (среднее время ожидания заявки вызова и др.) были приняты министерством связи Англии в качестве стандарта для расчёта эффективности телефонных соединений. Идеи Эрланга почти на полвека предвосхитили современные теории расчёта характеристик телефонных узлов.

В 1930 г. Г. Левинсон начал применять научный анализ к решению задач, возникающих в торговле. Методика исследования операций была использована для эффективности рекламы, размещения товаров, влияния конъюнктуры на номенклатуру и количества проданных товаров.

В годы второй мировой войны исследование операций широко применялось для планирования боевых действий. Так, специалисты по исследованию операций работали в штабе командования бомбардировочной операции США, дислоцированном в Англии. Ими исследовались многочисленные факторы, влияющие на эффективность бомбометания. Были выработаны рекомендации, приведшие к 4-кратному повышению эффективности бомбардировок.

Вначале войны боевое патрулирование самолётов союзников для обнаружения кораблей и подводных лодок противника носило неорганизованный характер. Привлечение специалистов по исследованию операций позволило установить такие маршруты патрулирования и такое расписание полётов, при которых вероятность оставить объект незамеченным была сведена до минимума. Полученные рекомендации были применены для организации патрулирования над Южной частью Атлантического океана с целью перехвата немецких кораблей с военными грузами. 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 кораблю удалось скрыться благодаря тщательной маскировке.

В годы войны все работы по использованию методов исследования операций были засекречены. По окончании второй мировой войны группы специалистов по исследованию операций продолжили свою работу в ВС США и Великобритании. Публикации ряда результатов вызвали всплеск общественного интереса к этому научному направлению. Возникла тенденция к применению методов ИО в коммерческой деятельности, в целях реорганизации производства, перевода промышленности на мирные рельсы. Сегодня на развитие математических методов ИО в экономике ассигнуются миллионы долларов.

Термин **«Исследование операций»** возник в результате буквального перевода с английского выражения *operations-research*, введенного в конце 30-х годов XX века как условное наименование одного из подразделений британских ВВС, занимавшегося вопросами эффективного использования радиолокационных систем в общей системе противовоздушной обороны. Первоначально исследование операций было связано с решением задач военного содержания, но уже с конца 40-х годов оно используется для решения технико-экономических задач и задач управления на различных уровнях.

В 50–60-е годы на Западе создаются научные общества и центры исследования операций, выпускающие научные журналы, а ряд американских университетов включает эту дисциплину в свои учебные планы. В рамках ИО начинают формироваться отдельные самостоятельные направления — линейное программирование, выпуклое программирование, теория игр, теория массового обслуживания и др.

В настоящее время под *исследованием операций* понимают применение математических методов количественного обоснования решений в конкретной области целенаправленной человеческой деятельности (Е. С. Венцель). Исследование операций как научное направление характерно для завершающих этапов жизненного цикла системы (эксплуатация, применение по назначению) и предполагает формализованное описание операции и количественный анализ факторов, определяющих достижение поставленных в операции задач.

Основной задачей ИО является *применение научных принципов и математических методов к исследованию функционирования систем с целью оценки характеристик и формирования рекомендаций по выбору оптимальных решений, обеспечивающих наиболее эффективное применение системы в конкретных условиях.*

Выделим **методические особенности исследования операций**:

1. Построение формализованной модели операции, предназначенной для получения количественных оценок альтернативных решений;
2. Необходимость охвата различных сторон деятельности;
3. Учёт прошлого опыта при исследовании аналогичных операций;
4. Использование результатов экспериментов, поставленных в различной форме (игры, испытания, учения и т. д.);
5. Направленность результата на количественное обоснование альтернатив и упрощение процесса принятия решения, а не на выдачу самого решения.

Объектом исследования в ИО является конкретная реально существующая (например, экономическая) система.

Предметом исследования в ИО являются характеристики или показатели, отражающие эффективность применения системы по целевому предназначению в конкретных условиях. Исследование операций позволяет количественно оценить эффективность работы системы в конкретных условиях и выработать рекомендации по улучшению её характеристик.

Содержательно всякая задача исследования операций является оптимизационной, т. е. состоит в выборе среди некоторого множества допустимых решений, которые можно в том или ином смысле квалифицировать как оптимальные. При этом допустимость каждого решения принимается в смысле его фактического осуществления, а оптимальность — в смысле его целесообразности.

Содержанием теоретического аспекта ИО является математический анализ оптимизационных задач и нахождение их оптимальных решений. Прикладной аспект ИО заключается в составлении (постановке) оптимизационных задач и в определении их оптимальных решений.

Постановка задачи ИО охватывает, прежде всего, формальное описание множества допустимых решений и критериев оптимального выбора. Оно должно соответствовать содержательным представлениям о возможном и целесообразном выборе в данных условиях. Проверка адекватности самих содержательных представлений объективной реальности и реализация решения уже выходят за пределы области интересов ИО.

Все решения (в том числе и оптимальные) принимаются всегда на основе информации, которой располагает принимающий решения субъект. Поэтому каждая задача ИО в своей постановке должна отражать структуру и динамику знаний ЛПР о множестве допустимых решений и о критерии оптимальности. Например, если принятие решения происходит в наперёд известном и не изменяющемся информационном состоянии, то задача называется статической. В таких условиях весь процесс принятия решения может быть сведён к единому мгновенному акту.

Выделим основные *этапы операционного исследования*:

- 1) наблюдение явления, сбор и систематизация исходных данных;
- 2) постановка задачи исследования;
- 3) разработка концептуальной (операционной) модели;
- 4) построение и преобразование математической модели к каноническому виду;
- 5) расчет характеристик или оптимизация параметров модели;
- 6) анализ выходных данных; если полученные результаты не удовлетворяют исследователя, то следует либо вернуться на этап 3 или 4, т. е. предложить для решения задачи другую математическую модель; либо вернуться на этап 2, т. е. собрать дополнительную информацию и корректно сформулировать задачу;
- 7) разработка рекомендаций по выбору рациональной структуры (алгоритма, параметров) системы или её компонентов.

Таким образом, операционное исследование, в общем случае, представляет собой итерационный процесс исследования, каждый следующий шаг которого приближает нас к решению конкретной проблемы. В центре операционного исследования находятся построение и расчет параметров математической модели (ММ) операции.

Проведение операционного исследования, построение и расчет математической модели позволяют проанализировать ситуацию и выбрать оптимальные решения по управлению ею или обосновать предложенные решения. Применение ММ необходимо в тех случаях, когда проблема сложна, зависит от большого числа факторов, по-разному влияющих на её решение. В этом случае непродуманное и научно не обоснованное решение может привести к серьезным последствиям. Примеров этому имеется немало, в частности в экономике. Использование математических методов и моделей позволяет осуществить предварительный выбор оптимальных или близких к ним вариантов решений по определенным критериям. Они научно обоснованы, и лицо, принимающее решение, может руководствоваться ими при выборе окончательного решения. Следует понимать, что не существует решений, оптимальных «вообще». Любое решение, полученное при расчете математической модели, оптимально по одному или нескольким критериям, предложенным поставщиком задачи и исследователем.

В настоящее время ММ применяются в задачах анализа, прогнозирования и выбора оптимальных решений в различных областях экономики. Это планирование и оперативное управление производством, управление персоналом, управление запасами, распределение материальных ресурсов, планировка и размещение активов, руководство инновационным проектом, формирование портфеля заказов и т. п.

Можно выделить следующие основные этапы построения ММ:

1. Определение цели, т. е. формулировка конечного результата, которого хотят добиться, решая поставленную задачу.
2. Определение параметров модели, т. е. заранее известных фиксированных факторов, на значения которых исследователь не влияет.
3. Формирование управляющих переменных, изменяя значение которых можно приближаться к поставленной цели. Значения управляющих переменных являются решениями задачи.
4. Определение области допустимых решений, т. е. тех ограничений, которым должны удовлетворять управляющие переменные.
5. Выявление неизвестных факторов, т. е. величин, которые могут изменяться случайным или неопределенным образом.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru