

УДК 004.02

Типовая формализованная постановка задачи исследования в диссертационной работе

Ю.В. Стреналюк, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры ИТУС,
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Технологический университет», г. Королев, Московская область

В статье проводится типовая формализованная постановка задачи исследования в диссертационной работе на звание кандидата технических наук.

Постановка, задача, диссертация.

Typical problem research formalized in the thesis

I.V. Strenalyuk, doctor of science, professor,
professor of the Department ITUS,
State Educational Institution of Higher Education
Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region

In the article the typical formalized statement of the study in the thesis for the title of Doctor of Science.

Posing, problem thesis.

Опыт рассмотрения исследований в ряде диссертационных советов и оппонирования диссертационных работ на техническую тематику позволяет дать некоторые методические рекомендации по формулировке формализованной постановки задачи исследования (ЗИ) в диссертации соискателям на степень кандидатов технических наук.

Для определенности изложение далее проводится применительно к выбору состава и обобщенных характеристик локальной вычислительной сети (ЛВС) [3-5].

Структурно диссертацию рекомендуется представлять в составе следующих смысловых и функциональных разделов [1]:

- Введение.
- Раздел постановки задачи.
- Методический раздел.

- Раздел прикладных исследований.

- Заключение.

При этом в постановочный раздел рекомендуется включить:

1). Анализ и особенности исследуемой системы или процесса, для описания которых требуется разработка нового или совершенствование существующего методического обеспечения.

2). Перечень исследовательских задач, которые предлагается решать с использованием разрабатываемого в диссертации методического обеспечения.

3). Систему показателей, которыми оценивается качество решения сформулированных исследовательских задач.

4). Перечень основных факторов и параметров, оказывающих наибольшее влияние на выбранные показатели и включенных в исследовательскую схему.

5). Смысловую формулировку поставленной в работе задачи.

6). Формализованную постановку задачи диссертационных исследований.

Состав пп. 1-5 специфичен для каждого исследования, но по п. 6 можно дать достаточно общие рекомендации, заключающиеся в последовательном формировании следующих результатов.

1. Формирование состава исходных данных ID (по группам):

1.1. Исходный (начальный) состав системы (ЛВС):

- количество оконечных устройств (рабочих станций – РС, персональных компьютеров – ПК) N_{PC} [шт] – детерминированная целочисленная величина;

- количество имеющихся сетевых устройств (концентраторов, коммутаторов, маршрутизаторов) N_{KC} , N_{KM} , N_M [шт] – детерминированные целочисленные;

- количество серверов N_C [шт] – детерминированная целочисленная.

1.2. Вектора характеристик элементов системы:

- рабочих станций Z_{PC} – детерминированные непрерывные величины;

- концентраторов, коммутаторов, маршрутизаторов – Z_{KC} , Z_{KM} , Z_M [размерность] – детерминированные непрерывные величины;

- серверов Z_C – детерминированные непрерывные величины.

2. Определение состава варьируемых (независимых) переменных X:

2.1. Число N_{PC} и характеристики Z_{PC} новых ПК, их расположение.

2.2. Число N_{KC} , N_{KM} , N_M , характеристики Z_{KC} , Z_{KM} , Z_M новых сетевых устройств и их расположение.

2.3. Число N_C , характеристики Z_C новых серверов и их расположе-

ние.

2.4. Топология, среда доступа (витая пара, оптоволокно, ...) и размеры новых фрагментов сетевой структуры.

3. Выбор показателей эффективности V .

Возможные варианты:

- Пропускная способность ЛВС L [Мб/с] – детерминированная (случайная) непрерывная;
- Стоимость ЛВС C [руб] – детерминированная (случайная) непрерывная;
- Надежность ЛВС P [%] – детерминированная (случайная) непрерывная.

4. Определение основных внешних и внутренних факторов и параметров W , оказывающих наибольшее влияние на выбранные показатели:

- тип ЛВС (внутри офисного помещения или в промышленном здании или на улице...);
- удовлетворение требованиям стандартов и т.п.

В простейшем случае в диссертации может решаться задача нахождения связи (функции F) между показателями эффективности V и исходными данными ID и переменными X при известных значениях факторов W :

$$V = F(ID, X, W),$$

на основе которой проводятся дальнейшие исследования.

Однако обычно в технических задачах присутствуют и многочисленные ограничения.

Поэтому –

5. Выявляется система ограничений и допущений D , принятых при исследовании:

5.1. На стоимость $C_{з\text{ад}}$, быстродействие $V_{з\text{ад}}$ или надежность $P_{з\text{ад}}$ ЛВС.

5.2. На размеры сети, число ПК, сетевых устройств, серверов и их характеристики.

5.3. На варианты сетевых технологий, размеры сети и пр.

При этом возможен уже возможно провести поиск наилучшего в некотором смысле решения с использованием соответствующего критерия.

Поэтому следующим пунктом становится -

6. Выбор критерия оптимизации системы (т.е. правила принятия решения о наилучшем варианте ЛВС) - K ,

например, $K \equiv \max V$ или $K \equiv \min C$ или $K \equiv \max P$) при переборе по варьируемым (независимым) переменным X в их области определения с учетом ограничений D .

После получения указанных результатов исследователь может анализировать различные варианты действий с целью выбора лучшего.

Эту ситуацию характеризует следующее [2]:

1. *Существование цели или целей, определяемых показателями V и критерием K .*

Поясним – как соотносятся между собой показатели и критерии. Любая система (объект), относительно которого формулируется задача исследований, характеризуется многими показателями. Эти показатели имеют различное влияние (вес) на результат: одни – главные, коренным образом определяющие итоговое решение, другие – малозначимые.

Ясно, что именно первые из них должны выступать в роли критериев выбора наилучших (оптимальных) решений.

2. *Наличие альтернативных вариантов решения X .*

С различными вариантами решений связаны разные издержки и траты, они имеют различные итоги в достижении целей. Они не всегда могут быть точно определены. Поэтому итоговый результат зачастую неясен и неопределен.

3. *Наличие ограничивающих факторов D .* Эти факторы также называют дисциплинирующими условиями. Ограничивающие факторы, подлежащие рассмотрению, разбиваются на группы: технические, внешние (внутренние) условия, экономические.

В простых постановках исследований формулируется один критерий оптимальности, т.е. задача формулируется как одноцелевая/ однокритериальная. Иначе ставятся и предпринимаются попытки решения многоцелевых/многокритериальных задач.

Формализованная постановка задачи статической детерминированной однокритериальной задачи может иметь следующий обобщенный вид.

Определить связь варьируемых (оптимизируемых) переменных X с исходными данными ID , ограничениями D и показателями эффективности V при известных значениях факторов W :

$$V = F(ID, X, D, W).$$

Путем варьирования переменных X необходимо определить такое их сочетание X^* , которое доставляют оптимум (минимум/максимум) критерию оптимизации K в условиях заданных ограничений D .

Общая же постановка однокритериальной задачи исследования формулируется следующим образом (с привлечением материалов [2]).

Имеется задача управления, на исход которой исследователь может влиять. Эффективность управления характеризуется критерием K , имеющим количественное представление. Критерий задается в виде функции, функционала или имеет алгоритм расчета.

Критерий оптимальности зависит от совокупности факторов:

1) управляемые факторы (переменные) **X**, выбор которых находится в распоряжении исследователя;

2) неконтролируемые факторы (исходные данные) **ID**, на которые исследователь влиять не может. В их состав может входить и время, если системы (объекты) динамические – изменяющие свои свойства.

Неконтролируемые факторы можно разбивают группы в зависимости от имеющейся у исследователя информации о них:

1) *детерминированные/неслучайные факторы* – фиксированные величины, значения которых полностью известны исследователю до проведения исследования;

2) *стохастические (случайные) факторы* – фиксированные данные с известными исследователю законами распределения;

3) *неопределенные факторы*, с известными возможными областями или областями с известными законами распределения.

Т.е. здесь присутствует неопределенный закон распределения случайного фактора. Их значения исследователю в момент начала исследования неизвестны.

Так как критерий есть количественная мера достижения цели, то формализованная цель исследования выражается в обеспечении максимально (минимально) возможного значения критерия **K**, что записывается как **K** -> *max (или min)*.

Средством достижения цели является оптимальный выбор исследователем переменных (управлений) **X** из области ограничений **D**.

Таким образом, перед исследователем стоит задача, которую сформулируем следующим образом:

при заданных значениях и характеристиках фиксированных неконтролируемых факторов **ID** с учетом неопределенных факторов **W** найти оптимальные значения переменных (управлений) **X** из области **D** их допустимых значений, которые бы обеспечили максимум (минимум) критерия оптимальности **K**.

Представленная формулировка имеет известную форму и во многих приложениях уже получила то или иное решение. Поэтому современным исследователям можно порекомендовать более углубленные формулировки задач исследований, опирающихся на известную классификацию исследовательских задач (рис. 1, [2]).

Наиболее важные классификационные признаки задач исследования (ЗИ) следующие:

1. Количество целей исследований и критериев оптимальности.
2. Наличие/отсутствие зависимости показателей, критерия оптимальности и ограничений от времени.
3. Наличие случайных/неопределенных факторов, влияющих на результат исследования.

По первому признаку ЗИ делятся на одноцелевые/ однокритериальные (скалярные) и многоцелевые/многокритериальные (векторные) задачи.

По второму признаку задачи делятся на статические и динамические ЗИ.

В статических ЗИ не учитываются изменения во времени.

Динамические же учитывают эту зависимость. Их отличают следующие особенности:

1. В качестве критерия оптимальности выступает не функция, а функционалы, зависящие от времени, описывающие поведение динамических объектов системы.

2. В составе ограничений присутствуют дифференциальные уравнения, описывающие поведение динамических объектов.

По третьему признаку – «определенность-риск-неопределенность» – ЗИ делятся на три класса:

1. Задачи в условиях *определенности*, или *детерминированные* ЗИ. Они характеризуются однозначной связью между переменными и показателями (критерием). Это наиболее простой и изученный случай, когда относительно каждого решения исследователя заранее, до проведения исследования, известно, что оно приводит к некоторому конкретному результату. В детерминированных ЗИ критерий оптимальности и ограничения зависят только от решений исследователя и исходных данных, т.е. факторов, полностью известных исследователю.

2. Принятие решений *при риске* (*стохастические* ЗИ). В этом случае каждое решение исследователя может привести к одному из области вероятных результатов исходов, причем каждый из них имеет некоторую определенную вероятность реализации.

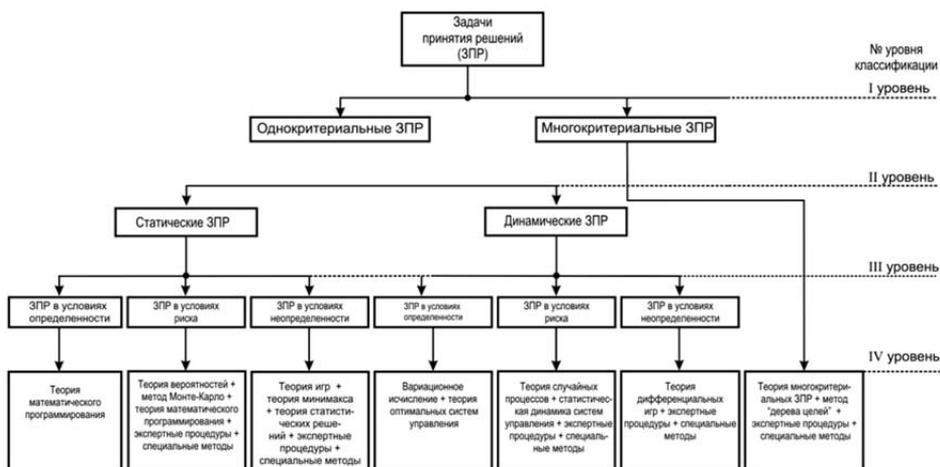


Рисунок 1 – Классификация задач исследования и методов их решения

Предполагается, что исследователю эти вероятности до проведения исследования известны. В стохастических ЗИ критерий оптимальности зависит кроме стратегий исследователя и детерминированных исходных данных также от фиксированных случайных факторов, законы распределения которых известны [6].

Принятие решений при риске – связано с тем, что, несмотря на то, что все случайные явления и процессы, сопровождающие исследование и влияющие на ее исход, изучены и все их необходимые статистические характеристики известны, исход каждой конкретной реализации операции заранее неизвестен и случаен. Поэтому исследователь рискует получить не тот результат, на который он ориентируется, выбирая свою оптимальную стратегию в расчете на осредненные характеристики случайных факторов.

3. Принятие решений в условиях *неопределенности*. Здесь критерий оптимальности зависит также и от неопределенных факторов, не известных в момент исследования. В результате этого каждый выбор исследователя оказывается связанным с множеством возможных исходов, вероятности которых либо неизвестны, либо не имеют смысла. Первое соответствует неопределенным факторам стохастической, второе – неопределенным факторам нестохастической природы.

Детерминированные задачи и задачи в условиях неопределенности можно считать крайними случаями ЗИ. Задачи с элементами риска занимают промежуточное место. Понятно, что любой все эти варианты представляет собой идеализацию реальной ситуации.

Классификацию ЗИ завершим указанием на математический аппарат, применяемый при решении ЗИ разных классов (рис. 1, [2]).

Однокритериальные статические детерминированные ЗИ в своей общей постановке полностью совпадают с общей постановкой известной задачи математического программирования (МП). Поэтому все методы, решения задач МП, могут применяться для решения этих ЗИ.

Однокритериальные статические ЗИ в условиях риска используют методы теории вероятностей и математического моделирования методом статистических испытаний. Находят также применение экспертные процедуры.

При решении однокритериальных статических ЗИ в условиях неопределенности применяются такие математические дисциплины, как теории игр, минимакса, статистических решений.

Наименее разработанным классом являются многокритериальные ЗИ, хотя именно они должны иметь наибольшее применение в прикладных исследованиях. Широкое применение здесь получили экспертные процедуры и методы Парето-оптимизации.

Очевидно, что постановка любой реальной ЗИ может быть приве-

дена к нескольким из перечисленных выше признаков и представлять из себя комбинацию из рассмотренных классов ЗИ.

Отнесение реальной задачи исследования к одному из классов всегда представляет собой некую творческую идеализацию реальной задачи и определяется как предпочтениями и информированностью исследователя, так и необходимой (возможной) глубиной исследования и временем решения.

Литература

1. Остроухов, В. В. Методические рекомендации соискателям и адъюнктам по работе над диссертациями / В. В. Остроухов // 4 ЦНИИ МО. – 1996.
2. Теория прогнозирования и принятия решений. Под редакцией С. А. Саркисяна // М. – «Высшая школа». – 1977. – 351с.
3. Стреналюк, Ю. В. Обеспечение эффективного функционирования систем управления кабельной инфраструктурой / К. Л. Самаров, В. М. Артюшенко, Ю. В. Стреналюк // Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / М.: «Канцлер». – 2014. – С.59-75.
4. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк, В. И. Привалов, В. И. Воловач, Е. П. Шевченко, В. М. Зимин, Е. С. Харламова, А. Э. Аббасов, Б. А. Кучеров / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант». – 2015. – 185 с.
5. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк, В. И. Привалов, В. И. Воловач, Е. П. Шевченко, В. М. Зимин, Е. С. Харламова, А. Э. Аббасов, Б. А. Кучеров / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант». – 2015. – 185 с.
6. Стреналюк, Ю. В. Постановка и подходы к решению задачи обоснования направлений развития информационных систем однократного действия в форме двухэтапной задачи стохастического программирования / Ю. В. Стреналюк // Информационно-технологический вестник. – 2015. – №2(04). – С. 123...126.