Практическое занятие ПЗ-6

**Тема: Методики теоретических исследований**

Теоретические исследования являются обязательной составной частью любой солидной научной работы, в т. ч. магистерской диссертации. Объем и глубина теоретических исследований определяется с учетом соответствующей научной специальности, а также возможностей самого соискателя и его способностей.

Теоретические исследования основываются на аксиомах, законах, принципах, постулатах и теоремах, т.е. на логических построениях, которые сформулированы в результате развития науки и образования на протяжении истории человечества. Их значимость состоит в том, что они исключают необходимость в повторении ранее пройденных человечеством этапов по накоплению опыта и нового получения данных тех экспериментальных исследований, которые послужили основанием для установления вышеперечисленных логических построений, если им подчиняются исследуемые объекты.

Теоретические исследования являются творческими, направленными на создание новых научных гипотез, глубокое объяснение неизученных явлений или процессов, обобщение отдельных явлений или процессов, обоснование стратегии и тактики научных исследований, а также решении других подобных задач.

Основной целью теоретических исследований является решение следующих задач:

* изучение физической природы исследуемых объектов, явлений и процессов;
* построение принципиальных моделей этих объектов исследований в целом или по отдельным характеристикам;
* сравнение возможных эквивалентных моделей исследуемому объекту;
* построение расчетных моделей функционирования объекта;
* решение задач анализа, синтеза и оптимизации параметров исследуемых объектов.

При проведении теоретического исследования используются как общелогические методики познания, так и специальные.

*Методики теоретических исследований* определяют общую структуру теоретического исследования и методики решения главной и вспомогательной задач в соответствии с названием темы и поставленной проблемой.

Большинство изучаемых явлений и процессов являются сложными объектами исследований. Для таких объектов наиболее часто сегодня применяют в теоретических исследованиях *системный подход*, который также относится к общенаучным методам.

В процессе его применения исследователь проводит вначале *декомпозицию* сложного объекта или события на систему отдельных составляющих элементов, а затем, выявив реальные или виртуальные отношения (связи) между ними, осуществляет системный синтез объекта (структуризацию). Степень декомпозиции ограничивается требованием рациональности и полноты детализации системы, исходя из условий максимального упрощения и достаточной полноты отражения свойств и целей исследования объекта исследований. Это может быть сделано только на основе логического анализа имеющихся сведений. В процессе такого анализа может быть осуществлено расширение или, наоборот, сужение перечня элементов системы.

*Структуризация* начинается с выделения системы и внешней среды. Затем производится последовательное рассмотрение всех объектов и процессов, включенных в систему на стадии декомпозиции объекта, на возможность определения влияния внутренних и внешних факторов на процесс функционирования системы и достижения целей, стоящих перед исследователем объекта, как системы. В процессе перебора и анализа таких структурных составляющих системы осуществляется априорное, а затем и количественное ранжирование входных и выходных величин по степени их влияния на функционирование системы. Целью этого этапа является выделение наиболее значимых из них. Завершается структуризация выделением и описанием составных частей изучаемой системы, а также возможных внешних воздействий.

Под системой в этом случае понимают особую организацию специализированных элементов, объединенных в единое целое для решения конкретной задачи. Основное достоинство организации такой системы состоит в несводимости ее свойств к свойствам образующих ее элементов. Система обычно функционирует в той или иной среде, взаимодействуя с другими системами. Свойства систем, их содержание и функции устанавливают посредством выделения системообразующих элементов и связей между ними. Системы анализируются, как правило, с той или иной степенью детализации. Это означает, что системный анализ приводит к «огрублению» изучаемого объекта и переходу от реальных объектов к моделям. К достоинствам применения системного подхода к изучению сложных объектов относится возможность создания наиболее полного представления о самом объекте при всей его сложности.

Процедура исследования системы с применением *методов идентификации*, наиболее применяемых в настоящее время для решения подобных задач, предусматривает последовательное прохождение следующих этапов:

* содержательное описание объекта исследований (явления, процесса), как системы;
* обобщение априорной информации;
* анализ и формирование целей и постановку задач исследований;
* выбор критериев эффективности функционирования системы;
* декомпозицию системы;
* составление формализованной схемы объекта (проведение его структуризации);
* обоснование допустимой идеализации элементов системы и выбор показателей качества подсистем и отдельных элементов (параметров);
* построение математической модели (этап идентификации);
* преобразование математической модели в моделирующий алгоритм.

Исследование закономерностей функционирования системы как модели объекта исследований осуществляется с помощью современной компьютерной техники. С этой целью сегодня может быть использовано значительное число методов и программ.

Для успешного применения теоретических методов исследований, особенно в области техники и технологий, необходимо иметь глубокие и всесторонние знания в соответствующих областях наук - математики, механики, физики, биологии, химии и др., в которых сформулированы и обоснованы общие законы и закономерности, описывающие те или иные природные явления или события. При этом такие законы и закономерности построены на основании методов логики и описаны на основе математической формализации соответствующими математическими формулами, зависимостями и другими подобными атрибутами с необходимой степенью приближения к действительности.

При построении математических моделей наиболее часто используют *методы формализации* из алгебры, булевой алгебры, теории множеств, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей, математической статистики и т.д.

Методы формализованного анализа явлений и объектов исследованиявозникли в связи со сложностями принятия решений об эффективности функционирования сложных систем на основе неформальных методов. При анализе простых объектов или явлений, когда исследователь имеет небольшое количество показателей оценки их состояния, зачастую использования таких формализованных методов не требуется.

Конечной целью теоретических исследований обычно является построение математической модели, по которой в дальнейшем осуществляется исследование объектов с помощью различных других методов. При этом один и тот же объект (в зависимости от числа учтенных факторов, цели исследований, требований точности и надежности данных исследований и т.д.) может быть описан различными моделями.

Необходимым условием для проведения теоретических исследований является наличие логических предпосылок и соответствующих данных для математической формализации исследуемых объектов. Сложность самих объектов, а чаще недостаток данных о них, является значительным препятствием для построения моделей, описывающих их с требуемой точностью. В этом случае могут быть использованы апробированные в практике вспомогательные общепринятые и общеизвестные приемы: словесное описание объектов исследований, чертежи и структурные блок-схемы, логические блок-схемы, графики, таблицы и номограммы, а также математическое описание как объекта в целом, так и его отдельных характеристик. Последний метод применяется для изучения сложных систем, состояние которых зависит от многих факторов, изменяющихся в пространстве и времени. Он предполагает использование универсальных методов формализации, основанных на принципах современной математики, которые позволяют достаточно строго и однозначно сформулировать правила описания тех или иных явлений и процессов, являющихся объектами исследований. Систему таких правил называют алгоритмами, а порядок их применения - алгоритмизацией.

Математическое моделирование объекта исследований заключается в математической имитации поведения объекта или системы с той или иной степенью точности для возможного его воспроизведения и изучения как упрощенной идеализированной копии (модели). Следует иметь в виду, что слово «модель» используют в различных смысловых значениях при замене оригинала (объекта исследований) в рамках решаемой задачи тем или иным ее эквивалентом. В технике под моделью понимают специально синтезированный объект, который обладает определенной степенью подобия исходному (реальному). Модель соотносится с реальностью так, как «природный ландшафт с изображающей его картиной, являющейся творением художника». Их соответствие друг другу зависит от уровня мастерства художника и используемых им изобразительных средств. Эта аналогия, на наш взгляд, достаточно полно иллюстрирует взаимосвязь в методологии науки между накопленными человечеством знаниями и действительными свойствами реальности.

При *идеализации* стремятся к сокращению числа независимых параметров (переменных) и использованию стандартных моделей отдельных элементов. Математическое описание объекта называют строгим, если оно проведено на основании известных постулатов чисто математическим путем без каких-либо необоснованных допущений. При этом математическую строгость исследований не следует смешивать с точностью. Любое строгое решение может быть точным или приближенным. Оно может содержать погрешность в оценке полученных числовых значений параметров объектов. Этой погрешности обычно дается оценка в пределах принятых допущений. Для прикладных исследований вопрос математической строгости часто не так важен, тогда как достоверность или точность является важнейшей характеристикой. С ними связана эффективность применения объекта исследований в конкретных отраслях и возможность получения максимального полезного эффекта. В зависимости от сложности объекта и целей исследований получают модели трех типов: физические, расчетные и математические.

Под *физическими моделями* понимаются те, которые наиболее полно описывают поведение объекта с помощью физических оценок и терминов, общепринятых в этой отрасли науки. В такие модели входят без упрощений все известные функциональные соотношения и связи между параметрами объекта, а также учитываются полученные экспериментальные данные по данному объекту. Это - самый сложный и трудоемкий тип моделей. Недостатки этого метода состоят в том, что модели получаются сложными по составу и структуре. Они не позволяют четко определить степень влияния отдельных параметров на фоне остальных. Все это затрудняет анализ и синтез объектов исследований.

*Расчетные модели* отличаются от физических тем, что они описывают процесс без учета факторов, которые не оказывают существенного влияния на конечные результаты исследований. При таких допущениях сложные математические зависимости, описывающие процессы, заменяют приближенными (аппроксимированными) соотношениями, некоторые переменные величины - их средними значениями, нелинейные выражения - линейными и т.д. Такое упрощение позволяет использовать в дальнейших исследованиях формальные методы современной математики и вычислительной техники.

К *математическим моделям* относятся модели, построенные аналитическим путем или полученные на основе обработки экспериментальных данных. Они в достаточной мере полно характеризуют исследуемый объект. К ним относятся также алгоритмы решения уравнений, составленные на их основе программы для компьютерной обработки экспериментальных данных и т.д. Эти модели наиболее часто используются в прикладных отраслях наук, в частности в технических науках по многим специальностям. По мере накопления данные об объекте от таких моделей переходят к более сложным, строго описывающим изучаемые явления и закономерности, а затем к построению фундаментальных теорий.

В зависимости от метода построения математические модели разделяются на два типа: гносеологические (познавательные) и информационные.

*Гносеологические модели*предназначены для описания различных физических, технологических и других характеристик объектов исследований.

*Информационные модели* - это математические модели, используемые для решения задач анализа и синтеза параметров систем, описывающих объект исследований. Содержащаяся в них информация используется для разработки способов и методов воздействий на объект для получения оптимальных параметров или рациональных интервалов их варьирования с целью эффективного функционирования в реальных условиях. Модели такого типа являются важным элементом систем управления объектом. Они позволяют находить значения параметров объекта, обеспечивающих возможность оперативного управления его функционированием.