

Методологические основы научных исследований

*Наказной Олег Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры
"Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы" МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Научная работа является одним из основных видов деятельности высших учебных заведений, руководящего, преподавательского и научного состава ВУЗов, а с принятием Стратегии инновационного развития Российской Федерации до 2020 года научная деятельность, как составная часть инновационной деятельности становится неотъемлемой частью школы и даже дошкольного образования: "Система образования на всех этапах, начиная с дошкольного, в части содержания и в части методов и технологий обучения (преподавания) должна быть ориентирована на формирование и развитие навыков и компетенций, необходимых для инновационной деятельности".

В настоящее время можно выделить три основных подхода к определению понятия «наука». Наиболее распространено понимание науки как особой системы знаний об окружающем мире. Существует другой подход, рассматривающий науку как особую форму деятельности людей. Некоторые ученые вообще предпочитают воздерживаться от определения такого сложного объекта, как наука. Так, например, Джон Бернал, один из основателей современной науки о науке, считает, что «дать определение науки по существу невозможно» [1]. Вместо определения он дает «пространственное и развернутое описание» науки: «Наука может рассматриваться:

- как институт;
- как метод;
- как накопление традиций знаний;
- как важный фактор поддержания и развития производства;
- как один из наиболее сильных факторов формирующих убеждения и отношения к миру и человеку» [2].

Интересно определение науки, которое дается в философском энциклопедическом словаре. Наука – это сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Здесь понятие «наука» включает в себя как деятельность, направленная на получение нового знания, так и результат этой деятельности – сумму полученных к данному моменту научных знаний, образующих в совокупности научную картину мира [3].

Нормативно понятие научно-исследовательской деятельности закреплено в ст.2 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ "О науке и государственной научно-

технической политике": "Научная (научно-исследовательская) деятельность – деятельность, направленная на получение и применение новых знаний".

Непосредственные цели науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет ее изучения на основе открываемых ею законов, т.е. в широком смысле – теоретическое отражение действительности. Известно, что в развитии науки существенная роль принадлежит ее методам. Методы науки определяют способы и средства достижения поставленных целей, которые в свою очередь служат объектом приложения научных знаний к решению практических вопросов, возникающих перед научными работниками высших учебных заведений.

Методологические основы научных исследований

Как процесс, научное исследование – это целенаправленный процесс выработки новых научных знаний, один из видов познавательной деятельности. Научное исследование характеризуется объективностью, доказательностью, точностью.

Основные этапы научного исследования можно представить следующим образом:

- постановка задач;
- предварительный анализ имеющейся информации, условий и методов решения задач данного класса;
- формулировка исходных гипотез;
- теоретический анализ гипотез;
- планирование и организация эксперимента;
- анализ и обобщение полученных результатов;
- проверка исходных гипотез на основе полученных фактов;
- формулировка новых фактов и законов, получение объяснений и научных предсказаний;
- внедрение полученных результатов.

В зависимости от цели – познавательной или практической – различают фундаментальные и прикладные исследования:

- фундаментальные научные исследования – экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды;
- прикладные научные исследования – исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, они расширяют знания об окружающем мире. Результат фундаментального

исследования есть законченная система научных знаний, ориентированная на ее использование в определенной области практической деятельности. Этот результат может использоваться для создания новых источников энергии, материалов, технологии и т.п.

Прикладные исследования направлены на нахождение способов использования законов природы для создания и совершенствования существующих технических объектов. Фундаментальные исследования могут переходить в прикладные и наоборот. Степень завершенности прикладных исследований характеризуется пригодностью полученных результатов к применению в промышленном производстве. По этому признаку прикладные исследования делятся на: поисковые; научно-исследовательские; опытно-конструкторские работы.

Поисковые исследования направлены на выявление технических возможностей и экономической целесообразности применения в соответствующих областях народного хозяйства принципиально новых путей создания техники, веществ технологических процессов и т.д.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы служат промежуточными звеньями между прикладными поисковыми исследованиями и производственной деятельностью. Научно-исследовательская работа заключается в использовании научных знаний и технических путей идей при создании новых устройств, веществ, процессов. Опытно-конструкторская работа получает объект такой структуры, которая обеспечивает его функции при ряде существующих ограничений. Основой разработки каждого научного исследования является методология.

Методология – это учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности. В широком смысле слова, методология есть совокупность наиболее общих, прежде всего мировоззренческих, принципов в их применении к решению сложных теоретических и практических задач. В узком смысле слова – методология это собственно учение о методах. Метод есть совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности, подчиненных решению конкретной задачи, определенным образом упорядоченная деятельность.

Научный метод – это система регулятивных принципов и приемов, с помощью которых достигается объективное познание действительности. Он является инструментом для решения главной задачи науки – открытия объективных законов действительности.

Систему методов научного исследования можно представить совокупностью трех групп методов:

- всеобщим философским методом;
- общенаучными специальными методами;

– специальными методами частных наук.

Всеобщий философский метод есть совокупность наиболее фундаментальных принципов и приемов, регулирующих всякую познавательную и практическую деятельность.

Общим для всех без исключения наук – всеобщим методом является диалектический метод. В отличие от специальных методов он не является приемом или операцией процедурного характера и по своему содержанию включает: законы; критерии; принципы диалектики. Всеобщий метод диалектики образует общеметодологическую основу системы методов научного исследования в целом и каждого общенаучного и специального метода в отдельности.

В силу своей всеобщности философский метод нуждается в конкретизации и в дополнении другими, специальными методами. Специальные методы предназначены для решения отдельных общепознавательных или специфических для каждой науки задач.

Общенаучные специальные методы применяются во всех науках или большинстве наук и поэтому справедливо характеризуются как общенаучные. Широта сферы применения сближает их со всеобщим философским методом. Но каждый из этих методов выполняет свою специализированную функцию, обеспечивает решение определенной познавательной задачи. Это придает ему специальный характер, сближает со специальными методами частных наук. К общенаучным методам исследования относятся: наблюдение; сравнение; измерение; эксперимент; абстрагирование; анализ и синтез; индукция и дедукция; аксиоматический метод; исторический подход; логический метод; системный подход; комплексный подход; структурный подход; функциональный подход и другие методы. Специальные методы любой частной науки обусловлены особенностями предмета науки и ее объектов. Каждый из них представляет совокупность принципов и вытекающих из них предметов, операций, посредством которых решаются специфические познавательные задачи в частной области исследований.

К специальным методам частных наук могут быть отнесены:

- методы математической статистики;
- методы оптимизации;
- методы технико-экономического анализа;
- математические методы и т.д.

Развитие науки на современном этапе характеризуется их всепроникновением, выходом за пределы области знаний, породившей тот или иной конкретный метод. Самыми распространенными среди них являются математические методы, применяющиеся практически во всех областях исследования. Система методов научного исследования характеризуется не только отношениями подчиненности между методами различной универсальности, разной

степенью общности. Основанием для классификации методов могут быть также выполняемые ими функции в зависимости от особенностей целей, объектов и условий исследования.

По своим функциям различаются методы, применяемые на эмпирическом и теоретическом уровнях исследования, а также методы, которые применяются как при эмпирических, так и теоретических исследованиях.

Для эмпирического уровня характерным является процесс установления и накопления новых фактов науки, их анализ, синтез, обобщение для получения эмпирических закономерностей, пригодных для практических целей.

На теоретическом уровне производится синтез знаний, выдвигаются и формулируются общие для данной предметной области закономерности, позволяющие объяснить ранее открытые факты и эмпирические закономерности, а также предсказать и предвидеть будущие события и факты. В научных исследованиях успешно используются оба эти подхода, которые дополняют и обогащают друг друга.

Результаты эмпирического исследования служат исходным материалом для создания теории, проверки ее истинности и последующего развития и совершенствования. С другой стороны, при эмпирическом исследовании теория позволяет выделить существенные связи, объяснить и обобщить результаты, предсказать наиболее перспективные области дальнейших исследований.

Согласно уровням исследования методы можно разделить на три группы:

- Методы эмпирического исследования;
- Методы теоретического исследования;
- Методы, используемые на эмпирическом и теоретическом уровнях.

К методам эмпирического исследования относятся (табл. 1): наблюдение; сравнение; измерение; эксперимент.

Таблица 1. Методы эмпирического исследования

Наименование метода	Определение	Примечание
Наблюдение	Планомерное, систематическое и целенаправленное восприятие отдельных сторон объекта или объекта в целом, при котором исследователь не вмешивается в поведение объекта, а лишь фиксирует его свойства, характеристики т.д.	Фиксирующее наблюдение, восприятие отдельных сторон объекта. Флюктуирующее наблюдение-восприятие (охват) объекта в целом

Сравнение	становление сходства и различия объектов непосредственно путем их сопоставления или опосредованно через промежуточный объект	Сравнение производится при наличии определенной общности объектов и по наиболее важным, существенным признакам
Измерение	Определение численного значения некоторой величины посредством единицы измерения. Для физической величины – нахождение ее значения опытным путем с помощью специальных технических средств	Измерение включает в общем случае два вида действий: численную оценку измеряемой величины и проверку достоверности измерений. Прямое измерение – нахождение ископаемого значения. величины непосредственно из опытных данных. Косвенное измерение – получение значения величины на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями
Эксперимент	Изучение объектов, или явлений, основанное на активном целенаправленном воздействии на них путем создания искусственных условий соответствующих целям исследования или через изменение течения процесса в нужном направлении	

Группу методов, используемых на эмпирическом и теоретическом уровнях (табл. 2) составляют: Анализ и синтез; Индукция и дедукция; Абстрагирование и конкретизация; Аналогия и моделирование.

Таблица 2. Методы эмпирического и теоретического исследования

Наименование метода	Определение	Примечание
Анализ и синтез	Комплексный метод исследования, основанный на последовательном применении совокупности приемов и закономерностей расчленения объектов на составные части и элементы или свойства и отношения (анализ) и соединения отдельных частей объекта в единое целое (синтез)	Анализ и синтез – противоположно направленные (анализ – от целого к части, синтез – от части к целому) и вместе с тем взаимосвязанные и взаимообусловленные методы познания, обеспечивающие высокую эффективность исследования в случае их комплексного применения.

Индукция и дедукция	Комплекс взаимосвязанных и взаимобратных методов исследования с направленностью процесса познания от частного к общему, от менее общих положений к более общим (индукция) и от общего к частному	В процессе исследования индукция и дедукция дополняют друг друга. Индуктивное исследование в определенном отношении включает в себя момент дедукции и наоборот
Абстрагирование	Мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей и отношений объектов и одновременное выделение одной или нескольких сторон этих объектов	Процесс абстрагирования проходит две ступени: 1. Подготовка акта абстрагирования (отделение существенного от несущественного, выделение наиболее важных сторон объекта) 2. Осуществление акта абстракции (замещение исследуемого объекта его моделью, менее богатой свойствами)
Моделирование	Метод исследования, основанный на изучении объекта оригинала, посредством объектов – заместителей, Моделирующих его структуру и поведение (процессы), с последующим переносом полученных знаний с модели на оригинал	Моделирование сложный метод, включающий в свой состав разнообразные методы исследования (наблюдение, измерение, эксперимент, анализ и синтез, абстрагирование и др.)
Аналогия	Метод научного познания, посредством которого достигается знание об одних предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими	Метод аналогии, основывающийся на сходстве некоторых сторон разных предметов и явлений, составляет основу моделирования. Аналогия благодаря своей наглядности широко используется в науке и технике

К *методам теоретического исследования* (табл.3) относятся: идеализация; формализация; аксиоматический метод; восхождение от абстрактного к конкретному; гипотетический метод.

Таблица 3. Методы теоретического исследования

Наименование метода	Определение	Примечание
Идеализация	Мысленное конструирование и изучение объектов, несуществующих в действительности или практически неосуществимых (точка, линия, абсолютно твердое тело и т.д.)	Идеализация позволяет значительно упростить исследование сложных систем, облегчить обнаружение существенных связей и отношений и формулирование законов. Любая идеализация правомерна лишь в определенных пределах
Формализация	Метод изучения объектов путем отображения их содержания и структуры в знаковой форме при помощи искусственных языков и символов, обеспечивающих однозначность, краткость и четкость фиксации знания	Формализация связана с другими методами: моделированием, абстрагированием, идеализацией и т.п. По отношению к моделированию она носит служебный характер, поскольку выступает в качестве средства знакового моделирования реальных объектов
Аксиоматический метод	Метод построения научной теории или дисциплин, основанный на выведении знаний по определенным логическим правилам, исходя из ряда утверждений, принимаемых без доказательства	Положения, принимаемые без доказательств, называются аксиомами. Выходные знания фиксируются в виде лемм, теорем, законов и т.д. Аксиоматический метод – распространенный способ организации научных знаний, особенно широко применяемый в математике, теоретической кибернетике
Восхождение от абстрактного к конкретному	Метод познания, заключающийся в движении мысли от абстрактных определений конкретного объекта, полученных в результате его членения и описания при помощи понятий и суждений, к всестороннему целостному знанию об объекте мышления	Восхождение от абстрактного к конкретному – всеобщая форма движения научного знания, закон отражения действительности в мышлении

Наряду с отдельными методами научного исследования выделяются некоторые фундаментальные исследовательские подходы, в рамках которых любой общенаучный и специальный метод частной науки приобретает дополнительную специфику, по особому

выполняет свою основную функцию. Эти подходы являются тоже своего рода методами, определяющими направление и общий характер исследований.

В числе наиболее устоявшихся и признанных в науке *подходов* следует назвать (табл. 4): Исторический; Логический; Качественный; Количественный; Натурный; Модельный; Комплексный; Системный; Структурный и Функциональный подходы.

Таблица 4. Научные исследовательские подходы

Наименование метода	Определение	Примечание
Гипотетический метод	Метод, основанный на разработке гипотезы	Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения наличия связи между рядом научных фактов и явлений; направляющая научная идея, требующая дальнейшей проверки
Системный подход	Подход, при котором все связи и опосредствования, элементы, функции и проблемы рассматриваются в виде взаимосвязанного целого	Задачей системного подхода является выражение на уровне специальной методологии принципов, положений, понятий и методов системных исследований, в соответствии с которой каждый объект, представляемый как система, рассматривается не только как нечто самостоятельное целое, а также как часть, как элемент системы более высокого уровня со всеми его существенными взаимосвязями с другими объектами, входящими в состав этой более сложной системы.
Структурный подход	Подход, содержанием которого является познание структуры, внутренней взаимосвязи компонентов целостной системы	Познание структуры позволяет выявить многообразие связей компонентов целого выделить среди них существенные и несущественные необходимые и случайные. Раскрытие структуры целого позволяет понять конкретное место, роль и значение компонентов в целом, их взаимодействие, вскрыть факторы существования целого, внутренний механизм его функционирования, пути взаимодействия с внешней средой

Функциональный подход	Подход, основанный на том, что исследуемый объект рассматривается не в своей конкретной реальной форме, а как комплекс функций (процессов), которые он выполняет или должен выполнять	Функции выступают как сущность объекта исследования, а его компоненты как формы их проявления. Исследование заключается в четкой оценке и классификации функций (процессов) путем отнесения их к основному, обеспечивающему и вспомогательному. Совокупность всех функций (процессов) характеризует функциональную (процессную) структуру исследуемого объекта
Комплексный подход	Подход, предполагающий одновременный учет всех аспектов, особенностей и факторов прямо или косвенно влияющих на решение проблемы, но не исходящий непосредственно из идей их взаимосвязанного единого целого	Комплексный подход означает всестороннее изучение объекта или проблемы с привлечением различных научных теорий и методов. Однако комплексность недостаточна для выявления полной картины исследуемого объекта или явления. Ее должна дополнять системность. Системный подход есть развитие комплексного, поскольку он более глубоко и точно отражает внутренние и существенные связи и отношения компонентов системы, закономерности ее функционирования, что является основой для создания более полной теории исследуемого объекта
Натурный подход	Подход, заключающийся в непосредственном исследовании изучаемого явления без изменения его собственной природы, и, как правило, в естественных условиях	Исходные данные о явлении получаются наиболее прямым путём, а результаты сопоставляются непосредственно с объектом исследования.
Модельный подход	Подход, представляющий собой непосредственное познание, когда в силу разных обстоятельств вместо изучаемого объекта непосредственно исследуется другой, сходный, с ним и более доступный естественный или искусственный, материальный или идеальный, объект, который способен в определенных отношениях замещать изучаемый объект и давать о нем новые знания	Полученные данные переносятся по определенным правилам на изучаемый объект, который именуется оригиналом, а его заменитель, то есть объект непосредственного исследования моделью

Применяемые на основе этих методов-подходов отдельные методы научного исследования приобретают характерную направленность взаимно дополняют друг друга, обнаруживая тенденцию к диалектическому взаимопроникновению.

Характер применяемых методов, состав и связи между ними обусловлены спецификой научного исследования, особенностями его объектов, условий и задач, а также логической последовательностью научного исследования, основными его этапами и формами.

Каждый из общенаучных и специальных методов исследования имеет свои преимущества и ограничения в применении. Каждый из них выражает какую-то сторону, черту познавательного процесса, поэтому в чистом виде может быть выделен лишь в абстракции.

В реальном процессе научного познания все методы взаимосвязаны, взаимодействуют и взаимно дополняют друг друга, включаясь в конечном счете в содержание всеобщего диалектико-материалистического метода. Развитие науки возможно только при использовании результатов применения этих методов с соблюдением всех требований диалектики как всеобщего метода познания.

Для выделения и изучения объектов в процессе научного исследования и обобщения полученных результатов используются различные средства исследования, замещающие исследователя в его некоторых функциях. Средства исследования могут замещать также объект исследования в случае применения устройств, моделирующих его поведение.

Исследования могут быть непосредственными и опосредствованными. При непосредственном исследовании исследователь имеет дело только с объектом исследования.

В опосредствованных исследованиях исследователь связывается с объектом исследования с использованием средств исследования, которые включают измерительные устройства, устройства для обработки, анализа и обобщения результатов исследования, а также модели исследования. Последние могут просто замещать собою объекты исследования.

Средства исследования могут быть:

- материальными (приборы, экспериментальные установки и т.п.);
- математическими (методы вычислений, математические теории);
- языковыми (искусственные языки);
- логическими (логические правила построения определений, выводов, доказательств).

При выборе средств учитывается их влияние на качество исследования, производительность исследовательского труда и точность получаемых результатов.

Наиболее распространенными и разнохарактерными являются материальные средства. Они включают разнообразные конструкции – от элементарных измерительных устройств до

ЭВМ, – и позволяют изучить такие объекты, которые недоступны органам чувств человека, позволяют экономно расходовать его физические и мыслительные возможности, исключить необъективность исследования. Вместе с тем, для материальных средств характерна ограниченность состава исследуемых задач, последовательность выполнения операций и схемы получения опытных данных. Они не исключают возможности внесения возмущений в поведение исследуемого объекта.

Математические средства позволяют систематизировать эмпирические данные, выявить и сформулировать зависимости между ними. Они играют роль особого средства идеализации и аналогии, позволяют формулировать гипотезы и строить математические модели исследуемых процессов. Математические средства, особенно статистические и вероятностные, незаменимы при выделении зависимостей в сложных процессах, для которых характерны побочные явления и случайные факторы.

Языковые и логические средства используются для фиксации результатов исследования и способов их получения, образования понятий, символов и их систем, выражения знаний в эмпирических науках.

В результате вышесказанного можно сделать следующие выводы:

Под научным направлением понимается наука или комплекс наук, в области которых ведутся исследования. Иными словами, основой научного направления является наука или ряд специальных наук, входящих в ту или иную научную отрасль, а также специальные методы исследования и технические устройства.

Структурными единицами научного исследования являются комплексные проблемы; проблемы, темы и научные вопросы. Комплексная проблема представляет собой совокупность проблем, объединенных единой целью. Проблема – это совокупность сложных теоретических и практических задач, решения которых назрели. С социально-психологических позиций проблема – это отражение противоречия между общественной потребностью в знании и известными путями его получения, противоречие между знанием и незнанием. Проблема возникает тогда, когда человеческая практика встречает затруднения или даже наталкивается на «невозможность» в достижении цели.

Проблема может быть глобальной, национальной, региональной, отраслевой, межотраслевой, что зависит от масштаба возникающих задач. Так, например, проблема охраны природы является глобальной, поскольку её решение направлено на удовлетворение общечеловеческих ценностей. Кроме перечисленных, различают проблемы общенаучные, общенародные и т.п. Специфические проблемы характерны для определенных производств той или иной промышленности, той или иной отрасли знаний.

Тема научного исследования является составной частью проблемы. В результате исследований по теме получают ответы на определенный круг научных вопросов, охватывающих часть проблемы. Обобщение результатов ответов по комплексу тем может дать решение научной проблемы.

Под научными вопросами обычно понимаются мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной теме научного исследования.

Литература:

1. Бернал Дж. Наука в истории общества. - М., 1956 г. - 103 с.
2. Основы научных исследований. Учебн. для техн. вузов. Под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. - М.: Высшая школа, 1989. - 400 с.
3. Философский энциклопедический словарь. - М., Сов. энциклопедия, 1983. - 840 с.
4. Герасимов И.Г. Структура научного исследования: (философский анализ познавательной деятельности в науке). - М.: Мысль, 1985. - 215 с.
5. Ракишев А.И. Анатомия научного знания. М.: Изд. политической литературы, 1969. - 208 с.
6. Андреев И.Д. Теория как форма организации научного знания. - М.: Наука, 1979. - 304 с.